

CESAR ADRIANO TRALDI

Interpretação Mediada & Interfaces Tecnológicas para Percussão

Orientador: Prof. Dr. Jônatas Manzolli

UNICAMP

Campinas – SP

2007

CESAR ADRIANO TRALDI

Interpretação Mediada & Interfaces Tecnológicas para Percussão

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Música do Instituto de Artes da Universidade Estadual de Campinas como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Música.

Campinas – SP

2007

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

T683i Traldi, César Adriano.
Interpretação mediada & interfaces tecnológicas para
percussão. / César Adriano Traldi. – Campinas, SP: [s.n.], 2007.

Orientador: Jônatas Manzolli.
Dissertação(mestrado) - Universidade Estadual de Campinas,
Instituto de Artes.

1. Interação. 2. Percussão. 3. Improvisação(Música).
4. Interface. I. Manzolli, Jônatas. II. Universidade Estadual
de Campinas.Instituto de Artes. III. Título.

(lf/ia)

Título em inglês: “Mediated interpretation & technological interfaces for percussion”

Palavras-chave em inglês (Keywords): Interaction – Percussion - Improvisation(Music)-
Interface

Titulação: Mestre em Música

Banca examinadora:

Prof. Dr. Jônatas Manzolli

Prof Dr. Furio Damiani

Prof Dr. Silvio Ferraz

Prof Dr. Adolfo Maia Junior

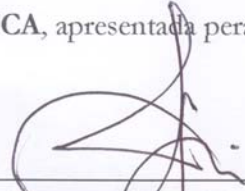
Prof. Dr. Emerson Biaggi

Data da defesa: 12 de Fevereiro de 2007

Programa de Pós-Graduação: Música

Instituto de Artes
Comissão de Pós-Graduação

Defesa de **Dissertação de Mestrado** em Música, apresentada pelo
Mestrando **Cesar Adriano Traldi** - RA 8325, como parte dos requisitos para a obtenção do
título de **MESTRE EM MÚSICA**, apresentada perante a Banca Examinadora:



Prof. Dr. Jonas Manzolli - NICs/UNICAMP
Presidente/Orientador



Prof. Dr. Furio Damiani - FEEC/UNICAMP
Membro Titular



Prof. Dr. Silvio Ferraz de Mello Filho - DM/IA UNICAMP
Membro Titular

RESUMO

Esta pesquisa estuda a postura do músico ao interpretar obras contemporâneas nas quais atua com seu instrumento, com dispositivos eletrônicos e processamento computacional ao vivo. Este cenário de pesquisa é denominado *Interpretação Mediada*. Para discorrer sobre este tema, a dissertação apresenta uma breve narrativa das origens da música eletroacústica, passa pela música mista e chega à interpretação de obras mediadas. Em seguida, são observados três aspectos relevantes: elementos de performance, dispositivos de captação e processamento e discute-se a conceituação de gesto interpretativo e cênico. Do ponto de vista metodológico, esta pesquisa utiliza-se de *Oficinas de Interação* onde, aos elementos da técnica dos instrumentos de percussão, é agregado o uso das interfaces estudadas. Como resultado é apresentado um conjunto de ensaios interpretativos para marimba e outros instrumentos; neles utilizam-se baquetas interativas, processamento através de captação por microfone e improvisação com multipercussão e dispositivos eletrônicos ao vivo. Como conclusão do trabalho, discute-se que, nos processos de interpretação mediada, deve haver uma busca por um equilíbrio interpretativo entre a técnica tradicional e a liberdade e espontaneidade proporcionadas por novas interfaces. O intérprete utiliza sua técnica instrumental de maneira ampla, potencializando aspectos da linguagem musical contemporânea, explorando novas sonoridades e adquirindo conhecimento e experiência sobre a utilização de dispositivos eletrônicos em performances interativas.

Palavras-chave: interação, percussão, interface, eletrônicos, improvisação.

ABSTRACT

This research studies the musician's techniques when interpreting contemporary works in which he/she interacts with a musical instruments, live electronics and real-time computer processing. This study framework is called here as *Mediated Interpretation*. This dissertation presents this subject with a brief narrative on the origins of electroacoustic music, followed by mixed music and arriving to the interpretation of mediated works. Further, three relevant topics are described: elements of performance, sensing and processing devices and a discussion on concepts of interpretative and scenic gestures. This research makes use of *Interaction Workshops*, where a set of interfaces is studied along techniques of percussion instruments, as methodological procedure. As a result, interpretative sketches for marimba and other instruments are presented; interactive sticks, sound processing through microphone capitation and improvisation with multi-percussion and live electronics are tested. The dissertation's conclusion points out that in processes of mediated interpretation, there should be a search for an interpretative balance between traditional techniques and freedom and spontaneity offered by new interfaces. The interpreter can apply his/her instrumental techniques in an broad sense, enhancing aspects of the contemporary musical language, exploring new sounds and acquiring knowledge and experience on the use of live electronics in interactive performances.

Key Words: interaction, percussion, interface, electronics, improvisation.

AGRADECIMENTOS

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

Ao Professor Fernando Hashimoto, pela amizade e pela minha formação como percussionista.

Ao amigo Cleber Campos, por estar diretamente ligado ao meu trabalho de intérprete através do Duo Paticumpá, onde muitos dos elementos deste trabalho puderam ser ali testados e observados.

Ao compositor Gilson Beck que nos ajudou durante a realização de algumas oficinas.

Ao Professor José Adorno, por despertar meu interesse pela música.

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

À 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 CAPES que nos deu completo apoio através de uma bolsa de mestrado do programa do Instituto de Artes da Unicamp.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	01
CAPÍTULO 1 — MÚSICA ELETROACÚSTICA, MÚSICA MISTA E INTERATIVIDADE	11
1.1 Origens da Música Eletroacústica	13
1.2 Música Mista	18
1.3 Eletrônicos ao vivo.....	19
1.3.1 Instrumentos, Interação e Meios.....	19
1.3.2 Instrumentos, Tecnologia e Processamento.....	21
1.4 Eletrônica ao Vivo e Marimba.....	22
1.4.1 Piezo e Max em Daydreams.....	22
1.4.2 Microfones e Sensores de movimento em A Gravidade Liberta	24
1.4.3 Daydreams / A Gravidade Liberta.....	24
1.4.4 Vibrafone com captadores MIDI e Interação Computacional em Névoas e Cristais.....	26
 CAPÍTULO 2 — MEIOS DE INTERAÇÃO EM TEMPO REAL	 29
2.1 Elemento de Performance - O Gesto	32
2.1.1 Gesto Musical	34
2.1.2 Gesto Interpretativo Incidental ou Residual	36
2.1.3 Gesto Interpretativo Cênico	38
2.1.4 Sistemas de Geração Sonora por Gesto: Interfaces Gestuais	39
2.2 Captação	41
2.2.1 Instrumentos Eletrônicos	42
2.2.1.1 <i>Marimba Lumina</i>	43
2.2.1.2 <i>Electra Vibe, Electro-Vibe Pickup e Simmons Silicone Mallet</i> ...	44
2.2.1.3 <i>Rádio Drum</i>	45
2.2.2 Sensores	46
2.2.2.1 <i>Princípio de funcionamento & Propriedades Físicas</i>	47
2.2.2.2 <i>Sensores de Presença</i>	48
2.2.2.3 <i>Sensores de Posição</i>	48
2.2.2.4 <i>Sensores de Velocidade</i>	49
2.2.2.5 <i>Sensores de Pressão</i>	49
2.2.2.6 <i>Sensores Acústicos</i>	50
2.2.2.7 <i>Outros Sensores</i>	51
2.3 Processamento e Eletrônicos ao vivo (Computador)	51

CAPÍTULO 3 — OFICINAS DE INTERAÇÃO	55
3.1 Oficina 1 - Baqueta interativa com piezoelétrico e D4 (Módulo de Percussão Digital)	57
3.1.1 Descrição da Oficina 1	58
3.1.1.1 <i>Modelo 1: Cabo de Alumínio</i>	59
3.1.1.2 <i>Modelo 2: Cabo de Madeira</i>	60
3.1.2 Resultados da Oficina 1	60
3.1.2.1 <i>Variação de GM para obter diferentes sonoridades</i>	62
3.1.3 Discussão da Oficina 1	66
3.2 Oficina 2 – Captação por Microfones e Max/MSP	67
3.2.1 Descrição da Oficina 2	68
3.2.2 Resultados da Oficina 2	68
3.2.3 Discussão da Oficina 2	69
3.3 Oficina 3 – Sinérgica (Percussão Múltipla, Captação por Microfones e Max/MSP)	69
3.3.1 Descrição da Oficina 3	70
3.3.2 Resultados da Oficina 3	73
3.3.3 Discussão da Oficina 3	75
CONCLUSÃO	77
REFERÊNCIAS.....	85
BIBLIOGRAFIA	91
ANEXOS	97
A. Marimba	99
A.1 Descrição.....	100
A.2 Baquetas.....	101
A.3 Sonoridade	102
A.4 Técnicas	102
A.4.1 Grip Tradicional	104
A.4.2 Grip Burton	104
A.4.3 Grip Musser	105
A.5 História do Instrumento	105
A.6 Repertório.....	106
A.7 Keiko Abe	110
B. Propriedades Acústicas de Idiofones	112
B.1 Utilização de arcos	115
B.2 “Afinação” das Teclas.....	115
B.3 Ressonadores	117
B.4 A Marimba	118

C. Comunicações e Resumos Publicados em Anais de Congressos ou Periódicos.....	120
C.1 Completo	120
C.2 Resumo.....	120
D. CD Multimídia.....	121

Introdução

Mesmo com os indícios dos instrumentos de percussão terem sido os primeiros a surgirem na História da Música, no contexto da música ocidental, eles foram somente explorados amplamente no século XX. O desenvolvimento dos processos de construção dos instrumentos, o amadurecimento técnico dos instrumentistas, a grande variedade de timbres e a presença marcante do gesto do músico na interpretação possibilitaram o surgimento de estratégias composicionais e recursos técnicos inovadores.

Esse processo gerou grande interesse por parte de muitos compositores e fez com que a percussão assumisse a posição de uma das principais fontes de novas sonoridades instrumentais na música contemporânea. Em 1950, na série de obras pioneiras denominadas de *Tam-tam I, II, III e IV*, o compositor e percussionista Pierre Henry já se utilizava de instrumentos de percussão para pesquisar novas sonoridades. Em 1951, o *Groupe de Recherche de Musique Concrète* da *Radio France* era composto por Pierre Schaeffer, Pierry Henri e pelo engenheiro Jacques Poullin. Schaeffer e Henri compuseram a obra *Orphée 53* (Palombini, 1999; Chion 1980). A interação entre intérprete e processamento ao vivo, denominado de *live electronic music*, é uma forma de estruturação musical criada por John Cage na obra *Cartridge Music* (1960). Posteriormente, em *Mikrophonie I* (1964) para Tam-tam, microfone e mesa de mixagem, Stockhausen inaugura a interação com um instrumento de percussão ao vivo. Nesta composição, o tam-tam é utilizado como fonte sonora e o processamento é feito através da captação do microfone e da manipulação do sinal de áudio na mesa de mixagem (Lucier, 1995; Christopher, 2001).

O percussionista, ao interagir com o ineditismo, necessita buscar novas fontes de conhecimento musical. Para o percussionista Kumor (2002) a performance de obras contemporâneas exige do intérprete conhecimentos que vão além do padrão curricular. O autor ressalta que:

Kumor (2002): “A música para percussão obteve um tremendo crescimento no século XX à medida que os compositores começaram a olhar para ela como um meio representativo para obras solo e música de câmara. Em

paralelo com o desenvolvimento dado pelos compositores a obras para percussão, alguns deles adicionaram novos elementos na interpretação como o uso do movimento ou de gesto corporal com significado específico. A inclusão destes elementos em obras recentes para percussão apresenta-se ao intérprete como um desafio técnico que não está ainda identificado no padrão curricular do ensino de percussão”.

A possibilidade de interagir com meios sonoros e computacionais surge no final do século passado e, rapidamente, torna-se uma das principais linhas de composição e interpretação do início deste século. A interação de músicos com a tecnologia foi preconizada por Boulez (1977) que aponta que tais dispositivos não foram inventados para aplicações musicais, mas que sua utilização levaria a mutações que poderiam engendrar soluções inovadoras. Este ponto de vista é reforçado em Boulez & Gerzso (1988), concentrando em entender a interação com o computador.

A reflexão que apresentamos desencadeou-se com o desenvolvimento do laboratório de Interfaces Gestuais no Núcleo Interdisciplinar de Comunicação Sonora (NICS) discutido em Manzolli (1996). A interação entre o intérprete e dispositivos eletrônicos, para tratamento sonoro, passou a ser um ponto importante na interpretação contemporânea.

Atualmente, meios tecnológicos como a computação musical e processo composicional voltado à interatividade se entrelaçam. Neste contexto, é necessário que haja um esforço de pesquisa que leve o intérprete a integrar tais processos ao seu conhecimento e a sua prática musical.

A pesquisa que aqui se apresenta tem como objetivo ampliar as possibilidades interpretativas dos instrumentos de percussão, observando algumas práticas de interação com a marimba. Neste trabalho estudamos interfaces que exploram elementos da performance tradicional de instrumentos de percussão como meio de interação entre o intérprete e dispositivos eletrônicos¹. Assim, através da construção de novos dispositivos e estudo de alguns já utilizados, observamos alguns parâmetros que levam a mudanças na

¹ Dispositivos eletrônicos: passam a ser denominados no corpo da tese somente pelo termo eletrônicos.

visão interpretativa do músico. Essa nova postura é denominada neste trabalho de *Interpretação Mediada*.

Nosso interesse foi estudar a interação da marimba com eletrônicos ao vivo de modo a ampliar o escopo da mediação entre a marimba e a tecnologia, com o objetivo de desenvolver uma visão musical para atuarmos no processo de performance co-criativa.

Inúmeros equipamentos, dispositivos mediáticos e posturas interpretativas podem ser utilizados pelo intérprete no processo de performance de obras para marimba e eletrônicos ao vivo. Um dos objetivos desta pesquisa é o de estudar essas possibilidades de interação para analisar a postura do intérprete frente a essa nova linguagem musical e para entender e descrever as possibilidades e a importância da construção de uma visão interpretativa para essas obras.

É oportuno salientar que a aqui denominada “*nova postura interpretativa*” ou “*interpretação mediada*”, exige do intérprete um conhecimento que não faz parte da grade curricular das escolas de música e universidades brasileiras no que tange ao ensino de percussão. Daí o interesse deste trabalho pela busca de uma nova postura interpretativa na qual o intérprete utiliza os conhecimentos e técnica instrumental tradicional já adquiridos para auxiliar e ampliar o seu conhecimento da linguagem musical e composicional contemporânea.

Esta dissertação parte do pressuposto de que o próprio pesquisador-intérprete se enquadra no escopo de construção pessoal de uma nova postura. Portanto, há elementos qualitativos envolvidos no desenvolvimento do trabalho e que precisam ser entendidos no fazer musical do autor. Alguns desses aspectos serão abordados no Capítulo 3 da dissertação, todavia, a aquisição de conhecimento musical que este trabalho propõe estará enraizada na própria atuação artística e profissional do pesquisador-intérprete.

Na última década, um novo campo de pesquisa consolidou-se com o objetivo de estudar e criar novos dispositivos eletrônicos e instrumentos musicais para interação em tempo real. Em 2001, por exemplo, uma série de conferências anuais denominadas de NIME (New Interfaces for Musical

Expression) desenvolveu-se. Alí intérpretes e pesquisadores apresentavam os últimos avanços na construção de novas interfaces musicais.

Neste sentido, a pesquisa aqui apresentada tem como objetivo ampliar as possibilidades interpretativas da marimba através da construção de uma nova interface. Essa nova interface será apresentada na primeira oficina de interação com baquetas interativas. Estas foram desenvolvidas durante a realização das oficinas e demonstraram um bom desempenho. Assim, através deste trabalho buscamos parâmetros que possibilitem a criação de outras interfaces eletrônicas para instrumentos de percussão.

A utilização de interfaces tecnológicas fomenta o surgimento de novos paradigmas de criação e interpretação musical. Wanderley (2006) ao tratar esta problemática apresenta como principal questão o seguinte ponto: “como utilizar esta capacidade de geração sonora em tempo real? Ou, como tocar um computador?”

Inscrevendo-nos neste lugar de reflexão, que exige como ferramenta de trabalho o novo, apontamos três questões:

1. Como integrar o mecanismo interpretativo de um músico com formação tradicional, no processo eletrônico?
2. Quais os aspectos importantes para desenvolver esta nova postura?
3. Qual a relação entre o controle feito através de dispositivos eletrônicos num contexto totalmente livre e a interpretação advinda de uma interação com a técnica do instrumento?

Com o objetivo de compreender estas questões, a metodologia utilizada na pesquisa apoiou-se em três elementos fundamentais:

- a) construção de um novo dispositivo;
- b) mediação através de processo computacional; e,

c) oficinas de performance em que são realizadas as validações do processo bem como as medidas de desempenho do sistema e a avaliação da reação do músico.

Através da implementação de oficinas, o intérprete-pesquisador vinculou o conteúdo teórico e tecnológico com sua prática instrumental. O objetivo foi observar sua postura interpretativa em obras contemporâneas com processamento computacional em tempo real ou eletrônicos ao vivo.

No primeiro capítulo “*Música Eletroacústica, Música Mista e Interatividade*”, apresentamos uma breve narrativa das origens da música eletroacústica, passando pela música mista, até chegarmos aos conceitos de obras com eletrônicos ao vivo. Apresentamos, também, obras do repertório tradicional para marimba e eletrônicos em tempo real observando os dispositivos utilizados e as respectivas posturas interpretativas.

No segundo capítulo “*Meios de Interação em Tempo Real*” observamos três dos elementos envolvidos na performance de obras com contexto interativo, a saber:

- a) elementos de performance: o gesto;
- b) dispositivos de captação: sensores e instrumentos eletrônicos; e,
- c) processamento através de equipamentos: o computador e softwares como Max/MSP e PD.

No terceiro capítulo “*Oficinas de Interação, Dispositivos e Processos estudados*” descrevemos as três oficinas realizadas. Na primeira apresentamos baquetas interativas como uma nova interface desenvolvida e a utilização de um módulo digital para geração de eventos MIDI com sons de percussão em tempo real. Na segunda e terceira empreendemos a utilização de microfones como interface e verificamos as possibilidades criativas do uso de improvisação. Na primeira oficina foram realizadas experiências com a marimba e o software Max/MSP e na segunda oficina apresentamos uma série de experiências realizadas em conjunto com o percussionista Cleber Campos e o compositor

Gilson Beck, em que foi utilizado um set up de percussão múltipla em interação com o computador através do software Max/MSP.

Como resultado desta última oficina criou-se a obra “Sinérgica”. Essa passou a integrar o repertório do Duo Paticumpá em seus concertos e podem ser encontrados trechos da performance desta obra no CD multimídia, que está em anexo.

Outro aspecto a destacar é a à criação do Duo Paticumpá em 2005 pelos percussionistas Cesar Traldi e Cleber Campos. Além de realizar atividades interpretativas de obras do repertório tradicional e composições feitas para o duo, o Duo Paticumpá é utilizado, no contexto das atividades de pesquisa do NICS, como um laboratório de teste de novos meios de interação, posturas interpretativas, instrumentos de percussão eletrônicos e desenvolvimento de software.

Por fim, discutimos os resultados que apontam para a necessidade de uma nova visão interpretativa em situações de interação com eletrônicos. O conceito de interpretação mediada impõe ao intérprete um ponto de equilíbrio entre a técnica instrumental tradicional e o ineditismo da linguagem contemporânea.

Nos “Anexos”, encontram-se:

- a) Descrição da marimba;
- b) Propriedades Acústicas de Idiofones;
- c) Relação de comunicações e resumos publicados em anais de congressos ou periódicos relacionados a este trabalho; e,
- d) CD Multimídia.

Vale ressaltar que de uma maneira geral podemos observar um grande interesse dos pesquisadores em música pela reflexão que este estudo propõe (vide lista de artigos publicados relacionados com este trabalho no Anexo c). Isso se dá com o crescente número de experiências realizadas por compositores no início do século XXI em obras com interação em tempo real. Realizamos, sete apresentações em eventos e publicamos seis artigos relacionados a este

trabalho em congressos e simpósios, o que foi para nós motivo de grande satisfação. A atividade do Duo Paticumpá, que pode ser vista como um sub-produto da pesquisa, foi de nove concertos realizados nos Estados do Paraná, Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo.

CAPÍTULO 1

MÚSICA ELETROACÚSTICA, MÚSICA MISTA E INTERATIVIDADE

1.1 Origens da Música Eletroacústica

Segundo Backus (1977) apud Caetano (2006) os primeiros instrumentos musicais elétricos e eletrônicos são do início do século XX. A primeira patente de um dispositivo de geração elétrica de som se dá no ano de 1897. O *Dynamophone* ou *Telarmónio*, invenção de Thaddeus Cahill, era um dínamo elétrico modificado para produzir corrente alternada com diferentes frequências na faixa audível. Este dispositivo oferecia recursos de produção sonora novos e flexíveis, mas o alto custo e o fato de interferir em chamadas telefônicas levou o projeto a falência.

Por volta 1918, avanços no campo da eletrônica proporcionaram a diminuição de custos e tamanho dos dispositivos para a geração de sons sintéticos. Passou-se, então, a estudar as possibilidades do uso da nova tecnologia para a construção de instrumentos musicais eletrônicos. Alguns desses instrumentos eram acústicos modificados e usavam dispositivos para captar e utilizar vibrações produzidas naturalmente modificando-as eletronicamente. Um dos exemplos mais populares são as guitarras elétricas. Grande parte desses instrumentos como o Etherphone e o Theremin² utilizavam algum meio de geração eletrônica.

Na década de vinte e trinta, do século passado, surgiram inúmeros instrumentos, mas, apesar da contribuição de alguns compositores, o repertório dessa época com esses instrumentos era muito limitado. Backus (idem) diz que esta possibilidade de programar a produção de sons antecipou dispositivos como os sintetizadores e, de certa maneira, o uso de computadores na produção sonora.

As primeiras experiências da utilização de técnicas não tradicionais de geração sonora como parte de uma arte comunicativa surgiu nos trabalhos dos membros do movimento futurista, iniciado pelo poeta Filippo Marinetti que rapidamente se expandiu pela Europa. A rejeição dos princípios musicais e

² Esse instrumento será melhor detalhado no capítulo 02.

métodos de ensino tradicional em nome da expressão livre, inspirada pelas diversas expressões da natureza, era o grande pensamento deste movimento.

Nesse contexto, Luigi Russolo propôs, em 1910, em *The Art of Noises*, a composição musical a partir de fontes sonoras do meio ambiente, na busca da variedade infinita dos ruídos. O efeito prático desta proposta foi a construção de instrumentos produtores de ruído como o *Intonarumori*. Apesar do fracasso do movimento futurista, na tentativa de produzir uma revolução musical, suas buscas inscreveram o novo.

Pierre Varèse, na década de vinte, do século passado destacou-se por ser o pioneiro no desenvolvimento de um pensamento estético que utilizava técnicas eletrônicas em composição musical. Com sua música instrumental ele buscava a construção de um universo textural. Seu trabalho com recursos instrumentais naturais foi inovador, pois utilizava procedimentos característicos do processamento eletrônico de sons. Ele se interessava por instrumentos como blocos componentes de massas sonoras com qualidades, densidades e volumes variados.

Como relatado por Hashimoto (2003), a composição em 1931 da obra “*Ionization*” de Varèse marca o início das composições para percussão. Essa peça tem como organização em sua estrutura o emprego de massas e blocos sonoros. Ionização é o termo que designa a atividade molecular em seu processo de troca de cargas elétricas. Provavelmente aí esteja o mote que explicita a visão conjectural de Varèse.

Na primeira década do século XX surge o gramofone de 78 rotações por minuto. Na década seguinte são desenvolvidos sistemas elétricos de gravação, que possibilitaram além do armazenamento de informações sonoras, a realização de alterações durante a reprodução. Apesar de ainda não serem aceitos procedimentos de composição musical que se estendessem além do tradicional, é nessa época que se iniciam as discussões sobre a implicação artística do uso da tecnologia eletrônica em composições musicais, aproximando a relação entre cientistas e artistas.

Sistemas de gravação magnéticos já existiam desde 1898, mas tinham baixa qualidade. O surgimento da fita plástica magnética, no fim da segunda guerra mundial, revolucionou as técnicas de gravação em estúdio, tornando possível ao compositor ter contato direto com o material sonoro que manipulava. Os avanços científicos do fim da década de trinta produziram as teorias básicas para o projeto de técnicas de síntese sonora. O interesse no meio composicional havia se expandido para o uso de técnicas eletrônicas de apresentação ao vivo. Assim, surgem os primeiros estúdios equipados apropriadamente e, como consequência escolas de composição associadas.

As experiências de Pierre Schaeffer em 1948, na Rádio Francesa em Paris, são consideradas o marco inicial da música eletroacústica no que diz respeito a utilização de fontes sonoras concretas. Esse movimento ficou conhecido como *Musique Concrète*.

Schaeffer inspirou-se nos futuristas e desenvolveu investigações no âmbito da exploração das propriedades de sons percussivos. Entretanto, encontrou grande dificuldade. Duas vertentes de desenvolvimento em seu trabalho podem ser destacadas:

- a) A ampliação de possibilidades de fontes instrumentais por meio de novas facilidades técnicas; e,
- b) O desenvolvimento dos princípios de objetos sonoros e suas regras de composição.

Schaeffer concluiu a necessidade de formalizar uma estruturação para os objetos sonoros, classificando-os em hierarquias de tessitura, timbre, ritmo e densidade. Mais tarde uma nova dimensão foi adicionada à *Musique Concrète* através da possibilidade de projeção espacial do material com quatro ou cinco alto-falantes distribuídos.

Em paralelo ao trabalho de Schaeffer, na França, nascia também outra abordagem chamada de *Elektronische Musik*, liderada por Herbert Eimert, Robert Beyer e Werner Meyer-Eppler na Rádio de Colônia na Alemanha, seguidos posteriormente por Karlheinz Stockhausen, Henri Pousseur entre

outros. Diferente da *Musique Concrète*, a *Elektronische Musik* foi o resultado da colaboração de vários compositores.

Em 1948, Meyer-Eppler em um encontro com Home Dudley, conheceu o *Vocoder*, uma máquina recém criada que funcionava como analisador de fala ou falante artificial. A síntese de sons era obtida se processando representações de timbres selecionados e passando essas características para um banco de filtros analíticos para produzir espectros audíveis. Meyer-Eppler, em 1949, usou gravações de sons produzidos por esse instrumento em uma palestra.

Robert Beyer já demonstrara grande interesse nos usos musicais da tecnologia eletrônica quando, em 1928, publicou um artigo que incluía uma discussão sobre o uso de instrumentos eletrônicos em composição musical. Ele e Meyer-Eppler concordaram que o interesse geral pelo assunto merecia exposição pública e ambos deram palestras sobre “*O Mundo Sonoro da Música Eletrônica*” em 1950. Juntos com o compositor Herbert Eimert os três começaram uma associação informal com o objetivo de explorar a *Elektronische Musik*.

Em 1951, o diretor técnico da Rádio Colônia concordou em fundar um estúdio de música eletrônica para trabalhar os processos sugeridos por Meyer-Eppler e compor diretamente em fita. Foi nesse mesmo ano que os desentendimentos entre *Musique Concrète* e *Elektronische Musik* começaram a se ampliar.

Schaeffer criticava os conceitos da *Elektronische Musik* por não fornecer uma solução ou caminho para lidar com os problemas de comunicação associados com a música contemporânea.

No fim da década de cinquenta os princípios da *Musique Concrète*, isto é, técnicas eletrônicas de geração e processamento de som, foram ganhando uma gradual aceitação. No entanto, fontes sonoras primárias permaneceram no interesse de muitos compositores. A *Musique Concrète*, com todas as suas limitações e problemas, manteve uma familiaridade em virtude de sua derivação de recursos do mundo sonoro natural. Os primeiros defensores da *Elektronische Musik* não apenas se restringiram a meios inteiramente sintéticos de produção

sonora, mas também não dissociaram seu trabalho das qualidades imitativas dos instrumentos musicais eletrônicos. Entretanto, um interesse continuado em pesquisa fonética sob a supervisão de Meyer-Eppler exerceu uma grande influência na busca por um serialismo eletrônico puro, trabalhando inteiramente com princípios de síntese sonora.

Em 1958, o compositor Iannis Xenakis criou *Diamorphoses*, aplicando princípios de organização matemática ao processo de composição com sons concretos. Nesse mesmo período Schaeffer inicia uma reorganização tanto de seus métodos de composição quanto do estúdio, e o termo *Musique Concrète* foi substituído pela descrição mais universal *Expériences Musicales*. Com a diversidade de idéias e técnicas surgiam campos inexplorados. Xenakis realizou experimentos com computadores, primeiramente como máquinas processadoras de dados e depois como fonte de sons sintetizados.

No início de 1960 as experiências de Schaeffer mesclavam-se com outras linhas de desenvolvimento e criavam um meio de rápida expansão da música eletrônica. As novas possibilidades da produção sonora através de meios tecnológicos, na época vinculados a dispositivos analógicos como gerador de sinal, gerador de pulso, gravação em fita magnética, entre outros, criaram um grande interesse dos compositores. Esse processo fez com que a música eletroacústica se tornasse uma das principais áreas de pesquisa da música contemporânea.

Flo Menezes (1999) salienta que no início da música eletroacústica os compositores viam nos meios eletrônicos a possibilidade de levar às últimas conseqüências aspectos composicionais idealizados anteriormente por Webern. Estes produziam quatro fatores:

- a) a atomização do som em seus constituintes mínimos;
- b) o apogeu dos procedimentos seriais determinando a estrutura dos próprios timbres;
- c) a autonomia do compositor frente ao intérprete e às limitações do gesto instrumental, por meio da abolição do executante na concepção de obras para *tape solo*; e,

- d) o apogeu da escrita instrumental, realizando-a plenamente e com o máximo controle serial através dos meios eletrônicos, suscetíveis ao maior rigor possível.

1.2 Música Mista

Em 1952 o compositor Bruno Maderna fez uma peça em associação com Meyer-Eppler. A obra era para flauta, percussão e um alto-falante reproduzindo uma fita com material gerado eletronicamente. Esta integração de sons eletrônicos e sons naturais não estava nem de acordo com os princípios da *Musique Concrète* nem da *Elektronische Musik*, mas antecipava uma época em que o processo de composição musical não seria tão rígido.

É notório que a ênfase dada às noções de atomização e autonomia inscritas no início da música eletroacústica poderiam levar a um hermetismo e, talvez, até a um distanciamento da relação entre obras para tape solo e música instrumental. Pelos mesmos meios eletrônicos que inspiraram o apogeu da escritura instrumental levando-a a um alto nível de complexidade, o compositor se libertaria do intérprete, mesmo que muitas vezes, foi através dele que a estrutura musical se manifestou para o público, no que tange a Música Mista.

A música eletroacústica mista é aquela na qual o instrumento é acompanhado por suporte tecnológico contendo os sons eletroacústicos concebidos, em que essas estruturas eletroacústicas possuem tempo fixo. Compositores como Stockhausen já buscavam uma nova relação entre material eletrônico e música instrumental.

Assim, era natural que, mais cedo ou mais tarde, os compositores resgassem algumas dimensões do universo instrumental e transformassem outras, estabelecendo correlações entre ambos os domínios sonoros: o instrumental e o eletroacústico.

Flo Menezes (1999), destaca que essa ampliação do universo composicional acabaria criando um exclusivismo, eliminando intérpretes e instrumentos. Não é por que a obra para tape solo tornou-se uma nova

linguagem composicional que ela deveria excluir a possibilidade da interação instrumental e, muito menos, de um possível enlace entre ambos os universos sonoros, a chamada música eletroacústica mista.

1.3 Eletrônicos ao vivo

1.3.1 Instrumentos, Interação e Meios

Em sua pesquisa de mestrado, Dias (2006) ressalta que atualmente existe um movimento de pessoas que acreditam que os sons em tempo real tornam as obras mistas mais semelhantes às composições convencionais, aproximando-as da prática pré-eletroacústica. Segundo essa vertente, a utilização de sons pré-gravados não possibilita ao intérprete uma atmosfera de performance “confortável”.

Segundo Robert Rowe (1993), o uso de computadores tem expandido o pensamento musical em duas direções. A primeira é o interesse da composição pelo timbre e a segunda é o implemento de métodos algorítmicos para a geração de material musical.

Computadores digitais proporcionam aos compositores ferramentas poderosas para o *design* sonoro, controle da evolução de processos sônicos e combinações multifacetadas de eventos sonoros. Rowe (1993) destaca que, recentemente, uma parte substancial dos esforços de desenvolvimento desta nova abordagem tem proporcionado a realização de diversos processos no contexto de performances ao vivo. Para o autor:

Rowe (1993): “Após os computadores atingirem a velocidade necessária para a execução de composições algorítmicas em tempo real, os sistemas musicais computacionais são capazes de modificarem seu comportamento em função de estímulos gerados por músicos em performance”.

Nos primórdios da utilização da tecnologia durante o século XX, Boulez (1977) afirmava que existia um grande esforço na pesquisa de novas possibilidades na criação musical, mas que os instrumentos e seus intérpretes estavam parados no tempo. Boulez salienta que:

Boulez (1977): “... osciladores, amplificadores e computadores não foram inventados para criar música; entretanto, e particularmente no caso dos computadores, suas funções são tão facilmente generalizadas, tão eminentemente transformáveis, que tem havido uma intenção de direcionar diferentes objetos dos preestabelecidos: uma conjunção acidental criará uma mutação”.

O IRCAM³, que foi dirigido por Boulez, tem se destacado como um dos principais centros de pesquisa de música e tecnologia da atualidade. No IRCAM são desenvolvidos softwares, interfaces e muitas pesquisas na área da interação em tempo real com dispositivos eletrônicos. Entre elas se encontra o “Rádio Drum”, instrumento de percussão eletrônico, desenvolvido no IRCAM, que utiliza a técnica instrumental tradicional para controle da performance. Wanderley diz que:

Wanderley (2006): “com o surgimento de computadores pessoais com grande capacidade de processamento e a baixo custo tornou-se comum a utilização destas máquinas para a geração sonora em tempo real (síntese sonora). Criando assim a possibilidade de utilização de computadores pessoais na criação de sons de alta qualidade (com pelo menos 16 bits e 44.100 amostras/s) em modo de processamento nativo, isto é, sem a adição de placas de processamento extras para o cálculo das amostras sonoras. Associado ao desenvolvimento contínuo de novos métodos de síntese sonora nos últimos 50 anos, estas máquinas possibilitaram o aparecimento de novos

³ Institut de Recherche et Coordination Acoustique/Musique.
<http://www.ircam.fr/>

instrumentos musicais nos quais a geração sonora é toda realizada pelo computador. A vantagem deste método de geração sonora comparado aos sintetizadores eletrônicos (analógicos ou digitais), já existentes há várias décadas é a sua inerente flexibilidade, pois estes computadores podem simular inúmeros métodos de síntese por software e assim serem utilizados em diferentes contextos”.

1.3.2 Instrumentos, Tecnologia e Processamento

O desenvolvimento de novos dispositivos e meios eletrônicos nas décadas de 60, 70 e 80, do século passado, criaram novas possibilidades de comunicação entre intérpretes e eletrônicos. Destaca-se nesse processo a interação em *tempo real*, que driblava a questão do tempo fixo do tape. Segundo Manzolli (1996), é nesse contexto que se inserem as obras que se utilizam de eletrônicos ao vivo (*live-electronics*), ou seja, com a transformação sonora *ao vivo* dos sons instrumentais, com a flexibilização da dimensão temporal através da determinação operante do intérprete no ato da execução, com a interação entre instrumento e meios eletrônicos ocorrendo em tempo real, surge a flexibilização do tempo em duas vertentes:

- a) sons produzidos pelo instrumento sendo transformados ao vivo;
- b) técnicas em tempo real em que a execução instrumental leva à produção de estruturas sonoras controladas por computadores, que não necessariamente dependem, diretamente, dos sons produzidos pelos instrumentos.

A computação musical tem se constituído em uma referência na construção de modelos de sonoridades instrumentais e também como apoio para desenvolvimento de sistemas de composição interativa. Podemos descrever uma trajetória em que, inicialmente, os dispositivos para processamento eram caros e raros: os chamados DSP - utilizados no computador 4x, desenvolvido para a obra *Rèpons* (1981) de Boulez, ou até computadores exclusivamente dedicados para o processamento de áudio em tempo real como a Workstation do IRCAM, no final da década de 90.

Todavia, com o rápido desenvolvimento da informática, principalmente no que diz respeito a velocidade de processamento, muitos desses recursos se tornaram disponíveis ao uso doméstico do músico. Desta forma, o equipamento mais utilizado atualmente para o processamento em tempo real são os computadores pessoais e, ultimamente, os laptops em associação, por exemplo, com o software Max/MSP desenvolvido pelo IRCAM.

1.4 Eletrônica ao Vivo e Marimba

No século XX os compositores voltaram-se com grande criatividade para o enorme potencial dos instrumentos de percussão. Hashimoto explica que:

Hashimoto (2003): “Se no século XIX falamos em ressurgimento da percussão, podemos dizer que no século XX ocorre a recriação da percussão, tanto do ponto de vista do compositor quanto do músico. A exploração de vários e não usuais recursos composicionais e técnicas caracterizam o uso da percussão na música do século XX, bem como as melhorias na construção dos instrumentos, e o avanço na técnica de execução pelos músicos”.

1.4.1 Piezo e Max em Daydreams

Uma das primeiras obras que encontramos no repertório para marimba e eletrônicos ao vivo é *Daydreams*, composta em 1991 pelo compositor Philippe Boesmans. O percussionista Robert Esler (2003) comenta as dificuldades de execução dessa peça naquela época e até mesmo nos dias atuais principalmente por conta da complexidade da tecnologia utilizada através de inúmeros dispositivos eletrônicos aplicados à interação entre o intérprete e o computador.

Robert Esler destaca que o centro de controle dessa peça foi a interface MIDI acoplada de forma exclusiva para uma marimba de concerto. O sinal

analógico de controle foi obtido por pequenos sensores piezoelétricos (que produziam sinal elétrico relacionado com a intensidade e a velocidade da execução).

Os sensores eram colados em um ponto das teclas e conectados a uma barra de conexão instalada num suporte horizontal da marimba. A informação recebida era enviada para um conversor MIDI analógico e o computador transmitia a informação apropriada baseado em uma seqüência de eventos programadas em uma antiga versão do *Max*. Os eventos MIDI, produzidos pelo programa, eram enviados a um *sampler* e um *reverb unit*.

O *sampler* era responsável por produzir eventos sonoros complexos como dobrar toques, efeitos de eco e glissandos de acordo com as seqüências pré-compostas em arquivos MIDI. Outros dispositivos de *hardware* incluídos eram um Yamaha DX-7 (sistema de interface MIDI em forma de pedal), um misturador MIDI (que funde dois sistemas de sensores), um filtro MIDI (filtra dinâmicas fortes que são captadas pelos sensores de outras teclas) e um sistema de *display* para o intérprete.

Para a época, a maior ambição contida na peça, era a espacialização sonora para seis falantes. Em 1991 a espacialização estava nos seus primórdios e ainda não existiam *softwares* como os que existem atualmente.

Daydreams é uma peça de aproximadamente trinta minutos que utiliza tecnologia para explorar os limites acústicos e musicais (timbre, tessitura) da marimba. A peça foi construída em seis longas seções em que as quatro últimas são derivadas das duas primeiras (S1, S2, S1', S2',...). A obra alterna entre partes complexas e muito simples. Existem, ainda, seções em que os sons são quase caóticos, mas ao mesmo tempo existem seções como corais.

Robert Esler discute que, em geral, Boesmans emprega tecnologia do ponto de vista estético e composicional de maneira que certas frases são transformadas ou desenvolvidas pelas extensões acústicas criadas tecnologicamente. Desta forma, *Daydreams* mostra a visão de ambientes realistas e fantasiosos.

1.4.2 Microfones e Sensores de movimento em A Gravidade Liberta

Algumas peças atuais utilizam alguns dispositivos diferentes e modernos na interação intérprete/computador. Um exemplo é *A Gravidade Liberta* composta em 2003, para marimba e eletrônicos ao vivo, pelo compositor espanhol Ricardo Climent. Escrita para o percussionista português Pedro Carneiro ela foi estreada em Outubro 2003, no Festival Música Viva em Coimbra, Portugal. Nessa obra, o computador reage em tempo real aos estímulos provocados pelo intérprete de forma que ao tocar o instrumento o computador capta os sons gerados, através de microfones, e o transmite com alterações utilizando alguns efeitos como: duplicação, repetição, distorção e alteração timbrística.

Ampliando as idéias encontradas na peça *Daydreams*, o intérprete pôde estabelecer uma interação com o computador através do ato de tocar ou interferir nos sons eletrônicos que estão sendo gerados através de gestos das suas mãos onde se encontram sensores em uma luva que captam esses movimentos e provocam novos estímulos ao computador fazendo com que ocorram alterações no som.

1.4.3 Daydreams / A Gravidade Liberta

Podemos notar que apesar dos diferentes meios tecnológicos de interação em tempo real utilizados em *Daydreams* e *A Gravidade Liberta*, em ambos os casos, a técnica tradicional dos instrumentos de percussão é utilizada na performance. No entanto, é exigido do intérprete um conhecimento e familiarização com a tecnologia empregada que não faz parte da grade curricular convencional de percussionistas.

Em *Daydreams*, o meio de interação utilizado foram sensores piezoelétricos. Esses sensores fixados às teclas da marimba produzem sinal elétrico relacionado com a intensidade e a velocidade da execução. O intérprete

necessita estar familiarizado com esses dispositivos de maneira a não comprometer a execução da peça. A utilização e o domínio do instrumentista da técnica tradicional é de vital importância para a performance, pois através do controle que sua técnica permite ele poderá reproduzir exatamente o tipo de ataque necessário para cada reação desejada.

Em *A Gravidade Liberta*, notamos que é exigido do intérprete um conhecimento específico do meio de interação utilizado na obra. Nessa peça, após tocar o instrumento, o intérprete interfere nos sons gerados e trabalhados pelo computador através de gestos de suas mãos, utilizando luvas em que estão sensores acoplados que captam seus movimentos e geram novos sinais para o computador.

O gesto físico do intérprete passa a ser de enorme importância e é preciso que ele tenha consciência das possibilidades gestuais e o que cada gesto irá desencadear em sua performance. Nesta obra fica mais evidente a necessidade de adaptação da técnica tradicional em performances com eletrônicos ao vivo.

No primeiro momento, ao tocar o instrumento, o intérprete executa da maneira tradicional, assim como em obras sem eletrônicos, buscando precisão e boa sonoridade. Porém, em um segundo momento ele terá que realizar gestos com suas mãos para interagir com o computador.

No próximo capítulo trataremos do gesto na performance de percussão. É notório que os intérpretes possuem conhecimento e domínio do gesto utilizado na performance dos instrumentos, mas quando é necessário gestos com outras finalidades, o intérprete se vê frente a um grande desafio. É nesse sentido que buscamos, através deste trabalho, mostrar que a performance de obras contemporâneas - principalmente no contexto de obras com interação em tempo real com eletrônicos - requisita dos intérpretes adaptarem a sua técnica instrumental e a sua performance a diferentes situações. Essa nova postura interpretativa é, neste trabalho, abordada como interpretação mediada.

Essas duas peças demonstraram algumas das inúmeras possibilidades de dispositivos de interação entre intérprete e máquinas em músicas para

marimba e eletrônicos ao vivo. Entretanto, vale ressaltar a necessidade de intérpretes aptos a interagir com esse tipo de tecnologia. Buscamos, assim, entender e auxiliar intérpretes na execução de obras para instrumentos de percussão e eletrônicos ao vivo.

1.4.4 Vibrafone com captadores MIDI e Interação Computacional em Névoas e Cristais

No contexto de composições brasileiras, *Névoas e Cristais*⁴ (1995), do compositor Jônatas Manzolli, aparece como a primeira obra para instrumento de percussão de teclado (vibrafone) e eletrônicos ao vivo (computador). Dedicada ao percussionista André Juarez, esta obra é baseada em um diálogo entre um computador e um vibrafone que gera eventos MIDI em tempo real. A peça utiliza várias estratégias interativas, possibilitando ao intérprete a liberdade de se relacionar de diferentes modos de acordo com as ações geradas pelo computador. Os sons produzidos pelo computador são similares aos do vibrafone, oportunizando ao ouvinte uma ampliação do espectro sonoro deste instrumento.

Essa peça se organiza em duas estruturas básicas:

- a) **Névoas:** nuvens de material baseado em classes de altura que giram ao redor das notas tocadas pelo vibrafone acústico. Há sempre um processamento de adensamento e pulverização entre os eventos controlados pelo intérprete; e,
- b) **Cristais:** blocos ou clusters de sons que produzem rupturas na obra. Neste caso, o compositor utiliza o processo inverso do anterior com o objetivo de criar um discurso textural.

O resultado sonoro que essa estrutura desencadeia é percebido como um timbre de vibrafone muito complexo. A estratégia composicional pode ser descrita como um instrumento expandido a partir da ajuda do computador.

⁴ <http://www.fondation-langlois.org/flash/e/stage.php?NumPage=556>

No próximo capítulo levantaremos alguns dos principais dispositivos de interação em tempo real já utilizados ou que possuam um grande potencial de desenvolvimento. Esses dispositivos não foram criados para essa função, mas podemos transformá-los de maneira que possam auxiliar na interação entre intérprete e máquinas.

Após a organização e estudo desses dispositivos, algumas oficinas foram realizadas com a utilização dos mesmos de maneira a testá-los e estudá-los no contexto de performances com interação em tempo real. Pudemos, então, observar o desempenho da interface e a postura do intérprete frente a cada nova situação.

CAPÍTULO 2

MEIOS DE INTERAÇÃO EM TEMPO REAL

Para se observar e analisar a *Interpretação Mediada* durante a pesquisa, realizamos oficinas em que dispositivos, equipamentos e elementos de performance foram testados e estudados com o intuito de auxiliar percussionistas a desempenharem performances coerentes, permitindo a estes agirem e colaborarem significativamente com o resultado final da obra que executam.

Existe uma grande quantidade de dispositivos eletrônicos o que torna impossível o estudo de todos eles e de suas possibilidades. Para contextualizar e ampliar o conhecimento sobre os dispositivos eletrônicos trabalhados nas oficinas apresentamos neste capítulo alguns deles. A intenção é demonstrar o grande potencial desses dispositivos ao desempenharem a função de interface entre instrumentos de percussão e processamento em tempo real. Todavia, este capítulo não se prende à idéia de interface relacionada somente com dispositivos eletrônicos. A proposta foi ampliar a discussão.

O próprio intérprete pode produzir ações interpretativas que tenham um papel de mediação. De uma maneira geral, a interpretação pode ser estudada como um processo mediador. Dada esta multiplicidade de sentidos ao conceito de *interface*, este capítulo fixou-se no seguinte recorte: o gesto, instrumentos musicais eletrônicos, sensores, computadores e ambientes computacionais de tratamento sonoro.

Boulez (1988) evidencia a necessidade de uma maior interação entre músicos, cientistas e técnicos, a fim de construir uma espécie de consciência cooperativista e coletiva entre essas três classes. Segundo o autor, para que isso se realize é necessário que todos adquiram o conhecimento da tecnologia envolvida nesses princípios, gerando assim uma linguagem comum entre música e tecnologia. O objetivo desta dissertação é colaborar na construção deste processo de conhecimento.

2.1 Elemento de Performance - O Gesto

O *Theremin*⁵, uma extensão do oscilador, foi inventado no início da década de vinte pelo cientista russo Leon Theremin e é considerado como o ponto inicial na interação entre equipamentos eletrônicos e gesto. Este instrumento produz som sem a necessidade do contato físico do instrumentista.

Leon Theremin estudava o efeito de “interferência da mão”, um grande inconveniente nos primeiros transmissores radiofônicos. Embora o instrumento consista em um oscilador para produzir tons eletrônicos, o *Theremin* descarta as alturas tradicionais e o indicador de controle de amplitude encontrados no oscilador tradicional. A altura da frequência emitida depende da proximidade de uma das mãos à antena, no topo da caixa, já que a intensidade da nota depende da proximidade da outra mão à espiral que está do outro lado do instrumento.

O som do *Theremin* é produzido eletronicamente. Há dois osciladores de alta frequência no instrumento que produzem corrente elétrica de mesma frequência quando não há nada perto da antena. Ao aproximar a mão da antena, colocada na parte superior do instrumento, o intérprete altera a frequência de um dos osciladores. Quanto mais perto está a mão, maior é a alteração. As duas correntes elétricas de alta frequência misturam-se e produzem uma corrente de baixa frequência que é amplificada. Assim, a frequência do som produzido é igual à diferença entre as frequências das duas vibrações misturadas. Ao aproximar a outra mão da espiral que se encontra ao lado do instrumento, o intérprete reduz o efeito do amplificador. Neste caso, a aproximação da mão funciona como controle de volume.

Clara Rockmore pode ser apontada como a primeira grande virtuose da era da música eletrônica. Rhea (1989) apud Coelho (2006) destaca que a violinista e aluna de Leon Theremin teve problemas em suas mãos, o que a impossibilitou de tocar seu instrumento, passando assim a estudar o *Theremin*. Clara criou um método de “dedilhado aéreo”, adaptando a técnica do violino para o *Theremin*. Através da utilização de elementos da técnica tradicional do violino

⁵ www.thereminworld.com

ela conseguiu grande controle e precisão do instrumento em performance. Guardadas as devidas proporções, o que se pretende fazer a partir da interação com os computadores é repetir a experiência realizada por Clara Rockmore, buscando utilizar e adaptar a técnica tradicional dos instrumentos de percussão para que possam auxiliar e ampliar as possibilidades de interação, criação e controle nas obras com eletrônicos ao vivo.



Figura 01: Leon Theremin tocando o “Theremin”.

Para que o gesto produzido pelo intérprete possa ser utilizado como meio de ligação entre ele e os dispositivos de interação *ao vivo* como computadores, sensores e outros dispositivos, *o gesto* deve ser estudado, compreendido e ampliado, uma vez que, além de ser o fio condutor da interação homem-máquina, será o elemento fundamental na conexão direta entre o material eletrônico e a geração sonora dos instrumentos no momento da interpretação.

Raul do Valle (1996), ao desvendar uma “*nova gestualização sonora*” ligada à técnica instrumental menciona que: “Um gesto é um movimento que envia um sinal a um observador. Para tornar-se gesto, um ato deve ser visto e comunicar uma informação”.

O Gesto será por nós tratado, nesse trabalho, de duas maneiras:

a) Gesto Musical; e,

b) Gesto Interpretativo, subdividido em duas vertentes:

- i. Incidental ou Residual; e,
- ii. Cênico.

O enfoque aqui se dá no sentido de observar e estudar os movimentos, a técnica e as disposições cênicas, que são gerados e estão diretamente envolvidos na performance instrumental. Valle (1996) ressalta a importância de que os gestos sejam claros, sem equívocos e impossíveis de se confundir, exprimindo força, amplitude e velocidade iguais a cada uma de suas manifestações.

2.1.1 Gesto Musical

No contexto desta sub-seção fazemos uma inserção temática num conceito amplo e o estudo do mesmo foge ao escopo desta dissertação. Portanto, a título de esclarecimento, neste trabalho definimos como:

Gesto Musical (GM): trata-se dos diferentes padrões temporais descritos por estruturas sonoras variando no tempo e que são produzidos por instrumentos musicais sob a ação de um intérprete, dada uma notação musical específica, utilizada num contexto interpretativo específico.

Alguns exemplos do que denominamos de Gesto Musical são: escalas, glissandos, acordes, notas longas, notas curtas. Estas estruturas podem servir como meio de comunicação entre intérpretes e meios eletrônicos, ou seja, é possível desenvolver *software* para identificar padrões gerados pelo intérprete em tempo real e, a partir destes padrões, exibir uma reação ou processamento computacional.

Um dos principais pontos do processo de interação é a chamada “captação” ou “captura” da informação gerada pelo intérprete através de sensores como microfones ou dispositivos piezoelétricos. A captura forma a

camada de entrada do sistema computacional que pode reconhecer alguns aspectos dos GM através de *software* como o Max/MSP e, assim, o sistema utiliza tais informações para definir as (re)ações do computador em relação à ação do músico. O computador pode ser programado para responder a um determinado GM sempre de uma mesma forma ou de maneiras diferentes, dependendo da capacidade de reconhecimento do software e de aspectos temporais como, por exemplo, a velocidade com que o músico executa um mesmo GM. Dias salienta que:

Dias (2006): “a inclusão de instrumentos musicais numa obra do gênero da música eletroacústica, poderia não apenas trazer maiores possibilidades no que tange à riqueza sônica de uma composição, mas também estabelecer um elo histórico claramente delineado entre os gêneros puramente instrumental e eletroacústico. E, a partir disso, surgiu no contexto da música eletroacústica outro fator a respeito do qual torna-se imprescindível tratar: a interpretação musical”.

É vital que o intérprete possua consciência da importância de sua atuação nessas obras, pois um GM executado de maneira inadequada poderá transmitir informações erradas ao computador, transformando o que deveria ser um diálogo entre intérprete e eletrônicos em uma disfunção informacional em que, eventualmente, não existiria coerência entre as perguntas formuladas pelo intérprete e as respostas fornecidas pelo computador.

Lehmann (1997), Waisvisz (1985) & Tanaka, (2000) apud Wanderley (2006): “A prática instrumental em instrumentos acústicos são necessários anos de estudo formal para se atingir um nível de expert em performance. Da mesma maneira, no caso de instrumentos musicais digitais, a prática instrumental é um fator importante para a expressão musical”.

2.1.2 Gesto Interpretativo Incidental ou Residual

Segundo Frank Kumor (2002) o movimento corporal e a música instrumental possuem uma relação inseparável. O movimento corporal, quando acompanhado de um significado, é aqui denominado de *Gesto Interpretativo*. O *Gesto Interpretativo Incidental* é o movimento natural e inevitável do corpo do intérprete, em especial da cabeça e dos braços, na execução instrumental. A partir deste ponto, o Gesto Interpretativo Incidental será denominado de Gesto Incidental, doravante GI.

Possivelmente, o gesto incidental presente nas obras para instrumentos de percussão é mais importante e mais facilmente detectado do que em obras compostas para outros instrumentos. Isso se dá em decorrência da grande extensão espacial necessária para a execução dos instrumentos de percussão. O intérprete, muitas vezes, se desloca no espaço e adquire diferentes posições para o seu corpo na execução de obras que requerem configuração de instrumentos com tamanhos, pesos, disposições de teclado e alturas diferentes. A movimentação espacial, junto com a grande ativação muscular na performance desses instrumentos, cria uma intrigante e sutil “*dança*”.

Segundo Kumor (2002) a dança ocorre com a mudança de posição do músico, com o ato de se estender e inclinar-se no instrumento e na movimentação de braços, pulsos e mãos no controle das baquetas ou das próprias mãos, que serão utilizadas para produzir os sons nos instrumentos.

O estudo e a compreensão do GI, utilizado na execução da técnica instrumental, devem ser parte regular do vocabulário de percussionistas e estudantes de instrumentos de percussão. Este gesto está diretamente ligado com a produção sonora do instrumento. Muitos estudos são realizados no que diz respeito à eficiência do movimento corporal utilizado na técnica de execução instrumental. O percussionista deve se utilizar de técnicas e métodos de estudo que desenvolvam eficiência física para o melhoramento da sua performance.

Por conta da importância do GI na performance dos instrumentos de percussão esta pesquisa buscou compreendê-lo para que ele possa ser utilizado como meio de comunicação entre intérprete e máquinas ou, também, como fator de interação entre o intérprete e contexto multimídia.

O GI pode ser captado através de sensores de movimento e transformado em informações para o computador. Para se obter isso com sucesso, o intérprete deve ter conhecimento das inúmeras possibilidades existentes de maneira a padronizar movimentos para que possam ser captados e processados por meios eletrônicos. As diferentes sonoridades causadas pelos GIs também podem ser captadas através de microfones e servirem como elemento de comunicação.

Ao falar sobre o movimento incidental, o percussionista Frank Kumor diz que:

Kumor, (2002): “O movimento incidental produzido na performance de instrumentos de percussão cria uma dança única em várias composições, e compositores como John Cage tiveram consciência dessa condição”.

Vários compositores, que observaram este fenômeno, consideraram o movimento corporal como parte integral na performance em suas composições. Alguns compositores passaram a dar tal importância ao GI que algumas obras só podem ser apreciadas e compreendidas quando são assistidas em performances ao vivo. Nessas obras a música deixou de ter apenas um caráter auditivo, tornando-se também uma arte que se expressa por meios visuais.

Kumor (2002) apresenta algumas obras do repertório para instrumentos de percussão que possuem essas características, entre elas estão: *Tcouch And Go* (1967) - Hebert Brun; *Rebus* (1979) - Michael Kowalski; *?Corporel* (1985) - Vinko Globokar; *Six Elegies Dancing* (1987) - Jennifer Stasack; *Click* (1988-89) - Mary Ellen Childs.

2.1.3 Gesto Interpretativo Cênico

No século XX ocorreu um grande crescimento na experiência com música para percussão. Os compositores passaram a ver os instrumentos de percussão como ferramentas com grande potencial para exercer a função solista e em música de câmara. Junto com essa evolução da linguagem dos compositores em trabalhos para percussão, alguns deles adicionaram novos elementos na performance: a descrição específica de algum tipo de movimento que não está diretamente ligado ao ato de tocar o instrumento, o qual denominamos de Gesto Instrumental Cênico ou Gesto Cênico (GC), pois tal gesto possui significado próprio.

A inclusão da ação cênica em trabalhos para percussão e a performance com desafio técnico não é ainda parte do padrão curricular de percussionistas. Esta pesquisa proporcionou, ao se operar com tais conceitos, a aproximação dos intérpretes com essa nova linguagem musical para poderem aprimorar sua postura interpretativa ao se confrontarem com GCs utilizados em performance com interação em tempo real.

O Gesto Cênico, dado que se trata de movimento físico com significado autônomo e, eventualmente, dramático, é o movimento do corpo que é descrito pelo compositor, um movimento específico, planejado e que é um elemento integrado na performance. Isto não deve ser confundido com o GI (abordado anteriormente) que é produzido como consequência do movimento do corpo na execução instrumental. O GI é um gesto pensado e com significado musical, mas a sua utilização é vinculada a melhor produção sonora. Já o GC tem significado visual e dramático, estando diretamente ligado ao movimento físico do intérprete e não necessariamente à geração sonora.

A obra “*Six Elegies Dancing*”, composta em 1987 pela compositora Jennifer Stasack, é uma peça para marimba solo na qual o intérprete é constantemente requisitado para a performance de GC. Durante alguns

momentos da obra o intérprete deixa de tocar no instrumento e apenas realiza movimentos no ar que estão desenhados na partitura.

Problemas de interpretação e performance imprecisas surgem quando o percussionista é requisitado a produzir GCs descritos pelo compositor. Isto ocorre porque o percussionista é geralmente treinado com a visão de potencializar o GI necessário na técnica de execução do instrumento. Ele não é treinado para movimento gestual desenhado. A adição do GC como um elemento da performance acaba, muitas vezes, por confundir o percussionista e, portanto, representa um problema de interpretação teatral e musical. Muitas vezes o músico é levado a atuar em tais situações sem nenhuma orientação do ponto de vista de arte do movimento ou mesmo cênica.

Neste sentido, é importante que os intérpretes compreendam a importância do gesto nas obras que executam, principalmente nas obras contemporâneas que utilizam GCs. O GC é utilizado, nessa pesquisa, como interface entre o intérprete e máquinas em obras com eletrônicos ao vivo.

2.1.4 Sistemas de Geração Sonora por Gesto: Interfaces Gestuais

O termo Interface Gestual na pesquisa de dispositivos para interação em tempo real utilizando-se de sensores e software, foi empreendido de forma pioneira no contexto do “*Laboratório de Interfaces Gestuais*” (LIGA), criado em 1996 no NICS com apoio da Fapesp (Manzoli, 1996).

Esta pesquisa tem um dos seus desdobramentos nesta dissertação. Uma das primeiras obras a utilizar Interfaces Gestuais no Brasil foi “*Luvás de Pelica*”, de autoria de Jônatas Manzoli e estreada em 1994, no I Encontro de Música Eletroacústica em Brasília.

Nesta obra, o intérprete, no caso o próprio compositor, utilizou um par de luvas interativas com as quais gerava eventos sonoros em tempo real enquanto dialogava com dois aparelhos de televisão. Posteriormente, a mesma tecnologia foi utilizada para o desenvolvimento de um tapete interativo, o qual também

produzia eventos sonoros em tempo real através da ação de músicos ou bailarinos.

O tapete foi utilizado na obra *re(PER)curso* para duas bailarinas e estreada na Bienal de Música Eletroacústica de São Paulo em 2004. As luvas interativas, o tapete e todo o dispositivo de hardware e software foram criados no NICS e empregou-se como tecnologia os sensores piezoelétricos, o mesmo tipo de dispositivo utilizado para criação de baquetas interativas na pesquisa (vide subseção 2.2.2 a apresentação de sensores).



Figura 02: Imagens das obras “Luvas de Pelica” e “Re(PER)curso com a utilização de interfaces gestuais que se utilizam de sensores piezoelétricos, desenvolvidas no NICS.

Ao tratar de sistemas de geração sonora através de Interfaces Gestuais, Wanderley salienta que:

Wanderley (2006): “é importante termos em mente que, graças à flexibilidade oferecida pela geração sonora por meios eletrônicos, o projeto de interfaces gestuais não necessita seguir os padrões existentes dos instrumentos musicais acústicos a que estamos acostumados. Devido ao enorme desenvolvimento da tecnologia de sensores, praticamente qualquer ação física pode ser transformada em sinais elétricos que serão, em seguida, utilizados para gerar novos sons ou controlar sons já existentes”.

Dependendo do movimento analisado, por conta dos gestos utilizados para controlar um instrumento, existirão diferenças no sistema de aquisição destes movimentos. Segundo Wanderley, existem várias opções para a análise

e comparação de sistemas de geração sonora controlados por Interfaces Gestuais. Entre eles estão:

a) uma análise a partir das características da interação homem-máquina (IHM), aqui cabe se perguntar: Quais são os objetivos dos movimentos de controle, dos sons gerados e do nível de controle exigido do intérprete? Quantas pessoas controlam o sistema? Estas pessoas estão no mesmo espaço físico? O objetivo final é uma forma de comunicação ou a exploração de um espaço?

b) análise de características puramente tecnológicas, que também demandam questões: Quais as tecnologias utilizadas para a captação dos movimentos? Qual o tipo de correspondência entre as variáveis eletrônicas derivadas dos movimentos físicos e as variáveis de controle dos sons a serem produzidas ou alteradas? Quais as opções de algoritmos disponíveis para a geração sonora?

Com a utilização de Interfaces Gestuais, com seu uso e também com o desenvolvimento de tecnologias apropriadas, tem-se um universo de possibilidades que fogem ao escopo desta dissertação. Todavia, nas próximas seções faremos uma apresentação de alguns aspectos vinculados aos dois pontos de análise acima.

2.2 Captação

Existe um número muito grande de equipamentos eletrônicos que podem ser utilizados para a captação dos sinais em performances de obras para instrumentos de percussão e eletrônicos ao vivo. Alguns deles foram criados para outras funções, mas se encaixam muito bem no papel de interface em músicas interativas como é o caso de microfones, sensores piezoelétricos, sensores de calor, sensores de movimento e outros mais específicos que são

criados com a função de serem empregados para essa finalidade como as luvas utilizadas na obra *A Gravidade Liberta* do compositor espanhol Ricardo Climent.

Wanderley (2006) comenta que os movimentos dos instrumentistas são normalmente capturados através do uso de sensores diversos, mas esta não é necessariamente a única opção. Considerando-se a situação da interação entre um instrumentista e um instrumento acústico, podemos ter:

- a) **Aquisição direta:** através do uso de sensores;
- b) **Aquisição indireta:** a informação sobre os movimentos é obtida a partir da análise do som gerado pelo instrumento; e,
- c) **Aquisição de sinais fisiológicos:** as informações sobre os movimentos são obtidas pela medida da atividade dos músculos ou de ondas cerebrais, entre outros possíveis sinais produzidos pelo corpo humano.

Após serem obtidos os sinais analógicos, é necessário a conversão para sinais digitais que seguem protocolos de comunicação especiais como o MIDI (Musical Instrument Digital Interface), ou processamento direto do sinal em software apropriado como o Max/MSP.

2.2.1 Instrumentos Eletrônicos

Aimi (2002): “Embora alguns instrumentos eletrônicos tenham surgido antes de 1960, como os Tímpanos Eletrônicos de teclado de Lev Theremin em 1932, só em 1960 com os módulos de sintetizadores ficando mais comuns, é que notamos esforços para incorporar dispositivos eletrônicos em instrumentos de percussão. Músicos e engenheiros fizeram experiências com pads transmissores de sinais que podiam ser golpeados. Após enviar os sinais a um módulo de sintetizador, eles podiam usar o canal de saída para produzir um som sintetizado”.

Muitos desses instrumentos eletrônicos de percussão não foram criados com a finalidade de serem utilizados em performances com interação em tempo

real. Assim como os computadores, suas funções podem ser alteradas e eles se tornaram eficientes meios de interação entre intérprete e máquina.

2.2.1.1 *Marimba Lumina*

A Marimba Lumina é um instrumento eletrônico desenhado por Donald Buchla e encomendado pelos percussionistas Mark Goldstein e Joel Davel. Ela foi construída pela Nearfield Multimídia, especialista em tecnologia de transmissão através de ondas de rádio com captura por antena.

Embora pareça um controlador de baquetas percussivas⁶, sua capacidade vai além das expectativas tradicionais de um instrumento de percussão de teclado. A Marimba Lumina contém a especificação General MIDI (GM) e é compatível a um controle MIDI multi-timbrístico e um sintetizador. A sua superfície possui desenhos em formatos de barras, *pads*, tiras e funções programadas que podem ser associadas aos mesmos.

Um percussionista acostumado com os instrumentos tradicionais tocados com *mallets* irá considerar a Marimba Lumina desafiadora por vários motivos: uma das peculiaridades desse instrumento é não possuir *pads* salientes. Além disso, a Marimba Lumina requer uma baqueta especial com cobertura de espuma, o que proporciona um peso leve e o não rebote da baqueta ao tocar o instrumento como ocorre usualmente nos instrumentos tradicionais.

A Marimba Lumina possui quatro baquetas com códigos de cores, cada uma contendo um circuito que gera um sinal de rádio enviado através da antena embutida nas barras. As antenas identificam e localizam as baquetas, incluindo suas posições sobre a superfície de controle. As baquetas podem ter funções independentes.

Assim por exemplo, cada uma pode assumir seu próprio canal MIDI e propriedades gestuais diferentes. Pode-se, também, programar o controlador para que uma baqueta específica sustente uma nota enquanto ela está em contato com a barra ou designar movimentos deslizantes verticais sobre a barra

⁶ Mallet control.

para mudar o estilo do filtro. Ao mesmo tempo, uma outra baqueta pode ser programada para tocar uma nota diferente para tipos diferentes de toque.

Opções de controle vão além da escolha individual das baquetas. A posição vertical dela sobre a barra ou a velocidade que as notas são tocadas podem ser utilizadas para gerar os dados MIDI. É possível especificar o mapa das teclas, lançar seqüências, camadas e divisões dos teclados.

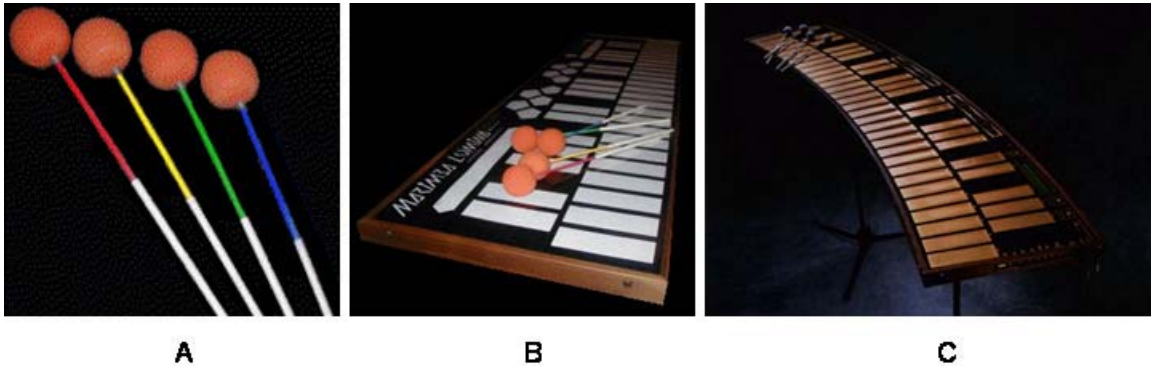


Figura 03: A) Baquetas com códigos de cores; B) Marimba Lumina (3 oitavas); C) Marimba Lumina (4 oitavas e 1/3).

2.2.1.2 *Electra Vibe, Electro-Vibe Pickup e Simmons Silicone Mallet*

A empresa *Deagan* construiu o *Electra Vibe*, um vibrafone sem tubos ressoadores no qual cada tecla é amplificada por um captador individual. A *Ludwing Drum Co.*, que é uma outra empresa construtora de instrumentos de percussão, criou um instrumento muito parecido, mas que continha algumas possibilidades diferentes de efeitos sonoros, o *Electro-Vibe Pickup*, instrumento com amplificação eletrônica e com regulagem de tonalidade, trêmulo e reverberação. Outro instrumento é o *Simmons Silicone Mallet*. Construído em forma de teclado de percussão, possui todas as funções de um sintetizador com um número muito grande de possibilidades de sonoridade e efeitos.

2.2.1.3 Rádio Drum

O Rádio Drum foi desenhado por Bob Bóie e construído por Bell Labs por volta de 1980 como um “mouse de três dimensões”. O Rádio Drum usa sensores capacitivos, em que é usada uma frequência de rádio para medir a capacitância. As duas baquetas são diferenciadas, pois são usadas frequências diferentes para cada uma delas.

O Rádio Drum pode ser chamado de uma interface gestual que capta constantemente a localização espacial, em três dimensões, das baquetas e do caminho traçado: um pequeno pedaço de antena é colocado ao redor do extremo de cada baqueta e estas atuam como um guia condutor da superfície elétrica para uma fonte de frequência rádio. A superfície percussiva sob a baqueta recebe um sinal e as coordenadas X e Y, derivadas das baquetas, são determinadas através do primeiro momento da capacitância entre as baquetas e a superfície. A posição Z (altura) é dada pelo recíproco do primeiro momento. Há, também, a possibilidade de desenvolvimento de interface gestual para captura e controle de informação utilizando-se de tecnologia de ultra-som como o trabalho de Damiani & Mendes (1998), desenvolvida no LIGA em conjunto com o Departamento de Semicondutores e Fotônica (DSIF) da Engenharia Elétrica.



Figura 04: O percussionista norte-americano Andrew Schloss tocando o Rádio Drum.

2.2.2 Sensores

Para que haja alguma forma de interação entre o instrumentista e os eletrônicos e, em particular, o computador, são necessários dispositivos capazes de capturar variações de parâmetros provocadas pela ação do intérprete. Estes dispositivos são denominados, de forma geral neste trabalho, de *sensores*.

De forma intuitiva, os sensores coletam informações do meio ambiente através de parâmetros físicos relacionados com o instrumento e ações, aqui estudadas como gestos, produzidas pelo intérprete. Este conjunto de informações será fornecido de alguma maneira para o computador digital através de interfaces apropriadas. Em particular, esta dissertação apresenta três processos de interação homem-máquina nos quais foram estudados e construídos diferentes modelos de interpretação. Podemos dividir o processo em três fases:

- a) captação da informação através de sensores que a convertem em sinal elétrico (analógico);
- b) conversão do sinal analógico em digital para interpretação através de software dedicado; e,
- c) interpretação e processamento computacional.

Esta seção tem por objetivo descrever um conjunto de sensores que, apesar de terem sido criados para outras finalidades, parafraseando Boulez (1977), podem ser utilizados como veículo de comunicação entre instrumentistas e computadores em obras para instrumentos de percussão e eletrônicos ao vivo. Wanderley destaca que:

Wanderley (2006): “Vários sensores podem ser utilizados para obtermos informações sobre os movimentos humanos. A maioria dos sensores utilizados em aplicações musicais foram desenvolvidos para outras atividades industriais (e.g. como a indústria automobilística), mas o caso inverso também pode existir”.

Iniciaremos com a descrição do princípio de funcionamento e as propriedades físicas dos sensores e, em seguida, falaremos sobre alguns sensores por nós escolhidos. Alguns deles já foram utilizados em obras para instrumentos de percussão e eletrônicos ao vivo e ainda possuem grande potencial para desenvolver essa função.

2.2.2.1 Princípio de funcionamento & Propriedades Físicas

O princípio de funcionamento de um sensor pode ser descrito da seguinte forma: o valor de estado de uma grandeza, que caracteriza um parâmetro medido no meio ambiente, é quantificado por outra grandeza física como intensidade de luz, calor e som ou grandezas mecânicas como posição, velocidade e força.

De maneira geral, estes parâmetros são relacionados com variação temporal, pois a base fundamental da música é o tempo. Em síntese, uma variação da grandeza física provoca no sensor uma variação do seu sinal elétrico de saída.

A partir deste princípio fundamental é possível classificar e caracterizar os sensores organizando-os em oito critérios:

- a) faixa operacional:** faixa de medida em que os valores são válidos;
- b) resolução:** menor incremento da grandeza medida que provoca mudanças na saída do sensor;
- c) sensibilidade:** relação entre a variação da grandeza de saída (tensão, corrente) e a variação da grandeza medida;
- d) linearidade:** quando a razão entre as variações das grandezas medidas pelas variações das grandezas de saída são constantes, o sensor é linear;

- e) **histerese**: ao se alterar uma grandeza num sentido, a medida segue uma curva e, ao se alterar a mesma grandeza no sentido contrário, a curva de medida é diferente;
- f) **exatidão ou erro**: diferença absoluta entre o valor medido pelo sensor de uma grandeza física e o valor real dela;
- g) **relação sinal/ruído**: relação entre a potência do sinal entregue pelo sensor e a potência do ruído;
- h) **resposta em frequência**: as frequências das variações da grandeza medida que o sensor é capaz de acompanhar.

2.2.2.2 Sensores de Presença

Neste grupo de sensores as medidas são relacionadas à interferência que a presença de objetos cria em feixes de luz como infra-vermelho, campo magnético ou diodos emissores de luz (LEDs). Alguns exemplos desses sensores são:

Micro-switches: pequenas chaves elétricas que são colocadas nos pontos onde se deseja captar a presença do objeto.

Reed switches: chaves com contatos em material ferro-magnético que se fecham com a proximidade de um campo magnético (ímã).

Sensores óticos: é interrompida a emissão e a recepção de diodos emissores de luz (LEDs) e/ou foto-transístores pela presença de um objeto.

2.2.2.3 Sensores de Posição

De maneira geral, os sensores de posição também podem ser utilizados como sensores de presença, embora o inverso seja falso.

Sensores potenciométricos: são utilizadas resistências com um cursor metálico que acompanha a posição de um objeto.

Encoders ou codificadores: sensores de posição formados por um ou mais sensores óticos de barreira que detectam a passagem de alterações em uma superfície constante.

Sensores de ultra-som: é formado por um emissor de ultra-som (normalmente um cristal piezoelétrico) e um receptor (microfone). É emitida uma onda de som ultra-sônica, acima de 20 kHz, que reflete no obstáculo. Através do cálculo do tempo de ida e volta é possível determinar a presença dos obstáculos e a sua posição.

Tanto os sensores de presença como os de posição podem ser utilizados para captarem os diferentes tipos de gestos estudados, transformar essas informações em sinais elétricos e possibilitar, assim, a comunicação e interação do intérprete com o computador. Para que essa interação ocorra, os sensores e a posição interpretativa do músico sofrerão alterações e é necessário o seu estudo e compreensão.

2.2.2.4 Sensores de Velocidade

Radares de ultra-som: baseados no efeito Doppler⁷, um sensor de som junto com um emissor de ultra-som determinam a velocidade de um objeto.

2.2.2.5 Sensores de Pressão

Sensor capacitivo: uma membrana com uma lâmina metálica sobre uma outra lâmina metálica fixa paralela à primeira forma um capacitor cuja capacitância

⁷ Efeito Doppler: é uma característica observada nas ondas quando emitidas ou refletidas por um objeto que está em movimento com relação ao observador.
http://pt.wikipedia.org/wiki/Efeito_Doppler

depende da pressão sobre a membrana. Outra possibilidade é o uso de duas lâminas metálicas paralelas com um material elástico não condutor entre elas, a pressão sobre uma das lâminas fará variar a distância entre as lâminas e, em consequência, a capacitância entre elas.

Sensor piezoelétrico: alguns materiais têm propriedade piezoelétrica, isto é, se eles forem comprimidos, geram diferença de potencial em terminais colocados nas suas superfícies ou vibram se forem excitados por um potencial. O material mais comum, com efeito piezoelétrico é o cristal, mas atualmente existem plásticos que também produzem esta propriedade com níveis de tensão muito mais controlados e cerâmicas como as utilizadas na obra *Daydreams* do compositor Philippe Boesmans e nas oficinas realizadas.

2.2.2.6 Sensores Acústicos

Microfones: existem pelo menos três tipos de microfones: o magnético, o de cristal piezoelétrico e o de carvão ativado.

O *Magnético* funciona com uma bobina presa a uma membrana que vibra com o som. A bobina está dentro de um campo magnético estático criado por ímãs ou outras bobinas. Assim, uma diferença de potencial aparece nos seus terminais se a membrana vibra.

Já o de *Cristal* utiliza a propriedade piezoelétrica por nós descrita. As ondas sonoras provocam variações de pressão sobre a superfície do cristal piezoelétrico que gera diferenças de tensão nos terminais ligados nas superfícies do cristal.

O de *Carvão* funciona com uma membrana pressionando grãos de carvão ativado dentro do microfone de maneira a provocar variações de resistência em dois terminais imersos dentro do carvão.

2.2.2.7 Outros Sensores

Além dos sensores já apresentados existe um número muito grande de outros sensores que podem captar inúmeras grandezas físicas do meio ambiente. Entre eles há os sensores de temperatura, os sensores de força, os sensores de luz, o acelerômetro e os sensores de gases.

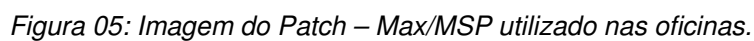
Pelo grande número e diversidade de sensores existentes, essa pesquisa se limitará a estudar a utilização de dois deles, ou seja, os microfones e piezoelétricos, tendo como critérios de escolha a possibilidade da utilização do sensor em obras para instrumentos de percussão e eletrônicos ao vivo e a disponibilidade e viabilidade da utilização desses dispositivos nas oficinas.

2.3 Processamento e Eletrônicos ao vivo (Computador)

Apesar da existência de um grande número de equipamentos para tratamento do som, o computador tem assumido o papel de ser o equipamento de tratamento mais utilizado e o mais versátil. Rowe (1993), referindo-se ao início da música com interação em tempo real, fala que só foi possível chegar a esse estado da arte quando os computadores atingiram a velocidade necessária para a execução de composições algorítmicas em tempo real. Assim, os sistemas musicais computacionais são capazes de modificar seu comportamento em função de estímulos gerados por músicos em performance.

Existe um grande número de *softwares* que possibilitam o tratamento do som de diferentes maneiras através do computador mas, atualmente, os mais utilizados são o Max/MSP e o Pd.

O software Max/MSP foi desenvolvido pelo IRCAM e é um ambiente para processamento em tempo real capaz de tratar, transformar e interagir com sons, imagens, gestos, etc.



O software Pd⁸ é um ambiente computacional com funções semelhantes ao Max/MSP, mas com a funcionalidade ampliada e desenvolvidas no contexto de software livre. Neste sentido, há um esforço por parte dos pesquisadores do NICS para compilar uma plataforma de pesquisa para computação musical totalmente em software livre, denominada de LiNics⁹, que se encontra disponível na Internet.

⁸ Pd: Pure Data - <http://puredata.info>

⁹ <http://www.nics.unicamp.br/linics>

CAPÍTULO 3

OFICINAS DE INTERAÇÃO

Para Wanderley (2006) falar sobre a interação entre homem e máquinas em performances em tempo real é encontrar uma questão fundamental: *como utilizar a capacidade de geração sonora em tempo real? Ou como tocar um computador?*

Para melhor compreendemos o funcionamento de alguns dispositivos e para observarmos a postura interpretativa em obras com interação em tempo real, desenvolvemos durante a nossa pesquisa três oficinas. Neste capítulo, apresentamos as oficinas que foram realizadas e descrevemos os resultados obtidos.

Para a realização de algumas oficinas foi necessário construir ou modificar alguns dispositivos e equipamentos para serem utilizados em situações de interação em tempo real. Como já mencionamos no capítulo anterior, em virtude da grande quantidade e diversidade de dispositivos eletrônicos selecionamos apenas dois tipos de sensores (piezoelétrico e microfone).

O primeiro, ou seja, os piezoelétricos permitiram o desenvolvimento original de uma baqueta interativa. Isso se deu por já haver referência de seu uso no Laboratório de Interfaces Gestuais do NICS, como explicitado por Manzolli (1996). O segundo método empregado trabalha com o microfone e a utilização de software de processamento para adaptar o modo de interação musical.

3.1 Oficina 1 - Baqueta interativa com piezoelétrico e Módulo de Percussão Digital

Para observar a utilização da técnica tradicional de instrumentos de percussão no contexto de interação com eletrônicos em tempo real, pareceu-nos natural explorar, como primeiro passo da pesquisa, a utilização de baquetas por terem grande importância na performance dos instrumentos de percussão e, em especial, na marimba. A criação e o estudo de uma nova baqueta com piezoelétrico foi importante principalmente porque o controle e o uso de

baquetas é um dos princípios fundamentais da técnica dos instrumentos de percussão, apesar das implicações dos processos interativos envolvidos.

Foram construídas doze baquetas do tipo mallets, baquetas normalmente utilizadas nos instrumentos de percussão de teclado como a marimba e que também podem ser utilizadas para tocar outros tipos de instrumentos de percussão como tambores, tímpanos, caixas, pratos, etc.

O fio da baqueta foi conectado a um dispositivo para fazer a conversão de cada pulso elétrico em um evento MIDI. Assim, o sinal produzido pelo percussionista poderia ser processado pelo computador ou produzir som diretamente através de um módulo de percussão digital.

O módulo de percussão digital utilizado na pesquisa possui doze diferentes canais para a conexão dos sensores piezoelétricos e por volta de 256 sons diferentes de instrumentos de percussão, que podem ser programados para responderem a qualquer um dos 12 sensores.



Figura 06: Baquetas Interativas.

3.1.1 Descrição da Oficina 1

A principal preocupação na construção das baquetas, para a realização das oficinas, era que elas fossem o mais possível parecidas com as baquetas tradicionais. Esse cuidado foi de grande importância para aproximar a performance com as baquetas interativas com a utilização de baquetas tradicionais. O objetivo foi minimizar a diferença entre elas, buscando assim não

criar mudanças radicais no controle do instrumentista. Se o peso ou o tamanho dessas baquetas fossem muito diferentes das tradicionais, certamente um intérprete teria dificuldade em utilizá-las.

O processo de construção da baqueta seguiu três etapas:

- 1) Na cabeça das baquetas foram colocados os sensores piezoelétricos, neles foram soldados dois fios com dois metros e cinquenta centímetros de comprimento (2,50 m).
- 2) O sensor piezoelétrico foi envolvido com um pequeno pedaço de plástico bolha para evitar a produção de ruídos metálicos causado pelo contato direto do corpo metálico do sensor com a esfera de borracha.
- 3) Após serem envolvidos, os sensores foram colocados no interior de esferas de borracha. Estas, por sua vez, foram cortadas ao meio e posteriormente coladas novamente com o sensor piezoelétrico no seu interior.

3.1.1.1 Modelo 1: Cabo de Alumínio

Inicialmente, para a construção dos cabos das baquetas foram utilizados tubos de alumínio que são normalmente empregados para a construção de antenas de televisão. Cada cabo tinha 40 centímetros de comprimento com 4 milímetros de diâmetro. As *mallets* são habitualmente construídas com cabos de madeira. O que nos levou, em princípio, a optar por cabos de alumínio foi a fragilidade de cabos tão finos de madeira quando perfurados para que pudéssemos passar os fios pelo seu interior. No entanto, com a mudança de material de madeira para alumínio, alguns problemas surgiram e alguns ajustes foram feitos para melhorar o desempenho da nova baqueta. Realizamos os seguintes ajustes:

- a) encapar os fios com a utilização de proteção plástica para que eles não causassem ruídos ao se chocarem com o corpo de alumínio do cabo; e,

- b) preenchimento do resto do cabo com papel, para pressionar os fios no interior do cabo de alumínio de maneira a imobilizá-los e para chegar ao peso mais próximo das baquetas de cabos de madeira.

Na ponta inferior da baqueta foram colocados pequenos pedaços de cortiça para melhor fixar os fios na saída das baquetas e para evitar ferimentos nas mãos dos intérpretes que, eventualmente, poderiam ser causados pelas bordas de seus cabos.

Mesmo com todos os ajustes realizados surgiram ruídos na utilização das baquetas. Após vários testes foi constatado que os ruídos ainda eram causados pelos cabos de alumínio.

3.1.1.2 Modelo 2: Cabo de Madeira

Desenvolvemos, então, um segundo modelo de baqueta, com a utilização de cabos de madeira. Diferente dos cabos de alumínio, nos quais os fios passavam pelo interior da baqueta, os fios foram colocados na parte exterior do cabo, pois se fosse perfurado, ficaria muito frágil e se quebraria quando utilizado em performance dada a intensidade com que eventualmente o percussionista executa um trecho musical.

Os fios foram fixados no cabo com a utilização de fita isolante, deixando seus dez centímetros finais sem fio, de maneira a deixar livre a parte em que se localiza a mão do intérprete. Foi tomado este cuidado, pois os fios, além de causarem incômodo ao intérprete, poderiam causar ferimentos nas suas mãos. Os outros aspectos da construção do segundo modelo seguiram os mesmos passos já descritos acima.

3.1.2 Resultados da Oficina 1

De uma maneira geral, a performance desta interface foi considerada satisfatória, dada a simplicidade dos dispositivos envolvidos. O módulo de

percussão utilizado foi um D4 da Alesis que possui entrada para 12 sensores piezoelétricos. Os parâmetros de controle do módulo D4 foram alvo de estudo e serão apresentados a seguir.

O único problema foi um ruído no cabo da baqueta que solucionamos utilizando cabos de madeira para substituir os de alumínio adotados nas primeiras experiências. Há, ainda, um interesse futuro em utilizar as baquetas com o software “Rabisco” apresentado por Manzolli (2002), desenvolvido no NICS, que será alvo de estudos.

Durante as oficinas, com as baquetas interativas, foram analisados e estudados três aspectos da produção sonora: a reação do músico, sua postura interpretativa e as novas sonoridades geradas pela marimba e pelo módulo de percussão.

1. **Parâmetros de Controle:** configuração do módulo de percussão digital utilizado para gerar sons percussivos juntamente com o som da marimba;
2. **Gesto Musical (GM):** rulo¹⁰, staccato, glissandos, arpejos, acordes, etc;
3. **Gesto Incidental:** toque simples, dead stroke¹¹, variações de dinâmica e articulação.

O primeiro aspecto da análise voltou-se aos efeitos sonoros causados pela interação entre o som da marimba e do módulo de percussão D4. O objetivo foi observar a interação com diferentes sons dentro das inúmeras possibilidades que o módulo pode gerar e assim analisar a postura do intérprete para cada configuração sonora diferente.

Os dois outros aspectos constituem-se nos elementos de controle gestual descritos e discutidos no Capítulo 2, ou seja, o que denominamos de *Gesto Musical* (um conjunto de mecanismos de interpretação da marimba que tem características mais globais) e *Gesto Indidental* (aspectos voltados mais ao

¹⁰ Rulo: técnica na qual o percussionista executa notas consecutivas, criando a sensação de som contínuo.

¹¹ Dead stroke: técnica na qual o percussionista mantém a baqueta em contato com o instrumento após percuti-lo, interrompendo (abafando) a ressonância do instrumento.

acionamento de cada tecla da marimba individualmente). Os três aspectos, isto é, parâmetros de controle, gesto musical e gesto incidental, constituíram pontos de partida para análise. Apesar de estarem dispostos separadamente não foram dissociados. Empreendemos isso para atingir os seguintes objetivos:

- a) criar um processo onde o instrumentista pudesse reiterar diferentes aspectos de sua postura interpretativa;
- b) combinar e explorar os elementos de (a) com as sonoridades resultantes da interação do som da marimba com o módulo de percussão.

3.1.2.1 Variação de GM para obter diferentes sonoridades

As baquetas interativas possibilitaram ao intérprete a geração e controle de diferentes estruturas entre o som acústico da marimba e os sons eletrônicos. Assim foram observadas as seguintes situações:

- a) Utilização de notas staccato na marimba e obtenção de notas longas nos eletrônicos (ver figura 10);
- b) Execução de rulos na marimba com geração de ataques curtos nos eletrônicos (ver figura 11); e,
- c) Realização de ataques espaçados na marimba e obtenção de sons contínuos nos eletrônicos (ver figura 12).

Para elucidar o processo estudado utilizamos um pequeno trecho musical formado por apenas uma frase rítmica executada em uma única tecla da marimba (figura 08). A utilização de diferentes baquetas resultará na presença de uma nota fixa com quatro sonoridades variantes. Na figura 07 apresentamos o sonograma do som da marimba sem a utilização da baqueta interativa e nas figuras 09 a 12 com a baqueta.

O uso do sonograma se fez somente no sentido ilustrativo. Não fizemos uma análise com ferramentas como o Matlab, pois fugiria ao escopo da pesquisa. Este procedimento poderá ser explorado em pesquisa futura. Todavia, para exemplificar que ocorreu um incremento de conteúdo espectral advindo do

uso das baquetas, a figura 07 foi estruturada como referência e em cada uma das figuras (de 09 a 12) há um sonograma diferente que apresenta as modificações ocasionadas na interação entre os dois sons como apresentado acima.

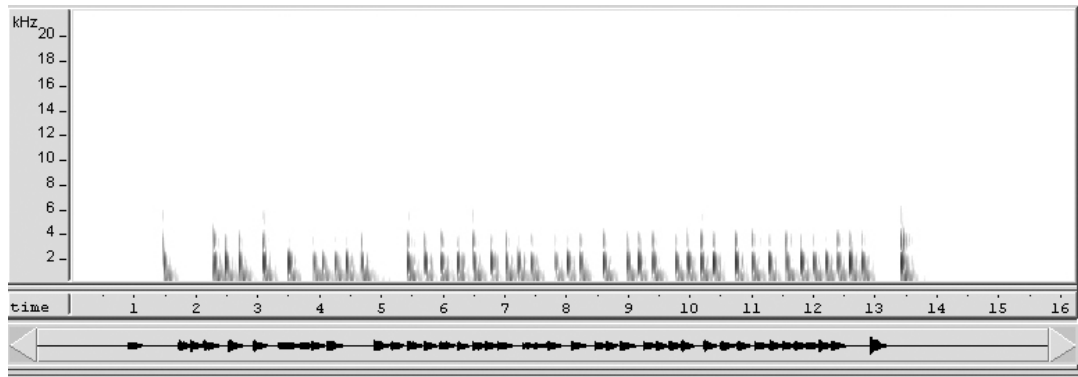


Figura 07: Sonograma da marimba quando executada a frase apresentada na Figura 08 (amostra de referência).

Representação Sons Eletrônicos

Marimba Baquetas Interativas

3

mf

mf

1 1 2 4 1 3 1 1 3 3 4 3 2 3 4 2 3 3 2 1

3

7

2

O bloco de imagem contém uma partitura musical para marimba em 4/4. A primeira linha superior mostra a representação dos sons eletrônicos com notas e acordes. A segunda linha superior mostra a execução da marimba com notas e acordes, incluindo uma trípla (3) e uma sétima (7). A terceira linha inferior mostra a numeração das baquetas utilizadas na execução, com uma trípla (3) e uma sétima (7). A quarta linha inferior mostra a numeração das baquetas utilizadas na execução, com uma trípla (3) e uma sétima (7).

Figura 08: frase rítmica executada sobre a nota sol da marimba. A numeração na parte inferior das notas na linha da marimba significa a baqueta utilizada na execução¹². O som digital gerado por cada uma das quatro diferentes baquetas é simbolizado na linha superior.

¹² As baquetas são numeradas de um a quatro, da esquerda para a direita.

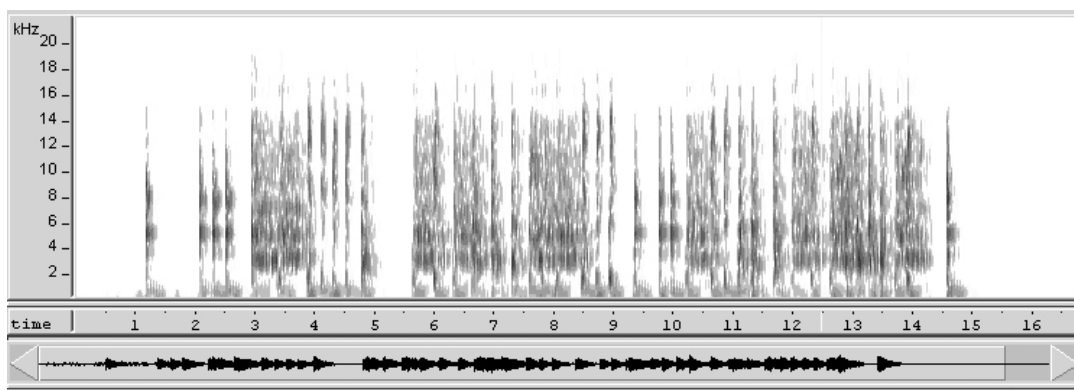


Figura 09: Sonograma da frase realizada com baquetas interativas (amostra 1).

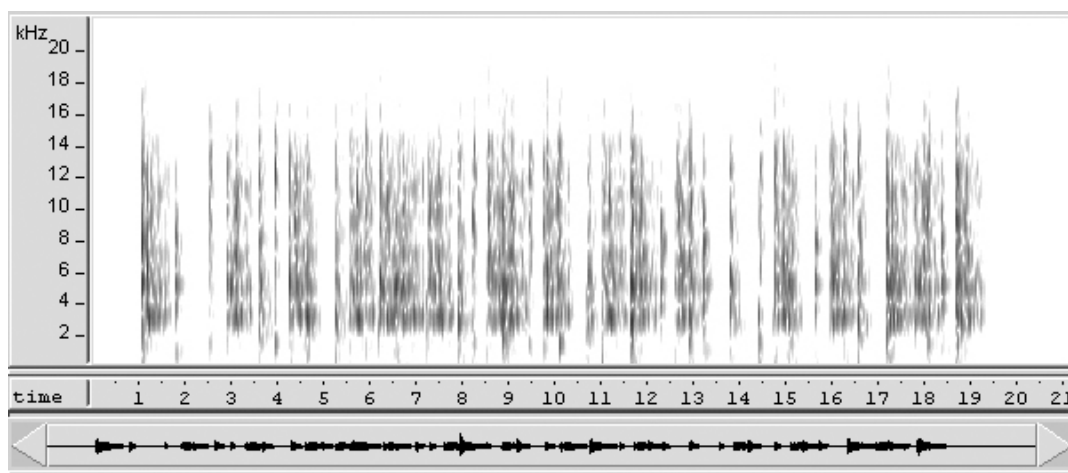


Figura 10: Dead Stroke na marimba mais som eletrônico (amostra 2).

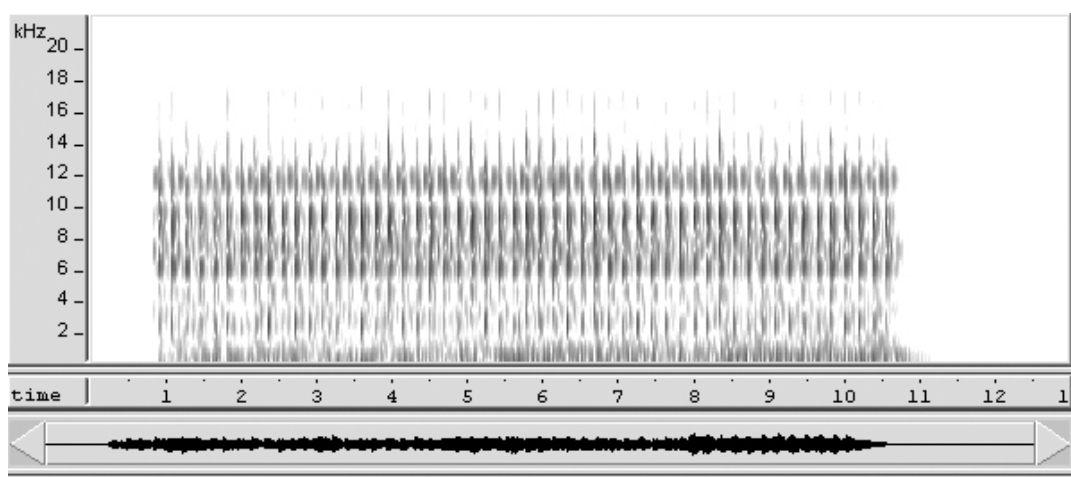


Figura 11: Som contínuo produzido por rulo na marimba (amostra 3).

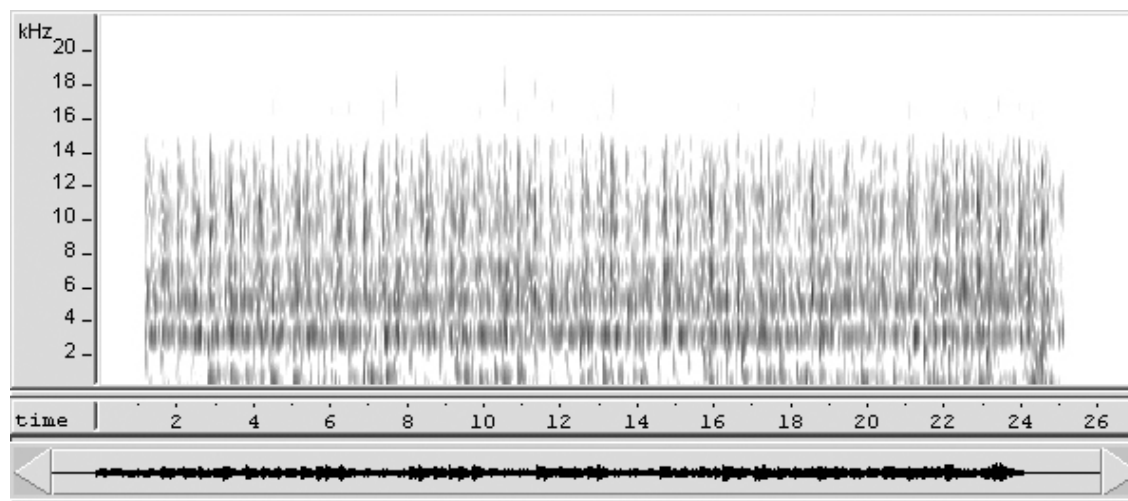


Figura 12: Som contínuo produzido com o uso de ostinato na marimba (amostra 4).

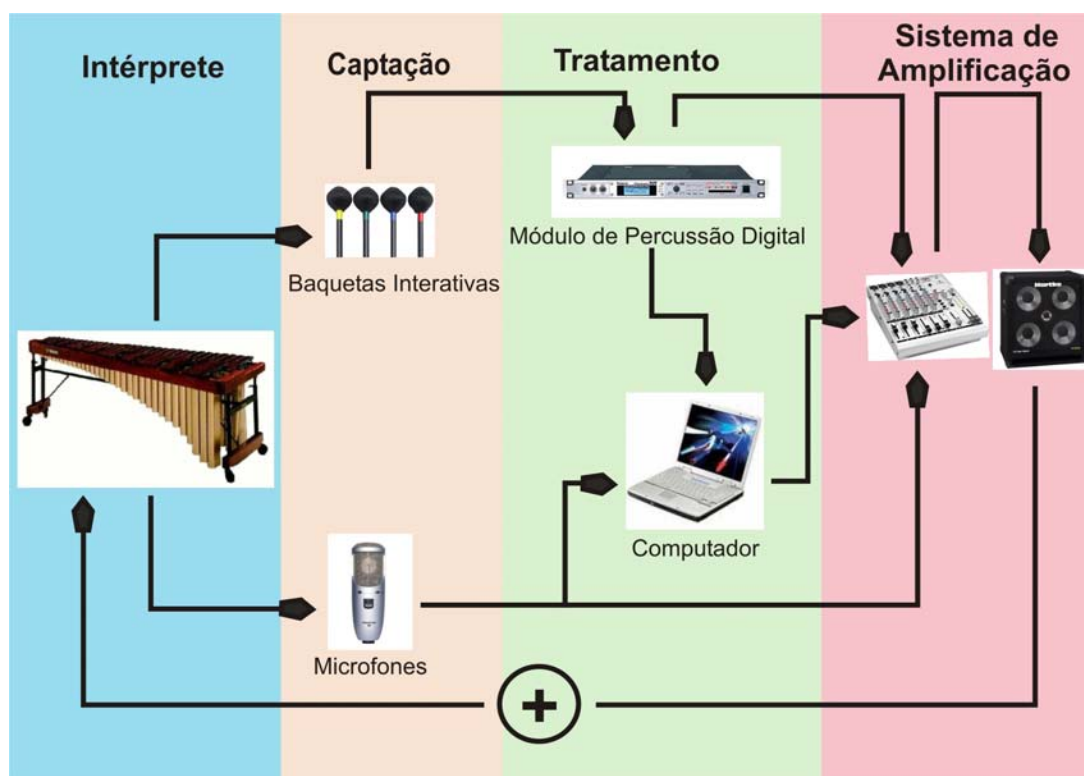


Figura 13: Ilustração do sistema de interação entre marimba, baquetas eletrônicas e computador utilizado na Oficina 1.

A figura 13 ilustra as quatro principais seções envolvidas no sistema de interação utilizado na primeira oficina. Como primeiro momento vemos o intérprete com a marimba. Os dados gerados pelo intérprete são captados por microfones e pelas baquetas interativas. No terceiro momento “*Tratamento*”

encontramos o módulo de percussão digital, que está sendo utilizado como um disparador de sinais MIDI para o computador ou como um disparador de sons pré-gravados. Os sons gerados pelo módulo de percussão, tratados pelo computador e acústico da marimba são amplificados, sendo assim transmitidos para o público e para o próprio intérprete.

Podemos notar por essa imagem que são possíveis diferentes caminhos e por consequência diferentes tratamentos sonoros. Os sinais captados pelas baquetas interativas podem servir para disparar sons do módulo de percussão ou podem ser enviados para o computador disparando outros sons ou recebendo tratamento sonoro. Da mesma maneira o som captado pelos microfones podem ser amplificados sem tratamento ou podem passar pelo computador, onde podem ser utilizados para disparar sons pré-gravados ou sofrerem tratamento sonoro em tempo real.

O caminho utilizado na primeira oficina foi a captação através das baquetas interativas e o disparo de sons do módulo de percussão digital sem tratamento computacional.

3.1.3 Discussão da Oficina 1

Dentro das inúmeras possibilidades de resultados selecionamos as quatro amostras acima, pois as mesmas geraram processos sonoros em que o som da marimba esteve em contraposição ao som do módulo sonoro. Tal procedimento não é único, mas foi adotado com o intuito de contrastar e segregar os elementos analisados.

Comparando a Amostra de referência apresentada na figura 07 com a Amostra 1 (figura 09), observamos que a utilização das baquetas interativas acarretou o acionamento de sons no módulo de percussão que continham componentes espectrais de frequência alta que não são características da marimba.

Na Amostra 2 (figura 10), utilizou-se sons eletrônicos que produzissem notas com duração longa e, em contrapartida, a marimba foi executada com o

uso do *dead stroke*. Neste caso, pudemos observar o entrelaçamento de uma técnica de produção de sons curtos com a interação entre a baqueta e o módulo modificando o decaimento do som resultante.

Nas Amostras 3 (figura 11) e 4 (figura 12), observamos a utilização de rulos. Na Amostra 3 foi executado um rulo na marimba com a utilização de sons curtos no módulo de percussão digital, em que observamos que nas frequências altas do espectro podem ser identificados os ataques realizados pelo intérprete enquanto que nas frequências baixas, provenientes da marimba, esses ataques não são destacados. Na Amostra 4, invertemos os papéis: na marimba é executado um ostinato espaçado e o som programado possui duração longa, assim com a regularidade de disparos temos a sensação de um som contínuo produzido pelos eletrônicos.

A qualidade sonora resultante depende fortemente da qualidade do módulo de som digital empregado e este mecanismo pode ser explorado de diferentes formas. No entanto, durante as oficinas procuramos utilizar um repertório fixo de sons programados no módulo digital, pois o nosso interesse foi estudar as diferentes possibilidades de acionamento sonoro frente às variações de baquetas, gesto musical e incidental. Ficou claro durante a oficina que existem muitas outras possibilidades de combinação. É possível ainda utilizar as baquetas e o módulo como input para outros sistemas que interpretem o protocolo MIDI e o som resultante daí advindo pode ser processado em tempo real.

Os exemplos sonoros estudados nesse trabalho se encontram em no cd anexo.

3.2 Oficina 2 – Captação por Microfones e Max/MSP

Na segunda Oficina utilizamos microfones como meio de captação e o software de computador Max/MSP para o tratamento sonoro. Contamos com a colaboração do compositor Gilson Beck, que desenvolve pesquisa com a utilização desse software como ferramenta de composição.

3.2.1 Descrição da Oficina 2

Foram utilizados dois microfones dinâmicos *Shure SM57* colocados em pedestais cerca de 05 (cinco) centímetros à frente da marimba e com uma distância de aproximadamente 50 (cinquenta) centímetros das teclas da marimba. Os microfones foram dispostos de maneira que um captasse a região média grave da marimba e o outro a região média aguda. O computador utilizado foi um Pentium AMD Athlon, 1.26 Ghz, 512 MB de RAM, com o sistema operacional Windows XP Professional. O software empregado foi o MAX.MSP 4.5.1.

3.2.2 Resultados da Oficina 2

Através da realização das oficinas o intérprete buscou adaptar sua postura interpretativa às necessidades da interação com os eletrônicos e a improvisação foi elemento principal desta Oficina. Assim, o intérprete procurou executar efeitos e técnicas que criassem e possibilitassem a geração de sonoridades que eventualmente fugissem dos sons tradicionais da marimba.

Observamos que a utilização de baquetas com texturas diferentes criaram diferenças sonoras que se acentuaram mais no som tratado do que no som produzido no instrumento. Se o intérprete empregar uma mesma técnica instrumental, com baquetas com texturas diferentes, há uma pequena diferença na geração sonora do instrumento acústico, mas se este som for captado e tratado pelo computador em tempo real esta diferença será muito mais acentuada e melhor percebida pelo ouvido humano.

Ocorre algo semelhante quando são utilizados diferentes tipos de ataques. Também podemos observar que a diferença sonora é mais acentuada no som processado pelo computador do que no som acústico do instrumento, ou seja, o processamento e o computador podem funcionar como uma espécie de microscópio das filigranas do som.

Desta forma, no contexto da improvisação com interação com eletrônicos em tempo real, em que o intérprete assume uma postura de co-criador da obra, é necessário que ele esteja atento à geração sonora do instrumento acústico e às sonoridades criadas pelo processamento eletrônico.

3.2.3 Discussão da Oficina 2

Observamos que o emprego de microfones como interface demonstrou uma menor precisão no que tange a determinação exata da nota executada quando comparado com as baquetas interativas apresentadas na Oficina 1. Para possibilitar esta precisão da nota executada são necessários programas adicionais como *pitch followers*, já que o Max/MSP não possui essa função. Da maneira que o sistema foi utilizado, captou-se o resultado sonoro de uma série de eventos e não eventos isolados como no caso das baquetas interativas.

A patch desenvolvida com o software Max/MSP processava o som em tempo real, gerando determinados sons e estruturas sonoras. Assim, o intérprete, ao ser estimulado pelo som processado pelo computador, foi capaz de reagir e improvisar novas sonoridades.

A improvisação foi o elemento principal de desenvolvimento sonoro. Desta forma, notamos que a técnica instrumental do intérprete possibilitou a geração de um conjunto maior de estruturas acústicas musicais e sonoridades, ou seja, o repertório técnico do músico está diretamente ligado à capacidade de inserir diversidade no sistema.

3.3 Oficina 3 – Sinérgica (Percussão Múltipla, Captação por Microfones e Max/MSP)

Aproveitando nosso trabalho de performance no duo de percussão “*Paticumpá*”, com o percussionista Cleber Campos, desenvolvemos algumas oficinas com a utilização de uma configuração de percussão múltipla. Apesar desta dissertação destacar inicialmente a interação da marimba com dispositivos

eletrônicos, a Oficina 3 foi importante para observar a postura interpretativa frente a interação com dispositivos eletrônicos e com outro intérprete ao mesmo tempo.

Novamente, em parceria com o compositor Gilson Beck, realizamos nesta oficina um estudo sobre a interação entre a sonoridade dos instrumentos de percussão, improvisação e o processo composicional. O objetivo foi estabelecer uma cooperação entre os participantes do processo e buscar novas sonoridades através da interação entre instrumentos de percussão e tratamento computacional em tempo real. Este processo de interação levou à composição da obra “*Sinergética*”. O título dessa composição foi escolhido por expressar o conceito de colaboração presente na obra.

3.3.1 Descrição da Oficina 3

A figura 14 apresenta a descrição da instrumentação empregada nesta obra. Esta configuração de percussão múltipla foi executada e compartilhada por dois percussionistas. O conjunto instrumental é formada por oito tom-toms, um bumbo sinfônico, quatro tambores de freio, um temple bell, cinco tubos de alumínio de diferentes tamanhos e espessuras, quatro latas de diferentes tamanhos, quatro wood-blocks, um apito e um roem-roem¹³.

¹³ Instrumento tradicional do norte do Brasil, que produz som através da fricção de um barbante em um cabo de madeira, sendo amplificado através de um cilindro de papelão preso na outra extremidade do barbante.

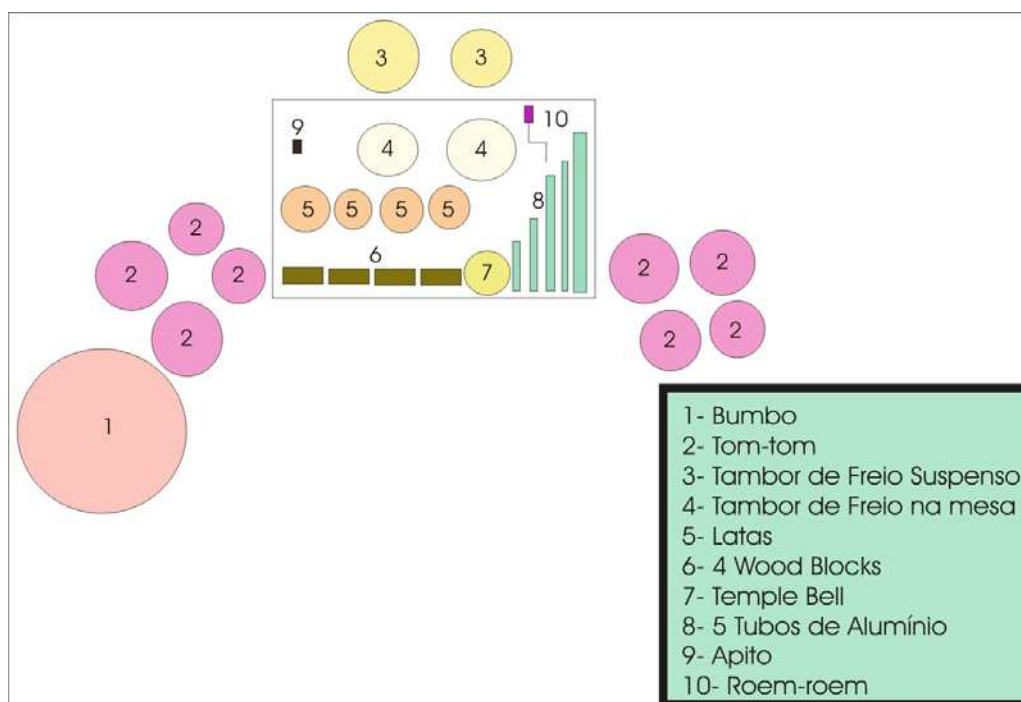


Figura 14: Configuração de percussão múltipla utilizada nas oficinas e na obra *Sinergética*.

Como já mencionamos, a improvisação foi o principal elemento do processo criativo. Nas primeiras experiências partimos de um guia de improvisação em forma de partitura gráfica (figura 15).

Após a realização de uma série de oficinas chegou-se a uma estrutura subdividida em três grandes seções:

Seção 1: Breve início com efeitos de apito e roem-roem, indo rapidamente para instrumentos de pele / dinâmica iniciando em forte e decrescendo / utilização de notas espaçadas.

Seção 2: Instrumentos de metal e madeira / dinâmica meio forte / maior número de notas em relação à primeira parte.

Seção 3: Instrumentos de pele / dinâmica iniciando em fraco e crescendo até fortíssimo / início com notas espaçadas e aumento da densidade até o clímax da obra.

As seções são interligadas por pequenas pontes/intersecções em que os elementos e os timbres utilizados são uma mescla da seção anterior e da próxima.

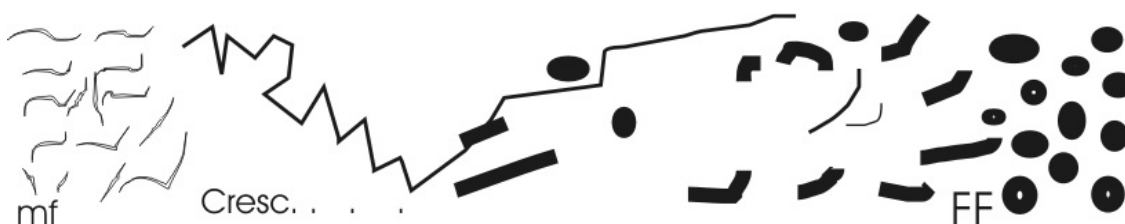


Figura 15: Trecho da partitura gráfica utilizada nas primeiras oficinas, onde há um crescendo que parte de instrumentos de tubo de metal, evolui para instrumentos de madeira e converge na dinâmica ff para os tambores de freio. A densidade e a regularidade das linhas indicam a mudança de instrumento de percussão.

A metodologia utilizada nesse estudo apoia-se nas experiências adquiridas pelos pesquisadores/intérpretes e baseadas em três etapas:

- a) construir, selecionar e executar os modelos sonoros a serem utilizados na obra, observando as peculiaridades entre cada instrumento na realização das oficinas;
- b) desenvolver habilidade com as interfaces/processamentos sonoros envolvidos na mediação dos processos tecnológicos utilizados;
- c) ampliar o escopo das sonoridades desses instrumentos e adequá-las ao processo de composição, enriquecendo assim a paleta timbrística utilizada no processo de improvisação.

Como interface foram utilizados cinco microfones, que captavam o material sonoro produzido pelos instrumentos de percussão e enviavam para um computador onde o som foi processado através do software Max/MSP.

Os microfones utilizados foram:

- a) 3 (três) unidirecionais (cardióide); e,
- b) 2 (dois) omnidirecionais.

A interação entre intérpretes e eletrônicos nessa obra tem um fluxo recorrente em que os intérpretes geram sinal para o computador e reagem às sonoridades produzidas pelo mesmo. Este processo é potencializado, pois há também uma interação entre os dois percussionistas estimulada pelas respostas do computador.

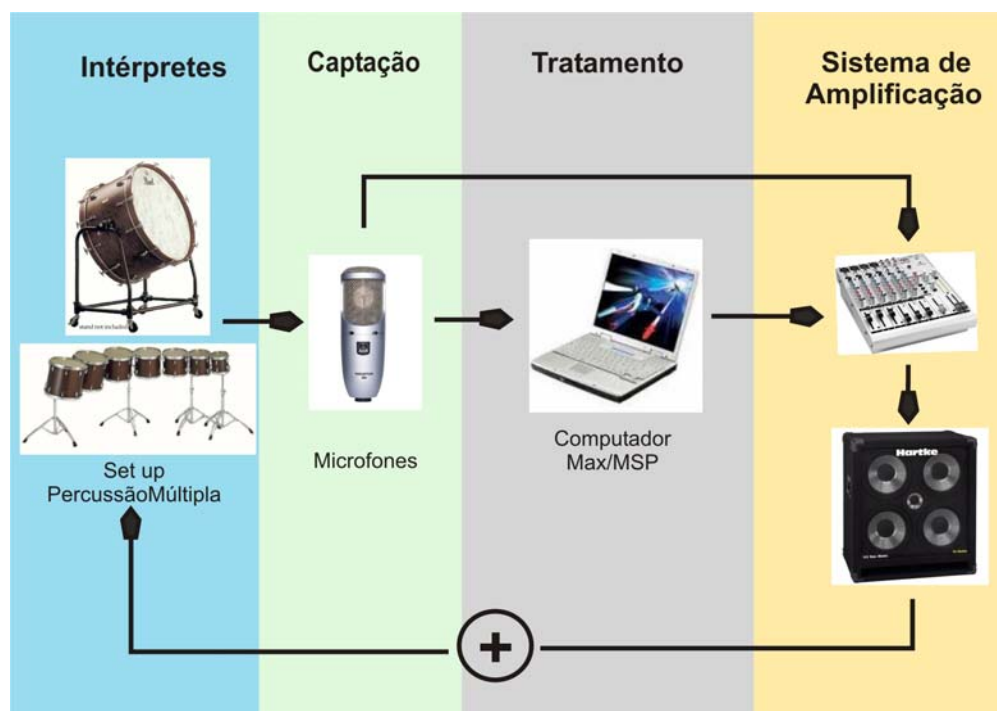


Figura 16: Ilustração do sistema de interação entre percussão múltipla e computador utilizado.

3.3.2 Resultados da Oficina 3

A realização da Oficina 3 buscando um processo sinérgico de experimentação/composição pode ser concretizada pelas diversas peculiaridades timbrísticas encontradas pelos três agentes do processo, ampliando-se, assim, as possibilidades sonoras de cada instrumento que foi modificado por diferentes técnicas de execução e pelo processamento sonoro em tempo real.

Na realização dessa oficina observamos a necessidade dos intérpretes conhecerem a tecnologia envolvida e suas possibilidades. Esse conhecimento e a familiarização com os dispositivos e a linguagem musical foram obtidos através da própria pesquisa individual de cada um durante a realização das oficinas.

Os intérpretes buscaram desenvolver a sua capacidade de prever a reação do computador aos seus estímulos sonoros. No momento da

performance, ao antecipar a ação do outro instrumentista ou do computador, desenvolveram uma paleta de sonoridades vinculada à adaptação a determinados gestos do outro instrumentista ou às respostas sonoras do computador.

Uma grande diversidade de timbres de percussão foi obtida explorando os seguintes aspectos:

- a) experimentação de diversas técnicas de execução, como: dead stroke¹⁴, toque simples, toque duplo, rulos¹⁵;
- b) utilização de baquetas com diferentes densidades;
- c) execução em partes não convencionais dos instrumentos como corpo, suporte, mesa de apoio entre outros;
- d) disposição dos microfones na configuração de percussão e utilização de recursos como a aproximação ou afastamento deles, modificando assim a captação.

Foram selecionados pelos intérpretes juntamente com o compositor durante as oficinas, elementos como: padrões de manipulação, instrumentação, técnicas de execução e disposição da configuração. Estes elementos foram organizados na estrutura da obra de maneira a criarem um diálogo entre os sons acústicos e os eletrônicos buscando uma coesão sonora ao discurso musical.

Observamos que após adquirirem, através da realização de uma série de oficinas de experimentação, familiarização com a linguagem e as inúmeras possibilidades de interação e tratamento sonoro proporcionados pela interação com os eletrônicos, os intérpretes passaram a reagir de maneira similar em cenários interativos semelhantes, pois buscavam referências sonoras memorizadas anteriormente. Desta forma, a obra adquiriu gradativamente uma estrutura musical própria, que pode ser notada nas diversas performances já realizadas pelo Duo Paticumpá.

¹⁴ Dead stroke: técnica na qual o percussionista mantém a baqueta em contato com o instrumento após percuti-lo, interrompendo (abafando) a ressonância do instrumento.

¹⁵ Rulos: técnica na qual o percussionista executa notas consecutivas, criando a sensação de som contínuo.

Este senso de equilíbrio musical, por parte dos intérpretes e compositor, é único. Assim, a realização da mesma obra por outros instrumentistas resultará em uma nova estruturação e, conseqüentemente, em novas sonoridades, diretamente vinculadas às experiências assimiladas nas oficinas de preparação e relacionadas ao conhecimento e à vivência musical de cada um.

3.3.3 Discussão da Oficina 3

Verificamos que através da realização das oficinas, os intérpretes desenvolveram uma nova visão interpretativa frente a mediação tecnológica por processos em tempo real e a utilização da improvisação como elemento de coesão estrutural. A utilização de técnicas interpretativas mediadas num contexto vinculado à utilização de elementos de improvisação exigiu dos intérpretes o controle de diferentes estruturas sonoras e a habilidade de percepção e de reação aos eventos e às sonoridades geradas pelo computador.

No século XX a improvisação tornou-se uma prática comum de grupos instrumentais e elemento composicional de diversos estilos. Segundo Eco (1965), a característica principal da música instrumental está relacionada à liberdade de interpretação atribuída pelo intérprete à performance de uma obra. Assim, o intérprete assume o papel de co-autor da obra ao executar estruturas improvisadas dando, portanto, uma nova perspectiva para a estrutura musical, utilizando novos parâmetros estruturais como: duração de notas, escolha de timbres, etc.

Na Oficina 3 e na subsequente obra *Sinergética*, a improvisação é utilizada como elemento fundamental. Através da improvisação foi possível a criação e execução de estruturas rítmicas complexas, elaborando assim novas sonoridades que não seriam possíveis de serem grafadas através da notação tradicional e que ocasionaria dificuldades de execução da obra para os dois percussionistas.

Através da improvisação na oficina os intérpretes puderam dedicar maior atenção para as diversas interações que estavam ocorrendo durante o processo. Primeiramente, ambos os intérpretes interagiam entre si, através do diálogo estabelecido entre a execução dos instrumentos disponíveis no *set-up* e as respostas obtidas pela geração de estímulos entre ambos. Por outro lado, ao interagirem em tempo real com o computador, ampliaram-se as possibilidades sonoras gerando-se assim novos estímulos e novas interações estabelecidas nos dois sentidos do fluxo informacional, a saber:

- a) busca de determinadas sonoridades encontradas e pré-estabelecidas nas oficinas, definidas como interessantes ao serem executadas, relacionando-as com determinados efeitos gerados pelo computador;
- b) resposta às novas sonoridades resultantes do tratamento eletrônico dos sons.

As oficinas de preparo da obra ganharam uma grande e vital importância, pois foi através delas que se formou uma linguagem que proporcionou o desenvolvimento e a coesão da obra. Foi durante as oficinas que os dois percussionistas, juntamente com o compositor/programador, selecionaram os caminhos e as sonoridades que, ao critério deles, melhor representaram o desenvolvimento musical da obra. Assim, os intérpretes assumem a posição de co-criadores, pois é através da experiência musical de cada um que os elementos principais da obra foram selecionados.

CONCLUSÃO

A utilização de interfaces tecnológicas para controle e geração de sons através da mediação de dispositivos eletrônicos com processamento computacional fomenta o surgimento de novos paradigmas de criação e interpretação musical. Wanderley (2006) ao falar sobre a interação entre homem e máquinas em performances em tempo real, aponta como principal questão: “Como utilizar esta capacidade de geração sonora em tempo real? Ou como tocar um computador?”

Assim, acrescentamos na pesquisa outros questionamentos: *Como integrar o mecanismo interpretativo de um músico com formação tradicional, neste processo? Quais os aspectos importantes desta nova postura? Qual a relação entre controle efetuado através de dispositivos eletrônicos num contexto totalmente livre e a interpretação advinda de uma interação com a técnica do instrumento?*

Para Wanderley (2006) é preciso decidir quais os tipos de controles que serão postos à disposição dos possíveis músicos. Desse modo pode-se criar dispositivos (normalmente à base de sensores eletrônicos como os apresentados nos Capítulos 02 e 03) que geram sinais analógicos que convertidos para sinais digitais no computador, são utilizados para controlar a geração sonora. Na literatura da área, estes dispositivos são denominados de “*gestual controllers*”, termo que foi incorporado nesta reflexão (estudo) como *interfaces* ou *controladores gestuais*. E, por extensão, a utilização e o controle dos mesmos pode ou não estar vinculada à técnica tradicional.

Ao visar a compreensão da relação técnica, do gesto e da interface, como apontado no parágrafo anterior, realizamos neste trabalho uma série de oficinas com a utilização de interfaces diretamente ligadas à técnica tradicional de instrumentos de percussão. Desta forma foram observadas as mudanças necessárias na técnica e na postura musical do instrumentista.

A integração de um intérprete com formação tradicional nesse processo exige uma postura de mutação e adaptação do músico, possibilitando assim a modelagem de sua técnica e conhecimento já adquiridos com as novas

informações e as possibilidades que a interação com os meios eletrônicos proporcionam.

Do ponto de vista deste trabalho, a técnica tradicional de um instrumentista (percussionista) possibilita um maior controle do intérprete na interação com os eletrônicos, pois através do alto nível técnico ele é capaz de gerar e reproduzir frases, sonoridades e outros parâmetros que, utilizados conscientemente, podem possibilitar a premeditação de efeitos e respostas do computador.

Por outro lado, todo o conhecimento técnico e de linguagem musical tradicional podem possivelmente influenciar o instrumentista em situações de contexto livre. Dessa forma, é provável que um conjunto de práticas interpretativas calcadas numa experiência prévia exerçam força na performance musical em contexto de improvisação ou interpretação livre.

No entanto, se colocarmos uma pessoa comum, ou seja, não músico profissional, para interagir com uma interface desconhecida, intuitivamente ela relacionará e procurará padrões que são reconhecíveis em um contexto musical individual ou coletivo, o que pode se tornar algo repetitivo e sem maiores implicações musicais.

No estudo que realizamos, entendemos que nos processos de interpretação mediada deve haver uma busca de equilíbrio interpretativo entre a técnica tradicional e a liberdade e espontaneidade proporcionada por novas interfaces. O intérprete é conduzido a utilizar sua técnica instrumental de maneira ampla, potencializando aspectos da linguagem musical contemporânea, explorando novas sonoridades e adquirindo conhecimento e a experiência sobre a utilização de eletrônicos em performances interativas em tempo real.

Demonstramos nas oficinas que, em situações nas quais o intérprete antecipa alguma espécie de controle, por mínima que seja, a utilização de interfaces que adotam elementos performáticos tradicionais (como a baqueta aqui desenvolvida) facilita a mediação, amplia o número de interações e proporciona um alto nível de controle.

No desenvolvimento da pesquisa buscou-se este ponto de equilíbrio entre aspectos da técnica ampliada e o ineditismo da linguagem musical contemporânea. Assim é importante organizar a reflexão empreendida.

Para melhor elucidarmos alguns aspectos da linguagem contemporânea, apresentamos no Capítulo 01 “*Música Eletroacústica, Música Mista e Interatividade*”, um estudo das origens da música eletroacústica, a sua ampliação no contexto de música mista até chegarmos em obras com eletrônicos ao vivo. No Capítulo 02 “*Meios de Interação em Tempo Real*”, destacamos algumas possibilidades de interação entre intérpretes e eletrônicos, divididas em três fatores:

- a) Elementos de Performance: o gesto;
- b) Captação: instrumentos eletrônicos e sensores;
- c) Processamento e Eletrônicos ao vivo: computador com a utilização de softwares como Max/MSP e PD.

Na constituição deste trabalho utilizamos a marimba como meio de integração entre sonoridades e técnica instrumental.

No Capítulo 03 “*Oficinas de Interação – Dispositivos e Processos Estudados*”, descrevemos e apresentamos as oficinas de experimentação realizadas.

Em síntese, este trabalho aponta que a utilização de interfaces tecnológicas direcionadas para técnicas instrumentais tradicionais, integrada a uma postura que busca um ponto de equilíbrio interpretativo, é um importante fator no contexto da linguagem musical contemporânea.

Demonstrou-se, ainda, que um conjunto de técnicas interpretativas, dentro do contexto de um instrumento específico, tem características próprias e únicas que, sendo potencializadas pelo intérprete e associadas a uma escrita musical adequada, podem receber um tratamento específico, do ponto de vista tecnológico, levando a avanços no contexto da linguagem musical.

Neste sentido, exploramos técnicas diversificadas nas oficinas. As baquetas eletrônicas, criação original deste trabalho, possibilitaram a utilização de uma série de elementos do idioma do instrumento (glissandos, arpejos, etc.) que foram empregados como parâmetros de controle. Desta forma, verificou-se um controle mais apurado por parte do intérprete dos dados que foram processados no computador. Apesar da limitação de sonoridades observadas nessas oficinas, as baquetas possuem uma precisão de captação muito grande de eventos pontuais, o que reforça a natureza digital da interface.

Na segunda e terceira oficinas, em que a interface utilizada foi o microfone conectado ao programa Max/MSP, observamos que esta situação comparada à Oficina com as baquetas interativas demonstrou-se com menor precisão no que tange a determinação exata da nota executada. Para tanto, é necessário a utilização de programas adicionais como os chamados “*pitch followers*”. Já os sensores piezoelétricos, utilizados no interior das baquetas ou mesmo quando presos nas teclas como na obra *Daydreams* do compositor Philippe Boesmans¹⁶, apresentada no Capítulo 01, emitem um sinal elétrico curto e claro. Já com a utilização dos microfones, capta-se o resultado sonoro de uma série de eventos que estão ocorrendo.

Com a segunda e terceira oficinas, as técnicas ampliadas pelos intérpretes proporcionaram à geração de um conjunto maior de estruturas acústicas musicais e sonoridades, pois o estudo foi associado à improvisação. A *patch* desenvolvida com o software Max/MSP foi capaz de, ao processar o som em tempo real, gerar determinados sons e estruturas sonoras.

Assim, os intérpretes, ao serem estimulados pelo som gerado pelo computador, foram capazes de reagir e improvisar novas sonoridades. Na obra Sinérgica, apresentada na Oficina 03, com o conhecimento e experiência adquiridos nesta oficina, os intérpretes escolheram determinados padrões de reação e as sonoridades do computador que foram tomadas como referência.

A utilização da técnica ampliada possibilitou a exploração de uma grande variedade de timbres de um mesmo instrumento ou uma paleta variada deles, a

¹⁶ *Daydreams*: para mais informações desta obra olhar Capítulo 01 desta dissertação.

execução de estruturas rítmicas complexas e a reprodutibilidade de gestos pré-selecionados.

Dentro da linguagem musical das oficinas, na qual buscamos um ponto de equilíbrio entre aspectos da técnica ampliada e o ineditismo da linguagem musical contemporânea, observamos que o intérprete começa a adquirir uma posição de co-criador, deixando a postura de ser apenas um meio de execução para assumir a posição de elemento de coesão da obra. Assim, na busca deste ponto de equilíbrio interpretativo, o instrumentista deve deixar a postura de especialista, substituindo-a por uma visão interacionista na qual, através da adaptação, o intérprete molda-se a cada obra. O intérprete capaz de sofrer essa “mutação” em diferentes contextos utiliza a técnica ampliada para melhor interagir com os eletrônicos.

Entendemos que o equilíbrio interpretativo é adquirido através da vivência do intérprete com os dispositivos eletrônicos com os quais trabalha, buscando, através da adaptação de sua técnica tradicional, enriquecer a linguagem musical contemporânea ao explorar novas sonoridades e ampliar o uso de eletrônicos.

A utilização de técnicas ampliadas no contexto da interpretação mediada dá ao intérprete novas possibilidades e capacidade de controle de estruturas sonoras, como também, permite a ele desenvolver sua habilidade cognitiva de correlacionar eventos e sonoridades.

Os resultados obtidos nesta pesquisa conduzem-nos a desenvolver a utilização criativa de interfaces musicais no contexto da interação multimodal. O objetivo será observar aspectos interpretativos e técnicos que possam auxiliar aos intérpretes e compositores na criação de novas obras e/ou avaliar parâmetros que auxiliem o desenvolvimento de novas interfaces. Neste sentido, queremos repensar e reelaborar o percurso já constituído analisando obras inseridas neste contexto e, eventualmente, produzir software e hardware que possibilitem a interação multimodal com outros instrumentos de percussão e dispositivos diversos, dando assim continuidade à busca de uma nova postura interpretativa em um universo de qualidades musicais inusitadas.

REFERÊNCIAS¹⁷

¹⁷ 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.
- BACKUS, J. **The Acoustical Foundation of Music**, 2nd Ed. New York: Norton, 1978.
- BOULEZ, P. **Technology and the Compose**, Language of Electroacoustic Music. ed. Simon Emmerson, Londod: Macmillan Press, 1977. p. 05.14.
- BOULEZ, P. GERZSO, A. **Computers in Music**. Scientific American, vol. 258, nº4. 1988.
- CAETANO, M. **Síntese Sonora Auto-Organizável Através da Aplicação de Algoritmos Bio-Inspirados**. 2006. 174 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.
- CHION, M. **Pierre Henry**. Paris: Fayard/SACEM, 1980.
- CHRISTOPHER, B. **Realizing Lucier and Stockhausen: Case studies in electroacoustic performance practice**. Center for Computer Research in Music and Acoustics (CCRMA), Stanford University, 2001. Disponível em: <http://www-ccrma.stanford.edu/~cburns/research/burns-icmc2001.pdf>. Acesso: 10 fev. 2007.
- COELHO, F. O Instrumentista Interface. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA EM MÚSICA, 3., 2006, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2006. p. 178-182.
- DAMIANI, F.; MENDES, G. Controle Paramétrico MIDI Usando Interface Gestual Ultrasônica. In: Simpósio Brasileiro em Computação e Musica, 5., 1998, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 1998.
- DIAS, H. **A “Querela dos Tempos”: um estudo sobre as divergências estéticas na música eletroacústica mista**. 2006. 131p. Dissertação (Mestrado em Música) – Instituto de Artes, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2006.
- ECO, U. **L'Oeuvre Ouverte**. Éditions du Seuil, Paris, 1965.
- ESLER R. **Re-realizing Philippe Boesmans’ *Daydreams*: A Performative Approach to Live Electro-Acoustic Music**. Music Department, University of

California, San Diego, 2003. Disponível em:
<http://www.robartesler.com/daydreams.pdf>. Acesso: 15 jun. 2006.

ESSL, G.; COOK, P. **Measurement and Efficient Simulations of Bowed Bars**. J. Acoust. Soc. Am. 108, 2000. p. 379.388.

FLETCHER, H.; ROSSING, D. **The Physics of Musical Instruments**. New York, Springer-Verlag, 1998.

HASHIMOTO, F. **Análise Musical do “Estudo para Instrumentos de Percussão”, 1953, M. Camargo Guarnieri**. 2003. 144p. Dissertação (Mestrado em Artes) – Instituto de Artes, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

HENRIQUE, L. **Acústica Musical**. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 2002.

INÁCIO, O.; HENRIQUE, L.; ANTUNES, J. Dynamical Analysis of Bower Bars. In: Internacional Congress of Sound and Vibration (ICSV8), 8., 2001, Hong Kong. **Anais...** Hong Kong, 2001. p. 2795-2802.

JUAREZ, A. **Vibrafone Guia de Estudos**. 1994. 189p. Dissertação (Mestrado em Artes) – Instituto de Artes, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1994.

KUMOR, F. **Interpreting the Relationship Between Movement and Music in Selected Twentieth Century Percussion Music**. 2002. 158p. Tese (Doutorado em Música) - University of Kentucky, USA, 2002.

LUCIER, A. **Reflections / Reflexionen**. Köln: MusikTexte. Stockhausen, K. 1974. *Mikrophonie I*. London: Universal Edition, 1995.

MANZOLLI, J. The Development of a Gesture Interface's Laboratory. In: Congresso Brasileiro de Computação e Música, 2., 1996, Recife. **Anais...** Recife, 1996.

MANZOLLI, J.; *at al.* **Solutions for Distributed Musical Instruments on the Web**. Proceedings of the Inaugural Conference on the Principles and Practice of Programming in Java, Trinity College, Dublin, 2002, p. 77.82.

MENEZES, F. **Atualidade Estética da Música Eletroacústica**. Fundação Editora da UNESP (FEU), São Paulo, 1999.

- PALOMBINI, C. **A Música Concreta Revisitada**. Departamento de Artes da UFPr. Revista Eletrônica de Musicologia, Vol. 4, 1999. Disponível em: <http://www.rem.ufpr.br/REMr4/vol4/art-palombini.htm>. Acesso: 10 fev. 2007.
- PETERS, GORDON B. **The Drummer: Man**. Wilmette, Illinois: Kemper-Peters, 1975.
- RHEA T. Recordings, Clara Rockmore: The Art of the Theremin. **Computer Music Journal**, vol. 13, num. 1, 1989. p. 61.63.
- ROWE, R. **Interactive Music System**. Cambridge: The MIT Press, Massachusetts, 1993.
- VALLE, R. **Encadeamento: Uma Nova Gestualização Sonora**. 1996. Tese (Doutorado em Artes) – Instituto de Artes, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1996.
- WANDERLEY, M. **Instrumentos Musicais Digitais**. Input Devices and Music Interaction Laboratory, Music Technology Area – Faculty of Music, McGill University, Montréal, Québec, Canada, 2006.

BIBLIOGRAFIA

APPLEBAUM, T. **A comprehensive performance project in percussion literature whith an essay comprised of multi-percussion performance problems as found in selected contemporary works, whith original etudes relevant to those problems.** University Microfilms, 1978.

BEAMISH, T.; MACLEAN, K.; FELLS, S. **Manipulating Music: Multimodal Interaction for DJs** Department of Computer Science. Department of Electrical and Computer Engineering, University of British Columbia, 2004.

BLADES, J. **Percussion instruments and their history.** New York: Frederik A. Praeger Inc., 1970.

BORK, I. **Practical Tunig of Xilophone Bars and Resonators.** Appied Acoustics 46, 1995. p. 103.127.

BORK, I. *et al.* **Comparison Between Modal Analysis and Finite Elemente Modelling of a Marimba Bar.** Acustica-acta acustica 85, 1999. p. 258.266.

BURRITT, M. **Marimba Moves.** Percussive Notes, vol.31, No. 845-47, 1993.

CHEADLE, R. **Selected Multimedia Compositions for Percussionist and Dancer.** Percussive Notes, vol. 26, No. 140-42, 1987.

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

CUNNINGHAM, M. **Dancing in Space and Time.** A capella books Chicago, 1992.

DUNSBY, J. WHITHALL, A. **Music analysis in theory and practice.** London: Farber, 1988.

FELS, S.; REINERS, D.; & MASE, K. **lamespace: An interactive kaleidoscope.** In Visual Proceedings of SIGGRAPH '97: The Electric Garden, 1997. p. 76.77.

FELS, S. S; MASE, K. **lamespace: A Musical Application for Image Processing.** Proceedings of the Third International Conference for Automatic Face and Gesture Recognition, 1998.

FELS, S.; MANZOLLI, J. **Interactive, Evolutionary Textured Sound Composition.** 6th Eurographics Workshop on Multimedia, 2001.

FERRAZ, S. & IAZETTA, F. **Ambiente de Composição e Performance com Suporte Tecnológico.** Revista Pesquisa FAPESP, Abril, Edição 63, 2001.

- GLINSKY, A **The Theremin and the Emergence of Electronic Music**. 1992. Tese (Doutorado) - New York University, USA, 1992.
- GRIFFITHS, P. **A música moderna**. Rio de Janeiro: Zahar, 1987.
- HALL, D. **Musical Acoustics**. 2. ed., Brooks/Cole Publishing Company, Pacific Grove, California, 1990.
- HINGER, F. **The Virtuoso Timpanist**. Jerome Publications, Hackensack, NJ, 1968.
- IAZZETTA, F. Revendo o Papel do Instrumento na Música Eletroacústica. In: ENCONTRO DE MÚSICA ELETROACÚSTICA, 2., 1997, Brasília. **Anais...** Brasília, 1997a.
- IAZZETTA, F. Meaning in Music Gesture. In: INTERNACIONAL CONGRESS, 6., 1997, Guadalajara. **Anais...** Guadalajara: International Association for Semiotic Studies, 1997b.
- KINSLER, L.; *et al.* Fundamentals of Acoustics. New York, Wiley, 2000.
- 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.
- MORRIS, D. **La Clé des Gestes**. Paris - Editions Grasset et Fasquelle, 1978.
- OTTE, A. (1974) **Considerations for Compositions for Marimba**. Percussionist, vol. 11, No. 4, 1974. p. 129.134.
- SIWE, T. **Percussion Ensemble Literature**. Media Press Inc., Champaign, Illinois, 1998.
- SIWE, T. **Percussion Solo Literature**. Media Press Inc., Champaign, Illinois, 1995.
- SMITH, S. **Having Words With John Cage**. Percussive Notes, vol. 30, 1992. p. 348.52.
- SMITH, S., DELIO, T. **Words and Spaces: An Anthology of Twentieth-Century Musical Experiments in Language and Sonic Environments** University. Press of America New York, 1989.
- SMITH, S. **Interview With John Cage**. Percussive Notes – Research Edition, vol. 21, 1983. p. 33.37.

STEVENS, L. H. **Method of Movements for Marimba**. New York:Marimba, 1979.

VÁRIOS **Uma Poética Musical Brasileira e Revolucionária**. Brasília: Sistrum, 2002.

WANDERLEY, M. **Gestural Research in Music Bibliography**. Marcelo M. *IRCAM - Analysis/Synthesis Team* une, 1999.

WASSERMAN, K.; *et al.* ROBOSER: An Autonomous Interactive Musical Composition System. In: INTERNACIONAL COMPUTER MUSIC CONFERENCE, 2002, Berlin. **Anais...** Berlin: ICMC, 2000). p. 531.534.

WASSERMANN, K.; ENG, K.; VERSCHURE, P.; MANZOLLI, J. **Live Soundscape Composition Base don Sythetic Emotions**. Feature Article, Institute of Neuroinformatics, University of Zurich, Swiss Federal Technical University, University of Campinas, 2003.

ANEXOS

A. Marimba

A marimba é um instrumento de percussão da família dos teclados e se caracteriza por ter a maior dimensão de sua classe de instrumentos, ocupando aproximadamente entre 1,50 metros, para instrumentos de pequeno porte, a 2,80 metros para instrumentos de grande porte.



Fig. A01: Imagem de uma marimba Baixo.

A marimba é dividida em três instrumentos básicos com tessituras diferentes (ver figura A02): *marimba de concerto* com extensão de quatro oitavas e uma terça; com aproximadamente 1,80 metros; *marimba sinfônica* com extensão de quatro oitavas e uma quinta, com 2,20 metros; e, a *marimba baixo* com cinco oitavas de extensão, chegando a medir 2,80 metros.

Atualmente, já foram construídas marimbas maiores, em que se acrescentaram teclas graves e agudas, mas a grande dificuldade de construção e o alto custo desses instrumentos fazem com que raramente sejam usados e com que o repertório, em sua maioria, seja escrito para marimbas menores¹⁸.

As dimensões, bem como a divisão espacial entre as teclas, varia de acordo com o fabricante, mas na sua totalidade os materiais básicos são teclas de madeiras e tubos ressoadores.

¹⁸ A maior parte do repertório já escrito é para a marimba de concerto.

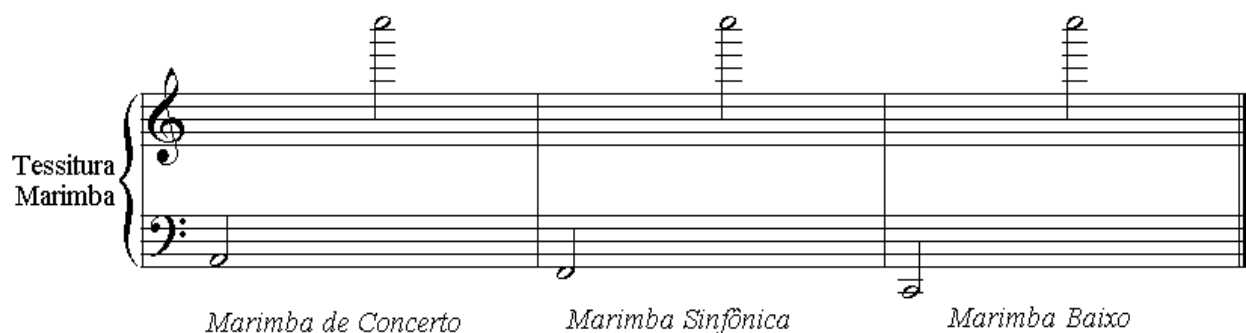


Figura A02: Da esquerda para a direita tem-se a tessitura de 03 marimbas denominadas de Marimba de Concerto, Marimba Sinfônica e Marimba Baixo.

A.1 Descrição

A maior parte das marimbas tem o seu teclado constituído por teclas de madeira, entretanto, atualmente, já são construídos instrumentos com teclas feitas a partir de materiais sintéticos como o *Kelon*. O *Kelon* é um material desenvolvido pelas indústrias *Ludwing* e *Musser* para a fabricação de barras que substituam a sonoridade da madeira nos xilofones e marimbas. O *Kelon* possui timbre muito parecido com o da madeira, mas é possível notar diferenças entre os dois materiais, além disso, as teclas feitas com *Kelon* possuem tempo de ressonância do som maior do que as teclas feitas com madeira.

O *Kelon*, diferente da madeira, não sofre alterações quando exposto a diferentes temperaturas e climas. A madeira sofre diferença física quando exposta a diferentes climas, principalmente em lugares muito quentes. Assim, por conta dessa característica, as teclas de madeira devem ser afinadas periodicamente.

A madeira rosa (*rose-wood*) é considerada a madeira ideal para a construção das teclas, mas pela dificuldade de ser encontrada a sua utilização faz com que o custo dos instrumentos seja bem maior do que com outros tipos de madeira como o paduque, pinos e etc. As marimbas possuem embaixo de cada tecla um tubo ressoador.

A.2 Baquetas

A baqueta é um objeto feito geralmente de madeira, mas pode ser encontrado também com ossos, bambu, metal e plástico. Ela é usada desde a pré-história para percutir instrumentos membrafônicos e idiofônicos.

As baquetas utilizadas para tocar a marimba são conhecidas como *mallets* e são normalmente construídas com um cabo fino de madeira ou rattan¹⁹. Os cabos são mais finos do que as baquetas de caixa e de tímpanos, com comprimento na sua maioria entre 30 e 35 centímetros e diâmetro entre 0,2 e 0,3 milímetros. Essas características facilitam a utilização de um número maior de baquetas em cada mão.

Na ponta que estará em contato com a mão do intérprete o cabo é trabalhado de maneira a não possuir pontas, pois estas poderiam causar ferimentos nas mãos do instrumentista. Na outra ponta, que é a que entra em contato com as teclas da marimba, fica a cabeça da baqueta. A cabeça é feita geralmente em forma de esfera, podendo ser ligeiramente elíptica entre 2,5 e 4,3 centímetros de diâmetro e comprimento entre 3,5 e 4,3 centímetros. Dependendo do efeito e da qualidade sonora desejada, podem ser utilizados diversos materiais como: borracha de várias consistências, acrílico, feltro duro, plástico e madeira. Os diferentes tipos de material utilizados na fabricação da cabeça da baqueta influenciam diretamente para determinar se a baqueta será macia ou dura.

Depois de fixada no cabo, a cabeça é envolvida com fios de lã, seda, etc. A lã é um dos materiais mais utilizados, mas outros tipos de linhas também são bastante encontrados. Assim, como o material utilizado na produção da cabeça da baqueta, as diferentes consistências dos vários tipos de linhas utilizadas para envolver a cabeça irão influenciar e determinar a qualidade sonora da baqueta.

A lã, por exemplo, irá proporcionar uma sonoridade mais suave, enquanto uma linha acrílica irá resultar em uma sonoridade com mais ataque. Para a

¹⁹ Rattan: espécie de bambu flexível e resistente.

execução diferenciada com a mesma baqueta existem baquetas com dois sons. Nessas baquetas a cobertura de fios é feita irregularmente, de modo que a porção superior da ponta esférica tenha diâmetro maior e seja mais macia, tornando a sonoridade do instrumento percutido com essa região mais delicada.

Os intérpretes normalmente possuem um grande número de baquetas com uma enorme variedade de texturas o que possibilita diferentes timbres e diferentes tipos de articulação.

A.3 Sonoridade

A escolha da baqueta para executar um instrumento depende exclusivamente do tipo de sonoridade que se pretende produzir. Como regra geral, as baquetas de ponta dura realçam os harmônicos superiores e as de ponta macia realçam a nota fundamental. Por esse motivo as baquetas macias produzem sonoridade mais ricas em harmônicos, tornando o timbre mais “suave e doce”, enquanto as mais duras produzem timbre mais “penetrante e agressivo”.

Por conta da natureza do som articulado o envelope de intensidade é complementado pelo uso de Rulos. Rulo é um artifício utilizado pelo instrumentista onde é executado um grande número de ataques sobre uma mesma nota ou conjunto de notas criando a sensação de som contínuo.

A sonoridade da marimba é mais “macia” do que a dos outros teclados percussivos como xilofone, vibrafone e bells. Essa suavidade sonora adapta-se a formações instrumentais de menor potencial sonoro o que justifica, junto com o fato de ser um instrumento muito novo, a sua pouca utilização no repertório orquestral.

A.4 Técnicas

André Juarez (1994): “Um verdadeiro entendimento de qualquer técnica instrumental depende, por sua vez, da

compreensão da complexa rede de movimentos usados em performance. Alguns cuidados com a postura são imprescindíveis a um bom desempenho do instrumentista; no caso específico dos teclados percussivos, onde ele tem de manter-se de pé por longos períodos, é indispensável que a coluna vertebral permaneça flexível e reta. Essa postura favorece tanto o equilíbrio do tronco, como a livre movimentação das pernas e dos braços”.

A técnica utilizada na Marimba, quando executada com duas baquetas, é a mesma utilizada para grande parte dos outros instrumentos de percussão como: caixas, tom-tons, etc. Conhecida como “Técnica Uniforme”, esta visa uma posição idêntica das duas mãos de maneira a possuir o maior equilíbrio possível no resultado sonoro. Com o antebraço projetado para frente e a palma da mão naturalmente voltada para baixo, se segura a baqueta apoiada sobre o dedo médio e passando entre o polegar e a primeira falange do dedo indicador. Os dedos anular e mínimo ficarão deitados, totalmente neutros sobre a baqueta e nenhuma força muscular extra deverá ser feita para que ela se mantenha nas mãos.

Para executar o toque, basta levantar a ponta das baquetas, somente com o movimento dos pulsos e com um disparo rápido percutir a superfície, voltando imediatamente para a posição inicial. As diferentes dinâmicas serão conseguidas através da utilização de diferentes alturas das baquetas em relação às teclas do instrumento, nunca deve ser aplicada força para conseguir dinâmicas mais fortes, além da produção de um som rachado, a utilização de força poderá quebrar as teclas da marimba.

Tradicionalmente, os instrumentos de teclado eram executados com duas baquetas, mas no início do século XX surgiram obras que além de explorarem os teclados de percussão melodicamente utilizavam ainda harmonias²⁰. A primeira técnica criada para a utilização de duas baquetas em cada mão foi a Tradicional, seguida pela Burton e Musser.

²⁰ Mais do que duas notas simultâneas.

A.4.1 Grip Tradicional

A técnica tradicional foi a primeira a ser utilizada, mas não existem relatos de quem ou como ela foi criada. Atualmente, ela é a menos empregada entre as três técnicas existentes, mas ainda existem importantes intérpretes que a usam. Um grande exemplo é a marimbista japonesa Keiko Abe. Nessa técnica as baquetas se cruzam na palma da mão, as duas baquetas são fixadas pelos dedos mínimo e anular. A baqueta que passa por baixo do cruzamento passa entre os dedos indicador e médio e são eles os responsáveis pela movimentação lateral dessa baqueta. A outra baqueta que é a que passa por cima do cruzamento passa entre o polegar e o indicador e são eles responsáveis pela movimentação lateral dessa baqueta. A articulação das duas baquetas se dá pelo movimento do pulso.

A.4.2 Grip Burton

Criada pelo vibrafonista norte-americano Gary Burton. O Grip Burton é uma adaptação da técnica tradicional buscando solucionar a limitação em executar grandes intervalos, principalmente nas notas mais graves. Assim como na técnica tradicional, as duas baquetas são fixadas pelo dedo mínimo e se cruzam na palma da mão. A principal diferença é a inversão das baquetas que ficam por baixo e por cima no cruzamento. A baqueta que parte por baixo do cruzamento, passa por entre o polegar e o indicador, sendo estes dois dedos os responsáveis pela movimentação lateral da baqueta. A outra baqueta, a que está por cima deste cruzamento, passa entre o indicador e o médio, sendo estes dedos responsáveis pela movimentação lateral da baqueta. Essa inversão das baquetas facilita na obtenção de intervalos grandes.

Apesar de solucionar o problema de intervalos grandes, a técnica Burton configura um novo problema, ou seja, a produção de ruídos do contato entre as

duas baquetas. Para solucionar esse problema o percussionista brasileiro Ney Rosauro fez uma pequena modificação na técnica: a baqueta que passa por cima do cruzamento e é movimentada pelo dedo indicador e médio, é pressionada contra a palma da mão pelo dedo anelar de maneira a evitar o contato entre as duas baquetas. Essa técnica foi denominada como extensão da Burton.

A.4.3 Grip Musser

O marimbista norte-americano Legh Howard Stevens criou essa técnica. Assim, por esse motivo ela também é conhecida como técnica Stevens. A grande diferença com as outras técnicas é o fato de que as baquetas não se cruzam. Uma das baquetas é segurada e movimentada pelo dedo mínimo e anelar, a outra é colocada apoiada logo abaixo do dedo indicador e é controlada pelo polegar e o dedo indicador. Essa técnica funciona basicamente como um pêndulo horizontal. O fato das baquetas não cruzarem proporciona enorme facilidade na execução de intervalos grandes e maior independência dos movimentos das duas baquetas.

Essa técnica tem sido reconhecida como a mais completa, mas um fator problemático surge aí, isto é, as dores e lesões musculares que ela pode causar. Os dedos mínimo e anular são dedos naturalmente fracos e que normalmente não estão preparados para executar força para segurar e movimentar a baqueta.

A.5 História do Instrumento

Peters (1975), traça um histórico da marimba. Ele aponta o *Ranat* como mais remoto ancestral da marimba, que está incluído em menções feitas a instrumentos musicais nos livros bíblicos Gênesis e Jó (península mesopotâmia). Segundo o *Moody Bible Institute*, esses livros relatam eventos de 3500 anos antes de Cristo. Peters afirma também que na maioria das grandes

culturas da era pré-cristã, os instrumentos dessa família nunca desapareceram e, para sua construção, uma grande diversidade de materiais foi usada.

Para a confecção das teclas eram utilizados materiais como: pedras, madeiras, bambu e outros. Cabaças, pedaços de bambu e até mesmo buracos no chão, desempenhavam o papel dos tubos ressoadores. Eram feitos buracos no chão da altura da cintura do instrumentista, cordas com as teclas eram dispostas sobre esses buracos deixando um espaço para que o músico pudesse ficar em pé dentro do buraco, estando assim as teclas na altura da cintura do instrumentista, possibilitando a execução do instrumento.

Durante todo esse processo de evolução a marimba foi construída de forma rudimentar. Em 1895, Sebastian Hurtado, na Guatemala, introduziu como inovações o uso de madeira dura com espessura uniforme para a fabricação das teclas e a utilização de tubos ressoadores de metal em substituição às cabaças. Também modificada, a tessitura passou a ter de seis a sete oitavas.

No México, onde é conhecida como *Zapotecano*, a marimba transformou-se em instrumento típico do país. Ela é usada nas mais variadas situações e sua execução muitas vezes reúne de dois a cinco marimbistas em um só instrumento.

E 1910, a manufatura das modernas marimbas orquestrais teve início nos Estados Unidos. Acompanhando o crescente desenvolvimento dos processos de fabricação, um grande interesse pelo instrumento surgiu por parte de intérpretes e compositores, tornando-se a marimba rapidamente um dos principais instrumentos solistas de percussão.

A.6 Repertório

As primeiras obras tocadas na marimba eram adaptações de obras originalmente escritas para outros instrumentos, principalmente para piano.

Em 1940, Paul Creston escreveu o primeiro *“Concerto para marimba e orquestra”*, com o tradicional formato de três movimentos, rápido-lento-rápido. O primeiro e terceiro movimento são executados com duas baquetas e no segundo

é utilizada a técnica de quatro baquetas. Estreado pelo timpanista da Petrides Orchestrette Classique, Ruth Stuber em New York em 1940, esse concerto tornou-se um dos mais tocados em toda a história da percussão e influenciou percussionistas e compositores do mundo todo.



Figura A03: Concerto para Marimba e Orquestra - Paul Creston (redução para piano, compassos 1-5, 2º Movimento).

Em 1947, Darius Milhaud elaborou o “*Concerto para Marimba, Vibrafone e Orquestra*”. Estreado em 1949 com o solista Jack Connor e a St. Louis Symphony Orquestra. Este concerto foi em 1952 revisado e transformado para piano e orquestra pelo próprio Milhaud. Essa obra recebeu o nome de “*Suite Concertante*”.

Marimba Spiritual, do compositor Minoru Miki, composta no ano de 1984, possui grande importância para o repertório marimbístico por ser a primeira obra escrita para uma marimba de cinco oitavas. Nessa obra a marimba possui o papel de solista e é acompanhada por mais três percussionistas que estão tocando tambores e instrumentos de metal sem altura definida, também existe uma versão para marimba solo.



Figura A04: *Marimba Spiritual* – Minor Miki (número de ensaio 11). Cadência livre da marimba, onde pode ser observado o grande destaque dado às notas graves do instrumento (grande novidade dessa obra).

No repertório de compositores brasileiros, temos como primeira peça para marimba e orquestra o *“Divertimento para Marimbafone e Orquestra de Cordas”* do compositor Radamés Gnattali, composta no Rio de Janeiro no ano de 1973 e dedicada para o percussionista Luiz D’Anunciação que em 1976 a estreou com a Orquestra Sinfônica Brasileira.

The image shows a musical score for measures 48 to 51 of a piece titled 'Divertimento para Marimbafone e Orquestra de Cordas' by Radamés Gnatalli. The score is written for a Marimba (Mar.) and a string orchestra. The Marimba part is in the upper staff, featuring a melodic line with an 8va marking and a triplet. The string orchestra consists of Violin I (Vln I), Violin II (Vln II), Viola (Vla), Violoncello (Vc.), and Contrabass (Cb.). The string parts are in various registers, with the Cello and Contrabass playing in the bass and the Violins and Viola in the treble. The score is in 4/4 time and includes various musical notations such as notes, rests, and dynamic markings.

Figura A05: *Divertimento para Marimbafone e Orquestra de Cordas* - Radamés Gnatalli (compassos 48-51).

O primeiro “*Concerto para Marimba e Orquestra de Cordas*” do compositor Ney Rosauro é uma das principais obras para marimba de compositores brasileiros. Escrita no ano de 1992, trata-se do concerto para marimba mais tocado na história. Em 2002, já como professor da Universidade de Miami nos EUA, Ney Rosauro escreveu o “*Concerto Número 2 para Marimba e Orquestra*”.



Figura A06 – Concerto para Marimba e Orquestra de Cordas - Ney Rosauro (compassos 59-63, 1º Movimento).

Allegro ♩ = 148

Figura A07: Concerto Número 2 para Marimba e Orquestra de Cordas - Ney Rosauro (redução para piano, compassos 1-5, 1º Movimento).

A.7 Keiko Abe

É quase que impossível falar sobre a história e desenvolvimento da marimba sem citar a marimbista japonesa Keiko Abe que se destacou (e se destaca) como a principal intérprete desse instrumento no século XX. Além de intérprete Keiko Abe escreveu inúmeras obras que compõe o repertório de

grandes marimbistas e também a grade curricular das principais universidades de percussão.

Como intérprete, apresentou-se por todo o mundo, estimulando a criação de novas obras para a marimba, explorando novas possibilidades técnicas e de expressão no instrumento, além de ter apresentado para o mundo obras dos principais compositores japoneses que até então eram desconhecidas e que se tornaram repertório de grande importância para instrumentistas do mundo todo. Keiko Abe é responsável pela formação de alguns dos principais marimbistas da atualidade.

Em 1984, na PASIC²¹ em Ann Arbor, Michigan, Keiko Abe tocou a peça premiada nos EUA “Marimba Spiritual” do compositor Minoru Miki, usando a primeira marimba de cinco oitavas, a Yamaha 6000. A existência desta nova marimba foi resultado de 15 anos de colaboração entre Keiko Abe e Yamaha no *design* do instrumento. Agora “Marimba Spiritual” já foi tocada centenas de vezes pelo mundo e pode ser considerada como uma obra marcante no repertório e no processo de desenvolvimento da marimba. A marimba de cinco oitavas tornou-se muito utilizada, criando novas possibilidades sonoras para intérpretes e compositores.

²¹ PASIC: principal evento de percussão, realizado todos os anos nos EUA.

B. Propriedades Acústicas de Idiofones

A marimba pertence à família dos idiofones. Segundo Henrique (2002) os idiofones podem ser definidos como:

Henrique (2002): “instrumentos feitos de materiais sólidos sonoros em que os elementos vibratórios mais usuais são barras, varas e placas. Este tipo de instrumento não está sujeito à tensão aplicada exteriormente porque quando são postos em vibração a sua rigidez fornece a força de restituição necessária à vibração”.

Os idiofones são classificados em:

- a) idiofones de altura definida; e,
- b) idiofones de altura indefinida.

E são também divididos em:

- a) idiofones de uma dimensão: o elemento vibratório é uma vara ou uma barra (marimba, vibrafone, triângulo, xilofone); e,
- b) idiofones de duas dimensões: o elemento vibratório é uma placa (pratos) ou casca (sinos, gongo).

A maioria dos idiofones são percutidos. Todavia, em alguns instrumentos, a excitação é produzida por fricção. Os idiofones friccionados são denominados de instrumentos auto-excitados. A marimba é um instrumento que pode tanto ser percutido como friccionado. Na maioria das obras compostas para marimba ela é percutida com baquetas, mas podemos encontrar algumas peças no repertório do instrumento, em que são utilizados arcos de contrabaixo ou violino para friccionar as teclas.

Barras, placas e tubos constituem os sistemas vibratórios dos idiofones. A marimba é formada por teclas e cada tecla corresponde a uma nota específica. As teclas são barras e seguem seus padrões de vibração, podendo vibrar

transversalmente, longitudinalmente e torcionalmente. Os instrumentos de percussão utilizam praticamente só os modos de vibração transversal.

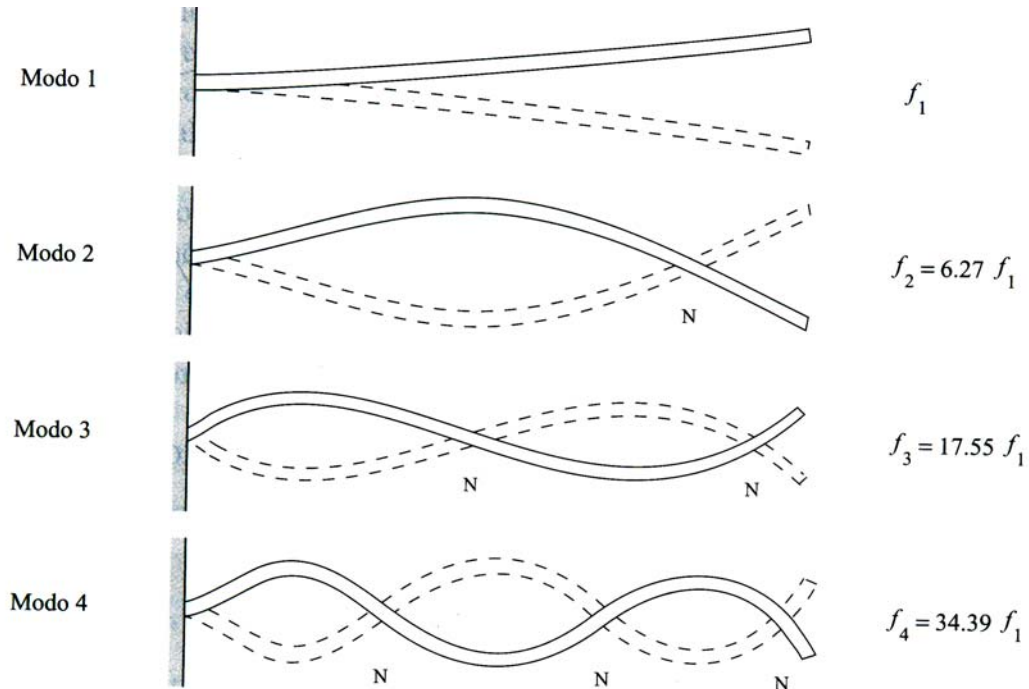


Figura B01: Os quatro primeiros modos vibratórios de uma barra fixa numa extremidade.

Se compararmos as relações de frequência dos modos das barras fixas em uma extremidade, como apresentados na figura B01, com as dos modos das barras livres apresentados na figura B02, verificamos que as dos modos das barras livres são mais próximas entre si. Isso explica o porquê das barras livres terem modos vibratórios mais facilmente excitáveis.

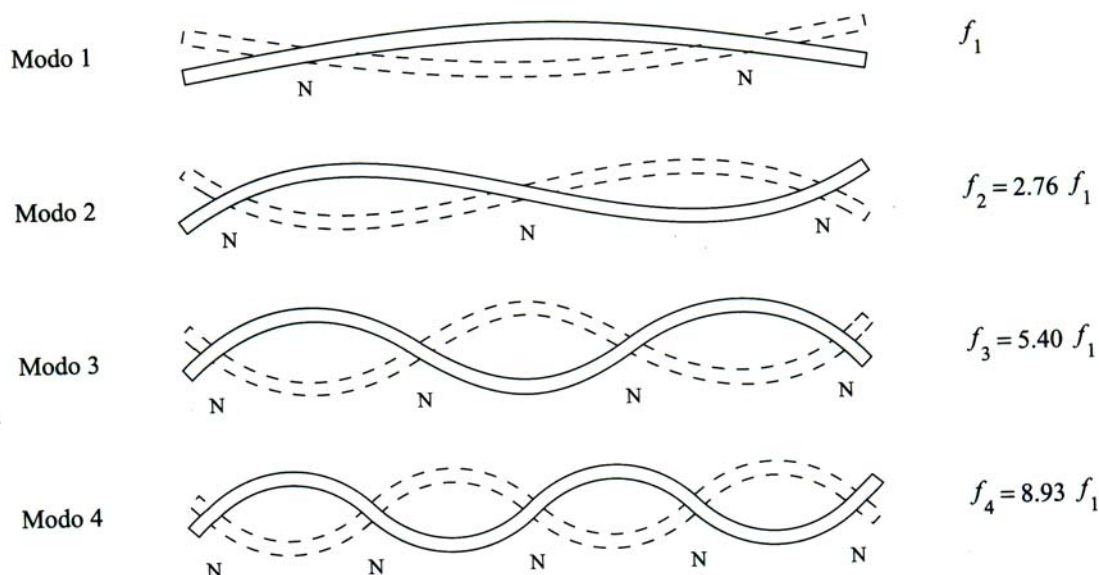


Figura B02: Os quatro primeiros modos vibratórios de uma barra livre em ambas as extremidades.

As relações de frequência dos modos vibratórios das barras fixas e livres são completamente inarmônicas. Por essa razão, para permitir a “afinação”²² de alguns modos, são escavadas na parte inferior as teclas da marimba e de outros instrumentos de percussão com teclas como: xilofone, vibrafone e bells.

As vibrações transversais de barras e placas estão diretamente relacionadas com os esforços de flexão. A vibração complexa de uma barra é o resultado da sobreposição dos seus modos próprios. A maior parte dos idiofones de teclas são formados por teclas finas livres nas duas extremidades.

As barras podem vibrar longitudinal, transversal e torcionalmente. A vibração longitudinal produz frequências mais agudas do que a transversal e sua frequência depende do comprimento da vara e da elasticidade do material.

O tempo de propagação do som numa barra é igual à expressão generalizada da velocidade de propagação do som num meio sólido. Se observarmos teclas com as mesmas dimensões, mas de materiais diferentes, as

²² O termo “afinação” é, nesse trabalho, aplicado à construção de idiofones no sentido da obtenção da sensação de altura mais definida possível, assim como de uma certa qualidade tímbrica.

suas frequências vibratórias serão proporcionais às velocidades de propagação do som nesses materiais.

B.1 Utilização de arcos

Apesar dos idiofones serem normalmente percutidos, também pode ser utilizada a técnica de friccionar a tecla com um arco. A maioria dos idiofones de percussão podem ser friccionados e normalmente são utilizados arcos de contrabaixo, violoncelo ou arcos específicos para essa função.

Essl & Cook (2000) e Inácio et. Al (2001) apresentaram, com seus estudos, simulações da excitação das teclas por fricção. Eles notaram que é possível obter auto-oscilação de uma tecla de vibrafone. No entanto, verificou-se diferenças substanciais comparando a auto-oscilação das cordas friccionadas. Estas podem ser assim descritas:

- a) O regime típico de Helmholtz não se aplica aos idiofones, pois estes não possuem em geral modos com uma estrutura harmônica já que as ondas de flexão que os originam são dispersivas;
- b) Enquanto na corda, se verifica que durante um ciclo o tempo de escorregamento do arco é menor do que o tempo de aderência, nas barras ocorre o contrário, na maior parte do tempo a barra escorrega contra o arco e em períodos menores o arco adere à barra;
- c) Quando comparado com as cordas friccionadas, os idiofones possuem um menor número de regimes auto-excitados e estes são mais simples;
e,
- d) Nos regimes auto-excitados observados nas teclas verificou-se que é o primeiro modo que domina o movimento.

B.2 “Afinação” das Teclas

Os parciais do som produzido por uma tecla de secção constante não produzem um som de altura bem definida por serem bastante inarmônicos. Para

se conseguir afinar alguns modos, é necessário escavar as teclas na parte inferior. Esse escavamento é feito na espessura e no comprimento. Ao se retirar massa de uma tecla diminuindo o seu comprimento a frequência de todos os modos é afetada. Se a remoção de massa for feita em um determinado local alguns modos serão mais afetados do que outros. Assim, atuando em certos pontos pode-se conseguir uma afinação individual de alguns parciais (Fletcher & Rossing, 1998).

Quando é dobrada a espessura, a frequência fundamental de uma nota sobe uma oitava e quando é dobrado o comprimento todos os parciais descem duas oitavas. Ao tornar uma tecla menos espessa, provocam-se modificações de massa e rigidez que afetam as frequências dos modos próprios da tecla.

O principal motivo da escavação das teclas é procurar afinar a frequência do primeiro modo com os modos mais agudos. Tornando uma tecla menos espessa num ponto nodal²³, a frequência desse modo praticamente não muda. Porém, se afinarmos numa concavidade de vibração, como esse ponto corresponde à zona em que a tecla curva-se mais, é o mesmo que diminuir a sua rigidez, o que faz baixar a frequência. É isso que ocorre escavando no ponto médio da tecla ao primeiro modo: reduzindo a força de restituição que atua quando a barra se curva e simultaneamente também a massa.

O principal fato é a diminuição da rigidez, que resulta no abaixamento considerável da frequência do primeiro modo. No caso do xilofone, a escavação das teclas permite baixar a frequência do primeiro modo passando a relação de frequências com o segundo modo de 2.76 para aproximadamente 3. Para a marimba a relação de frequências entre os dois primeiros modos é de 4, o que significa que a tecla da marimba é muito menos espessa no meio. Para afinar um modo, atua-se em pontos específicos: nodos e concavidades.

Apesar da dificuldade existente para afinar um grande número de modos, isso não causa grandes problemas, pois os modos superiores tem tempo de decaimento muito curto e não são ouvidos tempo suficiente para afetarem a percepção da qualidade tonal da nota.

²³ Ponto Nodal: numa curva, ponto duplo em que as tangentes são distintas.

B.3 Ressonadores

A maioria dos instrumentos de percussão de teclado, como: marimba, xilofone, vibrafone, têm na parte inferior de cada tecla um tubo ressonador cuja a função é enfatizar o som fundamental e aumentar a intensidade sonora.

Entretanto os tubos ressonadores provocam a diminuição do tempo de decaimento do som. Fletcher & Rossing (1998) apresentam estudos em que mediram valores correspondentes a decaimento de 60 dB: uma tecla de marimba (Mi 2) apresentou tempo de decaimento por volta de 3.2s sem o tubo ressonador e 1.5s com o ressonador.

Os tubos ressonadores são fechados numa extremidade, o que permite eles terem metade do comprimento que teriam se fossem abertos, e estão afinados com a frequência fundamental da tecla. Para afinar o tubo, seu comprimento deve ser aproximadamente igual a $\frac{1}{4}$ do comprimento de onda do som respectivo. Desse modo, quanto maior for a tecla, mais grave será o som e maior será o seu tubo respectivo. Normalmente o ressonador tem um diâmetro igual à largura da tecla e a parte fechada das teclas mais graves possuem um mecanismo que permite afinar o comprimento do ressonador. A simples variação da temperatura é suficiente para uma contração ou dilatação da madeira, o que afeta a afinação. Quando a temperatura sobe as teclas expandem-se criando uma descida na altura do som.

A presença do ressonador perturba a afinação das teclas e a radiação sonora. Portanto, é conveniente que se ajuste a distância entre a tecla e o seu ressonador. Os ressonadores são fundamentais principalmente nas teclas mais graves da marimba onde é muito importante um reforço do som para serem bem audíveis.

B.4 A Marimba

A marimba é um idiofone formado por teclas de madeira, normalmente construídas de pau-rosa ou fibra de vidro. Para cada tecla existe um tubo ressoador afinado à frequência fundamental.

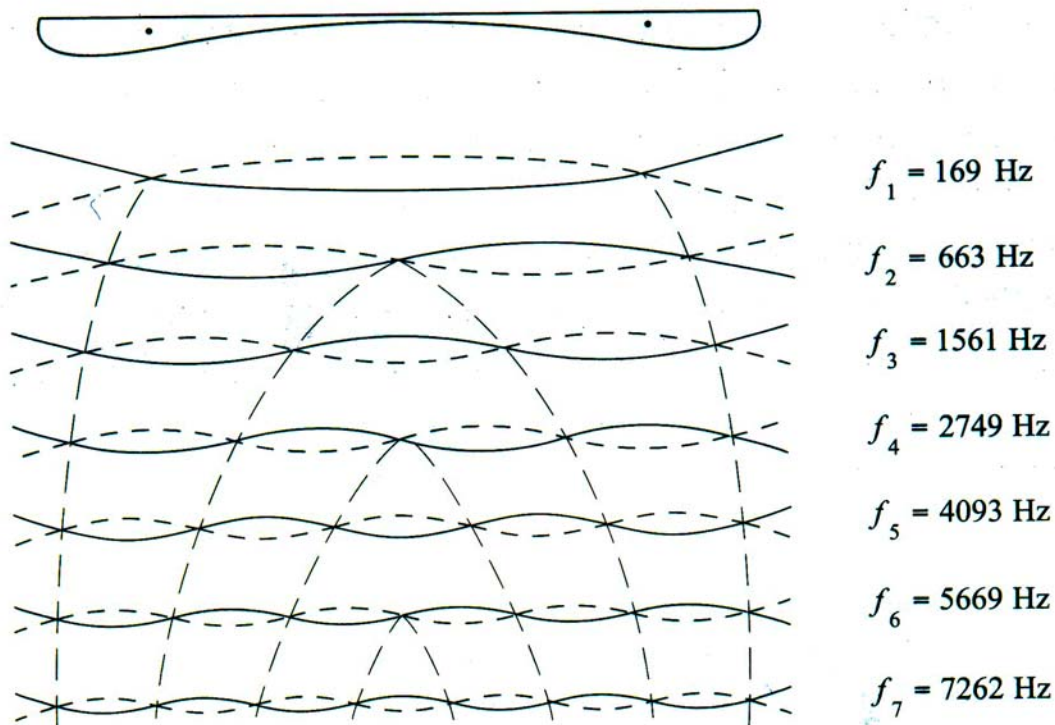


Figura B03: Tecla Mi2 da marimba. Esquema dos primeiros modos vibratórios de uma marimba.

Assim como no xilofone e no vibrafone as teclas da marimba assentam numa corda que está esticada com uma tensão que é regulável. A corda atravessa as barras em dois orifícios ao nível dos pontos nodais do primeiro modo vibratório. A corda é extremamente flexível e feita de algodão para evitar a vibração por ressonância com alguma frequência, o que produziria sons parasitas.

Apesar do xilofone também ser um instrumento feito com teclas de madeira, a sonoridade da marimba é bastante diferente. O som da marimba resulta da afinação dos modos 1, 4, 9 e 10. Para se obter um segundo modo afinado à frequência do quarto harmônico (intervalo de oitavas) é necessário

escavar mais a tecla tornando-a muito mais fina. A utilização de baquetas adequadas aliada à afinação das teclas produz um som cheio, não estridente, bem diferente do som duro do xilofone.

C. Comunicações e Resumos Publicados em Anais de Congressos ou Periódicos

C.1 Completo

[1] TRALDI, C. A., MANZOLLI, J. Demonstração: Interação e Cognição no Processo de Interpretação Mediada da Marimba. In: ENCONTRO NACIONAL DE COGNIÇÃO E ARTES MUSICAIS, 1., 2006, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Editora do Departamento de Artes da Universidade Federal do Paraná, 2006. p. 216-222.

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

[3] TRALDI, C. A., CAMPOS, CLEBER, MANZOLLI, J. Performance Mediada & Percussão Múltipla. In: CONGRESSO DA ANPPOM, 16., 2006, Brasília. **Anais...** Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006. 1 CD-ROM.

[4] TRALDI, C. A., MANZOLLI, J. Gesto e Interpretação Mediada. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA EM MÚSICA, 2006, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Editora do Departamento de Artes da Universidade Federal do Paraná, 2006. p. 193-199.

[5] TRALDI, C. A., CAMPOS, CLEBER, MANZOLLI, J. Improvisação e Interpretação Mediada. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA EM MÚSICA, 2006, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Editora do Departamento de Artes da Universidade Federal do Paraná, 2006. p. 206-211.

C.2 Resumo

[1] TRALDI, C. A., MANZOLLI, J. Interação e Gognição no Processo de Interpretação Mediada da Marimba. In: ENCONTRO NACIONAL DE COGNIÇÃO E ARTES MUSICAIS, 1., 2006, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Editora do Departamento de Artes da Universidade Federal do Paraná, 2006. p. 268-269.

D. CD Multimídia

1. Amostra Oficina 01

- 1.1 Amostra de Referência.wav
- 1.2 Amostra 1.wav
- 1.3 Amostra 2.wav
- 1.4 Amostra 3.wav
- 1.5 Amostra 4.wav

2. Sinérgica

- 2.1 Sinérgica.wav
- 2.2 Sinérgica Parte 01
- 2.3 Sinérgica Parte 02

X
CD