UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE MÚSICA E ARTES CÊNICAS

HALLEY CHAVES DA SILVA

MÚSICA CIMÁTICA: processos composicionais provenientes de experiências físicas para geração de materiais sonoros

Goiânia
2017

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: **[X] Dissertação** **[ ] Tese**

2. Identificação da Tese ou Dissertação:

Nome completo do autor: Halley Chaves da Silva

Título do trabalho: MÚSICA CIMÁTICA: processos composicionais provenientes de experiências físicas para geração de materiais sonoros

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento [X] SIM [ ] NÃO[1]

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.

Halley Chaves da Silva

Assinatura do(a) autor(a)[2]

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)[2] Data: 04/04/2018

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.
Casos de embargo:
- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

[2] A assinatura deve ser escaneada.

HALLEY CHAVES DA SILVA

MÚSICA CIMÁTICA: processos composicionais provenientes de experiências físicas para geração de materiais sonoros

Artigo apresentado ao Curso de Mestrado em Música da Escola de Música e Artes Cênicas da Universidade Federal de Goiás, para a obtenção do título de MESTRE EM MÚSICA.
Área de Concentração: Composição e Novas Tecnologias
Linha de Pesquisa: Música, Criação e Expressão
Orientador: Prof. Dr. Anselmo Guerra de Almeida
Co-orientadora: Profa. Dra. Tereza Raquel Alcântara-Silva

Goiânia
2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Chaves da Silva, Halley
MÚSICA CIMÁTICA [manuscrito] : processos composicionais provenientes de experiências físicas para geração de materiais sonoros / Halley Chaves da Silva. - 2018.
xv, 120 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Anselmo Guerra de Almeida; co-orientador Dr. Tereza Raquel Alcântara-Silva.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Escola de Música e Artes Cênicas (Emac), Programa de Pós-Graduação em Música, Goiânia, 2018.
Bibliografia. Anexos.
Inclui algoritmos, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Música Cimática. 2. Memorial Composicional. 3. Chladni. 4. Hans Jenny. I. Guerra de Almeida, Anselmo, orient. II. Título.

CDU 78

Serviço Público Federal
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE MÚSICA E ARTES CÊNICAS
Programa de Pós-graduação *Stricto-Sensu* - Mestrado em Música

Ata da banca examinadora referente à defesa de trabalho final do candidato Halley Chaves da Silva para a obtenção do título de Mestre em Música.

Aos vinte e três dias do mês de março de dois mil e dezoito, às onze horas na sala 230, LPQS – Laboratório de Pesquisa Sonora da Escola de Música e Artes Cênicas/UFG – Campus II, reuniu-se a banca examinadora da prova em epígrafe, indicada pela Coordenadoria de Pós-Graduação, aprovada pelo Conselho Diretor e designada pela Diretora da Escola de Música e Artes Cênicas da Universidade Federal de Goiás, composta pelos professores doutores Anselmo Guerra de Almeida (orientador e presidente da mesa), Tereza Raquel de Melo Alcântara Silva (co-orientadora), Antonio Marcos Souza Cardoso (EMAC/UFG) e, via webconferência, Liduino José Pitombeira de Oliveira (UFRJ) na qualidade de convidado do Programa de Pós-Graduação, para julgar o trabalho final do candidato Halley Chaves da Silva, intitulado ***"MÚSICA CIMÁTICA: processos composicionais provenientes de experiências físicas para geração de materiais sonoros"***. O Presidente da mesa declara abertos os trabalhos agradecendo a presença de todos e anunciando a realização e aprovação do recital de defesa no dia vinte e três de março de dois mil e dezoito às dez horas, na sala 230, LPQS – Laboratório de Pesquisa Sonora em Goiânia/GO. Assim, dá prosseguimento aos trabalhos passando a palavra ao candidato para expor o seu trabalho escrito. Depois das arguições e respectivas respostas do candidato, a banca procede ao julgamento final anunciando o seguinte resultado:

Prof. Dr. Anselmo Guerra de Almeida APROVADO

Profa. Dra. Tereza Raquel de Melo Alcântara Silva APROVADO

Prof. Dr. Antonio Marcos Souza Cardoso APROVADO

Prof. Dr. Liduino José Pitombeira de Oliveira APROVADO

Halley Chaves da Silva faz jus ao título de MESTRE EM MÚSICA, área de concentração Música na Contemporaneidade, a ser concedido após a devida homologação do resultado pela Câmara de Pesquisa e Pós-Graduação da UFG. Os integrantes da banca examinadora cumprimentam o candidato e nada mais havendo a tratar, o Senhor Presidente declara encerrada a sessão cujos trabalhos são objeto desta ata, a qual depois de lida e aprovada, será assinada pelo Vice-Coordenador do Programa de Pós-graduação *stricto-sensu* - Mestrado em Música – EMAC/UFG e pelos membros da banca examinadora.

Goiânia, 23 de março de 2018.

Prof. Dr. Anselmo Guerra de Almeida
Presidente

Profa. Dra. Tereza Raquel de Melo Alcântara Silva
Co-orientadora

Prof. Dr. Antonio Marcos Souza Cardoso
Membro

Prof. Dr. Liduino José Pitombeira de Oliveira
Membro

Prof. Dr. Werner Aguiar
Vice-Coordenador de Pós Graduação *Stricto-Sensu* - Mestrado em Música - EMAC/UFG

Scanned by CamScanner

AGRADECIMENTOS

A Força maior por me dar saúde e muita força para superar todas as dificuldades.

Ao meu orientador, Dr. Anselmo Guerra de Almeida, por todo o tempo que dedicou a me ajudar durante o processo de realização deste trabalho.

A minha co-orientadora, Dra Tereza Raquel Alcântara-Silva, por toda a orientação que recebi nestes dois anos do mestrado.

A esta universidade e todo seu corpo docente, além da direção e administração que me proporcionaram as condições necessárias para que eu alcançasse meus objetivos.

Aos Colaboradores, Ralmon Sousa Pereira, Dr Luís Otávio Teixeira Passos, Alexa Alves de Moraes, Luana Thereza Nesi de Mello.

Aos professores que contribuíram e participaram da minha banca de qualificação e da defesa final do mestrado, Dr. Carlos Henrique Costa, Dr. Antonio Marcos Cardoso e Dr. Liduino José Pitombeira de Oliveira

Agradeço de forma especial à minha mãe Arleide Chaves da Silva e ao meu pai Humberto Alves da Silva, por todo o amor que me deram, além da educação, ensinamentos e apoio.

Enfim, a todos que contribuíram para a realização deste trabalho, seja de forma direta ou indireta, quero declarar aqui, o meu muito obrigado!

.

"Quando uma criatura humana desperta para um grande sonho e sobre ele lança toda a força de sua alma, todo o universo conspira a seu favor." (Johann Goethe)

RESUMO

Este artigo é dividido em duas partes: (A) produção artística e (B) artigo. A produção artística abarca composições da fase eletroacústica de minha carreira acadêmica, com aplicação no desenvolvimento de novas tecnologias para composição musical e duas obras inéditas, resultado da pesquisa atual: *Lissajous x Chladni, Op. 33* e *Santa Iemanjá, Op. 34*. Este trabalho tem o objetivo de utilizar o fenômeno da Cimática, influência do som no meio físico, como processo composicional para construir obras de câmara e eletroacústicas. O artigo apresenta o memorial composicional das duas obras de Música Cimática supracitadas de minha autoria. Para isso, utilizamos metodologia de análise documental e experimental com uma abordagem qualitativa da discussão dos dados. Primeiramente investigamos os aspectos físicos da Cimática para aplicar na composição de materiais sonoros. Estes aspectos são fundamentados na teoria desenvolvida pelo físico Hans Jenny (1904-1972), na qual formaliza matematicamente a projeção em 2D das figuras de Chladni (1756-1827). Como fonte de estruturação das obras utilizamos da experiência da composição de minha *Sinfonia n° 1, Op. 28* a qual descrevemos no trabalho, e da realização de experimentos sonoro-físicos que geraram materiais composicionais. Para descrever esses materiais, apresentamos os dados em quatro categorias: sonora, material, de intenção, e especificações técnicas. A obra *Lissajous x Chladni, Op. 33* apresenta uma ideia audiovisual de antagonismo entre o físico e o virtual. Trata-se de uma obra minimalista construída através de um *patch* de *Pure Data Extended* que simula um osciloscópio com figuras de Lissajous virtualmente e figuras de Cimática na água pelo meio físico. A segunda obra é a *Santa Iemanjá, Op. 34*. Ela é acúsmática, composta para ser tocada na mesa eletroacústica, que é uma versão eletrônica da mesa vibroacústica, construída especialmente para realização da Apreciação Cimática desta música. Como resultado, além das obras, apontamos, nas conclusões, desafios e possibilidades que a Música Cimática oferece ao artista compositor.

Palavras-Chave: Música Cimática. Memorial Composicional. Chladni. Hans Jenny.

ABSTRACT

This paper is divided into two parts: (A) artistic production and (B) article. The artistic production includes compositions that belong to the electroacoustic phase of my academic career, which can be applied in the development of new technologies for musical composition, in addition two unpublished pieces of music, as a result of the current research: *Lissajous x Chladni Op. 33* and *Santa Iemanjá Op. 34*. This work aims to use the Cymatics phenomenon, the influence of sound on physical environment, as a compositional process to develop chamber and electroacoustic pieces. The article presents the compositional memorial of the two abovementioned Cymatics pieces of music. For this aim, we employed bibliographic analysis and experimental methods with a qualitative approach for discussing the data. We first investigated the physical aspects of Cymatics in order to apply them in the composition of sound materials. These aspects are based on the theory developed by the physicist Hans Jenny (1904-1972), which mathematically formalizes the 2D projection of Chladni (1756-1827) figures. As a source for structuring the musical pieces, we applied the experience required for the composition of *Symphony no. 1, Op. 28,* which was described in the present work, as well as the completion of sound-physical experiments that generated compositional materials. In order to describe such materials, data was split into four categories: sound, material, intentional and technical specifications. The work *Lissajous x Chladni, Op. 33* puts forward an audiovisual idea of antagonism between the physical and the virtual. It is a minimalist piece of work built through a *Pure Data Extended patch* that simulates an oscilloscope with virtual Lissajous figures and cymatics figures on the water through the physical environment. The second piece is *Santa Iemanjá, Op. 34*. This acousmatic piece was composed to be played on the electroacoustic table, which is an electronic version of the vibroacoustic table, especially built for the attainment of cymatics appreciation of this piece. As a result, in addition to the previously described pieces, we point out in the conclusions challenges and possibilities that cymatics music offers composers.

Keywords: Cymatics music. Compositional memorial. Chladni. Hans Jenny.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fenômeno sob as “placas de Chladni”.....9
Figura 2 - Dedicatória de Chladni para Napoleão Bonaparte no seu Tratado de Acústica 12
Figura 3 - Fenômeno registrado em Saturno pela NASA.....14
Figura 4 - Ponte de Tacoma.....16
Figura 5 - Levitação Acústica.....16
Figura 6 - Estruturação dialética do planejamento das alturas na Sonatina Hegeliana, Op.182, de Liduino Pitombeira 19
Figura 7 - Fotografia do centro da cidade de Campina Grande, em alto contraste, contendo uma grade que indica os compassos (eixo x) e as regiões associadas aos modos de Messiaen (eixo y) (2014).....20
Figura 8 - Experiência com placa quadrada realizada na UFCG por Halley Chaves (2015) ...22
Figura 9 - Fenômeno da Cimática na água com o timbre do piano (Cymascope) 22
Figura 10 - Experiência de Cimática na água realizada na UFCG pelo prof. Dr. Luís Passos 24
Figura 11 - Sinfonia Cimática, 2° Movimento, Compassos 83 ao 89, Cimática com solo da soprano (2015).....26
Figura 12 - Motivo introdutório do Contrafagote (2015).....27
Figura 13 - Desenvolvimento do motivo introdutório do Contrafagote.....27
Figura 14 - Aumentação do motivo introdutório do Contrafagote.....27
Figura 15 - Representação Matemática da direção “x” e direção “y” na placa retangular (2015) 30
Figura 16 - Figuras de Lissajous 32
Figura 17 - Planejamento da Obra (2017) 34
Figura 18 - Mapa de palco da obra (2017) 35
Figura 19 - Visão frontal do intérprete na performance da obra (2017).....36
Figura 20 - Iluminação para a visualização das figuras no cimascópio (2017).....37
Figura 21 - Projetores usados na obra (2017).....37
Figura 22 - Cimascópio (2017).....38
Figura 23 - 1ª etapa da obra com o patch pronto (2017) 39
Figura 24 - Figuras formadas no osciloscópio do gem para cada frequência escolhida no patch (2017) 40

Figura 25 - Patch com Osciloscópio e sequenciador ligados (2017)..... 41
Figura 26 - Copiando o 1° sequenciador e criando o 2° sequenciador (2017)..... 42
Figura 27 - Mudança do objeto osc~ para o objeto phasor~ no 2° sequenciador (2017)..... 43
Figura 28 - Copiando o 1° sequenciador e criando o 3° sequenciador (2017)..... 44
Figura 29 - Mudança nas frequências do 3° sequenciador (2017)..... 45
Figura 30 - Modelo mecânico de ressonância de frequência no corpo humano..... 46
Figura 31 - Performance ao vivo da obra (2017)..... 47
Figura 32 - Mesa vibroacústica..... 49
Figura 33 - Mesa eletroacústica..... 50
Figura 34 - Projeto com as dimensões da mesa eletroacústica, parte 1..... 50
Figura 35 - Projeto com as dimensões da mesa eletroacústica, parte 2..... 51
Figura 36 - Mesa eletroacústica, modelo beta..... 51
Figura 37 - Apreciação Cimática da obra..... 52
Figura 38 - Planejamento da obra Santa Iemanjá, Op. 34..... 54
Figura 39 - Canais do Reaper..... 55
Figura 40 - Patch simulador da mesa vibroacústica (2017)..... 56
Figura 41 - 1ª Frase com texto da obra Santa Iemanjá, Op. 34..... 57
Figura 42 - 2ª Frase com texto da obra Santa Iemanjá, 34..... 57
Figura 43 - 3ª Frase com texto da obra Santa Iemanjá, Op. 34..... 57

LISTA DE QR´S CODE

QR Code 1 - Comercial da Natura 13
QR Code 2 - Cymatic Laser Dream 13
QR Code 3 - CYMATICS: Science Vs. Music - Nigel Stanford 14
QR Code 4 - Ponte de Tacoma 16
QR Code 5 - Levitação Acústica 17
QR Code 6 - Sinfonia Cimática, 2° Movimento, Compassos 83 ao 89, Cimática com solo da soprano 26
QR Code 7 – Link do Patch 39
QR Code 8 - Performance da obra Lissajous X Chladni, Op. 33 47
QR Code 9 - Gravação em estúdio Santa Iemanjá, Op. 34 67
QR Code 10 10 – Performance ao vivo de Santa Iemanjá, Op. 34 67

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Soluções para onda em duas dimensões 28
Equação 2 - Equações de solução de onda (2015) 29
Equação 3 - Equação de coordenadas cartesianas (2015) 29
Equação 4 - Parte real da equação (2015) 29
Equação 5 - Soluções das ondas “x” e “y” sob uma placa retangular de comprimento “a” e largura “b” (2015) 30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Porcentagem de água nos órgãos humanos 45

SUMÁRIO

RESUMO ..... **VIII**
ABSTRACT ..... **IX**
LISTA DE FIGURAS ..... **X**
LISTA DE QR´S CODE ..... **XII**
LISTA DE EQUAÇÕES ..... **XIII**
LISTA DE TABELAS ..... **XIV**
PARTE A: PRODUÇÃO ARTÍSTICA **1**
PARTE B: PRODUÇÃO CIENTÍFICA (DISSERTAÇÃO) **7**
INTRODUÇÃO **8**
CAPÍTULO I - MÚSICA CIMÁTICA **11**
1. Música Cimática **11**
1.2 A Filosofia da Música Cimática **14**
CAPÍTULO II - SISTEMA DE COMPOSIÇÃO MUSICAL **18**
2.1 Sistema Composicional na Música Contemporânea **18**
2.2 Desenvolvimento do Processo Composicional de Música Cimática **21**
2.2.1 Categoria Sonora 21
2.2.2 Categoria Material 24
2.2.3 Categoria de Intenção 25
2.2.4 Categoria de Especificações Técnicas 28
CAPÍTULO III– COMPOSIÇÕES CIMÁTICAS **31**
3.1 Lissajous X Chladni, Op. 33 ..... **31**
3.1.2 Planejamento e interpretação da obra. 33
3.2 Santa Iemanjá, Op. 34 ..... **48**
3.2.1 Mesa Eletroacústica 48
3.2.2 Planejamento da Obra Santa Iemanjá, Op. 34 53
3.2.3 Especificações Técnicas da Obra Santa Iemanjá, Op. 34. 58
CONSIDERAÇÕES FINAIS **68**
REFERÊNCIAS **69**
ANEXOS **73**

PARTE A: PRODUÇÃO ARTÍSTICA

Universidade Federal de Goiás
Escola de Música e Artes Cênicas
MESTRADO EM MÚSICA
1º Recital - Linha de Pesquisa: *Música, Criação e Expressão*

1. MESTRANDO

Halley Chaves da Silva

2. ORIENTADOR /CO-ORIENTADOR

Anselmo Guerra de Almeida

3. TÍTULO DO PROJETO DE PESQUISA

MÚSICA CIMÁTICA: A construção de materiais sonoros provenientes de experiências de cimática

4. CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO

. Qualidade e dificuldade do programa apresentado
. Existência de relação entre o repertório e o projeto de pesquisa
. Efetiva participação do mestrando examinado como principal executante no Recital
. Domínio técnico e o cuidado com questões interpretativas
. Duração do recital e a comunicação com o público.

5. PARECER

Aos 31 dias do mês de maio de 2017 reuniu-se a Banca Examinadora para apreciar o 1º Recital do(a) mestrando(a) Halley Chaves, realizado no _____.

Após ouvir o programa apresentado, a banca, levando em consideração os critérios previamente definidos, considera o seguinte resultado:

(X) aprovado(a),
( ) reprovado(a)
( ) sujeito a reapresentação , conforme os seguintes termos:

_____
_____

6. OBSERVAÇÕES (Se houver)

7. BANCA EXAMINADORA

Professor (a) Doutor (a) Anselmo Guerra de Almeida
Assinatura: _____
Professor (a) Doutor (a) Carlos Henrique Costa
Assinatura: _____
Professor (a) Doutor (a) Tereza Raquel M Alcantara Silva
Assinatura: _____

* ANEXAR PROGRAMA DO RECITAL.

ESPECIAL AGRADECIMENTO

A Força maior por me dar saúde e muita força para superar todas as dificuldades.

A esta universidade e todo seu corpo docente, além da direção e administração que me proporcionaram as condições necessárias para que eu alcançasse meus objetivos.

Ao meu orientador Anselmo Guerra, por todo o tempo que dedicou a me ajudar durante o processo de realização deste trabalho, e a banca formada pelos professores Carlos Henrique e Tereza Raquel.

Aos meus pais, por todo o amor que me deram, além da educação, ensinamentos e apoio.

Programa de Pós-Graduação
Escola de Música e Artes Cênicas UFG

1° Recital do mestrado

Mestrando: Halley Chaves

Orientador: Dr. Anselmo Guerra

Biografia

Halley Chaves (n.1986) possui formação acadêmica em Licenciatura Plena em Filosofia e Bacharelado em Música com habilitação em composição. Possui Pós-graduação em "História e Ensino de Filosofia", e também em "Educação Musical e Ensino de Artes". Estudou na graduação sob orientação dos compositores Luís Passos e Liduino Pitombeira. Desenvolve trabalhos na área de filosofia e sua inter-relação com a música e também atua como professor de filosofia e artes na rede estadual de ensino de Campina Grande. Atualmente cursa mestrado na Universidade Federal de Goiás, sob orientação do compositor Anselmo Guerra.

BANCA

Dr. Carlos Henrique Costa

Dr. Anselmo Guerra de Almeida

Dra. Tereza Raquel M. Alcântara Silva

LISSAJOUS X CHLADNI OP. 33 (LIVE ELECTRONICS COM CIMÁTICA)

A obra Lissajous X Chladni apresenta uma ideia audiovisual de antagonismo entre o físico e o virtual. Trata-se de uma obra minimalista construída através de um patch de Pure Data Extended que deverá simular um osciloscópio com figuras de Lissajous virtualmente e figuras de cimática na água pelo meio físico.

MISSA DADAÍSTA - 1° MOVIMENTO KYRIE

MISSA DADAÍSTA é uma obra com elementos eletroacústicos e concretos. É uma peça interpretada pelo próprio compositor, sem muita preocupação com a técnica vocal empregada. Possui influência da música de Cage, Pierre Schaeffer, Herbert Eimert, além do livro *codex seraphinianus*. Desta forma, a obra gira em torno de um universo naturalista sem preocupação com a lógica Aristotélica, mas há um pseudosentido Ontológico que gira em torno de sombrias referências entre o sagrado unificado e à phýsys.

LIVE CODING NO PURE DATA

LIVE CODING é arte de programação e criatividade técnica desenvolvida em algum programa de computador. Nesta obra o Living code é apresentado de forma improvisada no programa Pure Data.

31/05/2017,

ÀS 16:00 HORAS

1º RECITAL DO MESTRADO

OBRAS DE
HALLEY CHAVES

LISSAJOUS X CHLADNI OP. 33
(LIVE ELECTRONICS COM CIMÁTICA)

MISSA DADAÍSTA
1° MOVIMENTO
KYRIE

LIVE CODING NO PURE DATA

ORIENTADOR: DR. ANSELMO GUERRA

LOCAL

EMAC - Escola de Música e Artes Cênicas

Universidade Federal de Goiás - UFG - Campus Samambaia

SALA 230

NOTAS DO PROGRAMA DO 1° RECITAL DO MESTRADO

Este recital é o primeiro de dois obrigatórios como requisito parcial para a obtenção do título de MESTRE EM MÚSICA, na linha de pesquisa em Criação e Expressão Musical - O programa do Recital está focado em música contemporânea. Ele abarca composições da fase eletroacústica de minha carreira acadêmica, com aplicação no desenvolvimento de novas tecnologias para composição musical.

LISSAJOUS X CHLADNI OP. 33 (LIVE ELECTRONICS COM CIMÁTICA)

A obra **LISSAJOUS X CHLADNI** apresenta uma ideia audiovisual de antagonismo entre o físico e o virtual. Trata-se de uma obra minimalista construída através de um *patch* de *Pure Data Extended* que deverá simular um osciloscópio com figuras de Lissajous virtualmente e figuras de cimática na água pelo meio físico.

MISSA DADAÍSTA - 1° MOVIMENTO KYRIE

MISSA DADAÍSTA é uma obra com elementos eletroacústicos e concretos. É uma peça interpretada pelo próprio compositor, com uso da voz de forma livre. Possui influência da música de Cage, Pierre Schaeffer, Herbert Eimert, além do livro *Codex seraphinianus.* Desta forma, a obra engloba o universo naturalista sem preocupação com a lógica Aristotélica, mas há um pseudosentido Ontológico que gira em torno de sombrias referências entre o sagrado unificado e à *phýsys*.

LIVE CODING NO PURE DATA

LIVE CODING é arte de programação e criatividade técnica desenvolvida em algum programa de computador. Nesta obra o *Living code* é apresentado de forma improvisada no programa Pure Data.

Notas por Halley Chaves

NOTAS DO PROGRAMA DO RECITAL DE DEFESA

Este recital é o segundo de dois obrigatórios como requisito final para a obtenção do título de MESTRE EM MÚSICA, na linha de pesquisa em Criação e Expressão Musical - O programa do Recital está focado em música contemporânea. Ele abarca composições da fase eletroacústica de minha carreira acadêmica, com aplicação no desenvolvimento de novas tecnologias para composição musical.

SANTA IEMANJÁ, Op. 33

O presente recital apresenta a obra *santa iemanjá, op. 33* e uma invenção denominada de *mesa eletroacústica* que é um modelo eletroacústico da *mesa vibroacústica*. Este é um instrumento que foi projetado para a realização da *apreciação cimática* no corpo humano. Almejamos usar a mesa eletroacústica no desenvolvimento de obras dentro do conceito de *música cimática* aplicada no corpo humano.

.

Notas por Halley Chaves

PARTE B: PRODUÇÃO CIENTÍFICA (DISSERTAÇÃO)

INTRODUÇÃO

O termo Cimática foi utilizado pela primeira vez pelo cientista suíço Hans Jenny[1] (1904-1972). Sua Origem é do grego *kyma* (*κύμα*), que significa "onda", e *ta kymatika* (*τα κυματικά*), que constitui “assuntos referentes a ondas”. (WIKIPÉDIA, 2016). Sobre cimática, Hans Jenny demonstra que:

> Ao tentar observar os fenômenos de vibração, repetidamente sente-se um desejo espontâneo de tornar os processos visíveis e fornecer evidência ocular de sua natureza. Pois é óbvio que, em virtude da abundância, clareza, e natureza consciente das informações comunicadas pelo olho, nosso modo de observação deve ser visual. Por maior que seja o poder do ouvido para revirar emoções, por mais amplas que sejam as informações que recebe, particularmente através da linguagem, o sentido da audição não pode atingir essa clareza de consciência que é nativo da visão. Quem pode reproduzir uma sinfonia após apenas uma audiência, ou até mesmo recordar todos os seus temas? Mas quantos existem, depois de olhar para uma imagem, pode, em princípio, descrever seus principais elementos. Não é surpreendentemente, que os trabalhadores em acústica experimental deveriam se esforçar para tornar visíveis seus fenômenos durante períodos importantes do desenvolvimento da ciência. (JENNY, 2001, p.21, tradução nossa).[2]

Chladni (1756-1827), considerado o “pai da acústica” (STÖCKMANN, 2007, p. 22), por volta de 1782, pesquisou a fundo o fenômeno que foi iniciado por Galileu (1564-1642) e Hooke (1635-1703). (WIKIPEDIA, 2016)[3]. Neste mesmo ano, conforme Petraglia (2015), Chladni realizava experimentos na área da acústica, em sua própria casa. Ele demonstrava o maior interesse pelos fenômenos relacionados a superfícies vibratórias, pouco estudadas desde então. Continua Petraglia relatando que:

> Estudava os escritos de seus antecessores especialmente Euler (1707-1783), Bernoulli (1700-1783) e Riccati (1709-1790) e procurava refazer seus experimentos. Entre os diversos instrumentos de investigação, Chladni, após muita procura, passou a servir-se do arco do violino, seguindo uma descrição de Johann N. Forkel (1749-1818) de

[1] Hans Jenny propõe o termo “Cimática” para explicar a ação de ondas sonoras nos corpos.

[2] “In attempting to observe the phenomena of vibration, one repeatedly feels a spontaneous urge to make the processes visible and to provide ocular evidence of their nature. For it is obvious that, by virtue of the abundance, clarity, and conscious nature of the information communicated by the eye, our mode of observation must be visual. However great the power of the ear to stir the emotions, however wide-ranging the information it receives, particularly through language, the sense of hearing cannot attain that clarity of consciousness which is native to that of sight. Who can reproduce a symphony after only one hearing, or even recall all its themes? But how many are there who, after looking at a picture, can in principle describe its main elements. It is not surprising then, that workers in experimental acoustics should have striven to make its phenomena visible during important periods of the development of the science.”

[3] Estes dados de referência primária não foram encontrados em nenhum outro artigo desde então.

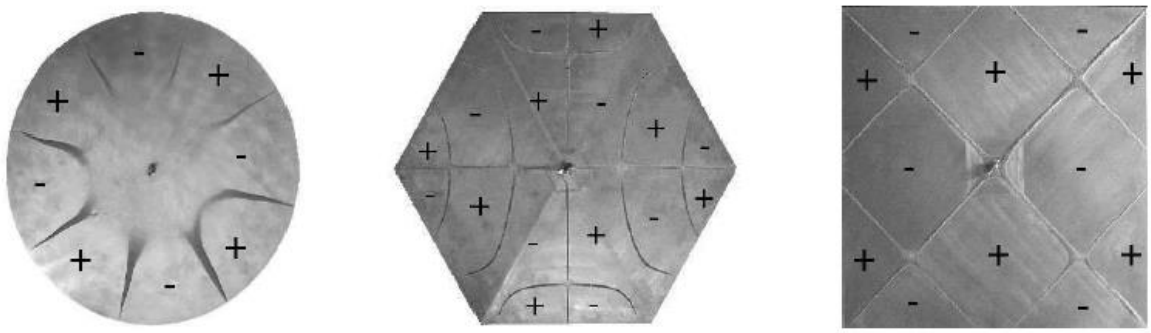
> como este poderia ser usado para tocar a "Harmônica de Vidro"[4]. (PETRAGLIA, 2015, p. 4).

Chladni buscava uma forma de tornar visível os fenômenos vibratórios, os quais chamou de “Figuras sonoras”. (PETRAGLIA, 2015, p. 4). Para isso, experimentou com grãos de areia sobre placas de metal, que eram colocadas em vibração.

> Entre outras coisas, observei que qualquer placa de vidro ou metal, de tamanho não muito pequeno produziu uma variedade de sons toda vez que segurei e bati nelas em posições diferentes, e queria saber a razão para esta variabilidade que ninguém havia investigado ainda. Por meio de uma morsa, fixei num pivot no meio de uma placa de metal, removida de uma máquina de polimento, e notei que fricções com um arco de violino poderiam produzir sons diferentes que eram fortes e mais constantes que aqueles obtidos por meio de fricção pela mão. (CHLADNI, *apud* STÖCKMANN, 2007, p. 16, tradução nossa)[5].

Chladni trabalhou intensamente os vários aspectos do som e descobriu que acontecia um fenômeno geométrico sob as placas com areia. A Figura 1 é decorrente de um processo de vibrações dos corpos.

Figura 1 - Fenômeno sob as “placas de Chladni”



Fonte: Petraglia (2015, p. 7).

[4] “Instrumento bastante popular na época, constituído de "tigelas" de vidro fixadas a um eixo rotatório. Normalmente se tocava encostando os dedos úmidos nas suas bordas em movimento”. (PETRAGLIA, 2015, p. 4).
[5] “Among other things I had observed that any glass or metal plate of a size not too small produced a variety of sounds whenever I held and stroke them in different positions, and I wished to know the reason for this variability which nobody had ever before investigated. By means of a vice I fixed the pivot in the middle of a brass plate taken from a grinding machine, and noticed that strokes with a violin bow could produce different sounds which were stronger and more constant than those obtained by mere strokes of the hand”.

A formação destas figuras depende exclusivamente de vários fatores: Corpo que é inserido, frequência, intensidade entre outros. Para Petraglia (2015, p. 7):

> Uma placa tem o que chamamos modos de vibração. Podemos entender isso como sendo as muitas maneiras que ela tem de se acomodar a um movimento. Estes modos são determinados pela forma, material, espessura e capacidade elástica da placa, bem como pela frequência em que ela é levada a vibrar. Disso resulta que um grande número de figuras podem ser obtidas com uma mesma placa. Naturalmente à cada um desses modos está associada uma freqüência de vibração e conseqüente altura tonal. Neste sentido ao investigarmos uma placa logo percebemos duas leis importantes: 1- Mantendo-se as condições da placa, uma mesma figura esta sempre associada a um mesmo tom. 2- Tons mais agudos geram figuras mais complexas e um maior número de linhas nodais. Tons mais graves geram figuras mais simples e um menor número de linhas nodais. (PETRAGLIA, 2015, p. 7).

O problema a ser respondido por esta dissertação aborda a dificuldade de expressar em linguagem musical o fenômeno da Cimática e extrair informações musicais a partir de padrões visuais e físicos que por sua vez foram gerados pelo som.

Este trabalho utiliza o fenômeno da Cimática como processo composicional para construir obras de câmara e eletroacústicas. Desse modo, almeja-se no decorrer da pesquisa, realizar composições de materiais sonoros provenientes da relação do som com a matéria.

A pesquisa bibliográfica procura a fundamentação teórica sobre a Cimática e sua aplicação no campo musical de acordo com os objetivos a serem alcançados. Além disso, são exploradas as relações entre os aspectos físicos da Cimática e a poética musical, com a aplicação deste mapeamento em obras musicais.

Este artigo se divide em três capítulos. O primeiro capítulo revisa o referencial teórico abordado e procura refletir sobre a importância da criação de uma identidade para a Música Cimática. O segundo capítulo apresenta trabalhos de Aluizio Arcela (1948-), Liduino Pitombeira (1962-) e Halley Chaves (1986-) para justificar a criação de um sistema composicional de Música Cimática. Em sequência, foram apresentadas quatro categorias: sonora, material, de intenção e especificações técnicas; que fomentaram numa didática para composição das obras de minha autoria: *Sinfonia n° 1, Op. 28* (2015), *Lissajous x Chladni, Op. 33* (2017) e *Santa Iemanjá, Op. 34* (2017). O terceiro capítulo da pesquisa consiste em um memorial de composição e performance das duas obras composta no período de 2017, como parte experimental da pesquisa proposta. *Lissajous x Chladni, Op. 33* foi apresentado no primeiro recital, em 31 de maio de 2017, e *Santa Iemanjá, Op. 34* foi exibida no segundo recital de defesa, em 23 de março de 2018.

CAPÍTULO I - MÚSICA CIMÁTICA

1. Música Cimática

Música Cimática é a arte que se preocupa com a manifestação do som na *phýsis*. (SILVA, 2016). Esta definição foi pensada de acordo com o significado da terminologia Cimática proposto pelo físico Hans Jenny, com um acréscimo de uma terminologia filosófica (*phýsis*). Reale e Antiseri (2003) defendem uma posição de recuperação arcaica dos termos modernos, fator que exploro na acepção supracitada.

> Os primeiros filósofos (talvez o próprio Tales) denominaram esse princípio com o termo *physis*, que indica natureza, não no sentido moderno do termo, mas no sentido originário de realidade primeira e fundamental. Assim, os filósofos que, a partir de Tales até o fim do séc. V a.C., indagaram a respeito da *physis* foram denominados "Físicos" ou "Naturalistas". Portanto, somente recuperando a acepção arcaica do termo e captando adequadamente as peculiaridades que a diferenciam da acepção moderna será possível entender o horizonte espiritual desses primeiros pensadores. (REALE; ANTISERI, 2003, p. 19).

Chladni fez diversas demonstrações em público para mostrar seus instrumentos musicais e também as figuras sonoras que formavam padrões geométricos. Geometria de acordo com Lundy (2001, p. 22) é "número no espaço" e música, é o "número no tempo".

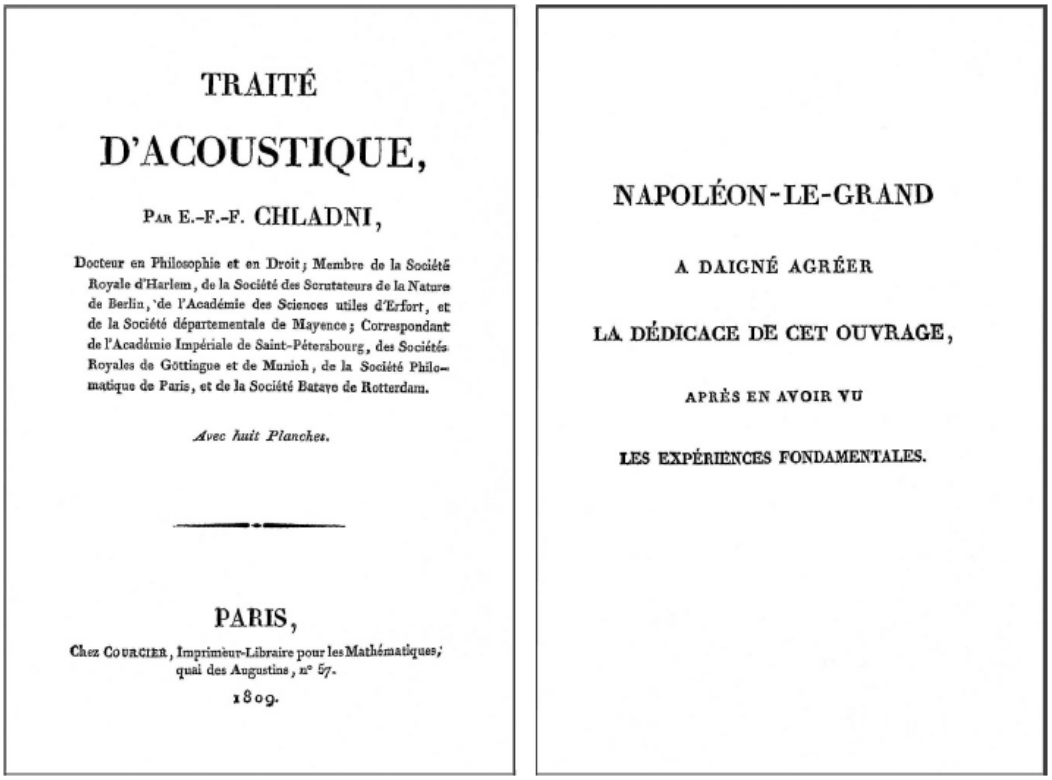
Stöckmann (2007) afirma que Chladni tornou-se exímio na execução das figuras sonoras. Quanto ao aspecto artístico Stöckmann (2007) comenta que em uma noite de fevereiro de 1809, em Paris, Chladni conhece Napoleão Bonaparte. O general estava interessado em uma demonstração de experimentos de Chladni e convidou-o para um verdadeiro show.

> Primeiramente toquei algumas peças no Clavicylinder que pareceu agradar as pessoas presentes. Napoleão também queria produzir alguns sons, mas apesar de ter-lhe dito que as teclas deveriam ser tocadas muito gentilmente, e, embora ele acreditasse tê-las pressionado muito suavemente, tudo aconteceu de forma tão vigorosa que na minha opinião ainda isso mostrou que sua energia dominou sua suavidade. (STÖCKMANN, 2007, p. 19, tradução nossa).[6]

[6] "Ich spielte erst etwas auf dem Clavicylinder, welches den Anwesenden zu gefallen schien; Napol´eon wollte hierauf auch einige T¨one angeben, aber, wiewohl ich ihm gesagt hatte, dass die Tasten nur sehr gelind m¨ussten niedergedr¨uckt werden, und er sie auch nur sehr schwach niederzudr¨ucken glaubte, so geschah es doch mit solcher St¨arke, dass meines Erachtens auch hierin seine mehrere Energie als Sanftheit sich zu erkennen gab".

Chladni se torna um grande admirador de Napoleão Bonaparte. No seu *Traité D'Acoustique*, há uma dedicatória ao general (Figura 2).

Figura 2 - Dedicatória de Chladni para Napoleão Bonaparte no seu Tratado de Acústica



TRAITÉ

D'ACOUSTIQUE,

PAR E.-F.-F. CHLADNI,

Docteur en Philosophie et en Droit; Membre de la Société Royale d'Harlem, de la Société des Scrutateurs de la Nature de Berlin, de l'Académie des Sciences utiles d'Erfort, et de la Société départementale de Mayence; Correspondant de l'Académie Impériale de Saint-Pétersbourg, des Sociétés Royales de Göttingue et de Munich, de la Société Philomatique de Paris, et de la Société Batave de Rotterdam.

Avec huit Planches.

PARIS,

Chez COURCIER, Imprimeur-Libraire pour les Mathématiques, quai des Augustins, n° 57.

1809.

NAPOLÉON-LE-GRAND

A DAIGNÉ AGRÉER

LA DÉDICACE DE CET OUVRAGE,

APRÈS EN AVOIR VU

LES EXPÉRIENCES FONDAMENTALES.

Fonte: Stöckmann (2007, p. 20).

Ainda no artigo de Stöckmann temos uma demonstração da "lei de Chladni". "Para placas circulares ele descobre uma empírica relação entra a frequência ν pertencente a um padrão de som, bem como o número de suas linhas diametrais e radiais nodais n, m, respectivamente, $\nu \sim (n + 2m)^2$ ". (STÖCKMANN, 2007, p. 17). [7]

No século XX, existem muitas referências à Música Cimática, e não é difícil achar algum compositor ou artista que já tenha experimentado esse fenômeno. No *Grove Music Online* encontramos, por exemplo, Ron Pellegrino:

> As obras de Pellegrino refletem seu interesse em psicoacústica e psico-óptica, criando trabalhos cujos aspectos sônicos e visual são integrados ou derivados de fontes eletrônicas comuns. Ele fundou dois conjuntos de performance de música eletrônica, o Real Eletric Symphony (R * ES) e o Sonoma Electro-Acoustic Music Society (SEAMS), e tem desenvolvido uma teoria da música com base na estrutura e

[7] "For circular plates he discovers an empirical relation between the frequency ν belonging to a sound pattern, and the number of its diametric and radial nodal lines n, m, respectively, $\nu \sim (n + 2m)^2$."

> comportamento das ondas e vibrações, o que ele chama de "música cimática". Ele tem escrito artigos sobre vários temas, incluindo sintetizadores e composição com laser. (OXFORD MUSIC ONLINE, 2015, tradução nossa).[8]

Foram encontrados muitos artigos sobre Cimática pelo viés da física, entretanto pelo olhar da música encontramos trabalhos de Nigel Stanford (2013), Ron Pellegrino (1940-) e Tom Zé (1936-) que focam a Música Cimática como processo estético/visual. Para ter acesso aos áudios dos exemplos musicais nesta dissertação optamos por usar a tecnologia QR Code, que pode ser acessado por qualquer programa de leitura baixado em todos sistemas operacionais para celular. Nos QR Codes 1, QR Code2 e QR Code 3, pode-se acessar o vídeo do comercial da Natura, com a participação de Tom Zé, em seguida a obra *Cymatic Laser Dream* de Ron Pellegrino e por último a obra Cimática com maior visualização no YouTube: *CYMATICS: Science Vs. Music*, por Nigel Stanford.

QR Code 1 - Comercial da Natura

Fonte: Natura Musical (2015).

QR Code 2 - Cymatic Laser Dream

Fonte: Pellegrino (2013).

[8] "Pellegrino's works reflect his interest in psychoacoustics and psycho-optics, creating works whose sonic and visual aspects are either integrated through, or derived from, common electronic sources. He founded two electronic music performance ensembles, the Real Electric Symphony (R*ES) and the Sonoma Electro-Acoustic Music Society (SEAMS), and has developed a theory of music based on the structure and behavior of waves and vibrations, which he calls 'cymatic music'. He has written articles on various topics including synthesizers and laser composition.'

QR Code 3 - CYMATICS: Science Vs. Music - Nigel Stanford

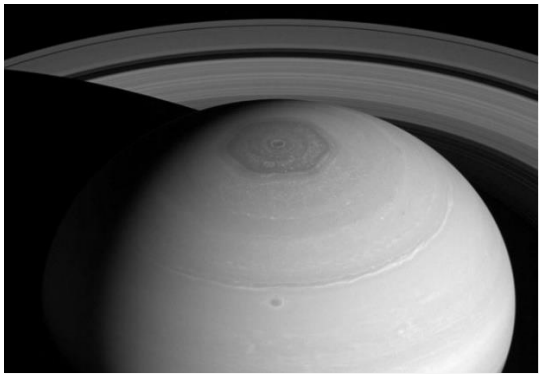
Fonte: Stanford (2014).

1.2 A Filosofia da Música Cimática

A grande problemática deste trabalho era a falta de definição de Música Cimática nos dicionários de música e trabalhos científicos. Portanto, foi necessário, em primeiro lugar, definir e publicar o significado de Música Cimática[9].

A Cimática é um fenômeno intrínseco na natureza, ou seja, ele está presente em todo universo, onde existir som e matéria. Na Figura 3, feita pela NASA, encontramos um hexágono ocorrendo em Saturno.

Figura 3 - Fenômeno registrado em Saturno pela NASA



Fonte: NASA (2017).

[9] O autor participou do III Simpósio Internacional de Música Nova, que aconteceu no Goethe-Institute, em 14 de setembro de 2016, na cidade de Curitiba-PR, ministrando uma palestra sobre Música Cimática. Este evento dedicado à Música Contemporânea e Computação Musical, foi organizado pelo Grupo de Pesquisa Núcleo Música Nova (CNPq/UNESPAR) para o público acadêmico e a comunidade. Neste evento, afincou que toda relação do som com a matéria é cimática, além disso, mostrou fenômenos físicos intrínsecos na natureza.

Há uma especulação acerca da Cimática, como um caminho para provar que existe uma afinação mais “correta” a ser seguida. Alguns audiófilos defendem uma nova ordem musical, onde o padrão de afinação deve ser mudado, “A primeira vez que Ivan Yanakiev ouviu um instrumento afinado a 432 Hertz, conta ele, parecia que ele estava ouvindo Deus falar”. (HAMPTON, 2014).

De acordo com nossas experiências, o que será esclarecido nos capítulos posteriores e foi apontado em trabalhos já publicados, não acreditamos ~~na~~ a Cimática como caminho para provar tais teorias, pois a formação das figuras depende de vários elementos. Além disso ~~, no mais~~, o artigo de Hampton (2014) nos mostra:

> Defensores da causa deleitam-se com estudos cimáticos como se tivessem encontrado as impressões digitais de Deus, admirando os padrões complexos que surgem quando a frequência é projetada através da água ou de algum outro meio de frequência. (Embora seja preciso notar que, por mais impressionantes que sejam essas formas radiantes, semelhantes ao Sol, elas seriam completamente diferentes se a área da superfície do meio sofresse qualquer pequena alteração).

Outro tirocínio revela-se no poder do som em corpos através do fenômeno da ressonância. Sabemos que determinadas frequências em ressonância com o vidro podem quebra-lo.

> A Ressonância é o fenômeno no qual sistemas oscilantes passam a ter amplitude máxima para determinadas frequências, denominadas frequências ressonantes, onde até forças oscilantes pequenas podem produzir grandes amplitudes devido ao grande acúmulo de energia nesse estado. Um exemplo desse fenômeno ocorre quando uma criança em um balanço descobre o momento exato de dobrar as pernas para aumentar a amplitude do seu movimento, ou seja o seu corpo passa a oscilar com a mesma frequência que as cordas do balanço, resultando na ressonância. (FERREIRA JÚNIOR, 2013).

O caso mais bizarro do fenômeno pode ser observado na Ponte de Tacoma. A estrutura foi construída no Estreito de Tacoma em Washington, Estados Unidos, em 1938 e inaugurada em 1940. Pouco tempo depois de sua inauguração a população observava um fenômeno de ressonância incomum, onde o vento fazia com que a ponte parecesse uma estrutura de gelatina, até que no mesmo ano de sua inauguração ela desabou (Figura 4).

Figura 4 - Ponte de Tacoma

Fonte: Ferreira Junior (2013).

QR Code 4 - Ponte de Tacoma

Fonte: Abreu (2007).

Os cientistas do Laboratório Argonne do Departamento de Energia dos Estados Unidos descobriram uma forma de levitar objetos por ondas sonoras, e estão tentando desenvolver medicamentos com este procedimento (Figura 5).

Figura 5 - Levitação Acústica

Fonte: Sagoff (2012).

QR Code 5 - Levitação Acústica

Fonte: Sagoff (2012).

Em virtude dos fatos mencionados, a exposição dos fenômenos físicos da Cimática juntamente com a sua definição proposta por Hans Jenny, permitiu-me propor uma definição para a Música Cimática, contribuindo para a construção de sua identidade na área da música.

Dada à importância do assunto, foi necessário o desenvolvimento de um sistema composicional de Música Cimática, fator que será melhor explicado no capítulo posterior[10].

[10] 2° Capítulo.

CAPÍTULO II - SISTEMA DE COMPOSIÇÃO MUSICAL

2.1 Sistema Composicional na Música Contemporânea

Este subcapítulo irá abordar *a priori*, a importância da construção de sistemas composicionais e mostrará alguns trabalhos de autores brasileiros. *A posteriori*, em 2.2, apresentaremos o sistema composicional de Música Cimática que exemplificará como foi possível extrair informações musicais do fenômeno da Cimática.

A Criação de novos Sistemas Composicionais é uma *práxis* bastante comum na área da composição musical. O pesquisador e compositor Aluizio Arcela (1948-)[11] evidencia a criação de seu sistema.

> Evidentemente que, neste sistema musical, haverá infinitas melodias possíveis para um número finito de ritmos decifráveis (ver LAMUS, 2013b), as quais se calculam quando os eventos intervalares11 acima mencionados são considerados não só na circunstância temporal, mas também na sua realidade geométrica, isto é, como pontos do espaço euclidiano. Mais especificamente, cada um desses pontos poderá ser convertido em nota musical, já que todos eles possuem posição e velocidade próprias, sendo ambas calculáveis por meio da cinemática do movimento intervalar, movimento este que resulta da combinação de dois movimentos periódicos12, sendo, um deles, um movimento harmônico simples – justamente aquele com maior *força da altura*13 e que, por esta razão, define o estado do intervalo – e, o outro, um movimento circular e uniforme. (ARCELA, 2014, p. 49).

O grupo de estudo Grupo de Análise Musical (GAMA, 2010) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), publicou artigos com a criação de novos sistemas composicionais. Halley Chaves, Augusto Araújo e Liduino Pitombeira (1962-)[12] propõem um

[11] Aluizio Arcela Júnior (João Pessoa, Paraíba, 1948). Artista visual e músico. Gradua-se em engenharia elétrica em 1974, torna-se mestre em 1977 também em engenharia elétrica e doutora-se em 1984 em informática, sempre na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC/RJ). Suas pesquisas de mestrado e doutorado tratam de aspectos sonoros, matemática e computação, temas que se aprofundam na síntese de som e intervalo musical. Desde 1984 atua como professor da Universidade de Brasília (UnB), dedicando-se ao ensino de ciência da computação e música. Na UnB, em 1985, cria o Laboratório de Processamento Espectral, no Departamento de Ciência da Computação. É um dos responsáveis pela instalação do programa de pós-graduação em arte e tecnologia da imagem, no Instituto de Artes da UnB, em 1994. Sua atuação artística tem início em audiovisual, com Ballet de Lessajous (1974). Desde então dedica-se à relação som e imagem, em vídeos e música computacional. Integra o grupo Infoestética que organiza exposições em 1989 e 1991. Também fazem parte do grupo Suzete Venturelli (1956) e Bia Medeiros (1955). Com Luz, Geometria e Som (1994), cria uma de suas séries mais conhecidas, aliando sons e imagens sintéticas, gerados por softwares desenvolvidos pelo artista. (ENCICLOPÉDIA ITAÚ CULTURA, 2017).

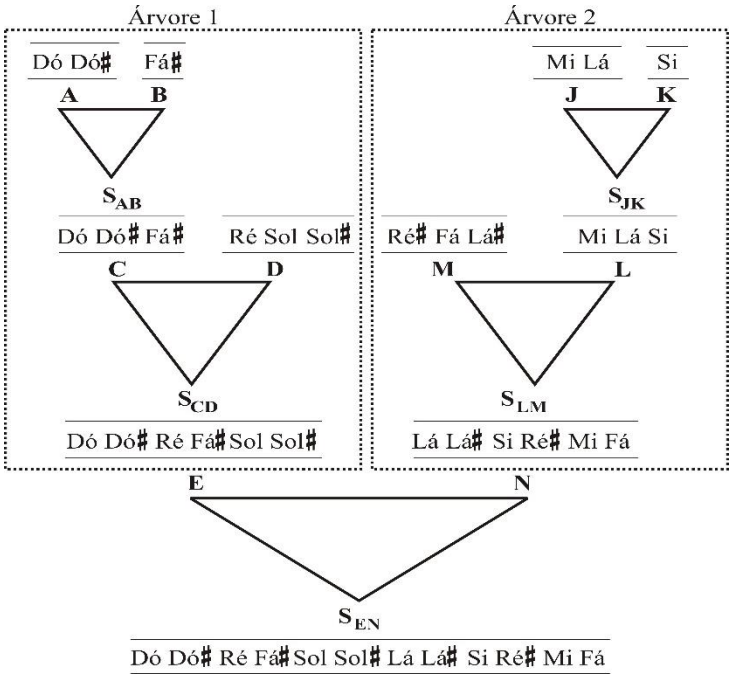
[12] Liduino Pitombeira (Russas-Ceará, 1962) é professor de composição da Escola de Música da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). É doutor em composição e teoria pela Universidade Estadual de Louisiana (EUA) onde estudou com Dinos Constantinides. Lecionou composição, orquestração e técnicas composicionais contemporâneas, de 2004 a 2006, na Universidade Estadual de Louisiana, onde já vinha atuando como instrutor

sistema baseado na estrutura triádica de Johann Gottlieb Fichte (1762-1814), de *Tese, Antítese e Síntese*, influenciado pela filosofia hegeliana, para criação de material utilizado por Pitombeira na composição de sua *Sonata Hegeliana, Op.182*.

> O primeiro passo no planejamento dessa sonatina para piano, foi delimitar o conjunto universo e definir os subconjuntos complementares que serão postos em oposição dialética. Tomamos como universo as doze alturas que integram a gama cromática. Em seguida, dividimos essa escala em dois hexacordes, que correspondem ao sexto modo de Messiaen: [Dó-Dó#-Ré-Fá#-Sol-Sol#] e [Lá-Lá#-Si-Ré#-Mi-Fá]. Esses hexacordes foram então desmembrados em quatro tricordes de forma diferenciada, ou seja, o primeiro hexacorde foi desmembrado nos tricordes [Dó-Dó#-Fá#] e [Ré-Sol-Sol#] e o segundo hexacorde foi desmembrado nos tricordes [Ré#-Fá-Lá#] e [Mi-Lá-Si]. Posteriormente, esses tricordes foram desmembrados em díade e altura isolada, e foi a partir desse ponto que os gestos da peça começaram a ser inicialmente delineados. A aplicação do processo dialético consiste no retorno desses materiais à fonte original, ou seja, à escala cromática. (SILVA; ARAÚJO; OLIVEIRA, 2012, p. 1548).

Na Figura 6 podemos observar a estruturação do material sonoro da "Sonatina Hegeliana" de Pitombeira.

Figura 6 - Estruturação dialética do planejamento das alturas na *Sonatina Hegeliana, Op.182,* de Liduino Pitombeira



Fonte: Silva, Araújo e Oliveira (2012, p. 1549).

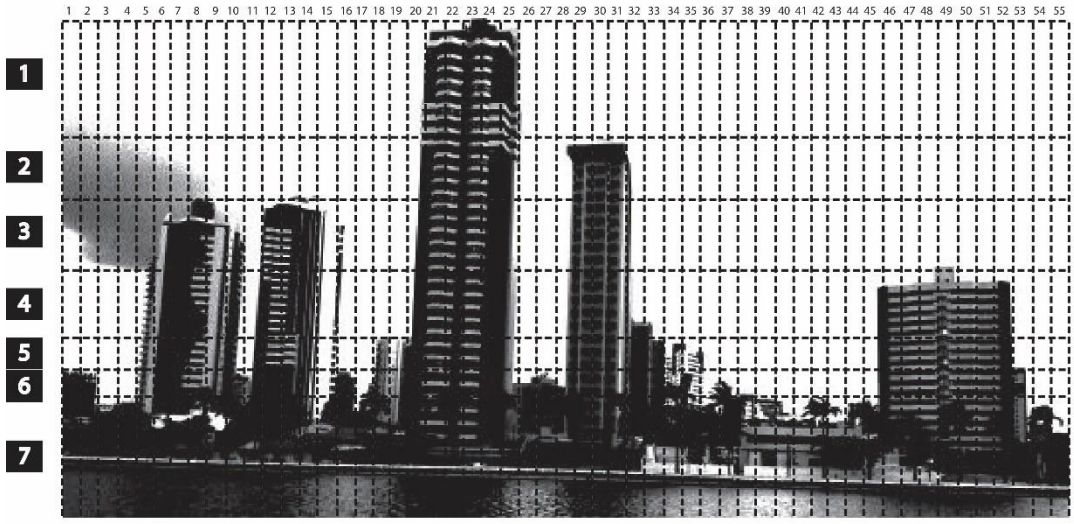
bolsista desde 2001. Foi professor substituto de harmonia, contraponto e análise da Universidade Estadual do Ceará (1996-1998). (OLIVEIRA, 2018).

Em outro trabalho do GAMA publicado no Congresso Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Música (ANPPOM) de 2014 em São Paulo, propomos a criação de um sistema musical utilizando a teoria dos contornos em fotografias para criação de material para o planejamento composicional do 2º movimento, *Açude velho*, do quinteto de metais *Paisagens, Op. 3*, (2014), minha composição.

> Essa técnica se inspira em dois trabalhos. O primeiro é a tradicional técnica "melodia das montanhas", de Heitor Villa-Lobos, que consiste em associar as alturas musicais a contornos delineados pelas silhuetas de montanhas. A peça *New York Skyline Melody*, de Villa-Lobos, foi composta a partir deste procedimento. [...] O segundo trabalho que nos serviu de inspiração é uma técnica analítica proposta por Didier Guigue (2011:2), utilizada em nosso artigo sob um viés prescritivo. Nessa técnica, Guigue associa o perfil formal do prelúdio de Debussy Ce qu'a vu e vent d'Ouest com quatro categorias de estruturação de alturas. (SILVA; SANTOS; OLIVEIRA, 2014).

A partir da fotografia dos prédios da cidade de Campina Grande, desenvolvemos contornos, compassos e material sonoro com os modos de Messiaen, como podemos observar na Figura 7.

Figura 7 - Fotografia do centro da cidade de Campina Grande, em alto contraste, contendo uma grade que indica os compassos (eixo x) e as regiões associadas aos modos de Messiaen (eixo y) (2014)



Fonte: Silva, Santos e Oliveira (2014).

Estes sistemas supracitados, demonstram como é comum no meio acadêmico, a formação de sistemas composicionais, que podem ser definidos como: "Um conjunto de

diretrizes, formando um todo coerente, que coordena a utilização e interconexão de parâmetros musicais, com o propósito de produzir obras musicais" (LIMA, 2011, p. 62). Desse modo, no próximo subcapítulo apresentaremos o sistema composicional de Música Cimática.

2.2 Desenvolvimento do Processo Composicional de Música Cimática

Para tornar didático o processo de composição de Música Cimática, foi necessário criar um sistema composicional definido através de experiências físicas e artísticas do fenômeno, com regras específicas como nos tradicionais sistemas tonal[13], modal[14] e dronal[15], como demonstrado por Martineau (2017). Estas regras serão nomeadas como as quatro categorias de sistematização: sonora, material, de intenção e especificações técnicas.

2.2.1 Categoria Sonora

São as especificações relativas ao timbre, altura, amplitude e duração. A categoria sonora foi a primeira sistematização que surgiu em antagonismo a muitas experiências de Cimática publicadas na internet, pois descobrimos, na *práxis*, que o fenômeno de formação das figuras não é tão simples de ser reproduzido.

Na UFCG, tentamos reproduzir os experimentos de Cimática que estudamos nos artigos de duas formas: uma com placas de Chladni cobertas de areia, e na outra com recipientes cheios de água. Observamos que a formação das figuras não depende exclusivamente das frequências, mas também da amplitude, do timbre, da duração. Para a formação das figuras é necessário fornecer ao motor de vibração (o qual faz a placa vibrar) um valor de amplitude suficiente capaz de movimentar os grãos de areia. Embora pode-se reproduzir figuras similares nas placas cobertas de areia, mantendo-se os mesmos parâmetros, tal resultado não foi obtido

[13] A música tonal envolve apenas duas modalidades: maior e menor. As posições dos meios-tons são altamente organizadas. O acorde dominante é sempre maior, apontando para a tônica com seu poderoso tom principal (o terceiro de seu acorde, e também a sétima da escala). (MARTINEAU, 2017, p. 37).

[14] Em música modal, o acorde dominante não precisa ser maior, nem mesmo utilizado, e os tons principais ou dominantes podem ocorrer em outras posições além da posição padrão maior//menor. Com boa variabilidade harmônica e tendências de tom suavizadas, este é o tipo mais comum de sistema harmônico. (Ibid., p. 37).

[15] A música dronal – melódica por natureza, em vez de harmônica – tem todas as notas da escala assumindo papéis variáveis, adquirindo importância por intervalo e por repetição. Todas as notas sempre se relacionam com o ponto central, o tom de repouso ou drone. (Ibid., p. 37).

consistentemente com os recipientes de água, motivo o qual não pudemos averiguar com precisão.

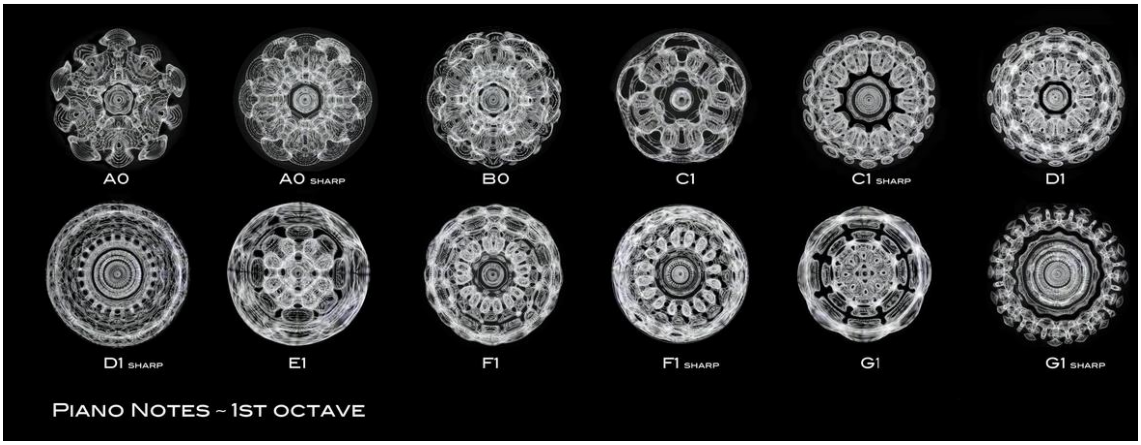
Existiu, na pesquisa empírica, um maior controle da formação das figuras geométricas com as placas de Chladni, como demonstrado na Figura 8.

Figura 8 - Experiência com placa quadrada realizada na UFCG por Halley Chaves (2015)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Um projeto realizado sob a encomenda do artista Shannon Novak ao *Cymascope* nos chamou a atenção e foi a base para as primeiras experiências realizadas na UFCG. Neste trabalho a equipe do *Cymascope* gravou as notas do piano partindo do Lá 0 até o Sol# 1. A equipe observou que a energia produzida pela envoltória do piano variava muito, fazendo com que as imagens formadas na água fossem bastante dinâmicas. Sendo assim, a Figura 9 foi obtida de regiões mais estáveis do envelope.

Figura 9 - Fenômeno da Cimática na água com o timbre do piano (*Cymascope*)



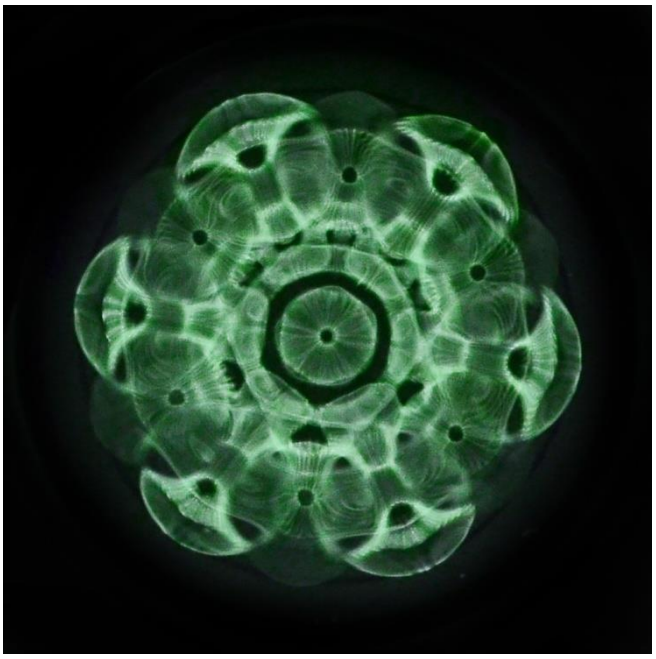
Fonte: Cymascope - Sound Made Visible (2016).

Com intuito de repetir o mesmo experimento a fim de obter as mesmas imagens referentes a cada nota musical experimentamos com diversos tamanhos de alto-falantes e recipientes com água de diferentes dimensões. A amplitude aplicada (neste caso o nível de volume que alimenta as caixas) resultou numa variação no resultado da formação e complexidade das figuras que ora produzem ondas estacionárias (quando se observa a formação de um padrão ou uma imagem), ora produzem uma figura em contínua transformação, sempre caótica e instável, sem um padrão legível.

Observamos que os melhores resultados obtidos na água com os equipamentos que tínhamos a mão, são para frequências baixas em torno de 1 Hz e 200 Hz. Outro fator importante para a visualização das imagens é a iluminação, que deve ser feita preferencialmente a 90º. Na tentativa de uma captação adequada das figuras, foram utilizados vários tipos de fontes de luz, até chegar num melhor resultado com uma fita de lâmpadas de led de cor amarela. A vantagem de se fotografar com uma luz colorida está na possibilidade de mudar a matiz da imagem captada na edição. A Figura 10 foi obtida através de uma caixa simples e de baixo custo para laptop, que foi alimentada com um som senoidal e fotografada a 90º. Trata-se de um trabalho realizado pelo professor Dr. Luís Passos[16]

[16] Luís Otávio Teixeira Passos (1980-) é formado em música (composição) pela Escola de Música da UFMG (2004), onde foi aluno de Gilberto Carvalho, Rogério Vasconcelos, Oiliam Lanna e Sérgio Freire. Nesse período escreveu obras de câmara, orquestrais e eletroacústicas. Sua obra *Imagens*, para orquestra, recebeu menção honrosa no Harvard Bach Society Composition Competition em 2004. Em 2007, conclui o mestrado em composição pela UFRGS sob orientação de Celso Loureiro Chaves. Compôs um conjunto de obras para instrumento solo e uma obra para câmara cujos processos composicionais foram discutidos no memorial *Motivações e processos estruturantes* em um conjunto de cinco obras. Dessas obras, *Feixe de luz, desolado e turno, no anoitecer* foi apresentada na XVIII Bienal de Música Contemporânea Brasileira. Foi também aluno de Antônio Borges Cunha. Com bolsa concedida pela Capes e Fulbright recebeu o título de Doctor of Musical Arts da University of Texas at Austin em 2011 com a tese *Concerto for Orchestra* que consiste da composição de um concerto para grande orquestra e de uma reflexão estética e técnica do processo composicional empregado nessa obra. No doutorado, foi aluno de Donald Grantham, Russell Pinkston, Bruce Pennycook e Yevgeniy Sharlat. Desse período, seu Quarteto de Cordas foi selecionado para ser apresentado no festival Future Places, na Casa da Música, Porto, Portugal. Passos também escreveu obras eletroacústicas, e com a orientação de Russell Pinkston, elaborou um programa para processamento de som em Max/Msp para a peça de teatro PIGS R UZ de Heloise Gold. (UNIDADE ACADÊMICA DE ARTE E MÍDIA, 2009).

Figura 10 - Experiência de Cimática na água realizada na UFCG pelo prof. Dr. Luís Passos



Fonte: Passos (2015).

As experiências de Cimática realizadas nestes trabalhos determinaram que as informações publicadas em sites como o *Cymascope* não são reais. No site do *Cymascope*, há uma promessa de que todas as notas do piano terão uma resposta simétrica na água, mas de acordo com nossas experiências isso não é possível, pois a resposta de ressonância na água é para frequências abaixo de 200 Hz. Em virtude disso, elaboramos a "categoria sonora" para demonstrar empiricamente que as formações das figuras nos corpos dependem de mais fatores além da frequência.

2.2.2 Categoria Material

A Música Cimática deve ser feita para algum corpo material. Não existe Música Cimática se ela não for designada para interferir na *phýsis*. A matéria é um dos elementos principais na Música Cimática, pois exercemos um devir intencionado no corpo ao produzir a Cimática.

Na *Sinfonia n° 1, Opus 28*[17] (2015) foi utilizado uma placa de Chladni quadrada da marca Daedalon, feita de alumínio, com medidas de 13cm X 13cm, que é acoplado a um "Gerador de Vibraçõs" da marca *3B Scientific*, modelo U56001, além da água, acoplada num cimascópio[18]. Em *Lissajous x Chladni, Op. 33*[19] (2017), usamos a água como matéria com a mesma experiência da Sinfonia supracitada. Em *Santa Iemanjá, Op. 34*[20] (2017), usamos o corpo humano como matéria.

2.2.3 Categoria de Intenção

Trata-se da razão final que oferecerá sentido da experiência nos corpos. Como exemplos das possibilidades infindas de intenções, ou inspirações que norteiam uma composição Cimática, citamos: quebrar um copo, mover um objeto, formar imagens geométricas em placas, etc. No caso da obra *Lissajous x Chladni, Op. 33* é a interação do som na água, para formar figuras simétricas e assimétricas.

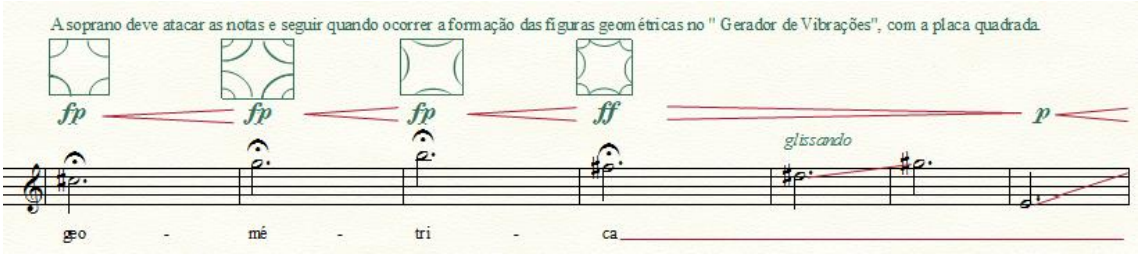
O principal desígnio da obra *Santa Iemanjá, Op. 34* é realizar a *Apreciação Cimática*[21], há outros desígnios que não serão trabalhados nesta dissertação.

Na Sinfonia Cimática o objetivo principal é a formação das figuras geométricas na água e na placa de Chladni. Fizemos o experimento com a soprano Tunisia Luanna Lima Sousa[22], com a passagem do trecho da Figura 11.

---

[17] Obra composta em 2015 pelo compositor Halley Chaves para Orquestra Sinfônica como requisito do TCC do Bacharelado em composição da UFCG.
[18] Aparelho fabricado para gerar figuras geométricas.
[19] Obra de música computacional e cimática composta em 2017 pelo compositor Halley Chaves como requisito do primeiro recital de composição do mestrado da UFG.
[20] Obra acusmática e cimática composta em 2017 pelo compositor Halley Chaves como requisito do segundo recital de composição do mestrado da UFG.
[21] Apreciação sensorial no corpo humano resultante de experiências de cimática. Esta terminologia foi pensada com a ajuda da professora Drª Tereza Raquel M. Alcântara Silva, atual coordenadora do programa de Pós-graduação em música da UFG.
[22] Aluna do curso de bacharel em canto da UFCG.

Figura 11 - Sinfonia Cimática, 2° Movimento, Compassos 83 ao 89, Cimática com solo da soprano (2015)



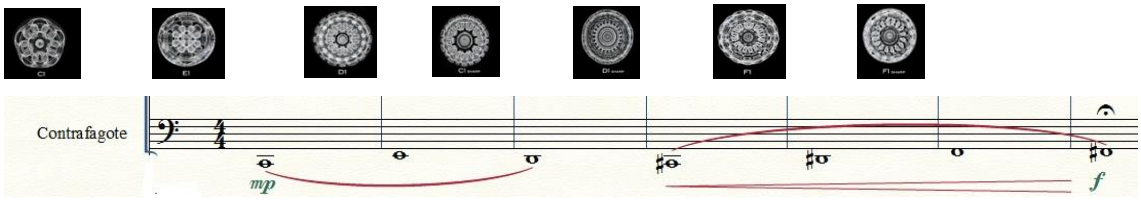
QR Code 6 - Sinfonia Cimática, 2° Movimento, Compassos 83 ao 89, Cimática com solo da soprano

Fonte: Silva (2015b).

A ideia do 2° Movimento é de microfonar a soprano e enviar o sinal de áudio para o gerador de vibrações que excitará a placa quadrada e também microfonar o Contrafagote para realizar a Cimática através da água. Como demonstrado na Figura 11, a ideia de Cimática está acoplada até na performance da soprano, pois o trecho segue com a seguinte indicação: “A soprano deve atacar as notas e seguir quando ocorrer a formação das figuras geométricas no ‘Gerador de Vibrações’, com a placa quadrada” (Anexo A).

Escolhemos o Contrafagote para criar as figuras na água por ser o instrumento capaz de realizar notas de baixa frequência. Usamos as mesmas frequências da Figura 9 para criar ideias que foram desenvolvidas no decorrer da obra. O Contrafagote se inicia de acordo com a Figura 12.

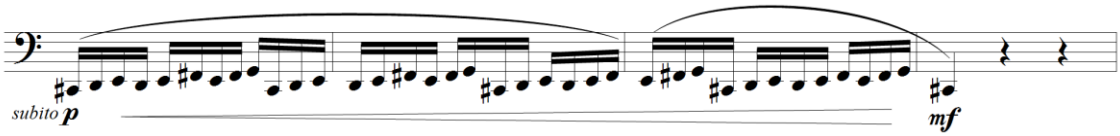
Figura 12 - Motivo introdutório do Contrafagote (2015)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Esta ideia é acrescentada de uma diminuição temporal com acréscimo de algumas notas no compasso 17 (Figura 13).

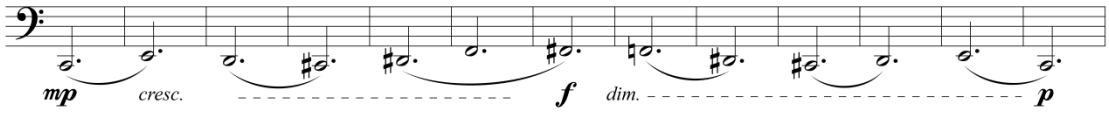
Figura 13 - Desenvolvimento do motivo introdutório do Contrafagote



Fonte: Elaborado pelo autor.

Além do acréscimo de notas da experiência da Figura 12, a ordem delas foi alterada O mesmo motivo da introdução apresenta uma aumentação na passagem do solo de Contrafagote no compasso 60 (Figura 14).

Figura 14 - Aumentação do motivo introdutório do Contrafagote



Fonte: Elaborado pelo autor.

Acreditamos que tais frequências podem interagir com a água provocando a Cimática e o aparecimento das figuras se o procedimento for feito corretamente. Não será possível ter resultados similares à Figura 12, mas de acordo com as experiências que fizemos, é possível ter resultados parecidos.

2.2.4 Categoria de Especificações Técnicas

A Categoria de Especificações Técnicas é o sistema que envolve tudo relacionado a matemática e a física dos fenômenos da Cimática.

São através de cálculos físicos, que podemos determinar com exatidão o planejamento mais eficiente e a excursão das obras de Música Cimática. Além do mais, este planejamento teórico poderá substituir alguns problemas referentes ao material usado nas obras.

Na Bula das obras, o material usado para realizar a Cimática deve ter as mesmas proporções que foram usadas nas experiências, por isso, nas obras, há uma citação exata da marca dos objetos, tamanho, peso material usado etc.

Procuramos compreender o processo teórico/físico dos padrões modais das placas circulares, quadradas e retangulares. Os físicos Derek Kverno e Jim Nolen (2015) explicam o fenômeno de vibração que acontece numa placa retangular, partindo primeiramente de uma investigação das soluções para equação de onda em duas dimensões, como demonstrado na fórmula da Equação 1.

Equação 1 - Soluções para onda em duas dimensões

$$\partial_{x,x} u + \partial_{y,y} = \frac{1}{c^2} \partial_{t,t} u$$

Fonte: Kverno e Nolen (2015).

Assumindo uma solução do produto u (x, y, t) = X (x) Y (y) T (t), que separam as variáveis e obter três equações distintas (Equação 2).

Equação 2 - Equações de solução de onda (2015)

$$X\ (x)\ equação\colon \partial_{x,x}X + {K_X}^2 X(x) = 0$$

$$Y\ (y)\ equação\colon \partial_{y,y}Y + {K_y}^2 Y(y) = 0 \qquad Onde\colon {K_y}^2 + {K_x}^2 = \frac{w^2}{c^2}$$

$$T\ (t)\ equação\colon \partial_{t,t}T + w^2 T(t) = 0$$

$$Assim, |K| = \sqrt{{K_y}^2 + {K_x}^2}, \qquad w^2 = c^2 * |K|$$

Fonte: Kverno e Nolen (2015).

Estas são equações para um oscilador harmônico simples. Depois que cada um for resolvido, a solução total em coordenadas cartesianas encontra-se na Equação 3.

Equação 3 - Equação de coordenadas cartesianas (2015)

$$u\ (x, y, t) = A * Exp\left[K_x\ X + K_y\ Y - wt\right]$$

$$Nota\colon \hat{A}ngulo\ da\ fase\ \emptyset = \ K_x\ X + \ K_y\ Y - wt$$

Fonte: Kverno e Nolen (2015).

Também podemos escrever a parte real da equação como consta na Equação 4

Equação 4 - Parte real da equação (2015)

$$u\ (x, y, t) =$$

$$A * \sin(K_x\ x)\ \sin\ (K_y y)\ \cos\ (w\ t)$$

Fonte: Kverno e Nolen (2015).

Esta equação descreve essencialmente duas frentes de onda. Uma viajando na direção x e outra viajando na direção y. Para placa retangular com um comprimento “a” e a largura “b”, e as arestas fixas, a amplitude tem de ir à zero no limite, como se apresenta na Equação 5.

Equação 5 - Soluções das ondas “x” e “y” sob uma placa retangular de comprimento “a” e largura “b” (2015)

$$Então, \quad K_x\, a = \pi n \quad n = 1, 2, 3 \ldots$$

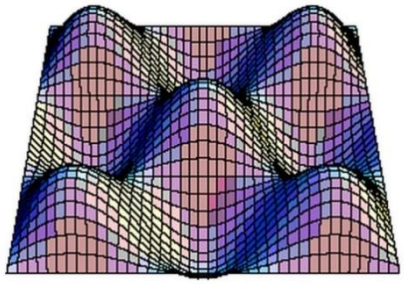
$$K_y b = \pi m \quad m = 1, 2, 3 \ldots$$

$$Assim, u(x, y, t) = A \sin\left(\frac{n\pi x}{a}\right) \sin\left(\frac{m\pi y}{b}\right) \cos(w\, t)$$

Fonte: Kverno e Nolen (2015).

Haverá (n-1) nós executando na direção-y e (m-1) correndo na direção- x. A Figura 15 é uma representação da Matemática n = 4, m = 4 do estado.

Figura 15 - Representação Matemática da direção “x” e direção “y” na placa retangular (2015)



Fonte: Kverno e Nolen (2015).

A importância da categoria teórica está na possibilidade de trabalhar todas as outras regras através de cálculos físicos, sem a necessidade básica de fazer a experiência. Com isso, as futuras obras de Música Cimática podem ter o planejamento através de cálculos físicos mais detalhados.

A criação do presente sistema possibilitou desenvolver uma melhor didática nas composições de Música Cimática. Além disso, também permitiu uma pesquisa de campo para obter dados mais consistentes sobre as etapas do processo de composição das obras.

No próximo capítulo da dissertação iremos abordar um memorial descritivo específico das obras *Lissajous x Chladni, Op. 33* e *Santa Iemanjá, Op. 34*.

CAPÍTULO III– COMPOSIÇÕES CIMÁTICAS

Este capítulo apresenta um memorial descritivo de duas obras de Música Cimática. A primeira obra exposta é *Lissajous x Chladni, Op. 33*, onde buscamos explorar um diálogo entre o físico e o virtual proporcionando um modelo cimático de música computacional, através de programação via *Pure Data Extended*.

A segunda obra descrita é *Santa Iemanjá, Op. 34*. Trata-se de uma peça acusmática, composta para um instrumento chamado mesa eletroacústica, construído por uma equipe (o autor, marceneiros e uma secretária), para realização da Apreciação Cimática no corpo humano.

3.1 Lissajous X Chladni, Op. 33

A obra *Lissajous X Chladni, Op. 33* exibe uma ideia audiovisual de antagonismo entre o físico e o virtual. Construída através de um patch de *Pure Data Extended* (PURE DATA 2016) executado via *Live Coding* ou com o código pronto e projetada ao público. Também pode ser classificada como um *Live Electronics*.

> *Live Electronic Music* (também conhecida *Live Electronics*) é uma forma de música que pode incluir dispositivos eletrônicos tradicionais de geração de som, instrumentos musicais elétricos modificados, tecnologias de geração de som hackeadas e computadores. Inicialmente, a prática desenvolveu-se em reação à composição baseada em som para mídia fixa, como *musique concrète*, *electronic music* e *early computer music*. A improvisação musical muitas vezes desempenha um papel importante na performance desta música. Os timbres de vários sons podem ser amplamente transformados usando dispositivos como amplificadores, filtros, *ring modulators* e outras formas de circuitos. (SUTHERLAND, 1994, p. 157, tradução nossa)[23].

A obra apresenta o objeto *scopeXYZ~*[24] que simula um osciloscópio com figuras de Lissajous. (PURE DATA EXTENDED, 2017, tradução nossa).[25] Além das figuras de Lissajous,

[23] "Live electronic music (also known as live electronics) is a form of music that can include traditional electronic sound-generating devices, modified electric musical instruments, hacked sound generating technologies, and computers. Initially the practice developed in reaction to sound-based composition for fixed media such as musique concrète, electronic music and early computer music. Musical improvisation often plays a large role in the performance of this music. The timbres of various sounds may be transformed extensively using devices such as amplifiers, filters, ring modulators and other forms of circuitry".

[24] [scopeXYZ~] é um osciloscópio tridimensional. Lê-se 3 sinais de entrada e aplica os valores como excursões ao longo do respectivo eixo. O argumento inicial é o número de pontos de sinal que são armazenados.

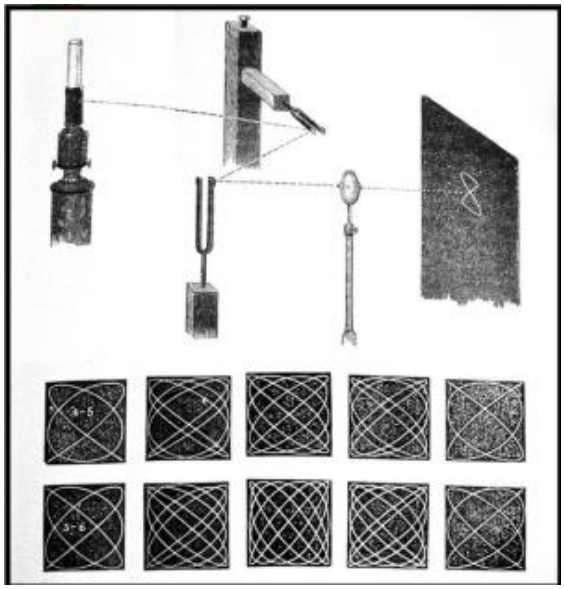
[25] "[scopeXYZ~] is a 3-dimensional oscilloscope. It reads 3 input signals and applies the values as excursions along the respective axis. The initial argument is the number of signal-points that are be stored".

utilizamos um cimascópio com água, para realizar a formação dos padrões geométricos de Chladni.

Jules Lissajous[26] (1822-1880) foi um matemático Francês que criou em 1857 um gráfico por um sistema de equações paramétricas, desenvolvendo o trabalho com curvas que haviam sido estudadas por Nathaniel Bowditch (1773-1838). Podemos fitar seus experimentos na Figura 16.

> Ele descobriu que se um pequeno espelho fosse colocado na ponta de um diapasão e um feixe de luz apontado para ele, então a vibração poderia ser lançada em uma tela escura. Quando o diapasão fosse atingido, uma pequena linha vertical seria produzida e, se rapidamente lançada lateralmente com outro espelho, produziria uma onda senoidal (abaixo). (ASHTON, 2001, p. 14, tradução nossa).[27]

Figura 16 - Figuras de Lissajous



Fonte: Ashton (2001, p. 15).

[26] LISSAJOUS (Julio Antonio). Biog. Físico francês. nasceu em Versalhes e morreu em Plombières-les-Dijon (1822-1880). Estudou na Escola Normal Superior, e desde 1850 até 1874 foi professor do Liceo de San Luis, de Paris, sendo depois reitor da "Academias de Chambery y Besanzón". Em 1879 foi elegido correspondente da Academia de Ciências, de Paris. Seus trabalhos mais importantes tratam dos intervalos dos nós em um tubo longo e estreito, da interferência dos movimentos emanados das partes contiguas das placas de vibração, etc. "LISSAJOUS (Julio Antonio). Biog. Físico francés. n. en Versalles y m. en Plombières-les-Dijon (1822-1880). Hizo sus estudios en la Escuela Normal Superior, y desde 1850 hasta 1874 fué profesor del Liceo de San Luis, de París, siendo después rector de las Academias de Chambery y Besanzón. En 1879 fué elegido correspondiente de la Academia de Ciencias de París. Sus trabajos más importantes tratan de los intervalos de los nudos en un tubo largo y estrecho, de la interferencia de los movimientos emanados de las partes contiguas de las placas de vibración, etc.". (ENCICLOPÉDIA UNIVERSAL ILUSTRADA, 1967, p. 1047).

[27] "He found that if a small mirror was placed at the tip of a tuning fork, and a light beam aimed at it, then the vibration could be thrown on to a dark screen. When the turning fork, was struck, a small vertical line was produced and if quickly cast sideways with another mirror it produced a sine-wave (below)".

Em nossa obra, utilizamos um simulador virtual que segue os mesmos princípios teóricos das figuras de Lissajous.

3.1.2 Planejamento e interpretação da obra.

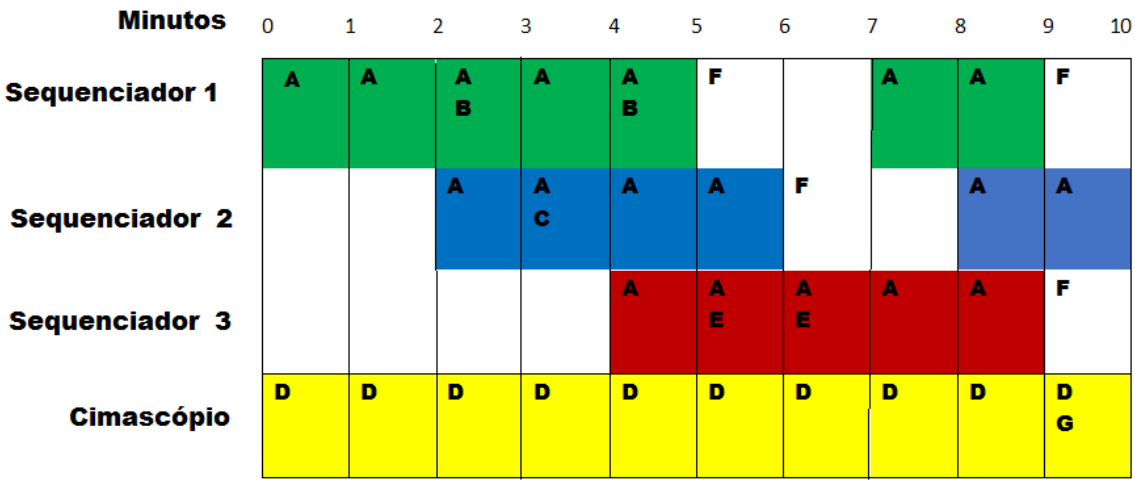
A obra é planejada para que seja interpretada entre 8 e 10 minutos, e é dividida por três sequenciadores representados por cores verde, azul, vermelho e um Cimascópio representado pela cor amarela, de escolha aleatória do compositor. Para execução da obra, elaboramos uma bula que vai auxiliar no entendimento e interpretação da obra.

Sequenciador 1 = Verde
Sequenciador 2 = Azul
Sequenciador 3 = Vermelho
Amplitude do Cimascópio = Amarelo

As técnicas são representadas por letras de A à G:
A = Manipular o metrônomo.
B = Copiar, colar e ligar o sequenciador no Oscilador.
C = Mudar o timbre de oscilador para phasor de um dos sequenciadores.
D = Manipular a amplitude externa na caixa do cimascópio.
E = Mudar as frequências de um dos sequenciadores.
F = Desligar um dos sequenciadores.
G = Manipular a amplitude bruscamente do mínimo para o máximo e vice versa no cimascópio.

A Figura 17 foi criada para auxiliar na interpretação da obra, onde é demonstrado o planejamento dos eventos supracitados, no determinado tempo onde tem que ocorrer, além das técnicas que devem acontecer no patch e no mundo físico no cimascópio.

Figura 17 - Planejamento da Obra (2017)



Fonte: Elaborado pelo autor.

No decorrer da interpretação, a obra será composta por três sequenciadores programados no *Pure Data Extended*, que irão produzir efeitos minimalistas. Sobre sequenciador, Fritsch (2013, p. 239) demonstra que:

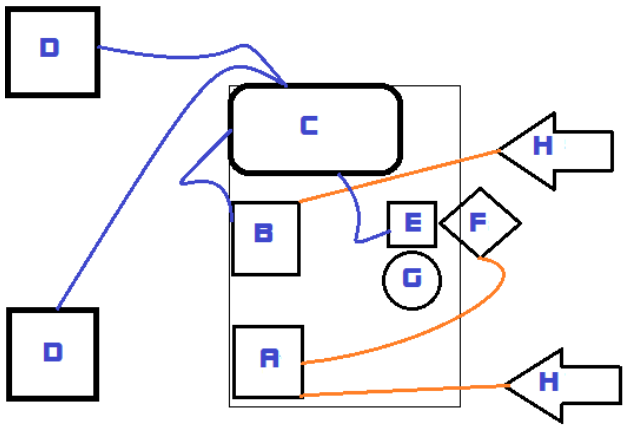
> Sequenciador é qualquer dispositivo que grava e reproduz uma sequência de informações de controle para um instrumento musical eletrônico. Esse termo refere-se também ao software musical que permite gravar e reproduzir informações MIDI. Os primeiros sequenciadores usavam uma interface de controle de voltagem e eram chamados de sequenciadores de passos (*step sequencer*). Com o tempo foram substituídos por módulos sequenciadores MIDI digitais, teclados music workstations e software sequenciadores. Com o aumento da capacidade de processamento do computador, novas funções, como gravação de áudio edição gramas, foram adicionadas ao software sequenciador.

De acordo com a nossas práxis nas realizações das obras, para o sucesso das obras de Música Cimática é necessário fazer a experiência e usar equipamentos similares aos que o compositor usou. A Música Cimática é pensada para agir na matéria, neste caso, na água, para isso construímos um cimascópio, um aparelho para fazer figuras simétricas e assimétricas na água. Os equipamentos usados estão listados abaixo e ilustrados na Figura 18.

- Um computador com sistema operacional Windows 10 (A).
- Um computador com sistema operacional MAC OS (B).

- Um mixer digital (C).
- Sistema de duas caixas estéreo (D).
- Um cimascópio (E).
- Uma webcam (F).
- Uma luminária (G).
- Dois projetores (H).
- Cabos de aúdio p2 e p10 (Representados pelas linhas azuis).
- Cabos Usb, Vga ou Hdmi (Representados pelas linhas vermelhas).

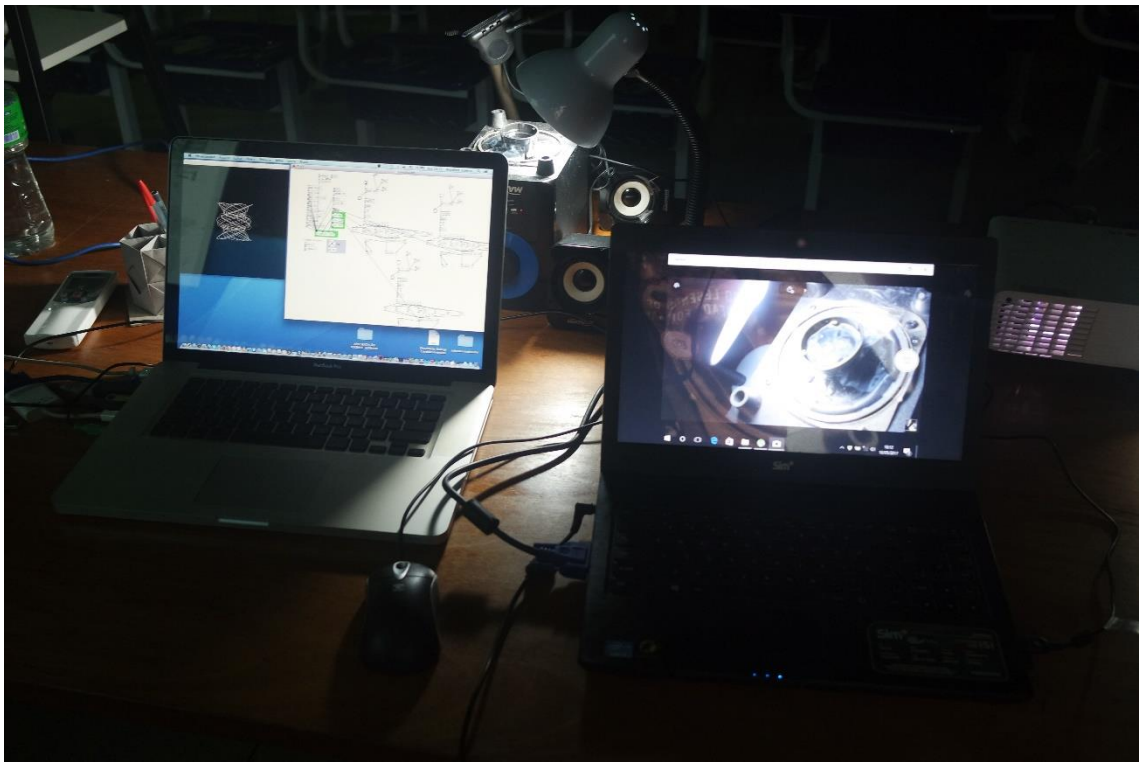
Figura 18 - Mapa de palco da obra (2017)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na apresentação da obra é necessário que a sala esteja escura para melhorar a iluminação do Cimascópio Além disso, precisa-se de espaço visual para duas projeções acontecendo ao mesmo tempo (Figura 19).

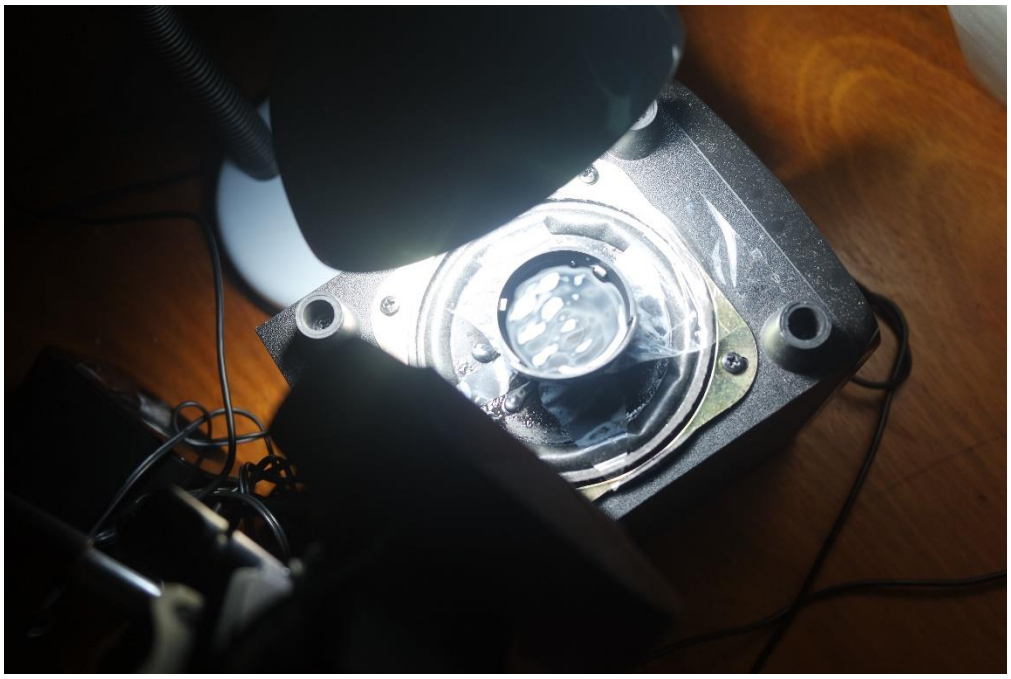
Figura 19 - Visão frontal do intérprete na performance da obra (2017)



Fonte: Elaborado pelo autor.

A iluminação é a parte mais trabalhosa e importante para a visualização da obra no meio físico. Para isso, usamos uma luminária com uma lâmpada led como demonstrado na Figura 20.

Figura 20 - Iluminação para a visualização das figuras no cimascópio (2017)



Fonte: Elaborado pelo autor.

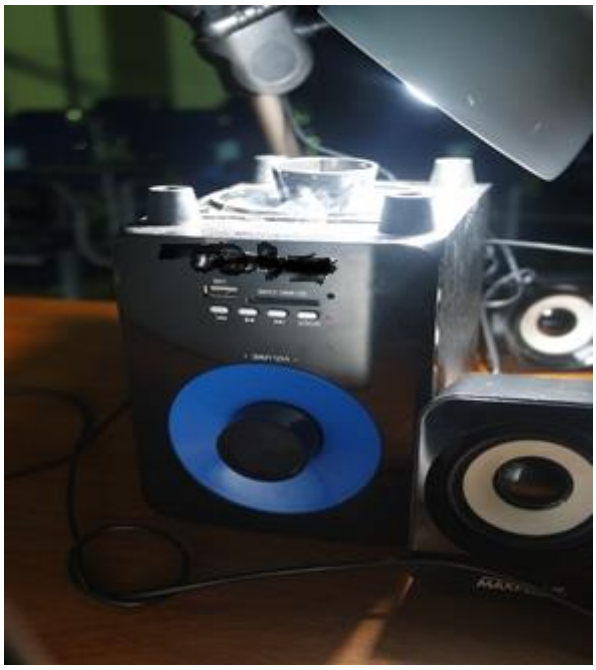
Não é regra que toda obra de Música Cimática tenha o elemento audiovisual, mas é importante mostrar desta forma. No nosso caso usamos dois projetores (Figura 21), ambos ligados a computadores transmitiram o *live coding* em tempo real as figuras de Cimática na água em tempo real.

Figura 21 - Projetores usados na obra (2017)

Fonte: Elaborado pelo autor.

O cimascópio (Figura 22) foi construído numa caixa de som por causa da alternativa de manusear a amplitude que dará ao intérprete e a obra uma maior riqueza, além de versatilidade com a manipulação da obra no meio físico.

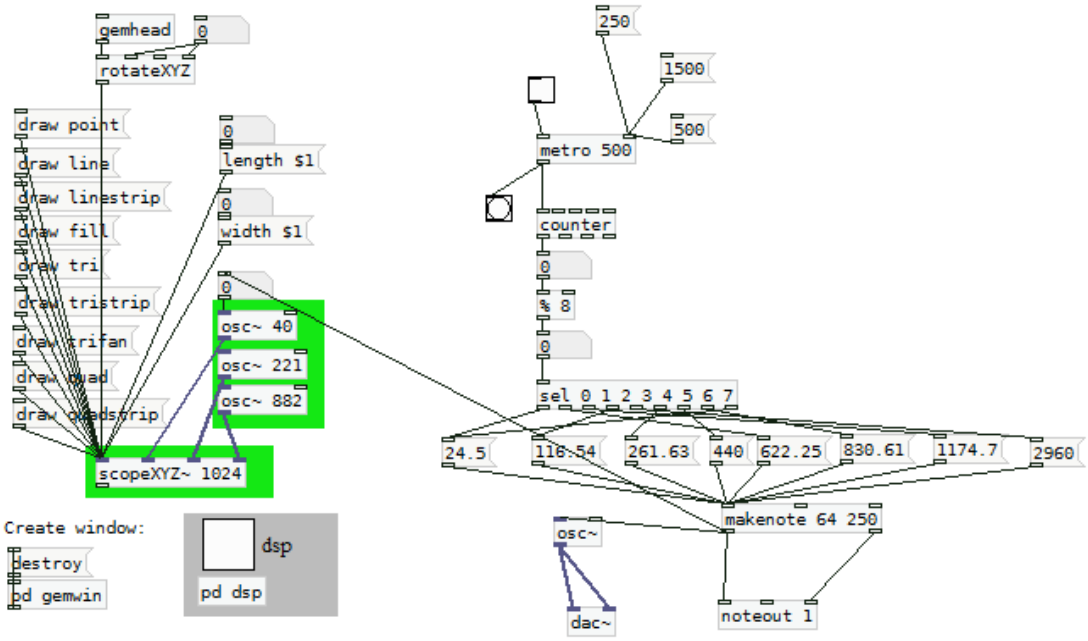
Figura 22 - Cimascópio (2017)



Fonte: Elaborado pelo autor.

O patch para *Pure Data Extended* pode ser baixado no seguinte endereço eletrônico: https://www.4shared.com/file/bzRrs1Ynei/Cimatica.html. Ele servirá como base no procedimento de execução da obra (Figura 23).

Figura 23 - 1ª etapa da obra com o patch pronto (2017)



Fonte: Elaborado pelo autor.

No QR Code 7 podemos acessar o link para baixar o patch.

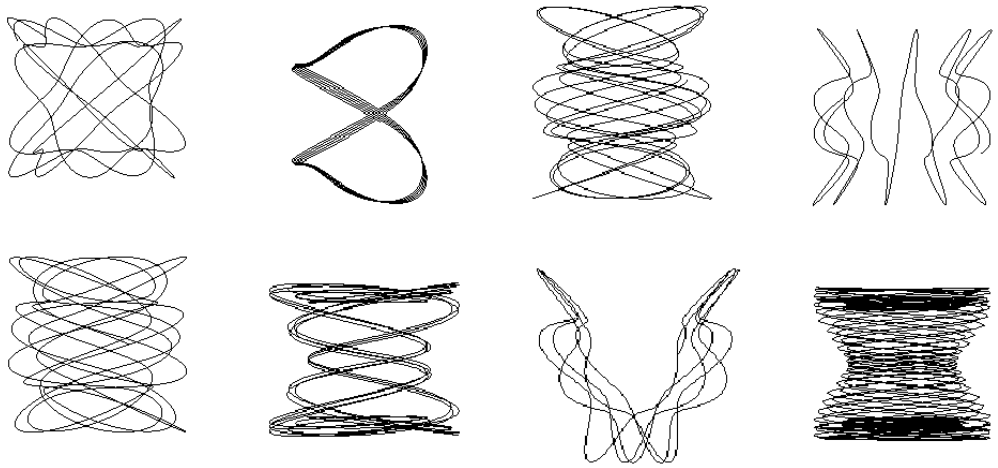
QR Code 7 – Link do Patch

Fonte: Elaborado pelo autor.

As frequências escolhidas no sequenciador têm a função de formar as figuras no osciloscópio, e foram: 24,5 Hz, 116,54 Hz, 261, 63 Hz, 440 Hz, 622,25 Hz, 830,61 Hz, 1174,7 Hz e 2960 Hz que irão gerar as respectivas notas: Sol (0), Lá sustenido (2), Dó (4), Lá (4), Ré sustenido (5), Sol sustenido (5), Ré (6) e Fá Sustenido (7). Cada altura irá provocar uma reação

externa no mundo físico, que irá gerar figuras caóticas ou simétricas na água, além de gerar figuras diferentes no osciloscópio do *gem*[28], como demonstra a Figura 24. (GEM, 2018).

Figura 24 - Figuras formadas no osciloscópio do *gem* para cada frequência escolhida no patch (2017)



Fonte: Elaborado pelo autor.

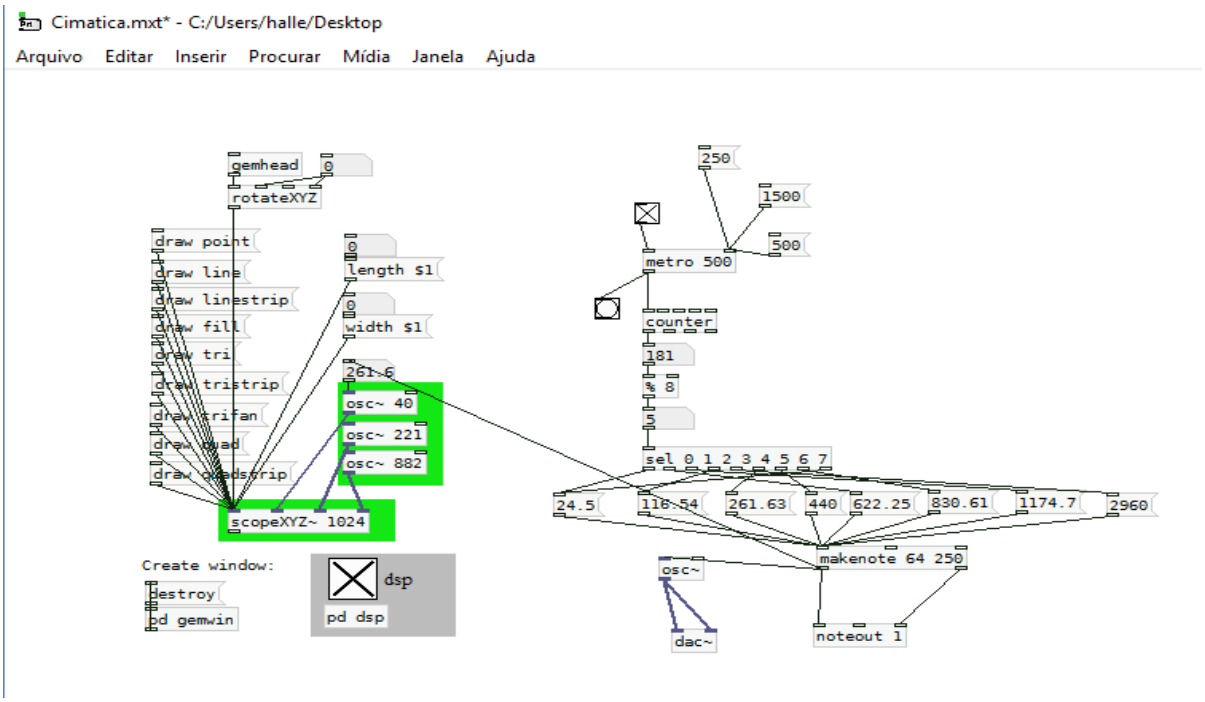
Para ligar o patch deve-se acionar o *dsp*[29] e o *toggle*[30] do sequenciador, além de clicar em *create* para acionar o *gem* no osciloscópio (Figura 25).

[28] GEM é o ambiente gráfico para multimídia. Foi originalmente escrito por Mark Danks para gerar gráficos em computação em tempo real, especialmente para composições audiovisuais. Como o GEM é um ambiente de programação visual, os usuários não precisam de nenhuma experiência em linguagens de computadores tradicionais. [...] GEM é uma coleção de externals que permitem ao usuário criar gráficos OpenGL dentro do Pd, um programa para processamento de áudio em tempo real por Miller Puckette. (PURE DATA, 2017, tradução nossa). "GEM is the Graphics Environment for Multimedia. It was originally written by Mark Danks to generate real-time computer graphics, especially for audio-visual compositions. Because GEM is a visual programming environment, users do not need any experience in traditional computer languages. […] GEM is a collection of externals which allow the user to create OpenGL graphics within Pd, a program for real-time audio processing by Miller Puckette (of Max fame). (GEM, 2018).

[29] *Digital Signal Processing.* (PURE DATA EXTENDED, 2017).

[30] O *toggle* é uma caixa com um X, na *palette* de objetos. Funciona como um interruptor entre dois estados: ligado e desligado. (FRITSCH, 2013, p. 121).

Figura 25 - Patch com Osciloscópio e sequenciador ligados (2017)

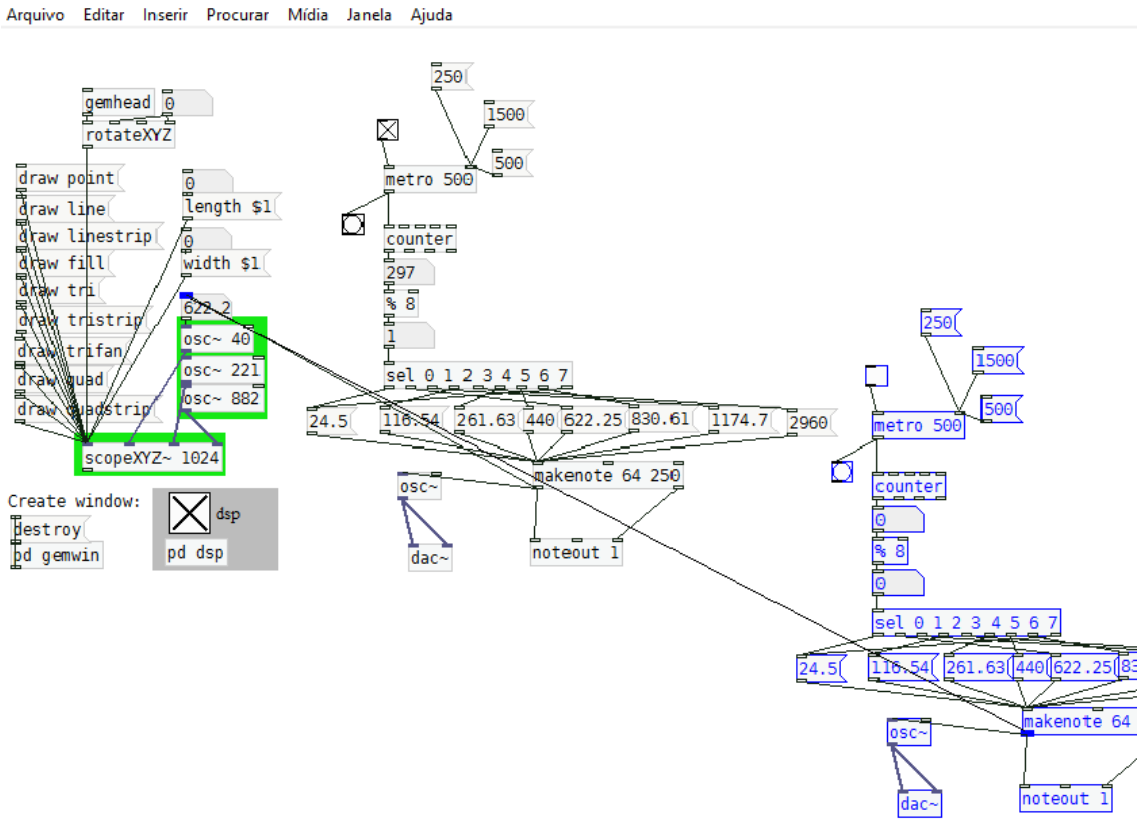


Fonte: Elaborado pelo autor.

Em sequência, deve-se copiar, colar o 1° sequenciador do patch e depois ligar o objeto *makenote 64 250*[31] do 2° sequenciador no osciloscópio (Figura 26). (PURE DATA EXTENDED, 2017, tradução nossa).[32]

[31] O Makenote faz pares de note-on/note-off de estilo MIDI, que você pode usar para saída MIDI ou para gerar processos semelhantes a nota dentro do Pd.
[32] "Makenote makes MIDI-style note-on/note-off pairs, which you can use for MIDI output or to drive note-like processes within Pd".

Figura 26 - Copiando o 1° sequenciador e criando o 2° sequenciador (2017)

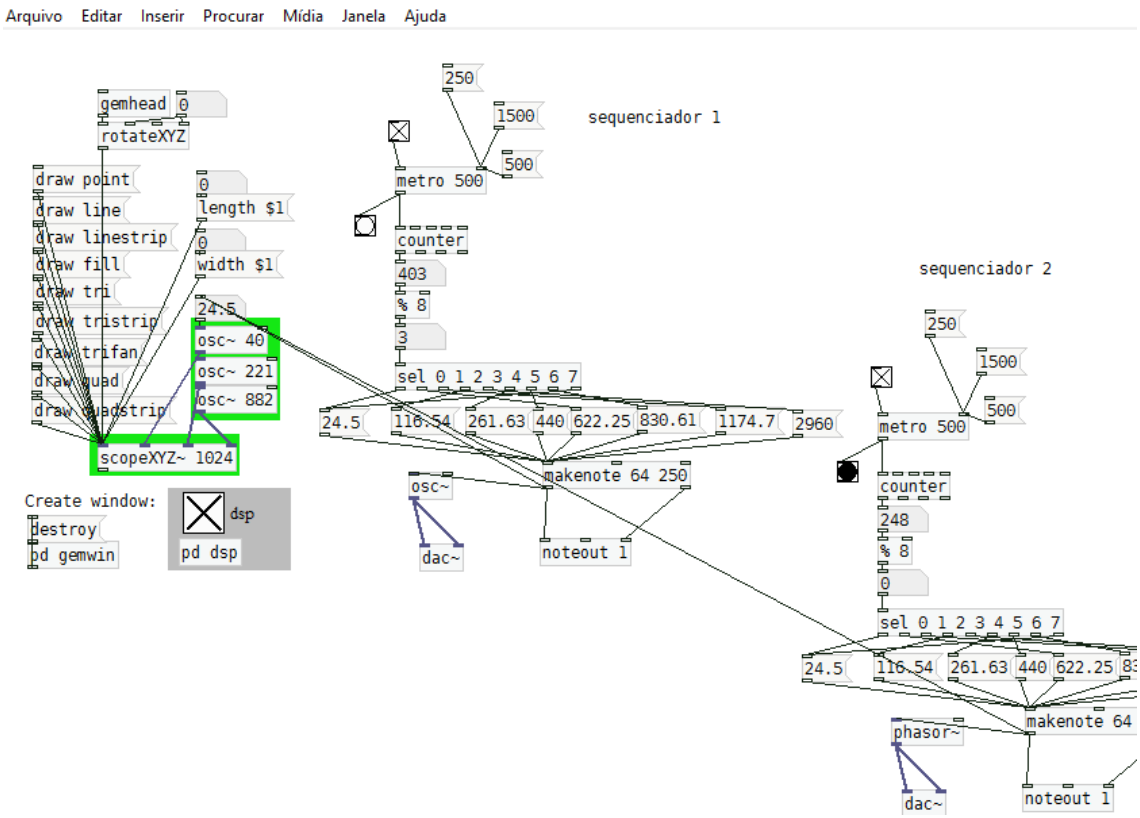


Fonte: Elaborado pelo autor.

Na próxima etapa (Figura 27) o objeto *osc~*[33] do segundo sequenciador é mudado para *phasor~*[34], ocasionando uma mudança de timbre, e além do mais, é possível mudar o tempo de cada sequenciador como fita o planejamento da obra. Estas mudanças poderão ser feitas nos números: *250*, *500* e *1500*, ligados ao objeto *metro 500*[35].

[33] O oscilador é o módulo de síntese responsável pela regulagem da altura (afinação) e escolha da onda sonora que determinará o timbre inicial. (FRITSCH, 2013, p. 131).
[34] A onda quadrada é um tipo de onda de pulso. Assim como a onda triangular, ela só contém harmônicos ímpares, porém estes estão em fase uns com os outros. As amplitudes dos harmônicos da onda quadrada são na razão 1/n, isto é, 1/1, 1/2, 1/3, 1/4, 1/5, 1/6, 1/7, 1/8, 1/9, 1/10. Com a onda quadrada é possível criar sons de órgão e clarinete. Para a obtenção da onda quadrada é necessário enviar o sinal do objeto phasor~ ao objeto <~. (Ibid., p. 136).
[35] O objeto metro é utilizado como estrutura de repetição. Seu funcionamento é similar a um metrônomo. O metro deve ser acompanhado do parâmetro que especifica o tempo de envio dos pulsos. (Ibid., p. 121).

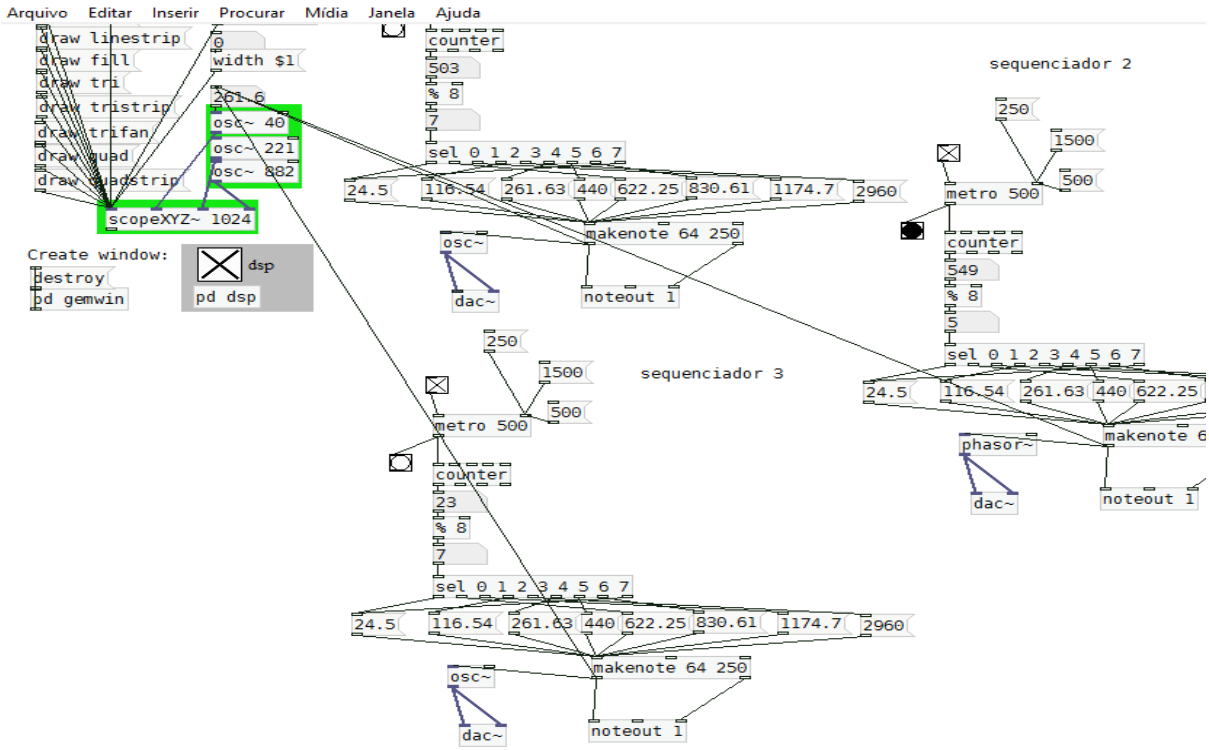
Figura 27 - Mudança do objeto *osc~* para o objeto *phasor~* no 2° sequenciador (2017)



Fonte: Elaborado pelo autor.

A próxima fase é copiar novamente o 1° sequenciador para a criação do 3° sequenciador (Figura 28).

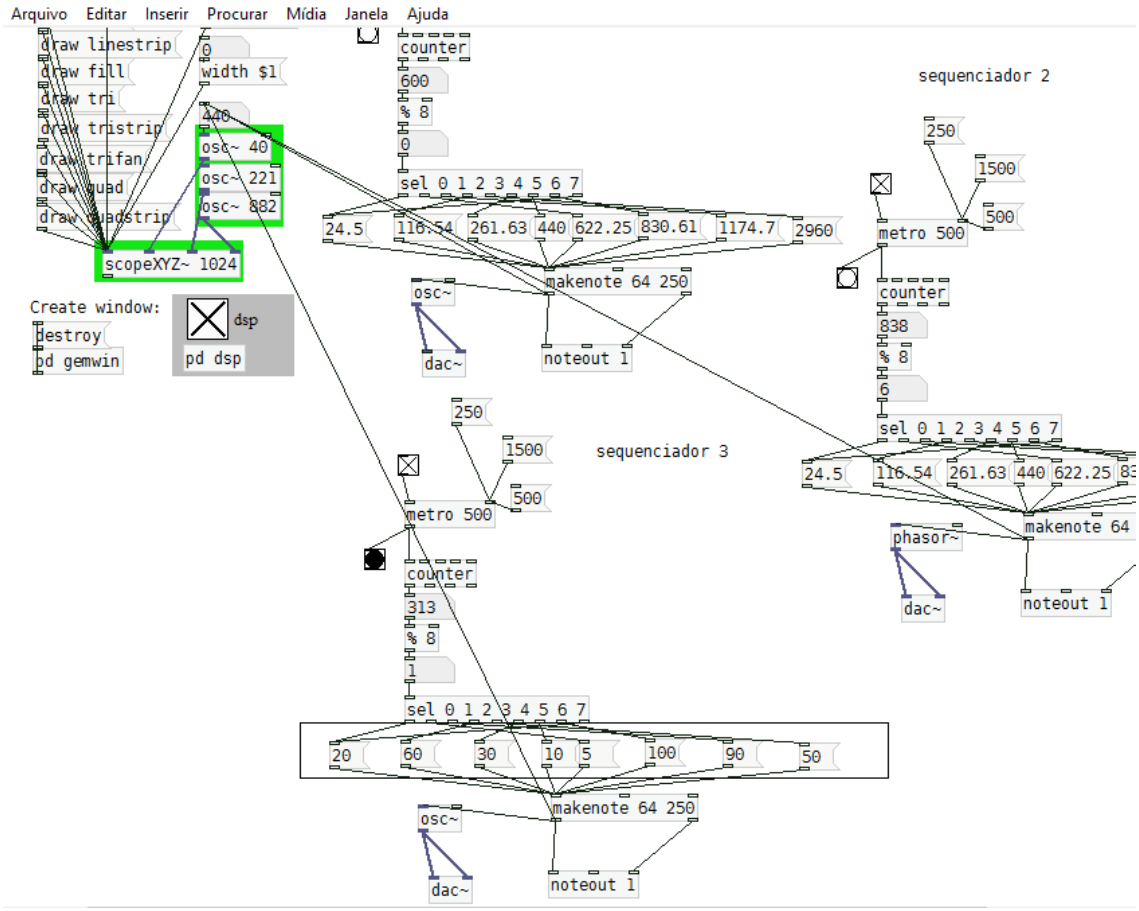
Figura 28 - Copiando o 1° sequenciador e criando o 3° sequenciador (2017)



Fonte: Elaborado pelo autor.

No terceiro sequenciador (Figura 29) ocorrerá uma mudança nas notas que será feita manualmente, neste caso mudou-se para frequências mais baixas, em sequência: 20hz, 60hz, 30hz, 10hz, 5hz, 100hz, 90hz e 50hz.

Figura 29 - Mudança nas frequências do 3° sequenciador (2017)



Fonte: Elaborado pelo autor.

As frequências supracitadas, que foram mudadas, têm relação direta com o modelo mecânico de ressonância de frequência no corpo humano. Os órgãos do corpo humano são constituídos de grande quantidade de água como demonstra a Tabela 1.

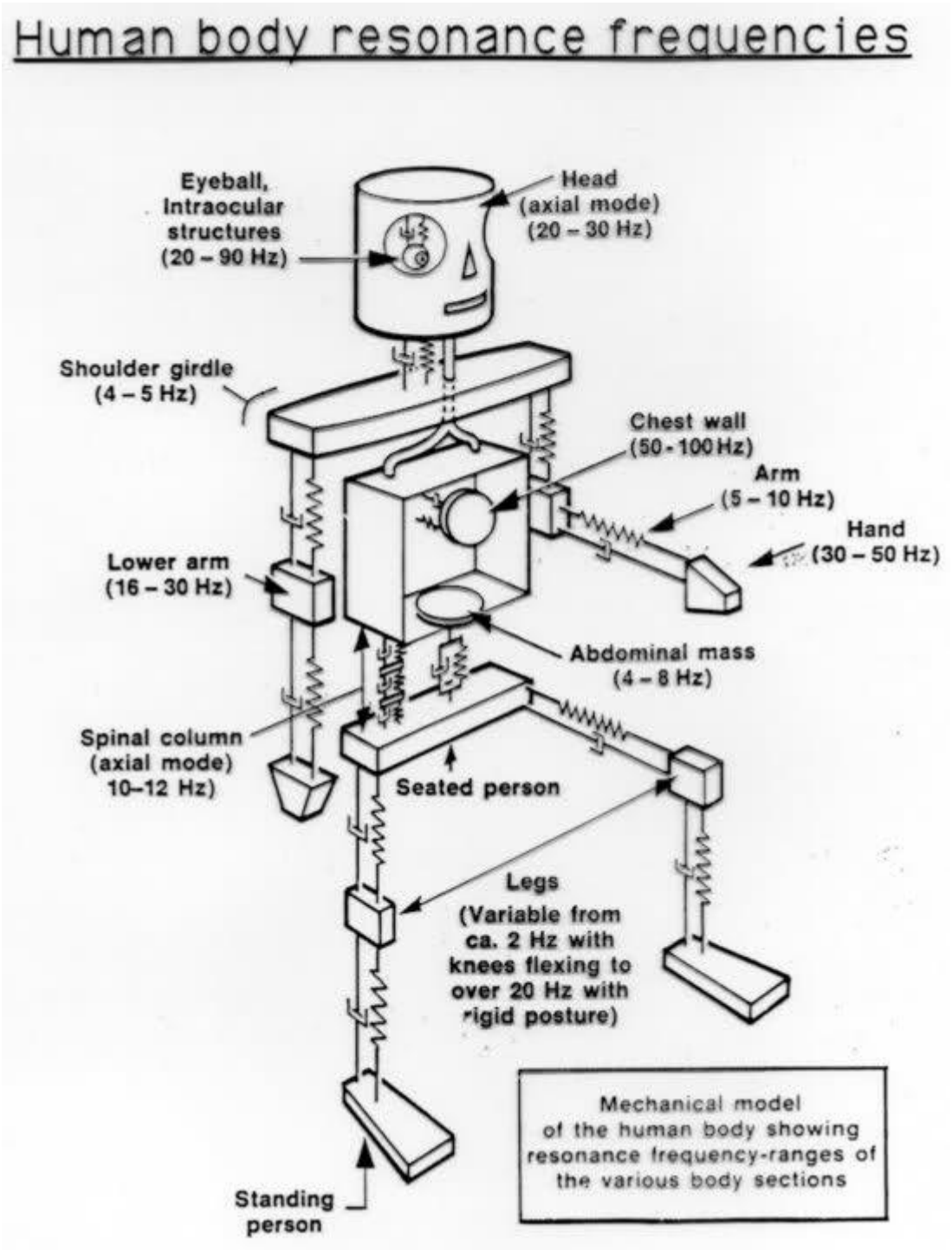
Tabela 1 – Porcentagem de água nos órgãos humanos

Órgão	**Água (%)**
Pulmões	80
Rins	80
Sangue	79
Coração	77
Cérebro	85
Músculo	75
Fígado	86

Fonte: Kohls (2011).

Na Figura 30 podemos verificar quais frequências podem ser usadas no sequenciador para se obter um resultado satisfatório de ressonância na água.

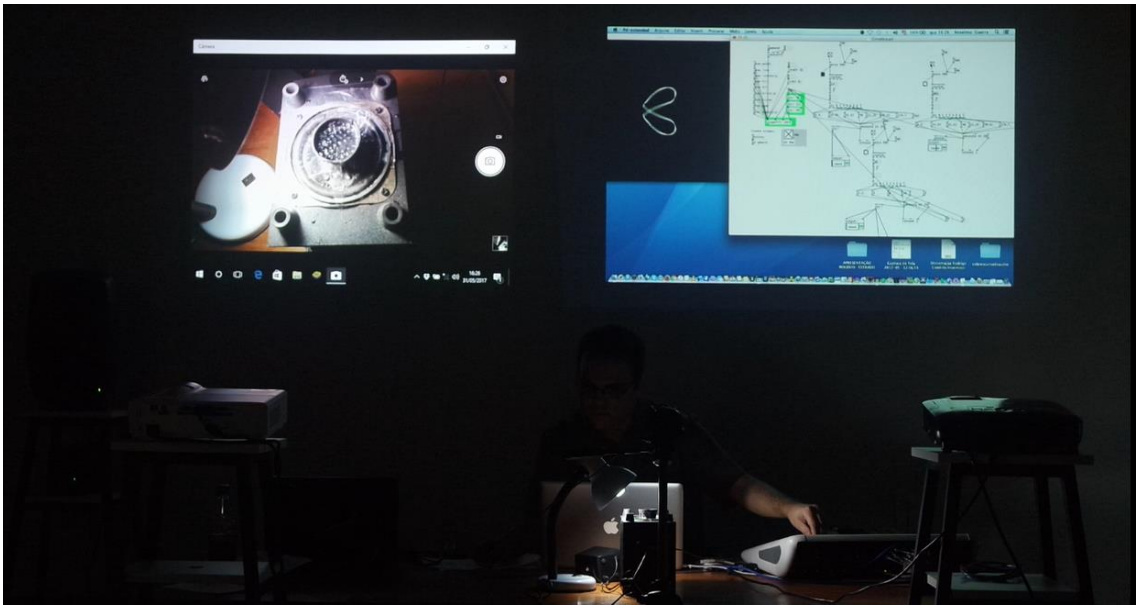
Figura 30 - Modelo mecânico de ressonância de frequência no corpo humano



Fonte: Physics Forums (2017).

Na Figura 31 há resultado audiovisual da obra para o público.

Figura 31 - Performance ao vivo da obra (2017)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para acessar a performance da obra, consultar Silva (2017a) ou o QR Code 8.

QR Code 8 - Performance da obra *Lissajous X Chladni, Op. 33*

Fonte: Silva (2017a).

A experiência audiovisual da obra *Lissajous X Chladni, Op. 33*, onde obtemos uma interação entre o virtual e o físico, se mostrou bastante eficiente. Buscamos mostrar, na obra, a complexidade de dominação da Cimática no mundo físico, e além do mais, atentamos para demonstrar que não existe Cimática no mundo virtual. Em virtude disso, não é possível criar um programa de simulação e chamá-lo de Cimática, pois este é um fenômeno físico.

3.2 Santa Iemanjá, Op. 34

Santa Iemanjá, Op. 34 é uma composição inspirada nos experimentos da obra *Lissajous X Chladni, Op. 33.* O diferencial desta obra está na aplicação do fenômeno da Cimática no corpo humano.

Esta obra, composta em 2017, foi apresentada no 2° recital do mestrado como pré-requisito para obtenção do título de mestre. O seu planejamento será explicado nas seções seguintes e iniciamos com a construção de um instrumento chamado mesa eletroacústica, em seguida mostraremos alguns de seus materiais sonoros e por último enceraremos com as especificações técnicas.

3.2.1 Mesa Eletroacústica

O presente subcapítulo apresenta uma invenção denominada de mesa eletroacústica que é um modelo eletroacústico da mesa vibroacústica[36]. Este é um instrumento que foi pensado para a realização da Apreciação Cimática no corpo humano. Pretendemos usar a mesa eletroacústica no desenvolvimento de obras dentro do conceito de Música Cimática aplicada no corpo humano

A mesa vibroacústica é um instrumento de madeira, que possui uma caixa de ressonância sob a qual estão dispostas 42 duas cordas de aço, todas afinadas na mesma nota. Ao serem tocadas, dependendo da velocidade e intensidade, produzem um campo sonoro de harmônicos que são percebidos tanto pelos ouvidos como pelo corpo do indivíduo que está deitado sobre a superfície da mesa. Ela pode ser utilizada como recurso terapêutico em musicoterapia com o objetivo de melhorar o bem-estar físico e emocional, dentro de uma abordagem denominada por Bruscia (2000) de experiências receptivas.

[36] Também conhecida como “mesa lira”.

Figura 32 - Mesa vibroacústica

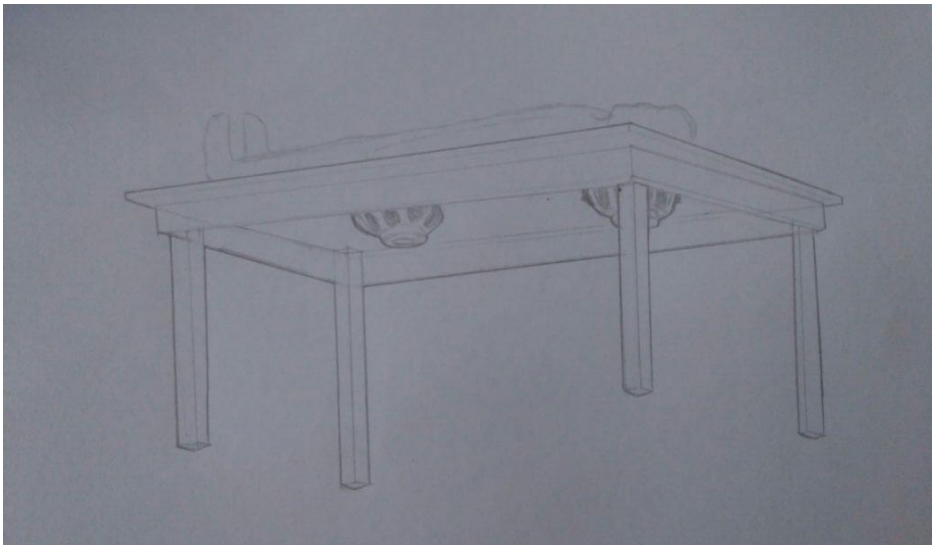
Fonte: Nigro (2012).

A partir do conhecimento da mesa vibroacústica, instrumento acústico, foi proposta uma pesquisa, para criação de uma mesa eletroacústica. A ideia principal é ampliar o conceito de Música Cimática para realização das obras em corpos humanos.

Arquitetamos um projeto para facilitar a construção da mesa eletroacústica. A mesa poderia ser construída com madeira ou alumínio (melhor material para ressonância). No nosso caso optamos por construir com madeira. Abaixo da mesa propomos anexar dois alto-falantes de 15 que poderão ser amplificados[37], como demonstra na Figura 33.

[37] É necessário o uso de um amplificador para o funcionamento da mesa eletroacústica.

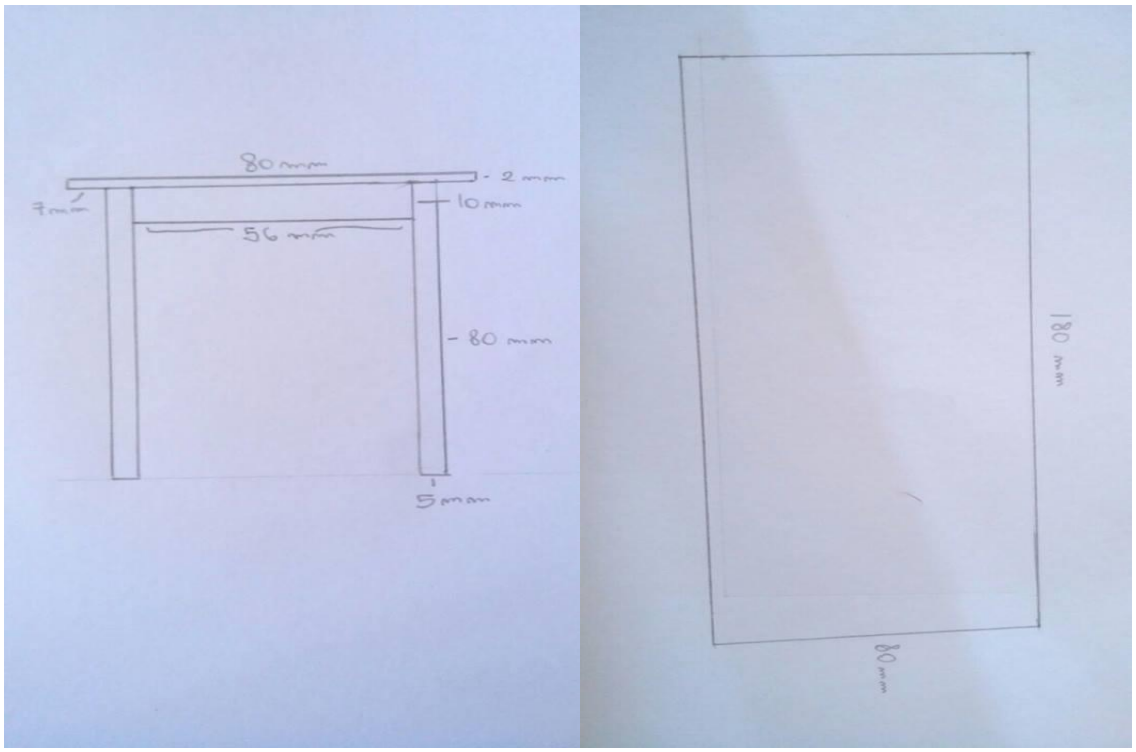
Figura 33 - Mesa eletroacústica



Fonte: Elaborado pelo autor.

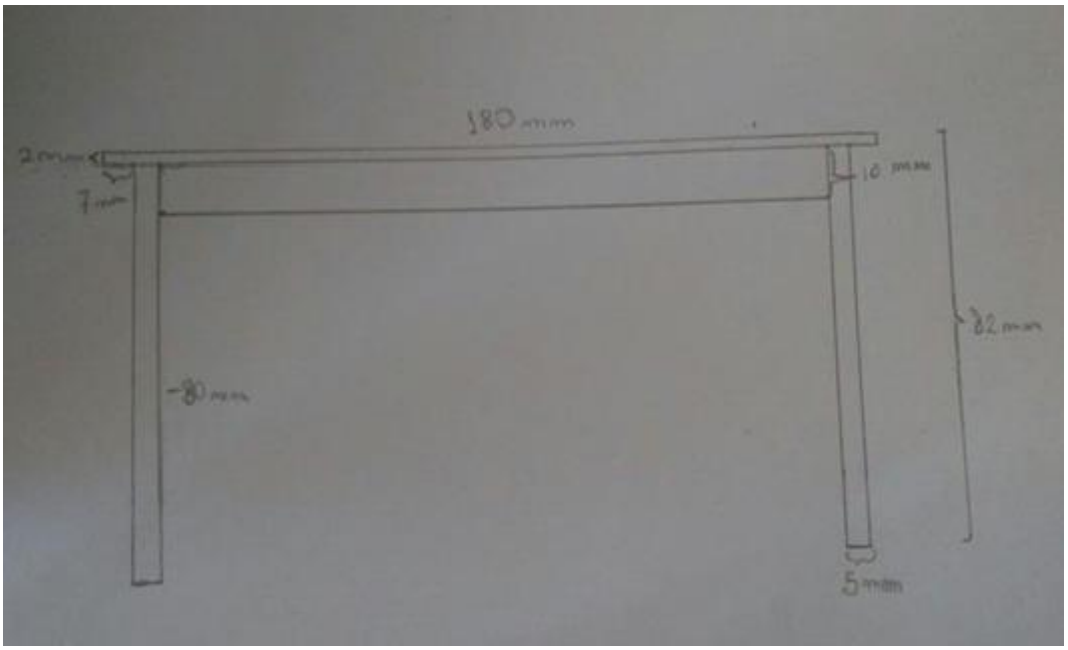
Na Figura 34 e Figura 35, pode-se observar suas dimensões.

Figura 34 - Projeto com as dimensões da mesa eletroacústica, parte 1



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 35 - Projeto com as dimensões da mesa eletroacústica, parte 2



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os desenhos supracitados permitiram a formulação de um projeto para construção da mesa eletroacústica (Figura 36).

Figura 36 - Mesa eletroacústica, modelo beta

Fonte: Elaborado pelo autor.

Iremos chamar o protótipo da Figura 37 de modelo beta, pois esta mesa foi construída com poucos recursos, além disso não foi possível obedecer aos critérios do projeto[38]. Para tornar mais confortável o processo de Apreciação Cimática, optamos por usar um colchão e um travesseiro, desta forma acrescentamos matéria que se soma ao corpo humano.

Figura 37 - Apreciação Cimática da obra

Fonte: Elaborado pelo autor.

A mesa eletroacústica é um instrumento de realização da Apreciação Cimática. Este modelo de apreciação difere-se da apreciação exclusivamente auditiva, pois ocorrerá uma ressonância por todo o corpo, como demonstramos na Figura 37.

[38] Usou-se uma mesa fornecida pela UFG, no processo para anexar os alto-falantes os marceneiros cortaram a mesa. Em virtude disso, o som ressonou-se diretamente no corpo humano ao invés de ressonar *a priori* na mesa e *a posteriori* no corpo humano.

3.2.2 Planejamento da Obra *Santa Iemanjá, Op. 34*.

Desenvolvemos a obra *Santa Iemanjá, Op. 34*, a partir, de materiais sonoros do modo dórico de ré, além de elementos da música concreta[39], da música eletroacústica[40] e da música computacional[41]. (Dean, 2009, p.3, tradução nossa).[42] Portanto, consideramos como uma obra acúsmática. O termo acusmático é definida no dicionário como:

> É a situação de audição onde se ouve um som sem ver as causas das quais vem. Esta palavra grega costumava designar os discípulos de Pitágoras, que ouviram e os professores ensinavam atrás de uma cortina. Pierre Schaeffer, inventor da música concreta, teve a ideia de exumar esta palavra para caracterizar a situação de audição generalizada pelo rádio, o disco, o alto-falante. Em seu tratado sobre objetos musicais (1966), ele analisou as consequências dessa situação na psicologia da escuta. Após ele, o compositor François Bayle imaginou recuperar o termo "acusmático" para designar o que é mais comumente chamado música eletroacústica. "música acústica", "concerto acústico" são para ele termos mais adequados à estética e às condições de escuta e fabricação desta música "invisível", nascida do alto-falante e onde o seu som gravado é desvinculado da causa original. (VIGNAL, 2017, p. 9, tradução nossa).[43]

---

[39] Trata-se de uma técnica experimental de composição, que evita os instrumentos tradicionais, substituindo-os pelos sons produzidos por objetos variados, de baldes a serras elétricas. Seu inventor foi o francês Pierre Schaeffer. Tudo começou em 1949, em Paris, quando ele fundou um clube – chamado Club dEssai – especialmente para desenvolver esse tipo de experiência. Ali surgiu a ideia básica do gênero: gravar ruídos para com eles compor peças musicais. Assim, Schaeffer combinava em fitas magnéticas o barulho de vassouras raspando o chão com os de água saindo pela torneira e rolhas saltando de garrafas. Sua obra mais conhecida é Symphonie Pour un Homme Seul (Sinfonia Para um Homem Só), de 1950. (MUNDO ESTRANHO, 2016).

[40] A música eletroacústica é o gênero musical em que se utilizam meios eletrônicos para criar determinadas sonoridades e também manipular e modificar os sons naturais. Os materiais sonoros são trabalhados através de sintetizadores, gravadores, mixers, computadores, softwares, entre outros equipamentos eletrônicos. (FRITSCH, 2008, p. 43).

[41] A música computacional oferece possibilidades de criação de música que dificilmente podem ser conseguidas (se for caso disso) por outros meios. Essas possibilidades são entre a criação em tempo real de improvisação ou outras formas de desempenho interativo, produção de partituras para outras performances e composição acúsmática. Em termos gerais, usamos acústica para nos referirmos a estruturas de som digitais pré-fixadas prontas para difusão acústica através de alto-falantes sem que artistas executem instrumentos musicais convencionais para produzir sons.

[42] “COMPUTER music offers possibilities for music-making that can hardly (if at all) be achieved through other means. These possibilities commune between real-time creation in improvisation or other forms of interactive performance, production of scores for others to perform, and acousmatic composition. Broadly, we use acousmatic to refer to pre-fixed digital sound structures ready for acoustic diffusion through loudspeakers without performers energizing conventional musical instruments to make sounds”.

[43] “Se dit de la situation d'écoute où l'on entend un son sans voir les causes dont il provient. Ce mot grec désignait autrefois les disciples de Pythagore, qui écoutaient leur maître enseigner derrière une tenture. Pierre Schaeffer, inventeur de la musique concrète, a eu l'idée d'exhumer ce mot pour caractériser la situation d'écoute généralisée par la radio, le disque, le haut-parleur. Dans son traité des objets musicaux (1966), il a analysé les conséquences de cette situation sur la psychologie de l'écoute. Après lui, le compositeur François Bayle a imaginé de récupérer le terme d'acousmatique pour désigner ce qu'on appelle plus communément musique électroacoustique. << Musique acousmatique >>, <<concert acousmatique>> sont pour lui des termes mieux appropriés à l'esthétique et aux conditions d'écoute et de fabrication de cette musique <<invisible>>, née du haut-parleur et où le son enregistré est délié de sa cause initiale”.

A Obra foi planejada para ter 10 minutos, 16 canais. Os elementos foram divididos por cores.

Azul = Elementos que envolvem a água

Vermelho = Elementos que envolvem a voz

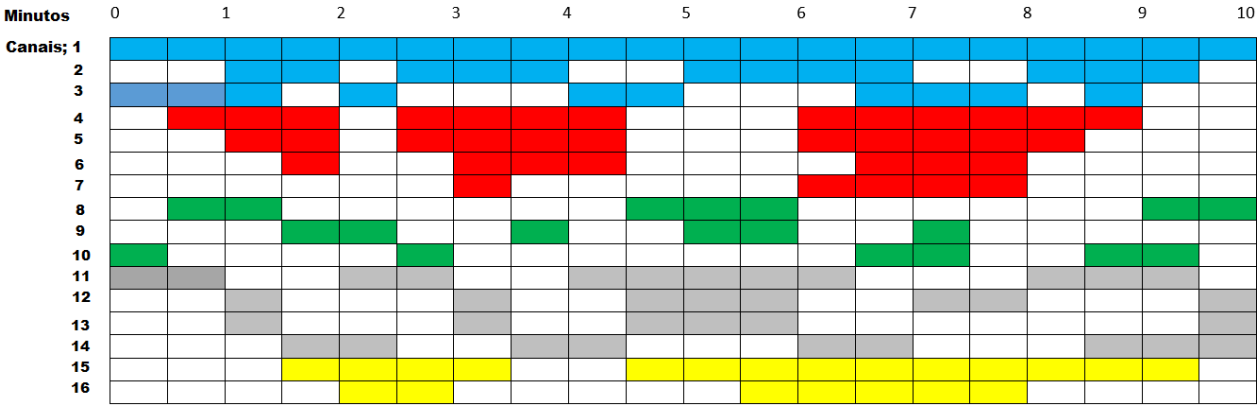
Verde = Elementos que envolvem a fauna marítima

Amarelo = Elementos que envolvem o simulador da mesa vibroacústica (Mesa Lira)

Cinza = Outros elementos harmônicos e melódicos

A Figura 38 nos mostra o planeamento dos elementos e onde cada evento supracitado irá acontecer no decorrer da obra e nos 16 canais.

Figura 38 - Planejamento da obra *Santa Iemanjá, Op. 34*

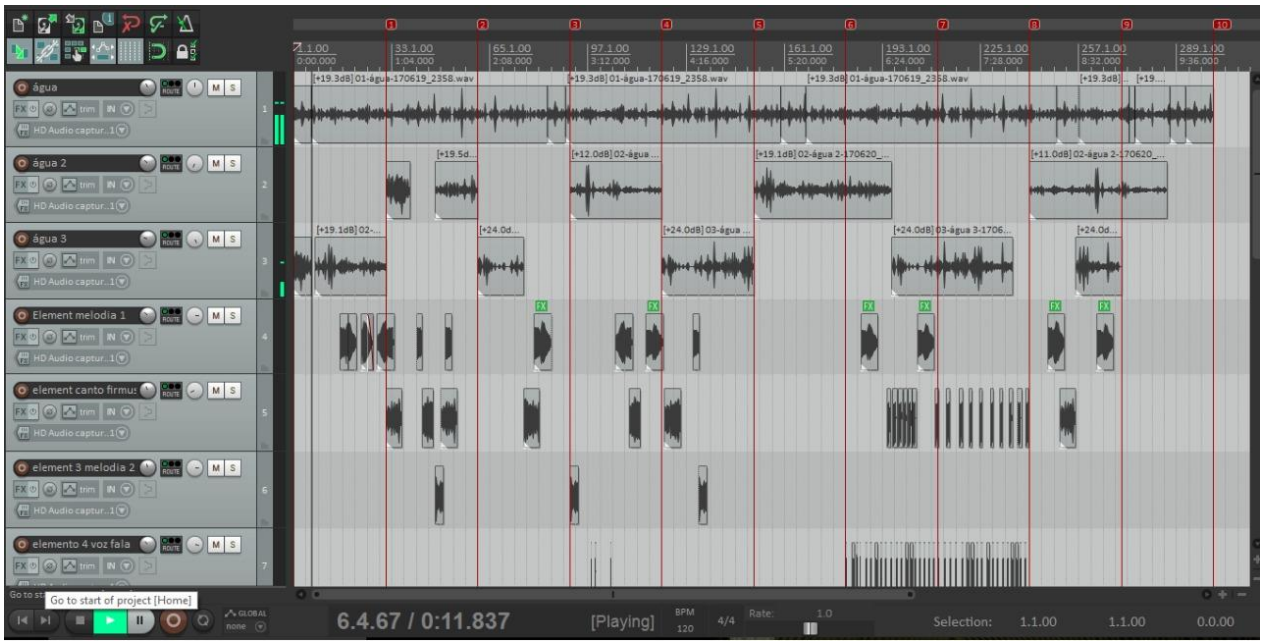


Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a gravação da obra usamos o programa *Reaper*[44] (REAPER, 2017). Na Figura 39 podemos observar o programa.

[44] REAPER é um aplicativo de produção de áudio digital completo para Windows e OS X, oferecendo um conjunto de gravação, edição, processamento, mixagem e masterização de áudio e MIDI multipista completos. “REAPER is a complete digital audio production application for Windows and OS X, offering a full multitrack audio and MIDI recording, editing, processing, mixing and mastering toolset”.

Figura 39 - Canais do Reaper

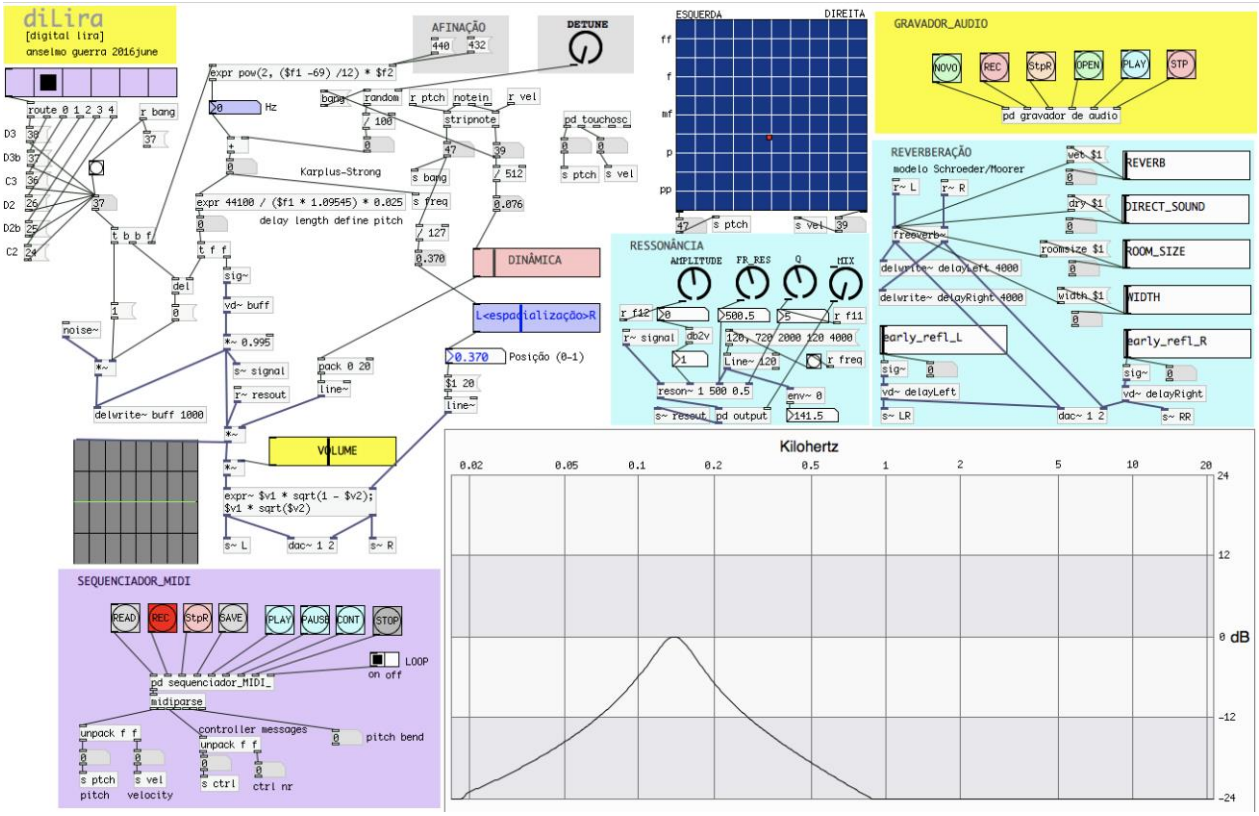


Fonte: Elaborado pelo autor.

Utilizamos um patch produzido por Anselmo Guerra de Almeida[45] para o programa *Pure Data Extended*. Este patch, poderá ser visto na Figura 40. Ele simula o som da mesa vibroacústica.

[45] Prof. Dr. Anselmo Guerra de Almeida (1956-) Professor Titular da Universidade Federal de Goiás. Possui graduação em Composição e Regência pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1986), mestrado em Ciência da Computação pela Universidade de Brasília (1992) e doutorado em Comunicação e Semiótica pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (1997). Foi pesquisador visitante no CRCA - Center for Research in computing and The Arts da Universidade da Califórnia San Diego (1995/6). Tem experiência na área de Artes, com ênfase em Música Computacional, atuando principalmente nos seguintes temas: composição musical, música computacional, música eletroacústica, música contemporânea. Foi coordenador do Mestrado em Música da UFG por três mandatos e é vice-presidente da Sociedade Brasileira de Música Eletroacústica - SBME. Lidera o Núcleo de Música, Interdisciplinaridade e Novas Tecnologias - UFG do Diretório de Pesquisa do CNPq http://ufg.academia.edu/AnselmoGuerra . (ALMEIDA, 2018).

Figura 40 - Patch simulador da mesa vibroacústica (2017)



Fonte: Elaborado pelo autor.

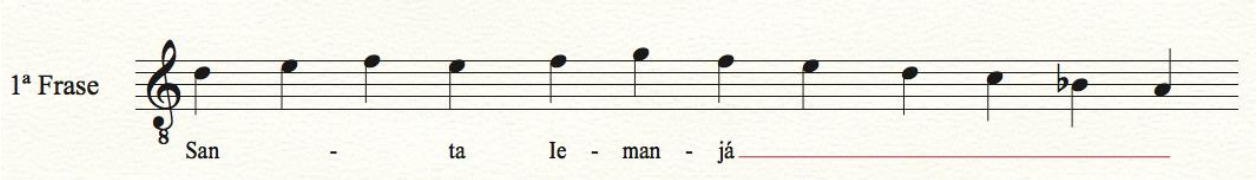
O processo de geração do som começa com a captura do gesto através de um controlador MIDI ou de dispositivos móveis via OSC. (FARNELL, 2010). Se este controlador for um teclado, a nota de midi é usada não como altura, pois este é o parâmetro fixo. Isso é usado para mapear o movimento gestual, refletindo a dinâmica e espacialização. Uma função é adicionada para introduzir pequenos desvios de afinação – Variações por função pseudo-aleatória em cada nota, uma vez que esta característica está presente no instrumento original. O parâmetro *velocity* é capturado para registrar as intensidades usadas para compor a dinâmica e envoltória do evento sonoro. (ALMEIDA, 2016).

Almeida (1956-) demonstra, que, podemos ver o *patch* principal na Figura 40 onde o foco é o algoritmo Karplus-Strong. É um uso especial do algoritmo de *looping*, um processo de síntese de modelagem física que tenta simular o gesto do toque nas cordas. Em seguida, o Karplus/Strong recebe o algoritmo de informação de frequência, fixo. No caso da mesa lira geralmente é afinado em Ré. Na verdade, existem várias sequências com a mesma altura, e temos vários ataques dependendo do gesto do artista intérprete ou executante.

O módulo de ressonância e reverberação completa a projeção de som, assim como a mesa lira que tem uma caixa de ressonância que serve como um amplificador natural e atua como um filtro que enfatiza os harmônicos observado nas performances. Os parciais produzem movimentos com grande variedade, como coro de harmônicos, em contraste com a monotonia do tom fundamental.

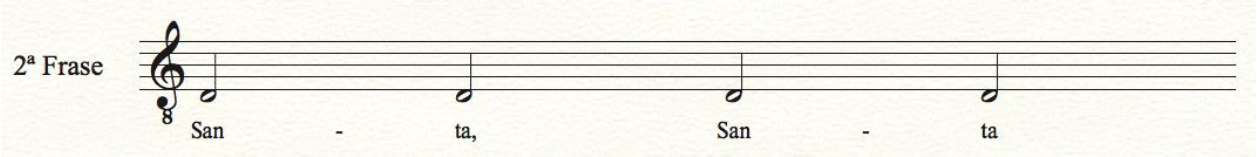
Os elementos que envolvem a voz são divididos em quatro frases, onde três serão cantadas e uma falada. As três frases cantadas estão em modo de ré dórico como podemos observar nas Figura 41, Figura 42 e Figura 43.

Figura 41 - 1ª Frase com texto da obra *Santa Iemanjá, Op. 34*



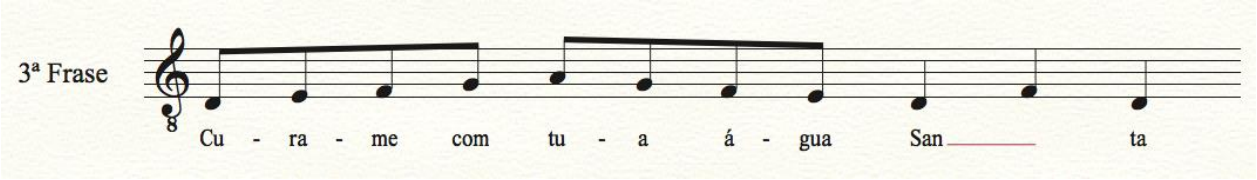
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 42 - 2ª Frase com texto da obra *Santa Iemanjá, 34*



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 43 - 3ª Frase com texto da obra *Santa Iemanjá, Op. 34*



Fonte: Elaborado pelo autor.

A quarta frase é falada e segue com o texto “Santa Iemanjá, cura-me com tua água santa”. Todos os elementos supracitados foram gravados e modificados com técnicas que serão exemplificadas no próximo subcapítulo.

3.2.3 Especificações Técnicas da Obra *Santa Iemanjá, Op. 34*.

Neste subcapítulo poderemos observar as técnicas, os elementos e os eventos que acontecerão no decorrer da obra.

Obra: *Santa Iemanjá, Op. 34*
Ano: 2017
Duração: 10 Minutos
Compositor: Halley Chaves
Intérpretes: Halley Chaves e Ralmon Sousa
Gravação: Halley Chaves e Ralmon Sousa
Produção: Ralmon Sousa

a) Instrumentos utilizados;

- Sons eletrônicos
- Teclado XPS 10 da Roland
- Guitarra com pedaleira
- Voz humana

b) Técnicas;

- Afinação da guitarra - cordas 1E e 2B afinadas alguns comas abaixo da afinação de 440Hz
- Técnica de band, slide, tapping com palheta
- Band - F# - a partir da 12ª casa
- Tapping – G, C, e F#, C, a partir da 12ª casa
- Slide - G#/C, a partir da 12ª casa

c) Sons concretos;

- Saboneteira
- Um balde com água
- Galhos de árvores

Elemento água 1, 2 e 3;

- Água (1) constante de 0:00 à 10:00

Água (2)

1:00 à 1:16 efeito de chuva (técnica- captação de uma torneira ligada)
1:32.051 à 2:00 constante
3:00 à 4:00 constante
5:00 à 6:30 constante
8:00 à 9:30 constante

Água (3)

0:00 à 0:11.752 efeito de chuva (técnica- captação de uma torneira ligada)
0:14 à 1:00 constante
2:00 à 2:30 constante
4:00 à 5:00 constante
6:30 à 7:49 constante
8:30 à 9:00 constante

Elemento melodia 1 (voz 01)

voz 01 - 0:30 à 0:41 - voz natural
voz 01 - 0:44 à 0:54 - um delay 1040,0 (ms), feedback (dB) 1.0, output wet (dB) -15.0 output dry (dB) 0.0
voz 01- 0:54.500 à 1:05 - efeito de reverse da voz
voz 01 - 1:20 à 1:24 - Room size 81, Dampening 50, stereo Width 1.00, Intial Delay 14 (ms), Lowpass 7054 Hz, Highpass 22 Hz, Wet -5.2, Dry +0.0
voz 01 - 1:39 à 1:43 - Room size 81, Dampening 50, stereo Width 1.00, Intial Delay 14 (ms), Lowpass 7054 Hz, Highpass 22 Hz, Wet -5.2, Dry +0.0 - com fadeout

voz 01 - 2 :37 à 2:48 - Delay w/Reverseness - Length (ms) 280.0, Wet mix (dB) -23.0, Dry mix (dB) -11.0, Edge Overlap 0.1

voz 01- 3:30 à 3:41 - efeito de reverse da voz

voz 01 - 3:50 à 4:01 - Room size 81, Dampening 50, stereo Width 1.00, Intial Delay 14 (ms), Lowpass 7054 Hz, Highpass 22 Hz, Wet -5.2, Dry +0.0

voz 01 - 4:20.500 à 4:24.500 - Room size 81, Dampening 50, stereo Width 1.00, Intial Delay 14 (ms), Lowpass 7054 Hz, Highpass 22 Hz, Wet -5.2, Dry +0.0 - com fadeout

voz 01 - 6:10 à 6:21 - Room size 81, Dampening 50, stereo Width 1.00, Intial Delay 14 (ms), Lowpass 7054 Hz, Highpass 22 Hz, Wet -5.2, Dry +0.0

voz 01 - 6:47 à 6:58 - Room size 81, Dampening 50, stereo Width 1.00, Intial Delay 14 (ms), Lowpass 7054 Hz, Highpass 22 Hz, Wet -5.2, Dry +0.0

voz 01 - 8:12 à 8:23 - Delay w/Reverseness - Length (ms) 280.0, Wet mix (dB) -23.0, Dry mix (dB) -11.0, Edge Overlap 0.1

voz 01 - 8:44 à 8:55 - Room size 81, Dampening 50, stereo Width 1.00, Intial Delay 14 (ms), Lowpass 7054 Hz, Highpass 22 Hz, Wet -5.2, Dry +0.0

Elemento cantus firmus (voz 02)

voz 02 -1:00 à 1:10.500 - insere reverb - Echo Generator - som robótico

voz 02- 1:23.846 à 1:31 - alteração Pitch -1 octave da melodia original

voz 02 -1:36 à 1:46.500 - insere reverb - Echo Generator - som robótico

voz 02 -2:30 à 2:40 - efeito de reverse da voz

voz 02- 3:39 à 3:46 - alteração Pitch -1 octave da melodia original

voz 02 - 4:02 à 4:12.500 - loop com voz natural (texto - santa,santa)

voz 02 - 6:27 à 6:46 - loop com a voz natural (texto - cura-me com tua água santa)

voz 02 - 6:58 à 7:59.500 - loop com voz natural (texto - cura-me com tua água santa)

voz 02 - 8:19.500 à 8:30 - insere reverb - Echo Generator - som robótico

Elemento 3, melodia 2 (voz 03)

voz 03 - 1:32 à 1:37.500 - equalizador - Highpass em 200Hz, Lowpass em 5.0k e um acentuação na Frequency (Hz) - 876.7, Gain (dB) 3.2, Bandwidth (oct) 1.86

voz 03 - 3:00 à 3:05.500 - Ptch, alteração das formant shift -21 cents, formant shift -3 semitones

voz 03 - 4:24 à 4:29.500 - voz sem processamento (voz natural)

Elemento 4 voz fala (voz 04)

voz 04 - 3:14 à 3:18.500 - delay, delay (ms) 820.00, feedback (dB) -5.0, output wet (dB) 0.0, output dry (dB) 0.0 (texto - santa Iemanjá)

voz 04 - 3:26.500 à 3:29.500 - delay, delay (ms) 820.00, feedback (dB) -5.0, output wet (dB) 0.0, output dry (dB) 0.0 (texto - cura)

voz 04 - 6:00 à 6:10 - sem processamento (voz natural), entre esses 10 segundos (texto - santa Iemanjá, santa Iemanjá, cura-me com tua água santa)

voz 04 - 6:13 à 7:58 - efeito de loop sem métrica, mas com voz natural (texto - santa Iemanjá)

Elemento fauna e flora 1, 2 e 3

Fauna e Flora 1

0:41 à 0:53.500 - guitarra (som de golfinho) - técnica tapping com palheta

0:54.453 à 0:59 - guitarra (animais marítimo) - técnica com a mão direita forçando a corda contra o captador

0:58.888 à 1:05.990 - guitarra (som de golfinho) - técnica tapping com palheta

1:10.694 à 1:16 - guitarra (animais marítimo) - técnica com a mão direita forçando a corda contra o captador

4:30 à 4:35.500 - guitarra (animais marítimo) - técnica com a mão direita forçando a corda contra o captador

4:44.268 à 4:50.633 - guitarra (som de golfinho) - técnica tapping com palheta

4:51.500 à 5:02 elemento da natureza (movimentos com folhas de árvores) - JS: 3-band Eq - Low (dB) -13.0, Frequency (Hz) 9789.0, Mid (dB) 6.0, Frequency (Hz) 8017.0, High (dB) 13.0, Output (dB) 23.0

5:05.413 à 5:07.763 - assobio (efeito de pássaros) - Reapitch - Shft (full range) 17.42 semitones, Shift (cents) 62, Shift (semitones) 12, Shift (octaves) -2, Formant shift (full) 4.42 semitones, Formant shift 187 cents, Formant shift 13 semitones, Wet +0.0, Dry -inf, volume +0.0

5:14 à 5:24 - elemento da natureza (movimentos com folhas de árvores) - JS: 3-band Eq - Low (dB) -13.0, Frequency (Hz) 9789.0, Mid (dB) 6.0, Frequency (Hz) 8017.0, High (dB) 13.0, Output (dB) 23.0

5:27.202 à 5:29.153 - assobio (efeito de pássaros) - Reapitch - Shft (full range) 17.42 semitones, Shift (cents) 62, Shift (semitones) 12, Shift (octaves) -2, Formant shift (full) 4.42 semitones, Formant shift 187 cents, Formant shift 13 semitones, Wet +0.0, Dry -inf, volume +0.0

5:29.374 à 5:32.499 - elemento da natureza (movimentos com folhas de árvores) - JS: 3-band Eq - Low (dB) -13.0, Frequency (Hz) 9789.0, Mid (dB) 6.0, Frequency (Hz) 8017.0, High (dB) 13.0, Output (dB) 19.0

5:32.672 à 5:34.122 - assobio (efeito de pássaros) - Reapitch - Shft (full range) 17.42 semitones, Shift (cents) 62, Shift (semitones) 12, Shift (octaves) -2, Formant shift (full) 4.42 semitones, Formant shift 187 cents, Formant shift 13 semitones, Wet +0.0, Dry -inf, volume +0.0

5:36.500 à 5:46.423 - assobio (efeito de pássaros) - Reapitch - Shft (full range) 17.42 semitones, Shift (cents) 62, Shift (semitones) 12, Shift (octaves) -2, Formant shift (full) 4.42 semitones, Formant shift 187 cents, Formant shift 13 semitones, Wet +0.0, Dry -inf, volume +0.0

5:48.887 à 5:52.462 - assobio (efeito de pássaros) - Reapitch - Shft (full range) 17.42 semitones, Shift (cents) 62, Shift (semitones) 12, Shift (octaves) -2, Formant shift (full) 4.42 semitones, Formant shift 187 cents, Formant shift 13 semitones, Wet +0.0, Dry -inf, volume +0.0

5:53.198 à 5:54.280 - assubio (efeito de pássaros) - Reapitch - Shft (full range) 17.42 semitones, Shift (cents) 62, Shift (semitones) 12, Shift (octaves) -2, Formant shift (full) 4.42 semitones, Formant shift 187 cents, Formant shift 13 semitones, Wet +0.0, Dry -inf, volume +0.0

9:27.985 à 9:40.265 - guitarra (som de golfinho) - técnica tapping com palheta

9:41.168 à 9:50.500 - elemento da natureza (movimentos com folhas de árvores) - JS: 3-band Eq - Low (dB) -13.0, Frequency (Hz) 9789.0, Mid (dB) 6.0, Frequency (Hz) 8017.0, High (dB) 13.0, Output (dB) 23.0

9:51.632 à 9:54.500 - efeito golfinho - guitarra (técnica - band)

9:56.299 à 9:59.500 - efeito golfinho - guitarra (técnica - band)

Fauna e Flora 2

1:30 à 1:33 - efeito golfinho - guitarra (técnica - band)

1:45 à 1:48.363 - efeito golfinho - guitarra (técnica - band)

1:50.024 à 1:53 - efeito golfinho - guitarra (técnica - slide)

1:59.261 à 2:02 - efeito golfinho - guitarra (técnica - band)

2:04.279 à 2:08 - efeito golfinho - guitarra (técnica - band)

2:28.323 à 2:29.546 - assobio (efeito de pássaros) - Reapitch - Shft (full range) 17.42 semitones, Shift (cents) 62, Shift (semitones) 12, Shift (octaves) -2, Formant shift (full) 4.42 semitones, Formant shift 187 cents, Formant shift 13 semitones, Wet +0.0, Dry -inf, volume +0.0

3:30 à 3:34 - guitarra (animais marítimos) - técnica com a mão direita forçando a corda contra o captador

3:43 à 3:45.401 - efeito golfinho - guitarra (técnica - band)

3:48.788 à 3:52.269 - efeito golfinho - guitarra (técnica - band)

5:09 à 5:11.359 - assubio (efeito de pássaros) - Reapitch - Shft (full range) 17.42 semitones, Shift (cents) 62, Shift (semitones) 12, Shift (octaves) -2, Formant shift (full) 4.42 semitones, Formant shift 187 cents, Formant shift 13 semitones, Wet +0.0, Dry -inf, volume +0.0

5:20 à 5:22.313 - assubio (efeito de pássaros) - Reapitch - Shft (full range) 17.42 semitones, Shift (cents) 62, Shift (semitones) 12, Shift (octaves) -2, Formant shift (full) 4.42 semitones, Formant shift 187 cents, Formant shift 13 semitones, Wet +0.0, Dry -inf, volume +0.0

5:52.722 à 6:00 - elemento saboneteira (efeito de animais marítimo)

7:02 à 7:06 - elemento saboneteira (efeito de animais marítimo)

7:10 à 7:12.205 - efeito golfinho - elemento guitarra (técnica - band)

7:17.500 à 7:19.500 - efeito golfinho - elemento guitarra (técnica - band)
7:24.764 à 7:28.250 - elemento saboneteira (efeito de animais marítimo)

Fauna 3

0:01.718 à 0:06.234 - elemento saboneteira (efeito de animais marítimo)
0:06.499 à 0:15.500 - captação de ventos fortes (efeito de tempestade)
0:16.164 à 0:22 - elemento guitarra (som de golfinho)
2:30 à 2:33.500 - captação de ventos fortes (efeito de tempestade)
2:34 à 3:00 - elemento saboneteira (efeito de animais marítimo)
6:31 à 7:15.500 - elemento saboneteira (efeito de animais marítimo)
8:34.340 à 8:34.500 - elemento guitarra (som de golfinho)
8:48 à 9:07 - elemento saboneteira (efeito de animais marítimo)
9:10.172 à 9:18 - guitarra (som de golfinho)
9:20.921 à 9:29 - elemento guitarra (som de golfinho)

Elementos Melódicos e Harmônicos 1, 2, 3 e 4

Piano acorde quartal – G, C, F, Bb, Eb (98Hz, 131Hz, 175Hz, 233Hz e 311Hz)
Synth - Saw wave G, A, D (98Hz, 110Hz e 74Hz)

Elementos Melódicos e Harmônicos (1) (Gravação original G, A e D (98Hz, 110Hz e 74Hz). Utilizei o Rea Pitch para alterar a frequencia

0:28 à 0:46 Synth - Saw wave pedal em D (37 Hz)
2:02 à 2:10.164 Synth - Saw wave G, A, D (98Hz, 110Hz e 74Hz)
2:24 à 2:42 Synth - Saw wave pedal em D (74Hz)
4:00 à 4:18 Synth - Saw wave pedal em D (37Hz)
4:44 à 5:02 Synth - Saw wave pedal em D (37Hz)
5:40 à 5:58 Synth - Saw wave pedal em D (74Hz)
8:32 à 8:50 Synth - Saw wave pedal em D (37Hz)
9:08 à 9:26 Synth - Saw wave pedal em D (37 Hz)

Elementos Melódicos e Harmônicos (2)

1:12 à 1:25.387 Synth - Saw wave G, A, D (49Hz, 55Hz e 37Hz)
3:05.215 à 3:18.603 Synth - Saw wave G, A, D (98Hz, 110Hz e 74Hz)
4:40 à 4:53.387 Synth - Saw wave G, A, D (49Hz, 55Hz e 37Hz)
5:20 à 5:33.387 Synth - Saw wave G, A, D (98Hz, 110Hz e 74Hz)
7:09.214 à 7:22.602 Synth - Saw wave G, A, D (49Hz, 55Hz e 37Hz)
7:43.212 à 7:56.599 Synth - Saw wave G, A, D (98Hz, 110Hz e 74Hz)
9:41.224 à 9:54.611 Synth - Saw wave G, A, D (49Hz, 55Hz e 37Hz)

Elementos Melódicos e Harmônicos (3) gravação original G C F Bb Eb (98Hz, 131Hz, 175Hz, 233Hz e 311Hz)

1:05.666 à 1:13 Synth - Saw wave pedal em D (37 Hz)
3:21.500 à 3:26 piano acorde quartal – G, C, F, Bb, Eb (49Hz, 65Hz, 87Hz, 117Hz e 156Hz)
4:36 à 4:40 piano acorde quartal – G, C, F, Bb, Eb (98Hz, 131Hz, 175Hz, 233Hz e 311Hz)
5:02 à 5:06 piano acorde quartal – G, C, F, Bb, Eb (98Hz, 131Hz, 175Hz, 233Hz e 311Hz)
5:34 à 5:38 piano acorde quartal – G, C, F ,Bb, Eb (49Hz, 65Hz, 87Hz, 117Hz e 156Hz)
9:34 à 9:38 piano acorde quartal – G, C, F, Bb, Eb (98Hz, 131Hz, 175Hz, 233Hz e 311Hz)
9:56 à 10:00 piano acorde quartal – G, C, F, Bb, Eb (49Hz, 65Hz, 87Hz, 117Hz e 156Hz)

Elementos Melódicos e Harmônicos (4)

1:48 à 1:52 – piano - acorde quartal – G, C, F, Bb, Eb (98Hz, 131Hz, 175Hz, 233Hz e 311Hz)
2:00 à 2:04 – piano - acorde quartal – G, C, F, Bb, Eb (98Hz, 131Hz, 175Hz, 233Hz e 311Hz)
3:46 à 3:50 - piano - acorde quartal – G, C, F ,Bb, Eb (98Hz, 131Hz, 175Hz, 233Hz e 311Hz)
6:02 à 6:06 - piano - acorde quartal – G, C, F, Bb, Eb (49Hz, 65Hz, 87Hz, 117Hz e 156Hz)

6:28.500 à 6:32 - piano - acorde quartal – G, C, F, Bb, Eb (98Hz, 131Hz, 175Hz, 233Hz e 311Hz)

8:31 à 8:34 - piano - acorde quartal – G, C, F, Bb, Eb (49Hz, 65Hz, 87Hz, 117Hz e 156Hz)

9:29 à 9:41 - Synth - Saw wave G, A, D (98Hz, 110Hz e 74Hz)

9:50 à 10:00 - Synth - Saw wave pedal em D (74Hz)

Mesa lira 1 (Mesa Vibroacústica)

1:30 à 2:30

2:59.500 à 3:14

3:18.500 à 3:30 com fade out

4:31 à 6:11 com fade out

6:31.534 à 8:14com um fade in em 6:31.534 até 6:34

8:36.500 à 9:30 com fade out, inicia em 9:24 até 9:30

Mesa lira 2 (Mesa Vibroacústica)

2:00 à 2:40 fade out inicia em 2:08 até 2:40

5:30.102 à 6:10.500

6:56 à 7:58 fade in inicia em 6:56 até 6:58

Mix - DAW - Reaper - todos os plugins utilizados são nativos da Daw

Master - Audacity o plugin (Amplify) é nativo do programa

Amplify

Amplificar em 5,5 dB - permitir corte de picos - novo pico de amplitude (dB) 4,2521

fade in 00:0.000 à 00:05.755

fade out 08:22.418 à 10:00.000

As especificações técnicas apresentadas neste subcapítulo são dados dos eventos que acontecem no decorrer da obra. Podemos fazer uma apreciação não-Cimática da obra por meio de Silva (2017b), ou podemos usar o QR Code 9.

QR Code 9 - Gravação em estúdio *Santa Iemanjá, Op. 34*

Fonte: Silva (2017b).

A gravação do recital de defesa do mestrado pode ser visto no QR Code 10

QR Code 10 10 – Performance ao vivo de *Santa Iemanjá, Op. 34*

Fonte: Silva (2017b).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Triologia de obras exposta nesta dissertação fitou a possibilidade de interação entre a arte e a física sob os aspectos da música de concerto e da música eletroacústica. Podemos demonstrar o poder de interação da Música Cimática com a matéria e com isso criamos um sistema composicional que viabilizou diretrizes para o procedimento de composição de obras musicais com o fenômeno da Cimática.

A Cimática não é um fenômeno exclusivamente visual, pois defendemos nesta dissertação que este fenômeno é toda a implicação do devir constante entre o som e os corpos, como defendeu o físico Hans Jenny.

Desenvolvemos um projeto sólido de formulação e definição da Música Cimática. Desta forma, esperamos que estes conceitos reflitam em novas pesquisas com este ponto de vista estético-composicional.

O dualismo entre o físico e o virtual na obra *Lissajous x Chladni, Op. 33* nos mostra que não é simples se obter um resultado simétrico do fenômeno da Cimática no meio físico. Em contrapartida, o meio virtual é uma excelente ferramenta para a música visual.

Não é possível chamar de Cimática ou Música Cimática programas virtuais que simulam metaforicamente este fenômeno físico, pois a Cimática é uma manifestação do som na matéria. *Lissajous x Chladni, Op. 33* é uma obra de Música Cimática, pois explora a interação entre o virtual e o físico.

A construção da mesa eletroacústica nos permitiu a experimentação da Apreciação Cimática na obra *Santa Iemanjá, Op. 34*. Por questões de ética, não foi possível ampliar os estudos em seres humanos, portanto a ideia proposta foi estética, mas pretendemos realizar estudos com surdos e testar efeitos terapêuticos das frequências em trabalhos futuros.

Com as experiências estéticas e físicas mostradas neste artigo, inferimos, portanto, a exploração e o aperfeiçoamento do conceito de Música Cimática, contribuindo para o planejamento de obras vindouras.

REFERÊNCIAS

ABREU, Claudia. **Ponte de Tacoma - 1**. 09 jun. 2007. (4 min 25 s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=dvRHK4yA8rc>. Acesso em: 29 set. 2015.

ALMEIDA, A. G. **Currículo do sitema currículo Lattes**. [Goiânia], 05 mar. 2018. Disponível em: < http://lattes.cnpq.br/2322584898095049>. Acesso em: 06 abr. 2018.

_____. PD Digital Monochord Table – a tool for vibro-acoustic therapy. In: 5TH INTERNATIONAL PUREDATA CONVENTION (PDCON16), 5., 2016, New York. **Anais**... New York: New York University/Stevens Institute of Technology, 2016.

ARCELA, Aluizio. Um tipo de contraponto existente no espaço-tempo intervalar. **Revista Música Hodie, Goiânia**, v. 14, n. 1, p. 49-65, 2014. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/musica/article/view/32867/17471>. Acesso em: 08 fev. 2018.

ASHTON, Anthony. **Harmonograph: A visual guide to the mathematics of music.** 1. ed. New York: Bloomsbury USA, 2001.

BRUSCIA, Kenneth E. **Definindo Musicoterapia**. Rio de Janeiro, Enelivros, 2000.

CIMÁTICA. In: Wikipédia: a enciclopédia livre. San Francisco, 6 out. 2016. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Cimática>. Acesso em: 16 mai. 2015.

CYMASCOPE - SOUND MADE VISIBLE. **The Development of Music Made Visible - Halo Drum**. [S.I.], 2016. Disponível em: <http://www.cymascope.com/cyma_research/musicology.html>. Acesso em: 09 mai. 2015.

DEAN, Roger T. **The Oxford Handbook of Computer Music.** New York: Oxford University Press, 2009. 611 p. Disponível em: <https://is.muni.cz/el/1421/podzim2017/IM156/um/DEAN_The_oxford_handbook_of_COMPUTER_MUSIC.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2018.

ENCICLOPÉDIA ITAÚ CULTURAL. Aluizio Arcela. São Paulo: Itaú Cultural, 2017. Disponível em: <http://enciclopedia.itaucultural.org.br/pessoa245222/aluizio-arcela>. Acesso em: 10 out. 2017. Verbete da Enciclopédia. ISBN: 978-85-7979-060-7.

FARNELL, A. **Designing Sound**. Cambridge, Mass.: MIT Press, 2010. Disponível em: <http://www.books24x7.com/marc.asp?bookid=47538>. Acesso em: 20 jan. 2018.

FERREIRA JÚNIOR, Paulo do Nascimento. **Ressonância**: O Curioso Caso da Ponte Tacoma Narrows!. Disponível em: <https://www.portaleducacao.com.br/pedagogia/artigos/41429/ressonancia-o-curioso-caso-da-ponte-tacoma-narrows>. Acesso em: 29 set. 2015.

FRITSCH, Eloy. **Música Eletrônica**: Uma Introdução Ilustrada. 1. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2008.

_____. **Música Eletrônica**: Uma Introdução Ilustrada. 2. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2013. 400 p.

GEM - Introdução. **Pd~**. [S.I.], 2018. Disponível em: <http://gem.iem.at/documentation/manual/manual/gem-introduction>. Acesso em: 12 fev. 2018.

GRUPO DE ANÁLISE MUSICAL (GAMA). **O Projeto**. [S.I.], 2010. Disponível em: <http://www.gama.musica.ufcg.edu.br/>. Acesso em: 28 ago. 2017.

HAMPTON, Chris. 432Hz, A Nota de Deus: Os Audiófilos que Querem Derrubar o Padrão de Afinação. **Motherboard**, 17 jun. 2014. Disponível em: <http://motherboard.vice.com/pt_br/read/432hz-a-nota-de-deus>. Acesso em: 26 set. 2015.

JENNY, Hans. **Cymatics**. Revised Edition, 2001. Disponível em: <https://monoskop.org/images/7/78/Jenny_Hans_Cymatics_A_Study_of_Wave_Phenomena_and_Vibration.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2018.

KOHLS, Marta. **Água**: fonte de vida. SB Rural, 13 jan. 2011. Disponível em: <http://www.ceo.udesc.br/arquivos/id_submenu/285/caderno_udesc_054.pdf >. Acesso em: 20 ago. 2017.

KVERNO, Derek; NOLEN, Jim. **A Study of Vibrating Plates**. [S.I.], 2015. Disponível em: <http://www.phy.davidson.edu/StuHome/derekk/Chladni/pages/menu.htm>. Acesso em: 26 set. 2015.

LIMA, Flávio Fernandes de. **Desenvolvimento de Sistemas Composicionais a partir da Intertextualidade**. 2011. 240f. Dissertação (Mestrado em Música) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

LISSAJOUS. In: ENCICLOPEDIA universal ilustrada: europeo-americana: suplemento anual, 1961-1962. Madrid: Espasa-Calpe, c1966. 81 v., il. Inclui indice.

LUNDY, Miranda. **Sacred Geometry**. 1. ed. New York: Bloomsbury USA, 2001.

MARTINEAU, Jason. **Os Elementos da Música**: melodia, ritmo e harmonia. Tradução de: Jussara Almeida de Trindade. São Paulo: É Realizações, 2017. 64 p.

MUNDO ESTRANHO. **O Que é Música Concreta?** [S.I.], 19 ago. 2016. Disponível em: <https://mundoestranho.abril.com.br/cultura/o-que-e-musica-concreta/>. Acesso em: 09 jan. 2018.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION (NASA). **Cassini Images**. [S.I.], 03 ago. 2017. Disponível em: <http://www.nasa.gov/mission_pages/cassini/images/index.html>. Acesso em: 26 set. 2015.

NATURA MUSICAL. **Natura Musical 10 anos - Nada Fica Indiferente à Música**. 13 ago. 2015. (1 min 30 s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=tX_LSRDYy-4>. Acesso em: 26 set. 2015.

NIGRO, Ines. **Atendimentos**. [S. I.], 2012. Disponível em: <https://inesnigro.wordpress.com/atendimentos/>. Acesso em: 12 jan. 2018.

OLIVEIRA, Liduino José Pitombeira de. **Currículo do sitema currículo Lattes**. [Rio de Janeiro], 27 mar. 2018. Disponível em: <http://lattes.cnpq.br/2580064972508587>. Acesso em: 06 abr. 2018.

OXFORD MUSIC ONLINE. **Pellegrino, Ron(ald Anthony).** Disponível em: <http://www.oxfordmusiconline.com:80/subscriber/article/grove/music/43073>. Acesso em: 26 set. 2015.

PASSOS, L. O. **Stravinsky Rite of Springs – Cymatics**. 26 set. 2015. (1 min 41 s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=A1DcziPXSlc&feature=youtu.be>. Acesso em: 17 set. 2015.

PELLEGRINO, R. **Cymatic Laser Dream**. 26 nov. 2013. (4 min 25 s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=pQiKHvPCQjs&t=69s>. Acesso em: 22 jul. 2017.

PETRAGLIA, Marcelo S. **Figuras Sonoras de Chladni**. [S.I.], 2015. Disponível em: <http://www.ouvirativo.com.br/mp7/pdf/figuras_chladni.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2015.

PHYSICS FORUMS. **Human Body Resonant Frequencies**. [S.I.], 2017. Disponível em: <https://www.physicsforums.com/threads/human-body-resonant-frequencies.501607/>. Acesso em: 08 mar. 2017.

PURE DATA. **Pd Community Site**. [S.I.], 2018. Disponível em: <http://puredata.info>. Acesso em: 15 dez. 2016.

REALE, Giovanni; ANTISERI, Dario. **História da Filosofia**: filosofia pagã antiga. Tradução de: Ivo Storniolo. São Paulo: Paulus, 2003. Disponível em: <https://marcosfabionuva.files.wordpress.com/2012/04/reale-g-antiseri-d-historia-da-filosofia-vol-1.pdf>. Acesso em: 12 out. 2017.

REAPER. **Digital Audio Workstation**. [S.I.], 2017. Disponível em: <https://www.reaper.fm/>. Acesso em: 06 jan. 2018.

SAGOFF, Jared. **No magic show**: Real-World levitation to inspire bette pharmaceuticals. Argonne National Laboratory. Chicago, 12 set. 2012. Disponível em <http://www.anl.gov/articles/no-magic-show-real-world-levitation-inspire-better-pharmaceuticals>. Acesso em: 27 out. 2015.

SILVA, Halley Chaves da; ARAÚJO, Augusto Matheus V.; OLIVEIRA, Liduino José Pitombeira de. O pensamento dialético de Hegel como estrutura fundamental do planejamento composicional de uma Sonatina para piano. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM MÚSICA (ANPPOM), 22., 2012, João Pessoa. **Anais**... João Pessoa: UFPB, 2012. p. 1543-1550.

SILVA, Halley Chaves da; SANTOS, Raphael Sousa.; OLIVEIRA, Liduino José Pitombeira de. Utilização de contorno fotográfico no planejamento composicional de Açude velho para

quinteto de metais. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM MÚSICA (ANPPOM), 24., 2014, São Paulo. **Anais eletrônicos**... São Paulo: UNESP, 2014. Disponível em: <http://www.anppom.com.br/congressos/index.php/24anppom/SaoPaulo2014/paper/view/2627>. Acesso em 12 out. 2017.

SILVA, Halley Chaves. **Cimática - Planejamento do 1° Movimento da Sinfonia Cimática de Halley Chaves - Parte da Flauta.** 14 set. 2015a. (3 min 49 s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=QbjDUwggNjU>. Acesso em: 17 set. 2015.

_____. **Experiência de Cimática - Sinfonia 1 - Halley Chaves**. 13 set. 2015b. (0 min 12 s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=DX55ZjzG-kU>. Acesso em: 17 set. 2015.

_____. LISSAJOUS X CHLADNI OP. 33 - Halley Chaves. 31 mai. 2017a. (8 min 30 s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=eXJc_DL1MnA>. Acesso em: 08 fev. 2018.

_____. O Conceito de Música Cimática na Construção Composicional. In: CONGRESSO DE PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO (CONPEEX), 13., 2016, Goiânia. **Anais**... Goiânia: UFG, 2016. p. 429-433.

_____. Santa Iemanjá op. 34 - Halley Chaves. 01 dez. 2017b. (10 min 15 s). Disponível em: <https://youtu.be/BYTV_0E0Ndo>. Acesso em: 08 fev. 2018.

SILVA, Halley Chaves; PASSOS, Luís O. Música Cimática: aplicação e desenvolvimento de materiais na composição da Sinfonia Cimática. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM MÚSICA (ANPPOM), 26., 2016, Belo Horizonte. **Anais eletrônicos**... Belo Horizonte: UEMG/UFMG, 2016. Disponível em : <http://www.anppom.com.br/congressos/index.php/26anppom/bh2016/paper/view/4297>. Acesso em: 12 out. 2017.

STANFORD, N. **CYMATICS**: Science Vs. Music - Nigel Stanford. 12 nov. 2014. (5 min 52 s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Q3oItpVa9fs>. Acesso em: 22 jul. 2017.

STÖCKMANN, H. J. Chladni meets Napoleon. **The European Physical Journal Special Topics,** v. 145, n. 1, p. 15–23, 2007.

SUTHERLAND, Roger. **New Perspectives in Music**. London: Sun Tavern Fields, 1994.

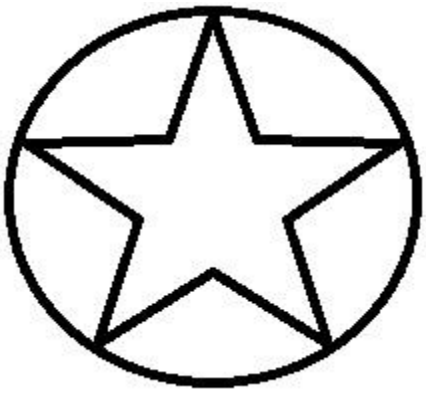
UNIDADE ACADÊMICA DE ARTE E MÍDIA. **Luís Otávio Teixeira Passos**. Campina Grande, 2009. Disponível em: <http://www.musica.ufcg.edu.br/luis.html>. Acesso em: 13 out. 2017.

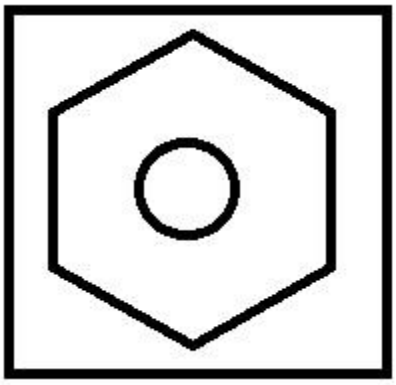
VIGNAL, Marc. **Dictionnaire de la Musique**. 1. ed. v. 1. 1517 p. Paris: Laurosse, 2017.

HALLEY CHAVES

"SINFONIA CIMÁTICA"

SINFONIA N° 1





2015

HALLEY CHAVES

SINFONIA CIMÁTICA, N° 1 Op. 28

Duração: 1° Cosmogonia - 3:45
2° Cosmologia – 3:55
3° Cimática -3:03

SINFONIA CIMÁTICA

SINFONIA CIMÁTICA, Op. 28, é uma obra composta para o Trabalho de Conclusão de Curso do Bacharelado em música da UFCG. A obra consiste em três movimentos Rapsódicos que exploram ideias nacionalistas, espectrais, visuais, psicoácusticas, além de outros elementos, em especial a "Cimática".

Halley Chaves (n.1986) é aluno do bacharelado em Composição da Universidade Federal de Campina Grande, onde estuda sob orientação dos compositores Luís Passos e Liduino Pitombeira. Desenvolve trabalhos na área de filosofia e sua inter-relação com a música e também atua como professor de filosofia na rede estadual de ensino de Campina Grande.

Halley Chaves
halleydeth@yahoo.com.br

HALLEY CHAVES

SINFONIA CIMÁTICA, N° 1 Op. 28

Duração: 1° Cosmogonia - 3:45
2° Cosmologia - 3:55
3° Cimática -3:03

SINFONIA CIMÁTICA

SINFONIA CIMÁTICA, Op. 28, it's a work composed for the Course Completion Assignment in Bachelor in Music Composition at the Universidade Federal de Campina Grande. The work consists of three nationalist rhapsodic movements that explore nationalist, spectral, visual, and psicoacoustic ideas, in addition to other elements, in particular "cymatics."

Halley Chaves (b.1986) is a Brazilian composer. He is an undergraduate student in music composition at the Federal University of Campina Grande. He studies under the guidance of composers Luis Passos and Liduino Pitombeira. Halley Chaves researches philosophy and its inter-relation with music. He teaches philosofy at High School in the City of Campina Grande, Brazil.

Halley Chaves
halleydeth@yahoo.com.br

INSTRUMENTAÇÃO

1 Flautim

2 Flautas

2 Oboés

1 Corne Inglês em F

2 Clarinetes em Bb

1 Clarone em Bb

2 Fagotes

1 Contrafagote

4 Trompas em F

3 Trompetes

2 Trombones Tenores

1 Trombone Baixo

1 Tuba

1 Tímpano

2/3 Percussões (Prato de Choque, Triângulo, Surdo, Castanholas, Caixa, Xilofone, Conga, Tam-tam, Sinos Tubulares)

1 Harpa

1° Violino

2° Violino

1 Viola

1 Violoncelo

1 Contrabaixo

INSTRUMENTATION

1 Piccolo

2 Flutes

2 Oboes

1 English Horn in F

2 Clarinets in Bb

1 Bass Clarinet in Bb

2 Bassoons

1 Contrabassoon

4 Horns in F

3 Trumpets

2 Trombones Tenors

1 Bass Trombone

1 Tuba

1 Timpani

2/3 Percussions (Shock Plate, Triangle, Bass Drum, Castanets, Snare Drum, Xylophone, Conga Drum, Tam-tam, Tubular Bells)

1 Harp

1° Violin

2° Violin

1 Viola

1 Cello

1 Bass

BULA

Cimática 1 = Experiência aplicada em uma placa de Chladni quadrada da marca "Daedalon", feita de alumínio, com medidas de 13cm X 13cm, ele é acoplado em um "Gerador de Vibraçõs" da marca 3B Scientific, modelo U56001.

Cimática 2 = Experiência aplicada em um recipiente (tampa) com água, de cor preta, que é colocado em cima de pequenas caixas de som (de computadores), iluminado a 90o. Recomenda-se a iluminação com fitas de led.

Observação: As Cimáticas 1 e 2 devem ser projetadas em um telão para o regente, os músicos, o mesário e o público observar. É recomendado contratar uma equipe multimídia, um físico e uma equipe de som. No caso de outros esclarecimentos, gentileza contactar através de email.

1° Movimento: **Cimática 1** na flauta 1

Cimática 2 toda a orquestra

2° Movimento: **Cimática 1** na soprano

Cimática 2 no Contrafagote

3° Movimento: **Cimática 1** toda a orquestra

Cimática 2 toda a orquestra

BULA

Cymatics 1 = Experiment 1 is applied to a Chladni's square plate, brand "Daedalon" made of aluminum, measuring 13cm X 13cm. It is attached to a "Vibration Generator " brand 3B Scientific, model U56001.

Cymatics 2 = Experiment applied to a black container lid filled with water, which is placed above small PC speakers, lightened in a 90o angle. It is recommended to use a led strip as the light source.

Note: Cymatics 1 and 2 shall be projected on a big screen for the conductor, musicians, board and public to observe. It is recommended to hire a mutimedia team, a physicist and a sound team. For other inquiries, please contact by email.

1st Movement: **Cymatics 1** flute 1
Cymatics 2 all orchestra

2nd Movement: **Cymatics 1** on soprano
Cymatics 2 in Contrabassoon

3rd Movement: **Cymatics 1** all orchestra
Cymatics 2 all orchestra

Sinfonia Nº 1

I. Cosmogonia

Halley Chaves
Op.28 (2015)

Flautim
Flauta 1 2
Oboé 1 2
Corne Inglês
Clarinete em B♭ 1 2
Clarinete Baixo
Fagote 1 2
Contrafagote
Trompa em F 1, 2
Trompa em F 3, 4
Trompete em C 1
Trompete em C 2, 3
Trombone 1, 2
Trombone 3
Tuba
Tímpanos em F#, A, C# e D
Percussão
Harpa
Violino I
Violino II
Viola
Cello
Contrabaixo

10

Picc.

Fl. 1 2

Ob. 1 2

E. Hn.

B♭ Cl. 1 2

B. Cl.

Bsn. 1 2

C. Bn.

Cor 1 2

Cor 3 4

Tp1

Tp 2 3

Tb 1 2

Tb 3

Tuba

Timp.

Perc.

Hp.

I

II

Vla.

Vc.

Cb.

Prato de choque

19

Picc.

Fl. 1 2

Ob. 1 2

E. Hn.

B♭ Cl. 1 2

B. Cl.

Bsn. 1 2

C. Bn.

Cor 1 2

Cor 3 4

Tp1

Tp 2 3

Tb 1 2

Tb 3

Tuba

Timp.

Perc.

Hp.

I

II

Vla.

Vc.

Cb.

pp *mp* *p* *f* *mf*

a2

25

Picc.

Fl. 1 2

Ob. 1 2

E. Hn.

B♭ Cl. 1 2

B. Cl.

Bsn. 1 2

C. Bn.

Cor 1 2

Cor 3 4

Tp1

Tp 2 3

Tb 1 2

Tb 3

Tuba

Timp.

Perc.

Hp.

I

II

Vla.

Vc.

Cb.

1.

II.

pizz.

arco

cresc.

31

Picc.

Fl. 1 2

Ob. 1 2

E. Hn.

B♭ Cl. 1 2

B. Cl.

Bsn. 1 2

C. Bn.

Cor 1 2

Cor 3 4

Tp1

Tp 2 3

Tb 1 2

Tb 3

Tuba

Timp.

Perc.

Hp.

I

II

Vla.

Vc.

Cb.

f *p* *mp* *mf* *pp*

1.

37

Picc.

11:4

f *ff*

Fl. 1 2

11:4

f *ff*

Ob. 1 2

E. Hn.

11:4

f *ff*

B♭ Cl. 1 2

11:4

f *ff*

B. Cl.

Bsn. 1 2

C. Bn.

Cor 1 2

Cor 3 4

Tp1

Tp 2 3

Tb 1 2

Tb 3

Tuba

Timp.

3

mf *f*

3

mp

Perc.

Hp.

I

mf *p* *mp* *p* *mf* *p*

II

mf *p* *mp* *p* *mf* *p*

Vla.

ff *mf* *mp* *mf* *p*

Vc.

ff *mf* *mp* *mf* *p*

Cb.

ff *mf* *mp* *mf* *p*

39

Picc.

Fl. 1 2

Ob. 1 2

E. Hn.

B♭ Cl. 1 2

B. Cl.

Bsn. 1 2

C. Bn.

Cor 1 2

Cor 3 4

Tp1

Tp 2 3

Tb 1 2

Tb 3

Tuba

Timp.

Perc.

Hp.

I

II

Vla.

Vc.

Cb.

11:4

a2

cresc.

44

Picc.

Fl. 1 2

Ob. 1 2

E. Hn.

B♭ Cl. 1 2

B. Cl.

Bsn. 1 2

C. Bn.

Cor 1 2

Cor 3 4

Tp1

Tp 2 3

Tb 1 2

Tb 3

Tuba

Timp.

Perc.

Hp.

I

II

Vla.

Vc.

Cb.

mf *ff*

p *f* *pp*

p *cresc.*

mp

ritmo de baião

triângulo - com ritmo de baião

3

56

Picc.

Fl. 1 2

Ob. 1 2

E. Hn.

B♭ Cl. 1 2

B. Cl.

Bsn. 1 2

C. Bn.

Cor 1 2

Cor 3 4

Tp1

Tp 2 3

Tb 1 2

Tb 3

Tuba

Timp.

Perc.

Hp.

I

II

Vla.

Vc.

Cb.

a2 *mf* *f*

a2 *mf* *f*

a2 *mf* *f*

mf *cresc.*

mf *cresc.*

mf *cresc.*

mp *cresc.*

mp *cresc.*

p *cresc.*

67

Picc.

Fl. 1 2

Ob. 1 2

E. Hn.

B♭ Cl. 1 2

B. Cl.

Bsn. 1 2

C. Bn.

Cor 1 2

Cor 3 4

Tp1

Tp 2 3

Tb 1 2

Tb 3

Tuba

Timp.

Perc.

Prato de choque

Hp.

I

II

Vla.

Vc.

Cb.

mp *mf* *ff* *dim.*

75

Picc.

Fl. 1 2

Ob. 1 2

E. Hn.

B♭ Cl. 1 2

B. Cl.

Bsn. 1 2

C. Bn.

Cor 1 2

Cor 3 4

Tp1

Tp 2 3

Tb 1 2

Tb 3

Tuba

Timp.

Perc.

Hp.

I

II

Vla.

Vc.

Cb.

ff *mf* *cresc.* *p* *f* *pp* a2

84

Picc.

Fl. 1 2

Ob. 1 2

E. Hn.

B♭ Cl. 1 2

B. Cl.

Bsn. 1 2

C. Bn.

Cor 1 2

Cor 3 4

Tp1

Tp 2 3

Tb 1 2

Tb 3

Tuba

Timp.

Perc.

Hp.

I

II

Vla.

Vc.

Cb.

ff

dim.

mf

p

91

Picc.

Fl. 1 2

Ob. 1 2

E. Hn.

B♭ Cl. 1 2

B. Cl.

Bsn. 1 2

C. Bn.

mp *dim.* *pp*

Cor 1 2

Cor 3 4

Tp1

Tp 2 3

Tb 1 2

Tb 3

Tuba

Timp.

Perc.

Hp.

ff

I

II

Vla.

Vc.

Cb.

p *pp*

ii. Cosmologia

Flautim
Flauta 1 2
Oboé 1 2
Corne Inglês
Clarinete em B♭ 1 2
Clarinete Baixo
Fagote 1 2
Contrafagote
Trompa em F 1, 2
Trompa em F 3, 4
Trompete em C 1
Trompete em C 2, 3
Trombone 1, 2
Trombone 3
Tuba
Tímpanos em F#, A, C# e D
Percussion
Xilofone
Harpa
Soprano
Violino I
Violino II
Viola
Cello
Contrabaixo

♩ = 60

♩ = 120

8va

Mais um pla - ne - ta

10

Picc.

Fl. 1 2

Ob. 1 2

E. Hn.

B♭ Cl. 1 2

B. Cl.

Bsn. 1 2

C. Bn.

Cor 1 2

Cor 3 4

Tp1

Tp 2 3

Tb 1 2

Tb 3

Tuba

Timp.

Perc.

Xil.

Hp.

S

I

II

Vla.

Vc.

Cb.

mp *8va* a2 *mf* *p* *f*

Prato de choque

Castanholas

en - tra em ex - tin-ção

pizz.

16

Picc.
Fl. 1 2
Ob. 1 2
E. Hn.
B♭ Cl. 1 2
B. Cl.
Bsn. 1 2
C. Bn.
Cor 1 2
Cor 3 4
Tp1
Tp 2 3
Tb 1 2
Tb 3
Tuba
Timp.
Perc.
Xil.
Hp.
S
I
II
Vla.
Vc.
Cb.

(8va)

f subito p *mf* *mp* *fp* *pp* *cresc.* *glissando* *ff* A - al - ma arco pizz.

22

Picc.

Fl. 1 2

Ob. 1 2

E. Hn.

B♭ Cl. 1 2

B. Cl.

Bsn. 1 2

C. Bn.

Cor 1 2

Cor 3 4

Tp1

Tp 2 3

Tb 1 2

Tb 3

Tuba

Timp.

Perc.

Xil.

Hp.

S

da na - tu re za so - li - di - fi ca - se em seu ven - tre - .

I

II

Vla.

Vc.

Cb.

mp *f* *mf* *ff* *p* arco

32

Picc.
Fl. 1 2
Ob. 1 2
E. Hn.
B♭ Cl. 1 2
B. Cl.
Bsn. 1 2
C. Bn.
Cor 1 2
Cor 3 4
Tp1
Tp 2 3
Tb 1 2
Tb 3
Tuba
Timp.
Perc.
Xil.
Hp.
S
I
II
Vla.
Vc.
Cb.

mp *cresc.* *f* *p* *mf* *subito p* *mf* *p* *mf* *f*

O co - ra - ção pu - ro do

Picc.

Fl. 1 2

Ob. 1 2

E. Hn.

B♭ Cl. 1 2

B. Cl.

Bsn. 1 2

C. Bn.

Cor 1 2

Cor 3 4

Tp1

Tp 2 3

Tb 1 2

Tb 3

Tuba

Timp.

Perc.

Xil. *mf* *p* *f* *mp*

Hp. *f* *mf* *glissando* *f*

S *mp* *f* *subito p* *ff* *mf* *fp*

cos - mos se ma-te-ri - a - - - li - - - - - - za -

I

II

Vla.

Vc.

Cb.

51

♩. = 50

Picc.
Fl. 1 2
Ob. 1 2
E. Hn.
B♭ Cl. 1 2
B. Cl.
Bsn. 1 2
C. Bn.
Cor 1 2
Cor 3 4
Tp1
Tp 2 3
Tb 1 2
Tb 3
Tuba
Timp.
Perc.
Xil.
Hp.
S
I
II
Vla.
Vc.
Cb.

mp cresc.
mp f subito p mp
ff
mf
pp

62

Picc.

Fl. 1 2

Ob. 1 2

E. Hn.

B♭ Cl. 1 2

B. Cl.

Bsn. 1 2

C. Bn.

Cor 1 2

Cor 3 4

Tp1

Tp 2 3

Tb 1 2

Tb 3

Tuba

Timp.

Perc.

Xil.

Hp.

S

I

II

Vla.

Vc.

Cb.

pp *cresc.*

f *dim.*

f *subito* *p* *cresc.*

mp *mf* *f* *p*

O som que pe - ne - tra na á - gua do meu cor - po

71

♩ = 120

Picc.
Fl. 1 2
Ob. 1 2
E. Hn.
B♭ Cl. 1 2
B. Cl.
Bsn. 1 2
C. Bn.
Cor 1 2
Cor 3 4
Tp1
Tp 2 3
Tb 1 2
Tb 3
Tuba
Timp.
Perc.
Xil.
Hp.
S
I
II
Vla.
Vc.
Cb.

mp *fp* *mf* *p* *f* *subito p* 8va a2

en - tra em co - mu - nhão com seus no - bres de - se - jos

2:3

77

Picc.

(8va)

Fl. 1 2

Ob. 1 2

E. Hn.

B♭ Cl. 1 2

B. Cl.

Bsn. 1 2

C. Bn.

Cor 1 2

Cor 3 4

Tp1

Tp 2 3

Tb 1 2

Tb 3

Tuba

Timp.

Perc.

Xil.

Hp.

S

e sur - ge uma

I

II

Vla.

Vc.

Cb.

f *subito p* *mp* *fp* *mf* *glissando*

82

Picc.
Fl. 1 2
Ob. 1 2
E. Hn.
B♭ Cl. 1 2
B. Cl.
Bsn. 1 2
C. Bn.
Cor 1 2
Cor 3 4
Tp1
Tp 2 3
Tb 1 2
Tb 3
Tuba
Timp.
Perc.
Surdo
Xil.
Hp.

A soprano deve atacar as notas e seguir quando ocorrer a formação das figuras geométricas no " Gerador de Vibrações", com a placa quadrada.

S
re - ve - la - ção geo - mé - tri - ca
glissando
solo *glissando*

I
II
Vla.
Vc.
Cb.

91

Picc.

Fl. 1 2

Ob. 1 2

E. Hn.

B♭ Cl. 1 2

B. Cl.

Bsn. 1 2

C. Bn.

Cor 1 2

Cor 3 4

Tp1

Tp 2 3

Tb 1 2

Tb 3

Tuba

mp *cresc.*

Timp.

Perc.

Triângulo

mf *cresc.*

Xil.

p *f* *p*

Hp.

S

mf *p* *ff* *subito p* *f* *cresc.*

em nos - sos sen - ti - dos - - - - - - - -

I

II

Vla.

Vc.

Cb.

mf *p* *ff* *subito p* *mf* *subito pp* *cresc.*

100

♩ = 60

Picc.
Fl. 1 2
Ob. 1 2
E. Hn.
B♭ Cl. 1 2
B. Cl.
Bsn. 1 2
C. Bn.
Cor 1 2
Cor 3 4
Tp1
Tp 2 3
Tb 1 2
Tb 3
Tuba
Timp.
Perc.
Xil.
Hp.
S
I
II
Vla.
Vc.
Cb.

mp *mf* *p* *f* *ff* 8va

iii. Cimática

Flautim

Flauta 1
2

Oboé 1
2

Corne Inglês

Clarinete em B♭ 1
2

Clarinete Baixo

Fagote 1
2

Contrafagote

Trompa em F 1, 2

Trompa em F 3, 4

Trompete em C 1

Trompete em C 2, 3

Trombone 1, 2

Trombone 3

Tuba

Tímpanos em
F#, A, C# e D

Prato de choque

Percussão

Sinos Tubulares

Harpa

Violino I

Violino II

Viola

Cello

Contrabaixo

10

♩ = 120

Picc.

Fl. 1 2

Ob. 1 2

E. Hn.

B♭ Cl. 1 2

B. Cl.

Bsn. 1 2

C. Bn.

Cor 1 2

Cor 3 4

Tp1

Tp 2 3

Tb 1 2

Tb 3

Tuba

Timp.

Perc.

S.T.

Hp.

I

II

Vla.

Vc.

Cb.

Surdo

a2

pizz.

arco

19

Picc.

Fl. 1 2

Ob. 1 2

E. Hn.

B♭ Cl. 1 2

B. Cl.

Bsn. 1 2

C. Bn.

Cor 1 2

Cor 3 4

Tp1

Tp 2 3

Tb 1 2

Tb 3

Tuba

Timp.

Perc.

S.T.

Hp.

I

II

Vla.

Vc.

Cb.

mf *f* *mp* *p* *pp* *dim.* *cresc.* a2 pizz.

27

♩. = 60

Picc.

Fl. 1 2

Ob. 1 2

E. Hn.

B♭ Cl. 1 2

B. Cl.

Bsn. 1 2

C. Bn.

Cor 1 2

Cor 3 4

Tp1

Tp 2 3

Tb 1 2

Tb 3

Tuba

Timp.

Perc.

S.T.

Hp.

I

II

Vla.

Vc.

Cb.

a2

glissando livre

arco

Prato de choque

40

♩ = 120

Picc.

Fl. 1 2

Ob. 1 2

E. Hn.

B♭ Cl. 1 2

B. Cl.

Bsn. 1 2

C. Bn.

Cor 1 2

Cor 3 4

Tp1

Tp 2 3

Tb 1 2

Tb 3

Tuba

Timp.

Perc.

S.T.

Hp.

I

II

Vla.

Vc.

Cb.

Constante

46

Picc.

Fl. 1 2

Ob. 1 2

a2

E. Hn.

B♭ Cl. 1 2

B. Cl.

Bsn. 1 2

C. Bn.

Cor 1 2

Cor 3 4

Tp1

Tp 2 3

a2

Tb 1 2

Tb 3

Tuba

Timp.

Prato de choque

Perc.

S.T.

Hp.

I

II

Vla.

Vc.

Cb.

similar

50

♩. = 60

Picc.

Fl. 1 2

Ob. 1 2

E. Hn.

B♭ Cl. 1 2

B. Cl.

Bsn. 1 2

C. Bn.

Cor 1 2

Cor 3 4

Tp1

Tp 2 3

Tb 1 2

Tb 3

Tuba

Timp.

Perc.

S.T.

Hp.

I

II

Vla.

Vc.

Cb.

55

Picc.

frulato

f

p

Fl. 1 2

frulato

a2

f

p

Ob. 1 2

Bend tones

a2

f *mp* *mf* > *mp* *f* *mp*

E. Hn.

f *mp*

B♭ Cl. 1 2

f *mp*

B. Cl.

mf

Bsn. 1 2

ff

C. Bn.

ff

♩. = 120

mp *dim.* *pp*

mp *dim.* *pp*

Cor 1 2

Cor 3 4

mf *f* *mp*

mf *f* *mp*

Tp1

mf *f*

Tp 2 3

mf *f*

Tb 1 2

ff

Tb 3

ff

Tuba

Timp.

ff

Prato de choque

Perc.

f

Conga

mf *Constante*

S.T.

mf *p*

Hp.

mf *f*

I

II

Vla.

Vc.

Cb.

p *pp*

66

♩ = 180

Picc.

Fl. 1 2

Ob. 1 2

E. Hn.

B♭ Cl. 1 2

a2

B. Cl.

Bsn. 1 2

C. Bn.

Cor 1 2

Cor 3 4

Tp1

Tp 2 3

Tb 1 2

Tb 3

Tuba

Timp.

Perc.

S.T.

Hp.

I

II

Vla.

Vc.

Cb.

cresc.

cresc.

72

♩. = 60

Picc.

Fl. 1 2

Ob. 1 2

E. Hn.

B♭ Cl. 1 2

B. Cl.

Bsn. 1 2

C. Bn.

Cor 1 2

Cor 3 4

Tp1

Tp 2 3

Tb 1 2

Tb 3

Tuba

Timp.

Perc.

S.T.

Hp.

I

II

Vla.

Vc.

Cb.

pp *mp* *ff* *f* *mf* *p* *sfz*

slap tongue

a2

secco

pizz.

78

Picc.

Fl. 1 2

Ob. 1 2

E. Hn.

B♭ Cl. 1 2

B. Cl.

Bsn. 1 2

C. Bn.

Cor 1 2

Cor 3 4

Tp1

Tp 2 3

Tb 1 2

Tb 3

Tuba

Timp.

Tam-tam

Perc.

S.T.

Hp.

I

II

Vla.

Vc.

Cb.

82

♩ = 120

Picc.

Fl. 1 2

Ob. 1 2

E. Hn.

B♭ Cl. 1 2

B. Cl.

Bsn. 1 2

C. Bn.

Cor 1 2

Cor 3 4

Tp1

Tp 2 3

Tb 1 2

Tb 3

Tuba

Timp.

Perc.

S.T.

Hp.

I

II

Vla.

Vc.

Cb.

bisbigliando

Constante

cresc.

arco

pizz.

92

Picc.

Fl. 1 2

Ob. 1 2

E. Hn.

B♭ Cl. 1 2

B. Cl.

Bsn. 1 2

C. Bn.

Cor 1 2

Cor 3 4

Tp1

Tp 2 3

Tb 1 2

Tb 3

Tuba

Timp.

Perc.

S.T.

Hp.

I

II

Vla.

Vc.

Cb.

mf *cresc.*

a2

mp *Constante*

f

p

100

Picc.

Fl. 1 2

Ob. 1 2

E. Hn.

B♭ Cl. 1 2

B. Cl.

Bsn. 1 2

C. Bn.

Cor 1 2

Cor 3 4

Tp1

Tp 2 3

Tb 1 2

Tb 3

Tuba

Timp.

Perc.

S.T.

Hp.

I

II

Vla.

Vc.

Cb.

cresc.

111

♩. = 100

Picc.

Fl. 1 2

Ob. 1 2

E. Hn.

B♭ Cl. 1 2

B. Cl.

Bsn. 1 2

C. Bn.

Cor 1 2

Cor 3 4

Tp1

Tp 2 3

Tb 1 2

Tb 3

Tuba

Timp.

Solte fogos (Eles devem estourar nos próximos compassos até o final da música)

Prato de choque

Perc.

S.T.

Hp.

glissando

I

II

Vla.

Vc.

Cb.

120

Picc.

Fl. 1 2

Ob. 1 2

E. Hn.

B♭ Cl. 1 2

B. Cl.

Bsn. 1 2

C. Bn.

Cor 1 2

Cor 3 4

Tp1

Tp 2 3

Tb 1 2

Tb 3

Tuba

Timp.

Tam-tam

Perc.

S.T.

Hp.

I

II

Vla.

Vc.

Cb.