



Universidade de Brasília - UnB

Instituto de Artes - IdA

Programa de Pós-Graduação em Arte

Victor Hugo Soares Valentim

**Projeção Mapeada Interativa em Discos de Vinil: Diálogos
Multissensoriais Tecnológicos**

Brasília - DF

2016

BRASÍLIA – 2016

VICTOR HUGO SOARES VALENTIM

Projeção Mapeada Interativa em Discos de Vinil: Diálogos Multissensoriais Tecnológicos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto de Artes da Universidade de Brasília como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Artes Visuais.

Orientadora: Prof. Dra. Virgínia Tiradentes Souto
Linha de Pesquisa: Arte e Tecnologia
Área de Concentração: Arte Contemporânea

Brasília - DF

2016



Universidade de Brasília



INSTITUTO DE ARTES
DEPARTAMENTO DE ARTES VISUAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARTE

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ARTE APRESENTADA AOS
PROFESSORES:**

Professor (a) Dr. (a). Virginia Tiradentes Souto (VIS/UnB)
ORIENTADOR (A)

Professor (a) Dr. (a). Fátima Aparecida dos Santos (VIS/UnB)
MEMBRO INTERNO

Professor (a) Dr. (a). Flávio Santos Pereira (MUS/UNB)
MEMBRO INTERNO NÃO VINCULADO AO PROGRAMA

Vista e permitida a impressão
Brasília, segunda-feira, 07 de abril de 2016.

Coordenação de Pós-Graduação do Departamento de Artes Visuais do
Instituto de Artes / UnB.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

VV155p Valentim, Victor Hugo Soares
Projeção Mapeada Interativa em Discos de Vinil:
Diálogos Multissensoriais Tecnológicos / Victor Hugo
Soares Valentim; orientador Virgínia Tiradentes
Souto. -- Brasília, 2016.
106 p.

Dissertação (Mestrado - Mestrado em Artes) --
Universidade de Brasília, 2016.

1. projeção mapeada. 2. interatividade. 3.
multisensorialidade. 4. vinil projetável. 5.
inovação. I. Souto, Virgínia Tiradentes, orient. II.
Título.

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente à Universidade de Brasília (UnB), que me acolheu como estudante e pesquisador desde 2007 até os dias atuais. Agradeço também ao Instituto de Artes (IdA-UnB), por ter sido minha “casa” durante todo esse tempo, e que me propiciou diversas vivências produtivas, propiciou conhecer diversas pessoas e conteúdos relevantes para minha trajetória acadêmica, além de fortalecer grandes amizades e parcerias que serão para toda vida!

Agradeço aos meus familiares, em especial meus pais (Jorgão e Vandão): estes nunca deixaram de me apoiar, e acreditar no meu sonho e entre altos e baixos, sempre estiveram por perto!

Agradeço aos meus amigos, incontáveis amigos, que sempre acreditaram no meu potencial e vibraram muito ao me ver em “ação” por aí na minha vida artística.

Agradeço à todo o PPG-ARTE da UnB, por ter sido um espaço de muita importância para o meu amadurecimento pessoal e profissional, e que foi um ambiente muito saudável e instigante para minha pesquisa. Agradeço ao MidiaLab da UnB, na figura da professora Suzete Venturelli e toda equipe, Agradeço à REDE, na figura da professora Maria Luiza Fragoso (UFRJ), ao grupo Corpos Informáticos, na figura da professora Bia Medeiros e todo o bando que está ali somando sempre! Agradeço ao coletivo “Autonomia Duvidosa”, na figura de Anibeiras, Jackdrão, Drica, Mateuzin “Félix” e Kalilbabá: essa foi uma grande família de experimentações artísticas no contexto da universidade, e todos os outros grupos que direta ou indiretamente fiz parte e que foram grandes laboratórios de vivências artísticas.

Um agradecimento especialíssimo para minha orientadora nesta pesquisa, professora Virgínia Tiradentes Souto, que teve toda paciência e carinho com meu trabalho! Agradeço aos membros da minha banca, prof. Fátima e prof. Flávio: pelas valiosas contribuições para o enriquecimento da pesquisa. Agradeço à CAPES, por ter financiado parcialmente minha pesquisa e que foi de extrema importância para minha manutenção no curso. Agradeço à FAP-DF por ter me apoiado na participação de evento para apresentação da pesquisa no exterior. E o principal de todos: DEUS! Sem ele não ia ter jeito mesmo! No mais, muito obrigado à todos!

“Como é maiúsculo
O artista e a sua canção
Relação entre Deus e o músculo
Que faz poderosa a sua criação
Pensando bem
É um mistério
Como é misterioso o coração”

Sérgio Sampaio

RESUMO

Atualmente, a projeção mapeada (*video mapping*), tem se desenvolvido em diversos eixos de linguagem, aproximando-se com mais intensidade de interfaces multissensoriais e imersivas. A multissensorialidade, aplicada à arte computacional, contribui para que artistas tecnológicos adaptem ferramentas direcionadas à construção de trabalhos poéticos, em que os resultados são obtidos através de extensas experimentações. Trata-se de uma busca por expressar sensações as quais são possíveis pela interatividade, resultando na inovação e no desenvolvimento de ferramentas, hardwares e softwares específicos para construção de uma linguagem híbrida, mergulhada na hipermídia. Este estudo investiga os aspectos de desenvolvimento técnico de interface e da programação multimídia envolvidos no processo de criação de sistemas interativos com discos de vinil. O disco de vinil foi ressignificado como “tela de projeção”, e a partir disto a pesquisa foi desenvolvida na idealização de um sistema de interação e geração de conteúdo multissensorial, onde a imagem cinética e o som eletroacústico digital se unem com a tatibilidade para compor um sistema complexo de interação e geração de conteúdo multissensorial. O desenvolvimento dos experimentos descritos neste estudo, assim como os seus resultados, estão conectados à uma busca por suportes não convencionais para projeção, como o vinil, e na criação de obras artísticas em que a autonomia do usuário em sentir outras funcionalidades é dada pela ressignificação do mesmo.

Palavras-chave: *projeção mapeada, interatividade, multisensorialidade, vinil projetável, inovação*

ABSTRACT

Currently, the video mapping has been developed in several language axes, approaching with more intensity and immersive multisensory interfaces. The multisensoriality, applied to computer art, contributes to technological artists adapt tools directed to the construction of poetic works, in which the results are obtained through extensive trials. It is a search for express feelings which are possible by interactivity, resulting in innovation and development tools, specific hardware and software to build a hybrid language, steeped in hypermedia. This study investigates the technical development aspects of interface and multimedia programming involved in the creation of interactive systems with vinyl records. The vinyl was reframed as "projection screen", and from this research was developed in the idealization of a system of interaction and generation of multi-sensory content, where the kinetic image and digital electroacoustic sound unite with tatibilidade to compose a complex system of interaction and generation of multi-sensory content. The development of the experiments described in this study, and its results are connected to a search for unconventional media projection, like vinyl, and the creation of artistic works in which the user autonomy to feel other features is given by reframing the same.

Keywords: video mapping, interactivity, multisensoriality, projectable vinyl, innovation

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fonógrafo de Thomas Edison (1977)	20
Figura 2 – Cilindros Fonográficos de Tomas Edison	22
Figura 3 – Discos de Vulcanite (chapas) desenvolvidos por Berliner (1894)	23
Figura 4 – Victrola da RCA/Victor, criada em meados da primeira década do sec. XX	24
Figura 5 – Disco de PVC – Vinil com a tecnologia do microsulco, criado por Peter Goldmark (1948)	26
Figura 6 – Infográfico do processo tradicional de fabricação do disco de vinil (LP)	28
Figura 7 – Gráfico correspondente à curva de equalização RIAA, aplicada no processo de corte do acetato.....	29
Figura 8 – 3D Printer Record Project – de Amanda Ghassaei (2012)	32
Figura 9 – Ampliação (x1000) da ranhura de um LP comum, realizada por Chris Supranowitz	34
Figura 10 – Representação em imagem virtual 3D das ranhuras microscópicas de um LP, realizada por Amanda Ghassaei (2012)	34
Figura 11 – Detalhe do corte no projeto Laser Cutting Record, de Amanda Ghassaei (2013)....	35
Figura 12 – Esquemático da adaptação do leitor óptico no toca-discos. Projeto de André Rickli (1997)	38
Figura 13 - Obra Vinil+ - Jonas Bohatsch (2009)	41
Figura 14 – Sketch projetável 1 – Bolhas (2014) de Victor Valentim	46
Figura 15 – Sketch projetável 2 – Faíscas (2014) de Victor Valentim	47
Figura 16 – Sketch projetável 3 – Nuvens (2014) de Victor Valentim	47
Figura 17 – Vinil Projetável (2014), exposto no #13.ART – Encontro Internacional Arte e Tecnologia (Brasília/DF)	48
Figura 18 – Diagrama Esquemático do funcionamento do Cravo Ocular (1725) de Louis Bertrand Castel	52
Figura 19 – Tabela de associações entre sons e cores e seus respectivos autores e datas das experimentações, extraída no artigo “Playing (with) Colors” de Fred Collopy (2009)	53
Figura 20 – Philips Pavilion (1958) – Projetado por Iannis Xenakis e Le Corbusier	56
Figura 21 – Arabesque (1975) de John Whitney	60
Figura 22 – Niel Harbisson, primeiro ciborg oficialmente reconhecido pelo governo, ao implantar uma câmera para “ouvir cores”	64

Figura 23 – Performance Audiovisual Bits in (Re)Constuction (2015) - de Victor Valentim	67
Figura 24 – Detalhe do schatch na obra Bits in (re)Construction	68
Figura 25 – Performance Audiovisual Bits in (Re)Constuction (2015) - de Victor Valentim	69
Figura 26 – Detalhe da obra Bits in (re)Construction	69
Figura 27 – Diagrama básico do sistema da obra Bits in (re)Construction (2015)	70
Figura 28 – Detalhe da Manipulação realizada pelo DJ na obra bits in (re)Construction	72
Figura 29 –Detalhe da projeção mapeada nos dois toca-discos, na performance Bits in (re)Construction	73
Figura 30 – Mixer controlador MIDI, componente da obra Bits in (re)Construction	74
Figura 31 – Detalhe da obra Bits in (re)Construction (2015)	75
Figura 32 – Capa do Compacto/Single 7” Bits in (re)Construction (2015)	76
Figura 33 – Compacto/single 7” Lo-fi Bits in (re)Construction (2016) – Cortado em Acrílico ...	77
Figura 34 – Imagem de divulgação da performance Bits in (re)Construction (2015)	79
Figura 35 - Diagrama proposto da relação entre as áreas de área, design, ciência e tecnologia com inovação	89
Figura 36 – Diagrama proposto pela IDEO para explicar o processo de inovação no Design	91

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Linha do tempo do desenvolvimento dos suportes fonográficos analógicos, traduzida e adaptada pelo autor	27
Tabela 2. Extraída do artigo “Nine Rules for Stifling Innovation”, de Rosabeth Moss Kanter (2013) – Livre tradução e adaptada pelo autor	88
Tabela 3 – Extraída do artigo “Arte + Design + Ciência + Tecnologia = Inovação”, de Virgínia Tiradentes Souto (2012)	90

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- #.ART** – Encontro Internacional de Arte e Tecnologia
- 2D** – Duas Dimensões
- 3D** – Três Dimensões
- CAD** – Desenho Assistido por Computador (*Computer Aided Design*)
- CBA** – Centro de Bits e Átomos do MIT (*Center for Bits and Atoms/MIT*)
- CD** – Disco Compacto (*Compact Disc*)
- CDJ** – Player de CD para DJs (*Compact Disc Jockey*)
- CAPES** - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
- dB** – Decibéis
- DJ** – Discotecário (*Disc Jockey*)
- DMM** – Masterização Direta no Metal (*Direct Metal Mastering*)
- DPI** – Pontos por Polegada (*Dots per Inch*)
- DVJ** – *Disc Video Jockey*
- DVS** – Sistema do Vinil Digital (*Digital Vinyl System*)
- E.A.L** – *Lillebaelt Academy* da Dinamarca (DK)
- EDM** – Música Eletrônica Dançante (Electronic Dance Music)
- FAP-DF** – Fundação de Amparo à Pesquisa do Distrito Federal
- FFT** – Transformada de Fourier (*Fast Fourier Transform*)
- GLSL** – Linguagem de Programação Visual (*OpenGL Shading Language*)
- HCD** – Kit de Ferramentas de Design Centrado no Humano (*Human Centred Design Toolkit*)
- Hz** – Frequência em Hertz
- IDEO** – Empresa Internacional de Design e Consultoria em Inovação
- IDM** – Música Dançante Inteligente (*Intelligent Dance Music*)
- IHC** – Interação Humano Computador
- kHz** – Frequência em Kilohertz
- LAN** – Rede Local (*Local Area Network*)
- Lo-Fi** – Baixa Fidelidade (*Low Fidelity*)
- LP** – Disco de Vinil (*Long Play*)
- Max/MSP** – Linguagem de Programação Multimídia (*Max/MSP*)
- MIDI** – Instrumento Musical na Interface Digital (*Musical Instrument in Digital Interface*)
- MIT** – Instituto de Tecnologia de Massachusetts (*Massachusetts Institute of Technology*)
- MP3** – Formato de arquivo de compressão de áudio (*MPEG-1/2 Audio Layer 3*)
- N2IT** – Fabricante de software pioneira do DVS
- OpenGL** – Biblioteca Aberta de Gráficos (*Open Graphics Library*)
- OSC** – Protocolo de Comunicação de Dados via Rede (*Open Sound Control*)
- PD** – Linguagem de Programação Multimídia (*Pure Data*)
- PNE** – Portador de Necessidades Especiais
- PVC** – Policloreto de Vinila

QC – Linguagem de Programação Multimídia (*Quartz Composer*)

RCA/Victor – Gravadora *Victor Talking Machine* (USA)

RIAA – Associação das Industrias Fonográficas da América (*Recording Industry Association of America*)

RPM – Rotações por Minuto

STL – Formato de arquivo para impressão 3D (*STereoLthography*)

TA – Tecnologias Assistivas

TCP – Protocolo de Controle de Transmissão (*Transmisson Control Protocol*)

THz – Frequência em Terahertz

TU Wien - Universidade de Tecnologia de Viena (*Technische Universität Wien*)

UnB – Universidade de Brasília

UVM – *Understanding Visual Music Festival*

VJ – *Vídeo Jockey*

XWAX – Sistema de vinil digital livre do Linux (*Open-Source Digital Vinyl System (DVS) for Linux*)

SUMÁRIO

Introdução	16
Estrutura da Dissertação	18
Capítulo 1 – Vinil Projetável: Expansão Tecnológica do Disco De Vinil --	19
1.1– Contexto Histórico-Cultural Do Disco de Vinil	20
1.2– Processos de Fabricação e Prototipagem do Vinil	28
1.2.1 – Prototipação Digital do LP	31
1.3- Vinil Expandido No Ambiente Virtual – Tecnologia DVS	36
1.3.1 – Vinil Digital: Design da Interação e da Interface	42
1.4- Vinil Projetável (2014): Sistema Complexo Interativo	44
Capítulo 2 - Bits in (Re)Construction: Música Visual - Ver o Som, Escutar a Imagem	50
2.1 – Color Music – Associações entre sons e cores	50
2.2 – A Imagem do Som – da “Obra de Arte Total” aos “Objetos Sonoros”	54
2.3 – Estudos sobre Sinestesia	58
2.4 – Tecnologias para ampliação dos sentidos	63
2.5 – Bits in (re)Construction (2015) – Performance Audiovisual	67
2.5.1 – Estudo e levantamento dos recursos técnicos	71
2.5.2 – Desenvolvimento de relações entre os componentes do sistema	72
2.5.3 – Produção de conteúdos sonoros e programações de imagens interativas	73
2.5.4 – Experimentação com a remixagem dos conteúdos	74
2.5.5 – Apresentação da Performance	75
2.5.6 – Corte de 12 cópias de compacto Lo-Fi de <i>single</i> especialmente composto para o projeto	76
2.5.7 – Especificações Técnicas do Sistema	77

Capítulo 3 – O Artista Programador: Inovação, Arte e Tecnologia ----- 80

3.1 – O artista programador e a inovação tecnológica ----- 80

3.2 – Conceitos de inovação ----- 83

3.3 – Modelos de inovação ----- 84

3.4 – Arte, design, ciência e tecnologia = inovação ----- 89

3.5 – A inovação e o Vinil na Interface Digital ----- 94

Conclusões ----- 97

Quais meios e processos envolvem a produção de obras artísticas tecnológicas com discos de vinil e projeção mapeada interativa? ----- 98

Como o vinil pode contribuir para o desenvolvimento de diálogos multissensoriais entre o som e a imagem no contexto computacional? ----- 99

Referências Bibliográficas ----- 101

INTRODUÇÃO

A criação artística realizada em ambiente computacional tem se ramificado para inúmeras possibilidades estéticas e poéticas. Isto pode ser explicado, entre outras razões, pelo surgimento de novas possibilidades e técnicas para se desenvolver arte em multimeios e linguagens híbridas com suporte tecnológico. Esta aproximação do artista com a programação multimídia auxiliou o desenvolvimento de vertentes criativas amplas, que congregam as mais diferentes áreas do conhecimento para o desenvolvimento de artes tecnológicas.

O artista programador e sua liberdade poética, dentro deste seguimento específico e aliado ao amplo leque de possibilidades, busca sua identidade artística através de dispositivos tecnológicos. Algo que perpassa pela ressignificação de artefatos técnicos para o desenvolvimento de sua arte. Estes, que criados para fins puramente técnicos, assumem funções de caráter poético nas obras.

A presente pesquisa tem como objetivo principal observar as possíveis interações entre o som e a imagem no contexto das artes em meios computacionais, através da criação de obras de projeção mapeada interativa com discos de vinil. O vinil, introduzido no contexto computacional, torna-se um dispositivo que fornece o reconhecimento em tempo real de variáveis (velocidade e posição), quando em contato com a agulha no toca-discos. Através destas duas variáveis, uma série de arranjos programacionais são aplicados, com a intenção de ampliar os contextos de interação entre a leitura do disco e a imagem resultante na projeção. A inter-relação do som com a imagem, neste contexto específico, possibilita o aprofundamento no processo criativo de experimentos com o sistema, algo que pode ser aplicado à inúmeras poéticas sonoro-visuais.

O foco desta pesquisa centra-se nos aspectos de desenvolvimento técnico da interface e da programação multimídia envolvida no processo de criação de obras multimídia com os discos de vinil, além dos conceitos teóricos envolvidos na produção de arte em contexto computacional e poéticas multissensoriais e tangíveis na interface desenvolvida para o sistema do vinil projetável.

Dentre os diversos questionamentos que surgem entorno desta pesquisa, algumas questões específicas norteiam a construção deste texto. Quais meios e

processos envolvem a produção de obras artísticas tecnológicas com discos de vinil e projeção mapeada interativa? Como o vinil pode contribuir para o desenvolvimento de diálogos multissensoriais entre o som e a imagem no contexto computacional?

As obras criadas especificamente para este sistema interativo são desenvolvidas através de intensas experimentações entre o artista, a interface e a programação. Interessado em ampliar as relações entre a interação e as transformações de conteúdo, a função do artista, neste contexto, é buscar o aprimoramento da interatividade e das reações que são interpretadas pela programação multimídia. Este refinamento técnico passa por adaptações numéricas das variáveis de entrada da leitura do disco, ampliando os fatores que compõem a paleta sonoro-visual no sistema. Este sistema é formado pela interface, a programação e o interator e a tatabilidade. Cada um destes elementos, em diferentes escalas, compõem as etapas e as poéticas de desenvolvimento dos experimentos artísticos. Cada elemento exerce uma função específica para compor as possíveis poéticas artísticas. Os experimentos são baseados em situações onde o vinil e a projeção mapeada podem se inserir como linguagem criativa multissensorial tecnológica, através do resultado estético e a interação.

O interator, quando em contato tátil com o vinil no sistema, pode observar em tempo real as consequências de seu gesto na imagem projetada no disco e no som resultante, aguçando sua percepção para os efeitos sonoros-visuais gerados pela programação multimídia desenvolvida para as obras. Os fatores de interferência pela manipulação do vinil no conteúdo abre espaço para o diálogo entre a temporalidade do vídeo e suas possíveis sincronias e assincronias quando mixados no sistema. Em uma escala aprofundada de interatividade com o vinil, o artista amplia possibilidades poéticas e recursos para a realização de performances de *live cinema* e remixagens audiovisuais, além de produção de instalações artísticas interativas e projeções mapeadas arquitetônicas.

O vinil expandido pelas atuais tecnologias, objeto desta dissertação, tem como função poética ser uma interface versátil, que possibilita modos de interação característicos, sendo um meio técnico amplo para diferentes abordagens as quais o som e a imagem e a tatabilidade podem se complementar do ambiente computacional para o espaço real da projeção.

ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O texto está dividido em três capítulos, a primeira seção aborda o estudo sobre o vinil, sua história, processos de fabricação, inserção no contexto digital como interface para ampliação de diálogos multissensoriais tecnológicos no contexto criativo da arte e tecnologia. Na segunda seção são descritas as relações e intercruzamentos entre o som e a imagem no contexto da música-visual e da sinestesia, tendo a tecnologia com cenário conceitual para a criação de obras. Na terceira seção são apresentadas questões teóricas ligadas aos desdobramentos das relações entre o artista programador e a inovação com meios poéticos e computacionais para o desenvolvimento de projetos em arte e tecnologia. Nesta parte foi contextualizado onde atuam os *Disc Jockeys (DJs)* e *Video Jockeys (VJs)*, dentre outros artistas na produção de conteúdos audiovisuais interativos, instalações e projeções mapeadas.

A dissertação, como um todo, aborda os aspectos poéticos, técnicos e computacionais do desenvolvimento de duas obras-experimentos realizados durante o período da pesquisa: **Vinil Projetável** (2014) – instalação multimídia interativa computacional e **Bits em (re)Construction** (2015) – performance audiovisual interativa. Cada experimento se caracteriza por uma diferente técnica de linguagem em arte computacional, trazendo à tona questões de implementação e experimentação dos recursos técnicos e poéticos.

A ponte entre o interator e o artista através da experiência estética com as obras possui um potencial valioso para a questão de como o vinil pode contribuir para o desenvolvimento de diálogos multissensoriais entre o som e a imagem no contexto computacional para realização de projetos em arte multimídia.

CAPÍTULO 1 - VINIL PROJETÁVEL: EXPANSÃO TECNOLÓGICA DO DISCO DE VINIL

Neste primeiro capítulo, será tratada a questão da expansão tecnológica do disco de vinil, observando aspectos de evolução tecnológica do registro gravado no disco. Inicialmente é abordada questões históricas acerca do disco de vinil, e aspectos relacionados aos métodos de fabricação, do corte do acetato ao corte à *laser* e impressão 3D. Posteriormente são exemplificadas experimentações de expansão do disco feita por artistas visuais e sonoros, que são trabalhos voltados para formatos diferentes de gravar e utilizar discos para obras artísticas. Por fim é tratada transcodificação do disco de vinil nos meios digitais para elaboração de projetos multissensoriais, observando aspectos da tecnologia DVS (*Digital Vinyl System*): como o disco *timecode* pode se inserir em projetos de arte e tecnologias que relacionam sons e imagens.

Além dos experimentos, são discutidos conceitos que fundamentam esta pesquisa em projeção mapeada interativa em LP nos aspectos poéticos, técnicos e procedimentais. No estudo da obra *Vinil Projetável* (2014), é explorado o desenvolvimento de experimentos em arte digital com foco na elaboração de sketches projetáveis em discos de vinil (*Long Play* - LP). O LP foi ressignificado como “tela de projeção”, desta forma, abre espaço para observar uma abordagem em que a imagem cinética e o som eletroacústico digital são unidos com a tatibilidade para compor um sistema complexo¹ de interação e geração de conteúdo multissensorial.

Atualmente, a projeção mapeada (*video mapping*) tem se desenvolvido em diversos eixos de linguagem, aproximando-se com mais intensidade de interfaces multissensoriais e imersivas (GRAU, 2002). Instalações interativas e performances multimídia buscam efetivar conceitos próprios do cotidiano produtivo de artistas computacionais do nosso tempo. Estes estão interessados em traduzir as linguagens virtuais para a realidade material, e ressignificar estas linguagens para o

¹ Um sistema é dito ser um Sistema Complexo quando suas propriedades não são uma consequência natural de seus elementos constituintes vistos isoladamente. Sistemas complexos são sistemas que são compostos de várias partes que interagem com a habilidade de gerar novas qualidades no comportamento coletivo na "dimensão visível" através da auto-organização, por exemplo, formação espontânea temporal, espacial, ou mesmo funcional de estruturas (MINAI, BAR-YAM, 2006)

desdobramento poético de seus trabalhos. A busca e apropriação poética de novas tecnologias para sedimentar atuais maneiras de interagir e interpretar a arte em multimeios amplia as maneiras de pensar com estas linguagens. Neste contexto, a projeção mapeada tem abarcado estes aspectos, essencialmente multissensoriais, e tem sido aprimorada e aplicada a diversos modos de criação artística tecnológica.

A Multissensorialidade, possível a partir do surgimento de interfaces computacionais, contribui para que artistas tecnológicos adaptem ferramentas para construção de trabalhos poéticos em que os resultados são obtidos através de extensas experimentações. Trata-se de uma busca por expressar sensações as quais são possíveis pela interatividade, resultando na inovação e no desenvolvimento de ferramentas, hardwares e softwares específicos para construção de uma linguagem híbrida, mergulhada na hipermídia (SANTAELLA, 2005).

1.1 – Contexto histórico-cultural do disco de vinil

As possibilidades de gravar e reproduzir sons em suportes surgiram com os experimentos de Thomas Edison com um aparelho que por ele foi desenvolvido e chamado de “Fonógrafo” (1877) (Figura 1). O inventor observou que uma superfície giratória cilíndrica, que gira em uma determinada velocidade poderia gravar e posteriormente reproduzir sons pelo mesmo aparelho (BANDEIRA, 2004).



Figura 1 – Fonógrafo de Thomas Edison (1877).

Esta invenção na época foi de tamanha importância, pois não existia nenhum sistema que pudesse gravar e reproduzir o som. Anterior ao invento de Edison, a tradução da vibração das ondas sonoras antecede o início da fabricação dos suportes sonoros. No começo do século XVIII, o físico inglês Thomas Young desenvolve o “Vibrosópio”, aparelho que traduz graficamente as vibrações dos corpos, sendo que não conseguia reproduzir o som que era registrado (PICCINO, 2010). O contexto inovador de Edison marcou o início da era da reprodutibilidade técnica da música, ainda de maneira tímida pela artesanaria do processo, já que a música antes do surgimento do fonógrafo era predominantemente executada ao vivo. Se o público desejasse ouvir música, deveria frequentar concertos ou observar músicos de rua tocando (BENJAMIN, 2009).

As gravações eram feitas sem o uso de eletricidade, não haviam válvulas e no lugar do microfone era usado um grande cone metálico e para reprodução não havia sequer regulagem de volume. Na extremidade do cone um diafragma vibra e uma agulha sulca nos cilindros as vibrações análogas. Girados em sentido contrário no fonógrafo percorrem o sentido inverso, fazendo o cone ou corneta amplificar o som do diafragma, sendo o corte da vibração analógica o negativo da onda sonora (FRANCESCHI, 1984).

Charles Tainter e Alexander Graham Bell aperfeiçoam alguns aspectos e em 1886 patenteiam o “*Graphophone*” e junto com ele introduzem o cilindro removível, primeiro suporte sonoro explorado comercialmente, produzido em papelão com revestimento em cera. A primeira utilização do invento é para ditados comerciais com uma variação denominada “*Dictaphone*” que conta com botão para voltar a agulha de gravação e um raspador que apagava os sulcos da gravação tornando o cilindro novamente virgem (PICCINO, 2010).

Este cenário de competitividade entre os inventores das tecnologias de gravação sonora fez com que se desenvolvesse com maior rapidez um certo mercado na área, o que inicialmente não era o interesse de Edison. Mas observando as mudanças técnicas das interfaces e a suas aplicações, Edison buscou materiais mais resistentes para confecção dos cilindros (Figura 2), o que era uma dificuldade por conta da diferença de coeficiente de dilatação do papelão e da cera, o que o fazia ter baixa durabilidade. Uma solução encontrada foi o desenvolvimento dos

cilindros inquebráveis (feitos em celulose e outros materiais), os de longa duração (entre 4 e 6 minutos) e os coloridos (DILG, 2008).



Figura 2 – Cilindros Fonográficos de Tomas Edison.

Estas inovações somadas a certas vantagens dos cilindros na época, que não apresentavam problemas de gravação no centro como os discos, mostram que não é por uma pretensa "pior qualidade sonora" que os cilindros perderam para o disco a importância de meio de armazenamento padrão da indústria, mas sim pelas inovações trazidas ao processo de produção e comercialização (PICCINO, 2010). O que os discos permitem é passar de um método de produção semi-artesanal para outro industrial de massa. Além disso, na comercialização, o disco possibilitava a existência do selo fonográfico, estampado em seu centro, bem como de "capas", e, também, a manutenção das qualidades básicas entre as diversas cópias, de modo que ele atinge as qualidades necessárias para ser considerado um produto (FRANCESCHI, 1984).

Em 1894 o disco é lançado no mercado sob patentes de Berliner pela *United States Gramophone Company*, como suporte sonoro. Os primeiros exemplares são fabricados em vulcanite (espécie de polímero natural semelhante à borracha) (Figura 3) que com o selo Angel (com o logotipo do cupido). Chegam ao Brasil inicialmente representados pela "Casa ao Bogary" no Rio de Janeiro. Nos primeiros catálogos

figuram com o nome de “chapas” (GONÇALVES, 2011). O vulcanite não prosperou como material para discos por muito tempo, pelo seu alto custo de manufatura e menor durabilidade, fazendo com que a pesquisa por materiais de melhor durabilidade e custo seguissem (GELATT, 1955).



Figura 3 – Discos de Vulcanite (chapas) desenvolvidos por Berliner (1894).

Em 1901, uma junção entre a *Berliner Gramophone Company* (de Berliner) e a *Consolidated Talking Machine* (de Johnson) fundam em Candem (Nova Jersey – USA) a *Victor Talking Machine* (RCA-Victor), gravadora que ampliou a difusão do disco e da música gravada por diversos países na época. Além do formato plano do disco, o sistema de corte passa de vertical para horizontal, ou seja, as ondulações são gravadas na lateral e não no fundo dos sulcos, como ocorre com os cilindros, surgindo a gravação em disco (FRANCESCHI, 1984).

A popularização dos discos se deu posteriormente ao desenvolvimento do disco de goma-laca (1897). O diferencial do disco plano era a possibilidade de se cortar uma matriz em zinco e tratar com ácido para fixar o corte e posteriormente prensar discos utilizando a goma-laca, num processo artesanal-industrial, similar à gravura em metal (GELATT, 1955). Esta popularização também se deu de fato pela produção em larga escala de “Victrolas” (Figura 4) e a “novidade” que era de poder ter registros gravados dos conjuntos musicais da época para se ouvir em casa

(GELATT, 1955). A ampliação do acesso à gravações sonoras também se deu ao fato do barateamento do disco de goma-laca, pelo material feito em larga escala e de custo mais acessível para o consumidor final (BANDEIRA, 2004).



Figura 4 – Victrola da RCA/Victor, criada em meados da primeira década do sec. XX.

Inicialmente, os discos de goma-laca ainda não possuíam um padrão de tamanho e rotação definidos, e foi de maneira experimental que se padronizou o tamanho de 10” (polegadas) e a rotação de 78 RPM. Este formato teve seu apogeu no final do século XIX e toda a primeira metade do século XX (HOFFMAN, 2004). Rapidamente, surgiram as gravadoras que fortaleceram a indústria fonográfica, e em diversos países, assim como no Brasil, produziram diversos gêneros musicais e artistas, e fomentaram a pesquisa para que as interfaces de gravação e reprodução evoluíssem nos aspectos técnicos e de fabricação. Um marco importante para essa cadeia produtiva de discos de goma-laca (78 RPM) foi o surgimento da gravação realizada por eletricidade em meados da década de 20, por volta de 1925 pela gravadora americana Columbia (NGUYEN, 2010).

A evolução para o sistema elétrico de gravação não significava apenas um diferencial na ampliação da indústria do disco, mas também na codificação da onda sonora em corrente elétrica. Ao contrário do que ocorria no sistema mecânico, o som gerado é transformado em sinal de corrente eletromagnética e depois amplificado no

momento da gravação e da reprodução, fomentando o surgimento de equipamentos de captação e amplificação como microfones e os alto-falantes (PICCINO, 2010).

Ainda na década de 20, Waldo Semon, cientista que trabalha com borracha, busca combinações químicas para aperfeiçoar uma espécie de adesivo sintético. Durante seus experimentos descobre a fórmula do *Policloreto de Vinila* (PVC), que foi a novidade na fabricação de bolas de golfe e saltos de sapatos conferindo a resistência do novo material (BANDEIRA, 2004). O disco de vinil, entretanto, surge mas não se perpetua ainda. A pesquisa pela evolução do formato do disco segue neste período em busca de encontrar subsídios para se ter maior duração de gravação no suporte. Ainda na década de 20, a RCA/Victor tenta o lançamento de discos com maior superfície (com formatos de 16 até 20 polegadas) e também na rotação de 33 1/3 RPM que de início não dá certo (NGUYEN, 2010).

Em 1932, surge o disco de Acetato (*Laquer*), um tipo de suporte o qual permitia o corte da gravação e a reprodução imediata após o corte, o que facilitou para as estações de rádio gravarem e reproduzirem peças comerciais entre outras gravações, sem precisar de uma prensa e o corte das chapas de zinco (HOFFMAN, 2004). Posteriormente estas gravações em acetato ficaram conhecidas como “*Dubplate*”, devido os produtores cortarem suas faixas exclusivas e executarem sem passar pelo método industrial. A baixa durabilidade das gravações e os altos custos de manutenção das máquinas de corte em acetato que dificultaram a popularização deste formato, que continua em atividade até a atualidade, para produzir as matrizes de prensagem de discos, posterior ao processo de corte e galvanoplastia (NGUYEN, 2010).

Em 1948, Peter Goldmark (Engenheiro da gravadora Columbia) desenvolve a tecnologia do microsulco do disco (Figura 5) “cavidades bem mais estreitas, na escala micrométrica, por onde a agulha percorre” (WEBER, 1985 pg. 297), que associada à já existente rotação de 33 1/3 rpm permite que se grave de 15 a 20 minutos de cada lado contra os 4 minutos do sistema de 78 rpm (EARGLE, 2006). Esta possibilidade permite ao artista gravar de oito a dez músicas ao invés das duas do sistema anterior que, além da flexibilidade maior de tempo nas composições: “pode-se então ouvir uma sinfonia inteira, sem intervalos, diferente de ter que trocar oito vezes de disco” (PICCINO, 2010 pg. 20)



Figura 5 – Disco de PVC – Vinil com a tecnologia do microsulco, criado por Peter Goldmark (1948), Figura ilustrativa.

Esta tecnologia do microsulco associada à criação da galvanoplastia do acetato possibilitou que se prensasse discos com PVC (Vinil). As vantagens desta inovação foram muito significativas, pois era possível se reproduzir disco em maiores quantidades, fortalecendo a questão industrial. Além de utilizar um material de maior durabilidade e resistência e formato que comporta um áudio de maior definição. Isto, deu-se graças também ao surgimento da fita magnética, a qual tornou-se o suporte principal para se realizar gravações. Possibilitando, também, a mixagem de gravações em diferentes *takes* e gravações em multipistas, graças ao surgimento dos gravadores de fita com 4 ou mais pistas (HOFFMAN, 2004). O fato específico deste momento na indústria do disco estava ligado ao movimento do desenvolvimento tecnológico e de industrialização dos Estados Unidos, e ainda ao impacto tecnológico do combustível e da indústria dos derivados de petróleo com a disseminação do vinil (NGUYEN, 2010).

Desta maneira, o vinil se consagrou como suporte de gravação e reprodução sonora. A sua evolução específica que veio desde o cilindro fonográfico até a tecnologia do microsulco, afirma como principal viés da pesquisa de aperfeiçoamento, o potencial de alta fidelidade de áudio que o disco pode comportar, o que explica a sua utilização que resiste até a atualidade. A seguir, Tabela 1 mostra a linha cronológica do desenvolvimento dos discos analógicos, observando os fatos históricos ligados ao desenvolvimento do suporte desde os primeiros experimentos

até a expansão tecnológica digital do disco de vinil, contabilizando mais de um século de evolução específica do suporte fonográfico.

Linha do tempo do desenvolvimento dos discos analógicos		
Data	Descrição	Nota
1888	Experimentos de Berliner com matrizes de ácido-zinco para prensagem eram realizados	
1889	Surge o Gramofone, e os cilindros de 5 polegadas ou discos de borracha rígida	Antes de 1900 discos eram prensados a partir de matrizes gravadas feitas de ácido-zinco.
1894	Tocador Berliner é lançado. Discos de Borracha rígida (Vulcanite)	Os primeiros discos de Berliner foram gravados em 70 rpm. Entre 1900-1925, as velocidades de reprodução eram variadas entre 74 e 82 rpm. Em seguida, tornou-se padrão a rotação 78 rpm, com a introdução de toca-discos movidos a eletricidade.
1897	Surgimento dos discos de Discos de Goma-Laca (Shellac disc)	
1900	Masters de cera substituem as gravações de ácido-zinco	
1925	Gravação elétrica substitui a gravação acústica	
1932	Surge o Disco de Acetato, o qual podia ser cortado e reproduzido instantaneamente após a gravação	Usado principalmente por emissoras de radiodifusão.
1948	Surge os discos Long-Play de 12 polegadas 33.33 rpm feitos de vinil	Uma pequena série de discos de 78 rpm foram prensadas em vinil em 1946. Para além de que 78s de execução eram quase sempre feitas a partir de goma-laca. A velocidade de 33,33 rpm foi usada antes dos LPs por emissoras de radiodifusão em discos de transcrição sulco grosseiro 16 polegadas. O advento do microsulco permitiu o mesmo tempo gravar discos em 10 ou 12 polegadas.
1949	Surge os discos de 7 polegadas em 45rpm feitos de vinil	Seu formato mais popular é o disco 7" com um furo mais largo no centro, que necessita de adaptador para tocar.
c1960	Últimos discos de 78rpm de goma-laca são fabricados	Até os primeiros anos da década de 70, discos de goma-laca ainda eram fabricados na África e na Jamaica.
1980	Surgimento da tecnologia DMM – (Direct Metal Mastering)	
1996	Primeiros experimentos com a interface de leitura óptica digital de discos analógicos por André Rickli	Os primeiros passos para a criação da tecnologia DVS.
2001	<i>N2IT</i> lança a primeira versão do <i>Final Schatch</i> , tecnologia DVS	As pesquisas relacionadas à tecnologia DVS foram patenteadas e posteriormente lançadas no mercado, e foi desenvolvida e aperfeiçoada através de equipes de diferentes fabricantes simultaneamente.
2012/2013	Amanda Ghassaei desenvolve o sistema de corte de disco à laser e impressão 3D	Pesquisa puramente experimental e que visou o desenvolvimento de protótipos sem aplicação comercial.

Tabela 1 - Linha do tempo do desenvolvimento dos suportes fonográficos analógicos, traduzida e adaptada pelo autor.²

² Disponível em: <<http://www.nfsa.gov.au/preservation/glossary/audio-disc-timeline>>. Acessado em 21/12/2015.

1.2 – Processos de Fabricação e Prototipagem do Vinil

O processo que se consolidou tradicionalmente na manufatura de discos de vinil é chamado de prensagem. A prensagem é um processo industrial o qual o PVC (vinil) é aplicado em uma máquina de prensagem para produção de discos, a partir de uma matriz cortada e tratada. Este processo está descrito no infográfico (Figura 6) abaixo, com todas as etapas descritas no texto abaixo:

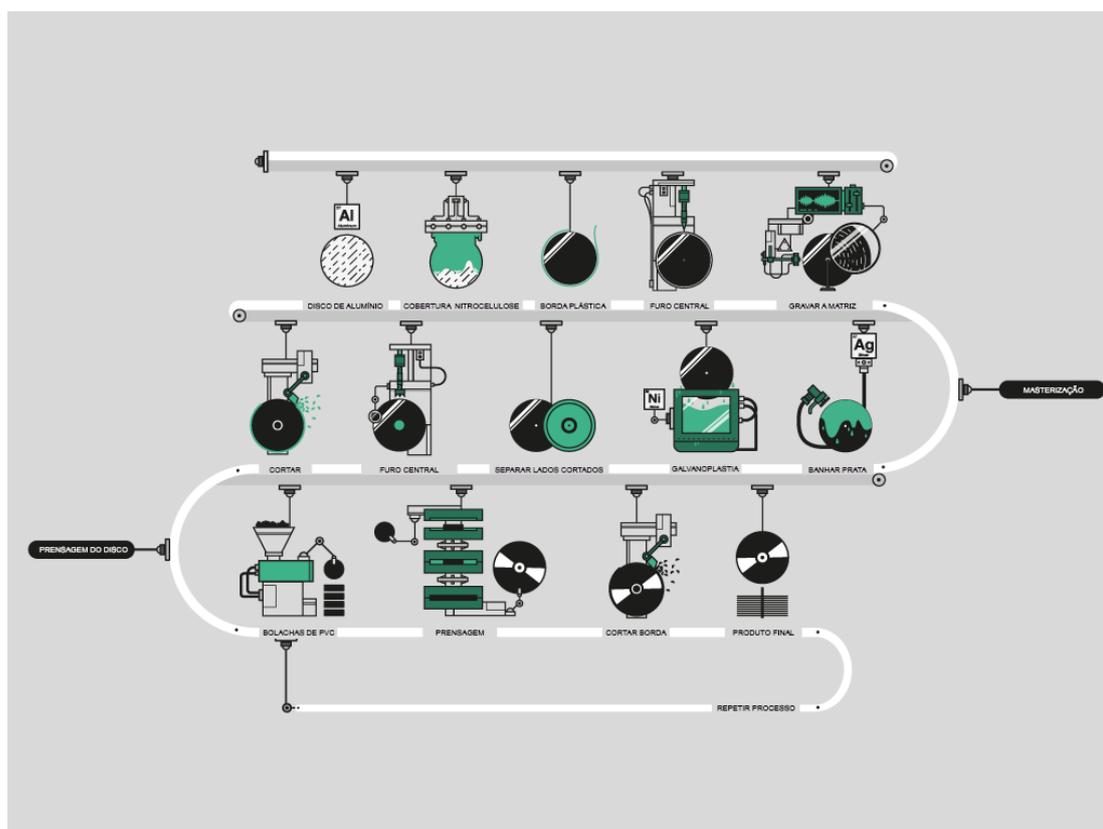


Figura 6 – Infográfico do processo tradicional de fabricação do disco de vinil (LP) – Traduzido e adaptado pelo autor.³

Na imagem acima podemos observar o processo de fabricação do vinil, desde a montagem da matriz em acetato até o processo recursivo de prensagem de discos no material vinil, que se consolidou como melhor material para fabricação de discos. A primeira etapa se caracteriza pelo processo de montar a matriz para o corte. Nesta etapa utiliza-se um disco de aproximadamente 14” (polegadas) (para discos de 12”) feito em alumínio, com duas faces, uma para o lado A e a outra para o lado B (HOFFMAN, 2004). Este disco de alumínio recebe uma camada de nitrocelulose

³ Disponível em: <<http://www.thevinylfactory.com/vinyl-factory-releases/the-birth-of-a-vinyl-record/>>. Acessado em 27/02/2016.

para o revestimento e uma borda plástica para juntar as faces, e posteriormente é furado no centro (EARGLE, 2006).

Depois de pronto, a matriz de acetato (*lacquer*) é encaminhada para o torno de corte, que é o processo pelo qual o áudio é transferido para os sulcos do acetato. O processo é feito através de um torno especial, em que uma cabeça de corte, montada com uma agulha de safira, corta os sulcos através de vibração na superfície do acetato, enquanto este gira (HOFFMAN, 2004). O correto é que o áudio não sofra alterações, mas algumas vezes é necessário que o operador atenuie excessos de frequências altas e/ou baixas, ou corrija a fase pela utilização de um equalizador elíptico, este que adapta o áudio para a curva RIAA⁴ (Figura 7). Nesta etapa pode-se cortar o disco em mono (1 canal) ou em estéreo (2 canais). A diferença de corte do mono para o estéreo está no eixo o qual o disco é cortado. No corte mono, a agulha de corte atua no eixo vertical, promovendo uma ranhura que fará a agulha de leitura vibrar somente numa direção, já no corte estéreo a agulha de safira corta em duas direções (horizontal e vertical), o que fará a agulha de leitura vibrar em dois sentidos, correspondendo aos canais L e R (EARGLE, 2006).

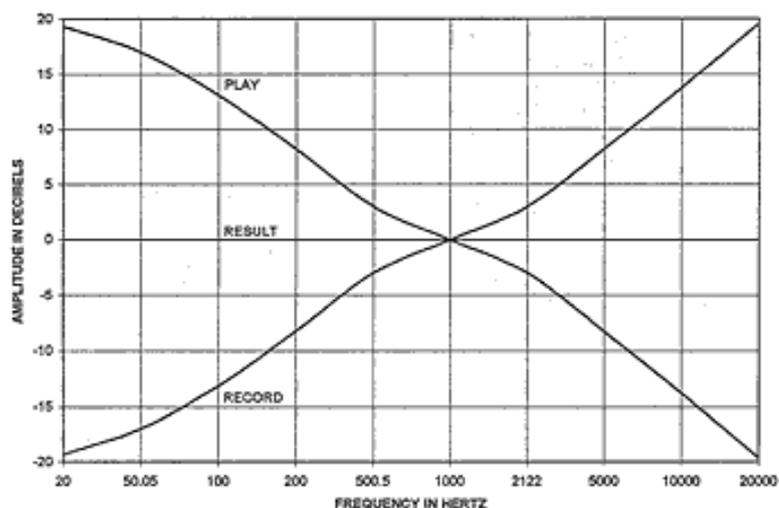


Figura 7 – Gráfico correspondente à curva de equalização RIAA, aplicada no processo de corte do acetato.⁵

⁴ Os discos de vinil, para serem gravados, devem ter seus sons equalizados pelo que se chama curva RIAA (*Recording Industry Association of America*) que é uma associação que definiu os padrões de som das gravadoras de discos. Essa curva tem reforços específicos em certas frequências. Assim, se ligarmos um toca-discos diretamente a entrada de um amplificador vão existir frequências que serão atenuadas ou reforçadas indevidamente. Para corrigir este problema e fazer com que a gravação fique na forma original é preciso passar pelo denominado equalizador RIAA.

⁵ Disponível em: <<http://www.smartdevicesinc.com/riaa.html>>. Acessado em: 26/12/2015.

Esta é a principal etapa no processo de engenharia de masterização do LP, que segue alguns padrões específicos para se obter o melhor sinal possível na mídia. A duração final do disco e a profundidade do corte depende necessariamente da amplitude de decibéis (dB) o qual o áudio é masterizado para o disco (DORSEY, 2014). A velocidade de corte também é um agravante importante para a qualidade final do disco. Uma velocidade maior do corte garante melhor definição de onda para o disco, o que faz com que alguns seguimentos musicais se interessem por cortar compactos de 7”(polegadas) de 45 rotações até os dias atuais. Quanto maior a velocidade de corte e reprodução, menor é a duração final do disco (EARGLE, 2006).

Após o corte das ranhuras no acetato, é removida a borda plástica e separada as faces de cada lado, para seguir para a etapa química do processo, chamada “galvanoplastia” (*plating*) (EARGLE, 2006). Este processo consiste em mergulhar a matriz de acetato por duas horas no líquido *sulfamato de níquel*, que tem a função de processar por eletrólise a matriz, esta etapa é chamada de “banho de engrossamento”, onde é gerada a primeira peça metálica: um negativo do disco, chamado de “original”. Este original, passa por jateamento de prata que cobre toda sua superfície para gerar a segunda peça metálica, a “Madre”, que é ouvida com uma agulha especial para verificação de integridade e qualidade (DORSEY, 2014).

Após a galvanoplastia, segue a matriz final segue para o processo final: a prensagem. Antes os rótulos ficam cerca de 24 horas em um forno especial com temperatura média de 90°. Já na prensa, o operador coloca o rótulo do lado A com a face para baixo (HOFFMAN, 2004). A massa quente, chamadas “bolacha” de PVC é “cuspida” uma à uma pelas máquinas extrusoras na quantidade exata de plástico para a gramatura do disco (entre 150g e 180g) e o rótulo do lado B voltado para cima é colocado. Na temperatura aproximada de 160° e com peso equivalente a 100 toneladas, as pastilhas se fecham e permanecem cerca de 20 segundos para que a água fria condense a massa (EARGLE, 2006). Tão logo as pastilhas se abrem, o operador de prensa retira o disco, corta sua borda em uma peça giratória equipada com uma super-lâmina, coloca-o dentro do envelope (plástico ou papel) e o deposita para repouso, pelo mínimo de 8 horas, em caixas de madeira especiais que comportam até 100 discos, com separações a cada 10 (DORSEY, 2014). Uma

matriz pode prensar aproximadamente até 600 cópias sem perder a qualidade, que gera variação no produto final do disco (EARGLE, 2006).

No início dos anos 1980, a indústria *Toltec* desenvolveu uma tecnologia que gera matrizes de prensagem a partir do corte direto do metal, economizando o processo de galvanoplastia. Esta técnica chama-se DMM (Direct Metal Mastering). Através deste processo, pode-se prensar discos com durações superiores à 20 minutos sem comprometer a qualidade de amplitude (dB) e um maior número de discos por matriz, que barateia todo o custo de fabricação de discos de vinil (HOFFMAN, 2004). DMM possui uma qualidade de prensagem elevada, mas não chegou a substituir o método tradicional, que ainda é bastante utilizado por fábricas de vinil em diversos países (EARGLE, 2006).

1.2.1 – Prototipação Digital do LP

Com o apogeu das mídias computacionais do início do século XXI, a necessidade de adaptação do vinil no contexto digital criou possibilidades de produzir discos com as novas mídias que estão em ascensão no presente momento. O início das experimentações em produção de discos através da computação tem o caráter de observar a prototipação computacional, em todos os estágios, para obtenção de resultados concretos.

A impressão em 3D tem sido aplicada em diversos contextos do *design*, das engenharias e ciências da computação, e vem mostrando resultados interessantes para a engenharia de áudio na produção de LPs (HURST, 2012). A fim de explorar os limites atuais da tecnologia de impressão 3D, Amanda Ghassaei, estudante e pesquisadora do CBA (Centro de Bits e Átomos) do *MIT Media Lab*, desenvolveu uma técnica para converter arquivos de áudio digitais em LP impresso em 3D (Figura 8): protótipos funcionais que tocam em toca-discos comuns (BREMERS, 2015). Embora a qualidade do áudio ainda seja de baixa fidelidade, com taxa de amostragem de 11kHz (um quarto da qualidade de áudio .mp3 típico) e resolução de bits 5-6 (menos de um milésimo da resolução típica de 16 bits), uma qualidade próxima à resolução de ligação telefônica (GHASSAEI, 2012).

Amanda imprimiu os discos em uma impressora chamada *Objet Connex500*. Como a maioria das impressoras 3D, a *Objet* cria um objeto, depositando camada

por camada de material, até que a forma final seja alcançada. Esta impressora possui altíssima resolução para os padrões de impressão 3D da atualidade: 600dpi nos eixos X e Y e 16 *microns* no eixo Z (GHASSAEI, 2012). Apesar de toda a sua precisão, a *Objet* ainda imprime objetos de pelo menos uma ou duas ordens de grandeza de diferença da resolução de um disco de vinil real (BREMERS, 2015). Quando Amanda Ghassaei iniciou este projeto, não tinha certeza de que a resolução da *Objet* seria suficiente para reproduzir áudio, mas esperava que poderia produzir algo reconhecível através da aproximação da forma da ranhura mais exata possível com as ferramentas computacionais (HURST, 2012).



Figura 8 – 3D Printer Record Project – de Amanda Ghassaei (2012).

A modelagem 3D aplicada neste projeto é bastante complexa para as técnicas de CAD tradicionais e estilos de impressão, então Amanda Ghassaei desenvolveu um software específico para fazer esta conversão automaticamente (DREDGE, 2013). O software funciona através da importação de dados de áudio bruto, realizando alguns cálculos para gerar a geometria de um registro, e, eventualmente, a exportação desta geometria direto para um formato de arquivo de impressão 3D. A maior parte do trabalho pesado é feito por processamento em ambiente de programação de código aberto que é usado frequentemente para gráficos 2D e 3D e aplicações de modelagem (GHASSAEI, 2012). Todo o processo computacional de criação do arquivo para imprimir os discos é dividido em 3 etapas de execução:

1 - Utilizar os dados puros de áudio digital para definir a profundidade de ranhura do disco: Analisar através dos dados de áudio brutos (o conjunto de números que define a forma da forma de onda de áudio), e utilizar esta informação para ajustar a altura do fundo de uma ranhura em espiral. Desta forma, quando a agulha de um toca-discos se move ao longo da ranhura que vai mover-se verticalmente no mesmo caminho que a forma de onda e recria o sinal de áudio original (GHASSAEI, 2012).

2 - Desenhar a geometria dos sulcos: Um modelo 3D é essencialmente uma lista de triângulos dispostos no espaço 3D para criar uma malha contínua, são utilizados os parâmetros de diâmetro da gravação, espessura, largura do canal para gerar a lista de faces triangulares que descreve a forma da ranhura em espiral, detalhada e inscrita na superfície do disco (GHASSAEI, 2012).

3 – Exportação do modelo em formato STL: o formato de arquivo STL é um dos formatos padrão utilizado por diversas impressoras 3D. A geometria calculada na última etapa é exportada como um arquivo STL. Para exportar diretamente para o formato STL, utiliza-se a biblioteca em Java “*ModelBuilder Library*”, escrita por Marius Watz (GHASSAEI, 2012).

Apesar da elevada precisão e resolução das máquinas *Objet*, a resolução do disco impresso em 3D ainda está longe de possuir a qualidade similar à de um vinil moderno. Chris Supranowitz, pesquisador do Instituto de Óptica da Universidade de Rochester (USA) coletou imagens em escalas de x1000 (mil vezes) de ampliação com um microscópio eletrônico das ranhuras de um LP comum (Figura 9) (GHASSAEI, 2012).

Amanda Ghassaei analisou estas imagens e comparou com o resultado da imagem produzida pelo seu sistema (Figura 10) e constatou a diferença de resolução dos microssulcos, que no LP comum obedecem a forma de onda de maneira mais efetiva, o que no resultado computacional fica diferente pela razão dos triângulos que formam as ranhuras do LP impresso em 3D (GHASSAEI, 2012). Esta diferença é o que afeta diretamente a resolução da onda complexa do áudio riscado em um disco, quanto mais a programação computacional tiver uma representação de onda mais próxima da original, com a evolução do sistema de impressão 3D do

disco, maior será a sua qualidade sonora final, o que tornará comum discos impressos computacionalmente em um futuro hipotético (BREMERS, 2015).

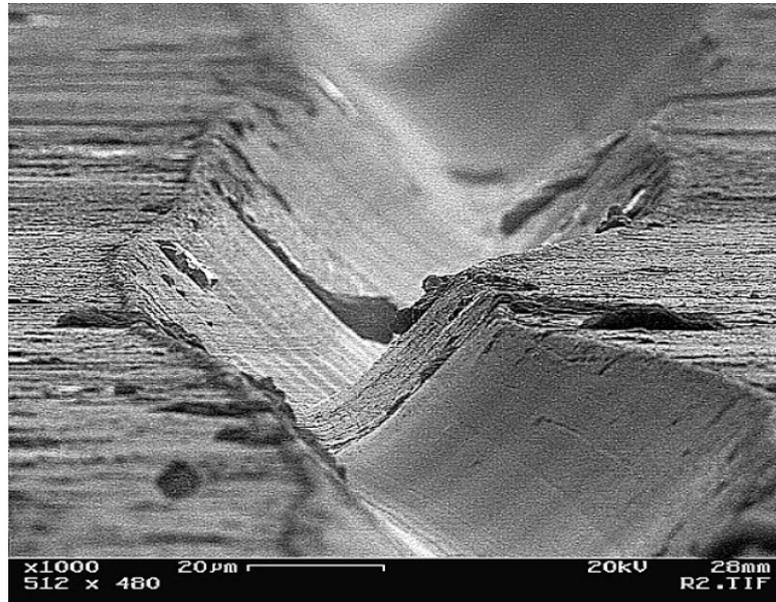


Figura 9 – Ampliação (x1000) da ranhura de um LP comum, realizada por Chris Supranowitz (2012)

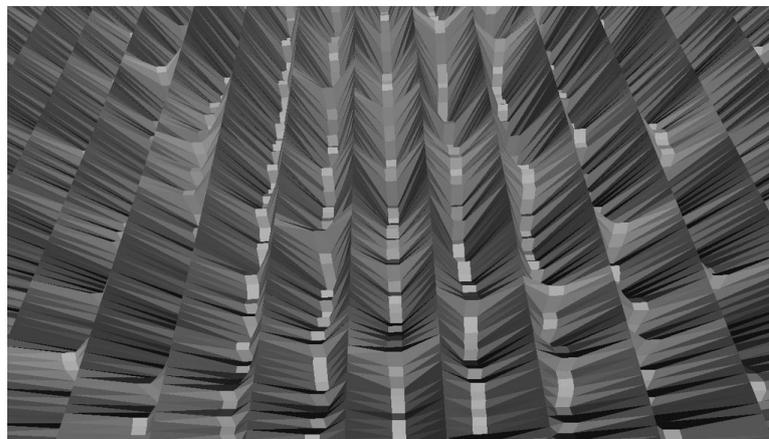


Figura 10 – Representação em imagem virtual 3D das ranhuras microscópicas de um LP, realizada por Amanda Ghassaei (2012).

Como prosseguimento dos experimentos de impressão 3D dos discos, Amanda Ghassaei desenvolveu uma maneira mais acessível de fabricar discos com um cortador de laser (Figura 11) (GHASSAEI, 2013). Ela utilizou um cortador chamado *Epilog 120 Watt Legend EXT* com uma precisão teórica de 1200dpi (embora o corte do corte e alguns truques que ela utilizou para evitar a colisão do cortador de laser caiu a precisão real para aproximadamente um sexto). O áudio nos discos cortados à laser têm uma resolução de bits entre 05/04bits e uma taxa de

amostragem de cerca de 4.5kHz, a metade da resolução do disco impresso em 3D (BAGULEY, 2015).



Figura 11 – Detalhe do corte no projeto Laser Cutting Record, de Amanda Ghassaei (2013)

Amanda conseguiu cortar com sucesso o áudio em madeira, acrílico e papel, tem a certeza que existem muitos outros materiais que podem ser implementados neste projeto (GHASSAEI, 2013). A principal diferença entre esses discos cortados à laser e os impressos em 3D é o eixo que as ranhuras são cortadas. Uma vez que não se pode controlar a potência do laser, os discos à laser são cortados horizontalmente sobre a superfície do material. Isto significa que a agulha vibra apenas no plano paralelo ao do prato do toca-discos (WOOLLASTON, 2013). Os discos impressos em 3D são "cortados" verticalmente, ou seja, a agulha vibra no plano perpendicular ao prato. Amanda escolheu modular os sulcos verticalmente para os discos impressos em 3D porque o eixo vertical é o eixo onde se estrai maior precisão sobre a máquina (resolução de 16 microns) (WOOLLASTON, 2013).

Para realizar um corte estéreo (2 canais), os discos de vinil são cortados verticalmente e horizontalmente, desta forma, é possível obter a imagem dos dois canais isolados de áudio nas ranhuras. Os discos Mono são cortadas lateralmente, isso é porque os cortes verticais podem ficar distorcidos, especialmente se você tentar aumentar a amplitude da sua forma de onda para aumentar a gama dinâmica do som (GHASSAEI, 2013). Embora a tecnologia do laser não possibilita o corte nos dois eixos, a melhor opção para Amanda foi desenvolver o projeto para cortar um sulco mono lateralmente (BAGULEY, 2015). O cortador de laser não pode fazer

cortes tão precisos quanto aos de um disco LP comum porque a largura do feixe é muito grande, por isso, os sulcos do disco cortado à laser são cerca de 1 ou 2 vezes maior em todas as dimensões do que as ranhuras de um disco moderno (GHASSAEI, 2013).

Acredita-se que com o apogeu da nanotecnologia, no século XXI, será possível ampliar os estudos de desenvolvimento digital da fabricação de discos, procurando amplificar a resolução e precisão do corte para ferramentas que ainda estão surgindo e estão em testes. Quando a impressão 3D e o corte de Laser alcançarem a grandeza na escala nanométrica, será possível desenvolver discos analógicos-digitais de altíssima fidelidade e quem sabe, com uma resolução ainda mais precisa que a dos discos convencionais do século XX, além da possibilidade de fabricar em uma escala muito maior e com um custo final mais acessível para o ouvinte. A pesquisa em desenvolver a impressão 3D na escala nanométrica está sendo desenvolvida, já com bons êxitos na Universidade de Tecnologia de Viena (TU Wien), na Áustria, pelo professor Jürgen Stampfl e sua equipe (GUGELMIN, 2012).

1.3 – Vinil Expandido no Ambiente Virtual – Tecnologia DVS

No início do século XXI, as novas tecnologias para *turntablism*⁶ avançaram para a incorporação dos discos de vinil no contexto virtual (WEISSENBRUNNER, 2013). Estas tecnologias, disponíveis para serem adaptadas em ambientes criativos da arte e tecnologia, reforçam a junção entre a performance do DJ (Disc Jockey), o desenvolvimento técnico-poético realizado pelo artista programador e a interface da projeção mapeada interativa, intensificando assim a ampliação dos diálogos multissensoriais no território computacional. Neste contexto, a abertura estética digital entre o som e a imagem contribuem para o hibridismo na linguagem da música interativa. No dado momento em que o DJ realiza as mixagens entre os conteúdos, o próprio gera esta fusão e abre possibilidades de combinar a performance musical com a mescla de vídeos, que são reativos aos gestos e

⁶ O *Turntablism* é a arte de manipular sons e criar músicas usando toca-discos e um mixer. A palavra *turntablist* (não há tradução para a língua portuguesa) foi criada em 1995 pelo DJ Babu para descrever a diferença entre um DJ, que apenas reproduz discos, e um que exerça por tocar e mover as músicas, e um mixer para manipular som. O *turntablism* é um dos cinco pilares básicos da cultura hip hop.

manipulações do interator, o que possui ampla aplicabilidade na criação de instalações e performances interativas.

A aplicação do disco de vinil nos meios tecnológicos para realização de obras artísticas interativas obteve destaque nas primeiras décadas do século XXI, com o desenvolvimento da tecnologia denominada DVS (*Digital Vinyl System*). DVS trata-se de uma tecnologia de reconhecimento da leitura do sinal analógico gravado em um disco especial, chamado *timecode*⁷ (ZEN, 2011). Esta modalidade de vinil serve para que o software de emulação que seja capaz de decodificar o sinal do áudio analógico gravado e receba as variáveis de velocidade de leitura, direção e posição temporal da agulha no disco para o controle de arquivos de áudio digital, em diferentes formatos. Os softwares de emulação de vinil permitem ao usuário manipular fisicamente a reprodução de arquivos de áudio digital em um computador usando os toca-discos como uma interface, para controle tátil e a sensação de tocar com vinil. A vantagem adicional reside em poder utilizar a ferramenta para reproduzir gravações de áudio que não estão disponíveis em formato vinil. Este método também permite que os DJs executem técnicas de discotecagem que seriam impossíveis em uma interface convencional de computador (teclado e mouse) (BAUER, 2008).

Este desenvolvimento do meio analógico em diálogo com o digital se caracteriza como “expansão tecnológica” do disco de vinil, pela transcodificação em tempo real de leitura da agulha para execução de música digital. A busca por explorar a interface faz com que artistas-programadores desenvolvam artes digitais interativas. Eles desenvolvem estas obras a partir do reconhecimento destas variáveis e adaptando matematicamente para criação de conteúdos sonoros e visuais, em interfaces próprias (desenvolvidas pelos próprios artistas) ou ainda pela associação de softwares específicos para DVS, que se comunicam por variados protocolos de sincronização entre o som e a imagem.

A criação de um sistema capaz de introduzir o disco de vinil à interfaces tecnológicas digitais veio do meio para o final da década de 90 do século XX. Neste

⁷ Timecode é um sistema que permite a utilização de cd players (CDJ) e toca-discos convencionais para manipulação de arquivos digitais armazenados em seu computador. Com essa tecnologia você pode utilizar seus antigos toca discos unidos à um vinil timecode e manipular seus arquivos digitais como se estivesse tocando através do próprio vinil, fazendo suas manobras e scratch tal e qual faria da maneira analógica.

momento, desenvolvedores (e.g. engenheiros e cientistas da computação) se juntaram à DJs e produtores musicais para observar as possibilidades de se criar as interfaces DVS, sendo posteriormente adaptadas ao mercado de softwares e hardwares proprietários para a execução ao vivo de arquivos de áudio digitais como se estivessem gravados originalmente em discos (CARROLL, 2010).

André Rickli (1996) foi um dos pioneiros da tecnologia DVS, ao desenvolver uma interface específica para leitura digital de discos (realizada por leitor óptico) adaptado à um toca-discos. Esta interface é um sistema de processamento digital de sinais de áudio via leitura óptica. A velocidade e o sentido de reprodução de um sinal de áudio vindo de uma fonte externa, por exemplo, a partir de um leitor de CD, pode ser controlado manualmente, atuando sobre uma plataforma giratória. A velocidade de rotação desta plataforma é normalmente constante, mas pode ser modificada pelo interator. Esta estrutura (Figura 12) demonstra a maneira que o leitor óptico interpreta a velocidade e a direção que o disco está girando. Neste caso específico, o autor do experimento demonstra quais as reais possibilidades de interação do usuário em controlar arquivos sonoros através desta interface:

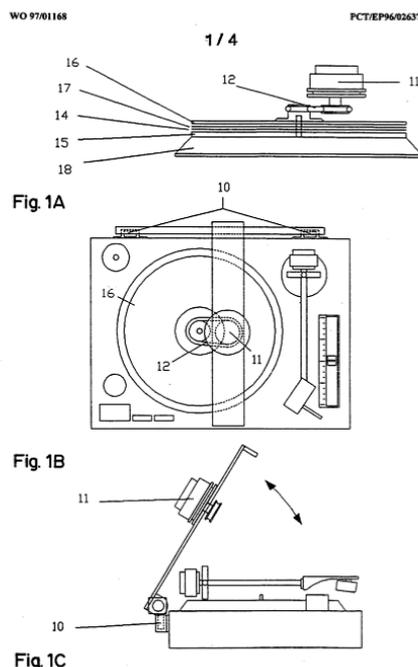


Figura 12 – Esquemático da adaptação do leitor óptico no toca-discos. Projeto de André Rickli (1997)

O sinal de áudio é armazenado num buffer de amostragem constante e lido a uma frequência variável como uma função da velocidade e direção do elemento

rotativo (e.g. prato do toca-discos). Um sensor óptico, adaptado à um suporte, determina a velocidade e sentido de rotação do prato. Estes dados são utilizados para determinar a velocidade e direção de reprodução de um sinal de áudio externo, por exemplo, proveniente de um leitor de CD (RICKLI, 1997).

O experimento de Rickli serviu para que outros desenvolvedores, ao terem acesso a sua interface através de feiras e fóruns de inovação em tecnologias para áudio na época, se interessassem em desenvolver algo parecido, de maneira mais simples e acessível, pois este experimento em si demanda um grande investimento de recursos técnicos e financeiros, pela complexidade da manutenção do leitor óptico. A dificuldade de manter um sistema destes em atividade o tornou obsoleto, porém importante por ser uma das primeiras experiências bem sucedidas em DVS (CARROLL, 2010).

Dentro deste meio, surgiram diversas controvérsias acerca de quem originalmente desenvolveu esta tecnologia específica, o que posteriormente gerou diversos processos judiciais relacionados à patentes de desenvolvimento da ideia. O princípio de funcionamento desta tecnologia encontrou um senso comum no ano de 2001, quando a fabricante *N2IT* lançou a interface *Final Scratch*⁸, *software* e *hardware* de discotecagem digital com discos de vinil (ZEN, 2011).

Inicialmente, a leitura óptica do vinil não contemplava as técnicas de discotecagem complexas realizadas pelos DJs mais especializados. As pesquisas na área se direcionaram para o desenvolvimento de um disco que pudesse ser controlador de arquivos digitais da maneira mais tradicional: através da leitura feita diretamente pelo atrito da agulha com os sulcos do disco (WEISSENBRUNNER, 2013). Os desenvolvedores analisaram os fatores que estão intrínsecos na realização do *scratch*⁹ e outras técnicas, e observaram que existia uma maneira de gravar em um disco um áudio que serviria de *timecode* para o computador executar os arquivos. Foi constatado que uma frequência constante quando reconhecida pelo computador seria capaz de controlar a velocidade de execução do arquivo, e as

⁸ Final Scratch é uma software específico para DJs, criado pela empresa N2IT com a entrada de Richie Hawtin (aka Plastikman) e John Acquaviva que permite a manipulação e reprodução de arquivos de áudio digital usando vinil e tira-discos tradicionais.

⁹ Scratch é uma técnica de DJ e Turntablist utilizada para produzir sons de arranhado, movendo um disco de vinil para frente e para trás em um toca-discos, enquanto opcionalmente pode-se manipular o crossfader em um mixer de DJ.

diferenças de fase desta frequência nos canais estéreo L e R (*Left* e *Right*) seriam capazes de determinar a posição e a direção temporal da leitura do disco. Na sequência, surgiram diversos softwares similares, cada um deles possuindo uma vantagem e uma desvantagem técnica para a realização da discotecagem (CARROLL, 2010).

Wurth Adrien (2003) desenvolveu um tipo específico de vinil *timecode*, próprio para ser executado no software *MixVibes*¹⁰. Sendo mais um dos pioneiros da tecnologia, escreveu um documento o qual contém todos os aspectos técnicos do funcionamento e da criação deste sistema. Adrien relata o processo experimental de desenvolvimento da sua próprio sistema DVS, desde o desenvolvimento da interface de áudio, criação do sinal de áudio *timecode*, prensagem do vinil, testes e melhoramentos do reconhecimento no ambiente computacional (ADRIEN, 2004).

A guerra entre as fabricantes de softwares de DVS não parou somente no desenvolvimento de suas interfaces próprias, elas encontraram uma solução de incompatibilidade programada entre os programas. Como o reconhecimento do parâmetro velocidade é determinado por uma frequência sonora constante, cada fabricante determinou uma codificação de frequência diferente da concorrente, o que faz com que um vinil *timecode* de um programa específico não funcione corretamente em outro programa (ex. A frequência constante do disco Serato é 1kHz e do disco Traktor é 2.5kHz). Sendo incompatíveis entre si, propositalmente, os fabricantes criam um cenário em que o usuário que adquire um determinado programa fique engessado nele, sem a opção de transitar entre outras interfaces.

As comunidades de desenvolvedores de softwares livres e *open source* decodificaram diferentes discos *timecode* e criaram a interface XWAX, que possibilita ao usuário utilizar discos de outros fabricantes dentro das plataformas livres de DVS. Estas implementações possibilitaram aos artistas-programadores criarem seus próprios sistemas de interação com discos de vinil para criação de obras multissensoriais nestes ambientes, como *PureData(PD)*, *Quartz Composer (QC)*, *Processing*, *Mixxx*, entre outros.

¹⁰ Em 2003, a primeira versão do famoso software Sistema Digital de Vinil (Mixvibes DVS) foi lançado. O sistema permite mixar e fazer *schatchs* com arquivos digitais utilizando vinil *timecode* ou CD com qualquer placa de som.

Dentro desta visão de adaptabilidade das tecnologias DVS, desenvolvi o meu próprio sistema de interação com vinis para criação de performances audiovisuais e instalações interativas. Assim como outros artistas como, por exemplo, o austríaco Jonas Bohatsch, que desenvolveu a instalação interativa com projeção mapeada Vinil+ (2009) (Figura 13), experimentando com a expansão computacional do *timecode*. Um disco de vinil branco funciona como uma tela, que é reativa à peças audiovisuais multimídia. A combinação do toca-discos com o computador e o projetor gera como resultado em um novo dispositivo, oscilando entre o analógico e o digital, hardware e software (BOHATSCH, 2010).

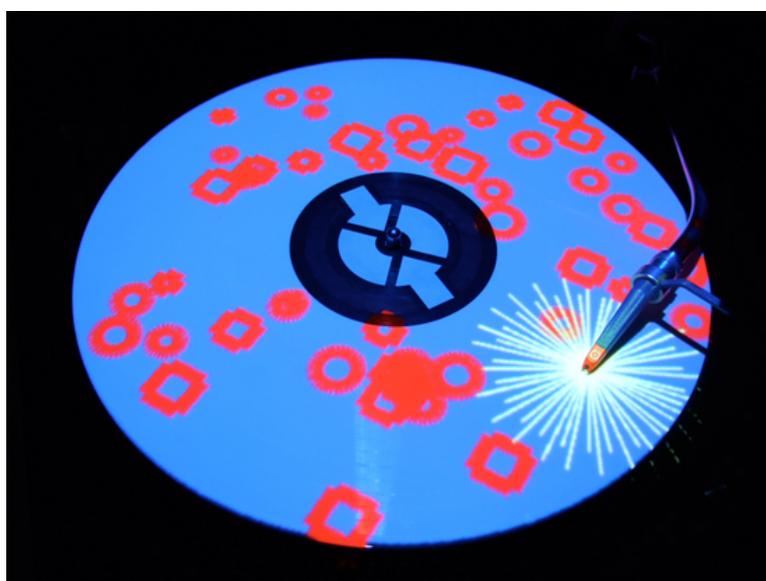


Figura 13 - Obra Vinil+ - Jonas Bohatsch (2009)

A Obra Vinil+ dialoga o som e a imagem e a interação do usuário no contexto da projeção mapeada sobre o disco. Um esquema processador é usado para gerar objetos virtuais que são projetados em um vinil *timecode* branco. Tais objetos podem ser posicionados aleatoriamente ou pelo usuário por meio do teclado de um computador ou de um controlador MIDI externo. Quando o disco começa a girar, os objetos virtuais se movem na velocidade do disco. Se um objeto virtual toca a agulha do toca-discos, aciona uma animação e o playback de uma canção. Isto é possível porque o *timecode* do vinil dá informações sobre a velocidade de playback do disco e a posição da agulha, o que permite sincronizar o movimento do toca-discos com o movimento da projeção e calcular colisões de objetos virtuais com a agulha do toca-discos. Em vinil+, um meio analógico funciona ao mesmo tempo como um condutor e uma interface para “vídeo-objetos” e “áudio-objetos virtuais” (BOHATSCH, 2010).

1.4 – Vinil Digital: design da interação e da interface

O disco de vinil, no contexto das artes e novas tecnologias, se caracteriza como uma “falsa interface” (SOGABE, 2013). Entende-se como “falsa interface” algo que não é propriamente uma “interface tecnológica”, que permite ao público a interação com um sistema digital, mas é um recurso poético, geralmente um aparato ou objeto artesanal com o qual o público interage com a obra de arte, que é um sistema. Dentro deste aspecto, a interação com a interface não se dá de maneira direta, pois a interface a qual está rodando os programas que controlam as transformações dos conteúdos sonoros e visuais através da interação do público está ali, intocável e escondida do público interator (SOGABE, 2013).

Este interesse do artista em ocultar a interface computacional da sua obra reside na vontade de proporcionar ao público uma interação não-convencional, que foge do conceito de “obra como interface” para entrar na questão da “obra como sistema”. Estes sistemas interativos formados com falsas interfaces também atentam para a criação de diferentes maneiras de manipular transformações de conteúdos computacionais, ampliando o diálogo do interator com as interfaces digitais, sem precisar notar a sua presença na obra. No intuito de criar uma nova maneira de se comportar diante à uma obra de arte, que pode ser tocada, modificada, os artistas-programadores se interessam em desenvolver cada vez mais falsas interfaces as quais ganham destaque nas galerias de arte e tecnologia.

As falsas interfaces aguçam o sentido da ilusão nas obras de arte e tecnologia, pelos graus de imersão do interator, este que pode acreditar que aquela falsa interface que é responsável por gerar as transformações de sons e imagens através da interação. Esta é uma das razões para que os artista programadores desenvolvam obra-sistemas que não funcionam sem que o interator manipule ou interfira de alguma maneira em seu funcionamento. Esta estratégia é de muita importância para que o interator sinta a sua importância dentro do sistema, como alguém que é necessário para que a obra tenha razão de existir.

A segunda interatividade (COUCHOT, TRAMUS e BRET, 2003), também conhecida como “interatividade de segunda ordem”, trata de um modelo de auto-nível complexo entre elementos construtivos da vida e da inteligência artificial no

contexto computacional e as múltiplas possibilidades de interação entre eles e o indivíduo. Ao contrário da “primeira interatividade” que se limita à estímulo e resposta, a segunda tem a capacidade de se auto organizar e modificar seu comportamento tornando a interação mais rica em possibilidades e as obras se completam mais como um sistema complexo e vivo.

A reflexão sobre a evolução dos processos de modelagem utilizados para a produção de imagens numéricas desde os anos 70 e fazem referência aos algoritmos cada vez mais complexos e inspirados em modelos científicos recentes (e.g. Fractais, *L-systems*, redes neurais, *game of life*, autômatos celulares). Nesse processo evolutivo, é discutido sobre o nascimento de um tipo novo de relação entre o espectador e a imagem. Com o avanço das tecnologias, os sistemas interativos incluem a possibilidade de diálogos que vão para além da imagem, estendendo-os aos objetos virtuais simulados no computador e sistemas sensoriais (e.g. câmeras, sensores diversos). A imagem passa a ser uma interface entre a simulação computacional e o indivíduo. Avanços nas tecnologias permitem agora uma relação indivíduo-obra, que tem na interatividade um aspecto tão evidente que o uso do termo “espectador” perde sua aplicabilidade sendo adequado substituí-la pela palavra “interator” (COUCHOT, TRAMUS e BRET, 2003).

Neste contexto, obras que centram-se na multissensorialidade e imersão permitem ao interator fazer parte das transformações e contribuir para a fluência das linguagens híbridas digitais. A complexidade que envolve os parâmetros técnicos que passam pela interatividade deste tipo de sistema direciona o estudo para a ascensão das poéticas tecnológicas baseadas nos aparatos técnicos dispostos à criação de obras, performances entre outras manifestações artísticas ressignificados e trazidos para a poética do artista programador.

A contribuição do interator para a fluência de um sistema é um dos principais desafios para se desenvolver poéticas multissensoriais imersivas na atualidade. De acordo com Júlio Plaza (2003), a abertura da obra de arte à recepção está relacionada necessariamente às três fases produtivas da arte: a obra artesanal (imagens de primeira geração), industrial (imagens de segunda geração) e eletrônica (imagens de terceira geração). Ele realiza uma análise dos conceitos que conduzem à compreensão das relações: autor – obra – receptor e da arte interativa. Plaza

descreve os processos promovidos pela interatividade tecnológica, na relação homem-máquina como sendo a “abertura de terceiro grau”. Como Plaza explica:

“A multisensorialidade trazida pelas tecnologias é caracterizada pelo uso de múltiplos meios, códigos e linguagens (hipermídia), que colocam problemas e novas realidades de ordem perceptiva nas relações virtual/atual.” (PLAZA, 2003 p.17)

1.5 – Vinil Projetável (2014): Sistema Complexo Interativo

O desenvolvimento de um sistema complexo capaz de realizar projeção mapeada interativa em discos de vinil foi intuito central desta pesquisa. Inicialmente, a vontade de ressignificar um objeto, especificamente o LP, e incorporar processos programacionais para ampliar propriedades multissensoriais tecnológicas revelou amplo campo de aplicações audiovisuais nesta interface. Através de intensas experimentações observei determinadas peculiaridades que envolvem os materiais básicos para esta realização: projetor, toca-discos, computador, e o LP.

Todos estes recursos reunidos podem propiciar uma extensa gama de possibilidades de projeção, motivo pelo qual optei por desenvolver através de *sketches*¹¹. Dialogar os artefatos técnicos, com os conceitos abordados neste artigo inspiraram a busca pelos meios mais viáveis para a sua execução. Por se tratar de uma interface técnica específica, o dado sistema pode se adaptar para diversos ambientes de programação multimídia, podendo ser realizado de diversas maneiras por diferentes linguagens e plataformas.

O LP utilizado nos experimentos é um disco especial chamado *timecode control vinyl*, um tipo de disco que é utilizado para controlar músicas em softwares específicos de DVJ (*Disco/Video Jockey*), como por exemplo *Serato Live Scratch* ou *Traktor*. Este LP tem gravado um ruído específico, que o computador interpreta como a linha de tempo para sincronização com arquivos de áudio e vídeo no software. As cores dos LPs utilizados nos experimentos são, respectivamente, branca e transparente, para que as imagens projetadas sejam nítidas, como em uma

¹¹ A palavra sketch se define como “esboço” ou “rascunho”. Na programação multimídia, sketch significa um pequeno código que é compilado e gera algum exemplo de imagem ou som criado por modelagem computacional.

tela de projeção.

A calibragem de leitura deste disco é realizada pela visualização do sinal de áudio do LP, desta maneira o software sincroniza o tempo exato da posição da agulha com os arquivos de áudio ou vídeo. A aplicação da leitura deste vinil em linguagens de programação multimídia pode ser realizada pelo desenvolvimento de biblioteca específica de decodificação do sinal *timecode* do LP.

A linguagem de programação multimídia *PureData(PD)* interpreta o áudio deste disco em tempo real, assim como os softwares específicos de DVJ (*Serato, Traktor, Mixxx*) com um objeto *external* chamado [xwax~], incluído nesta pesquisa por colaboração de Jonas Bohastch (artista multimídia austríaco), que realizou a obra vinyl+ em 2009. Foram desenvolvidas três sketches denominadas: Bolhas, Faíscas e Nuvens. Elas são compostas por sistemas de partículas emergentes audiovisuais. As partículas visuais são formadas pelo software *Quartz Composer* em comunicação via protocolo OSC (*Open Sound Control*) com o PD, que recebe os dados de leitura do vinil. A imagem pode ser mapeada no vinil através do software VPT, o qual recebe o sinal de vídeo do *quartz composer* via protocolo *Syphon* e aplica à uma máscara redonda correspondente à área do disco que é projetada.

Os dois parâmetros fundamentais de *input* do sinal do LP: velocidade de giro e posição da agulha, podem ser aplicados à transformações matemáticas que são direcionadas ao *Quartz Composer*, especificamente no objeto *Particle System*. Este objeto possui uma variedade de parâmetros que controlam o comportamento emergente das partículas. Estes mesmos dados aplicados à outras operações matemáticas são capazes de gerar padrões sonoros de síntese granular, que também se comportam como um emaranhado emergente.

A ação de manipular o LP em leitura com a agulha, feita pelo interator (algo que no universo dos DJs seria chamado de *scratch*), controla os fluxos de produção destas partículas audiovisuais. Por uma questão de imprevisibilidade dos fenômenos sonoros e visuais das partículas, esta interação ocorre de maneira exógena (COUCHOT, TRAMUS e BRET, 2003). A interferência na questão emergencial do

processo generativo do conteúdo audiovisual está por conta da transcodificação¹² em tempo real do sinal *timecode* em conteúdos digitais. O interator pode interferir, e modificar o curso das transformações emergentes. Esta questão faz com que o sistema complexo de projeção em vinil esteja aberto à uma intensa variabilidade de possibilidades de relação som/imagem/tatibilidade, importante para definir maneiras de relacionar estes sentidos e alcançar resultados estéticos e poéticos através desta interface.

As sketches em si são baseadas em fenômenos naturais que ocorrem por processo de emergência¹³ de partículas. Todas elas são baseadas no mesmo princípio fundamental: padrões visuais que interagem diretamente com o gestual sonoro da síntese granular, e o som com a velocidade de rotação do disco, todos estes parâmetros podem ser manipulados pela ação do interator ao tocar o disco.

A primeira chama-se “Bolhas” (Figura 14). Trata-se de pequenas bolas aplicadas como máscara no *particle system*, que variam de acordo com o som da síntese granular acompanhando o seu espectro.



Figura 14 – Sketch projetável 1 – Bolhas (2014) de Victor Valentim.

¹² Transcodificar alguma coisa é transformá-la em outro formato. No caso das velhas mídias transformadas em novas, há a digitalização. Logo, ao mesmo tempo em que as mídias computadorizadas continuam sendo imagens, sons, vídeos; enfim, continuam a nos fazer sentido como objeto, com a digitalização, elas passaram também a ser dados numéricos de um computador (MANOVICH, 2001).

¹³ Entende-se por emergência um fenômeno ou processo de formação de padrões complexos a partir de uma multiplicidade de interações simples: aquilo que “emerge”, ou seja, “aparece sem aviso”. Pode ser um processo diacrônico (ocorrendo através do tempo), como a evolução do cérebro humano através de milhares de gerações sucessivas; ou pode ser um processo sincrônico (que ocorre simultaneamente) em escalas diversas, como as interações microscópicas entre um número de neurônios produzindo um cérebro humano capaz de pensar (sabendo que neurônios individuais não possuem consciência própria) (JOHNSON, 2003).

A segunda chama-se “Faíscas” (Figura 15), é produzida no objeto de geração de imagens “*sunbeams*” do *quartz composer*, simulando a textura imagética do fogo, neste caso o som da síntese granular também faz alusão a sonoridade produzida pelas faíscas.



Figura 15 – Sketch projetável 2 – Faíscas (2014) de Victor Valentim.

A terceira sketch chama-se “Nuvens” (Figura 16), esta é formada pelo mesmo objeto de geração de imagens, sendo aplicada a cor branca, com uma síntese granular mais próxima ao ruído pelo maior tamanho e quantidade das amostras de grãos. Cada sketch pode ser modificada gerando novas sketches.



Figura 16 – Sketch projetável 3 – Nuvens (2014) de Victor Valentim.

A imprevisibilidade tanto dos resultados sonoros quanto dos resultados visuais na projeção mapeada é o principal potencial inovador do sistema. Este sistema pode se reconfigurar de acordo com a proposta estética a qual está interessado em desenvolver e aplicar em contextos do design, arte e música tecnológica da atualidade.

A Obra foi apresentada em duas exposições em Brasília/DF. A estreia aconteceu no #13.ART – Encontro Internacional Arte e Tecnologia – Museu Nacional da República (outubro/2014) (Figura 17) e a segunda apresentação ocorreu na mostra UltraSons, da galeria *Decurators* (março/2015). A experiência expositiva do projeto revelou que a autonomia do sistema não resiste à uma longa duração em que o trabalho fica exposto para o público. Isto ocorre principalmente pela fragilidade dos equipamentos, em especial a agulha de leitura do disco.

Outro fato é o processamento de leitura em tempo real do sistema com 4 *softwares* interligados. O *buffer* do sistema fica sobrecarregado, travando a leitura e emissão do áudio, o que requer manutenção constante do trabalho na galeria nestas condições. A ação do público com o trabalho também é um fator muito importante, pois movimentos e interações abruptas com o sistema interferem na leitura o que ocasiona travamento dos *softwares* e danificação da agulha e toca-discos.



Figura 17 – Vinil Projetável (2014), exposto no #13.ART – Encontro Internacional Arte e Tecnologia (Brasília/DF).

O resultado destas experimentações está conectado à uma busca por suportes não convencionais para projeção, como o LP, e na criação de obras artísticas em que a autonomia do usuário em sentir outras funcionalidades é dada pela ressignificação dos mesmos. A importância de desenvolver experimentos desta natureza, com softwares livres, está relacionada ao fato de que tais experimentos podem auxiliar outros pesquisadores e estudantes de arte e tecnologia à incorporarem outros olhares e maneiras de interação no desenvolvimento de obras. A aplicação prática das sketches projetáveis em LP podem gerar tanto instalações interativas multissensoriais como performances multimídias. Além disso, podem ser aplicadas em apresentações de vídeo e música eletroacústica. Observar o comportamento da imagem e do som neste contexto interativo computacional do vinil projetável nos remete à observar aspectos da música visual e as associações entre a criação sonora partindo da imagem, ou vice-versa.

CAPÍTULO 2 – BITS IN (RE)CONSTRUCTION: VER O SOM, ESCUTAR A IMAGEM

“Você já viu o som?”, esta pergunta pode soar estranha, mas em determinados casos ela pode ter fundamentos importantes. Qual o interesse em observar como o som seria ou é se pudesse ser visto com os olhos? É da natureza do som, onda estacionária mecânica, ser interpretado com os sentidos da audição e do tato, mas não é algo comum que se tenha visões através de som e que se escute o que se vê.

A Música Visual (*Visual Music*) é uma corrente estética que vem crescendo consideravelmente desde o final do século XX e início do século XXI, quando os dispositivos tecnológicos digitais evoluíram para a interpretação e representação dos sons e imagens no contexto da multimídia. Nos dias atuais, é possível através da programação multimídia criar, analisar e relacionar imagem e som de maneira a trazer diversos questionamentos teóricos à tona para descrever os processos de ampliação destes sentidos nas poéticas da arte e tecnologia.

Neste capítulo serão abordados conceitos referentes às possíveis relações entre sons e imagens, no âmbito da criação artística em contraponto com questões neurocientíficas, ligadas à sinestesia e da tecnologia para ampliação dos sentidos, e suas relações com a performance audiovisual Bits in (re)Construction.

2.1 – Color Music: associações entre sons e cores

Muito antes de existir os meios computacionais, a sincronia entre a imagem abstrata e o som foi variavelmente conhecida como música ocular (*ocular music*), música visual (*visual music*), música de cor (*color music*), ou a “música para os olhos” (LEVIN, 2000). Ela tem uma história que se estende por vários séculos de trabalho de dezenas de profissionais talentosos (RITTER, 1993) . Apesar da amplitude e profundidade dessa história, Adrien Bernard Klein, em seu livro “*Color-Music: The Art of Light*” (1927), fala sobre o engano relacionado à tentativas de se dizer que é um novo conceito relacionar sons à luzes e cores. De acordo com Klein, é “um fato estranho que quase todo mundo que desenvolve um “órgão-cor” está sob o equívoco de que ele, ou ela, é o primeiro mortal para tentar fazê-lo” (KLEIN, 1927).

O domínio das primeiras experimentações entre luz, cor e som em apresentações audiovisuais com fins artísticos é milenar. Como exemplo, podemos citar os fogos de artifício e o teatro de sombras (JÁCOME, 2007). Um marco importante no percurso deste tipo de arte foi a invenção da câmera obscura e, por consequência, a “lanterna mágica” - ancestral do projetor de slide e projetor de cinema. Os “lanternistas viajantes” (THE BILL DOUGLAS CENTRE, 2002) eram artistas que viajavam o mundo fazendo apresentações nas quais projetavam imagens usando uma lanterna mágica portátil enquanto tocavam instrumentos musicais para acompanhar as histórias que contavam (JÁCOME, 2007).

Em suas pesquisas, Isaac Newton ficou intrigado com a natureza da luz e sua relação com o som, assim como muitos inventores e artistas, sabendo que ambos (luz e som) são fenômenos ondulatórios que operam em uma certa faixa de frequência. Com este conhecimento interessou em criar uma “arte de luz” como a “arte da música”: criando instrumentos para fazer “música de cor.” Newton associou cada uma das sete cores que ele viu no cubo prismático com as sete notas da escala harmônica (COLLOPY, 2009). O artista visual Karl Gerstner apontou a aleatoriedade deste mapeamento, alegando que “Newton viu sete cores no espectro porque ele queria ver sete cores, a fim de correlacioná-las com as notas musicais e não vice-versa” (GERSTNER, 1986). Para Gerstner, na realidade, pode-se observar e distinguir muitos tons de cor no espectro do prisma, sendo o vermelho, verde e o azul as cores predominantes, com transições fluidas, mas de curta duração. Gerstner atribui esse mapeamento não-científico das cores feito por Newton pelo seu envolvimento na alquimia (COLLOPY, 2009).

Mas, especificamente, entre o som e as cores, diversos pesquisadores durante a história tentaram tecer ideias como, por exemplo, o padre francês Louis Bertrand Castel que construiu o “Teclado de Cores”, ou “Cravo Ocular” (Ocular Harpsichord) em 1725, no século XVIII, inspirado pelo trabalho de Newton sobre a teoria da cor (COLLOPY *et al.*, 1999). Castel escreveu diversos ensaios sobre o seu invento, os quais, descrevia as experimentações com pigmentos coloridos em fitas, correspondentes às notas musicais (PEACOCK; FIELDING; SMITH, 1988). Castel dizia que o resultado visual da performance musical com seu instrumento de cores

teria "uma certa vivacidade e leveza que em uma pintura imóvel e inanimada nunca teria" (COLLOPY, 2009).

O projeto de Castel (Figura 18) consistia em uma tela de meio metro quadrado montada acima de um cravo normal. Esta tela foi perfurada por sessenta pequenas janelas, cada uma contendo uma fita de cor translúcida, e cada uma coberta por um obturador mecânico ligado por polias para cada tecla do cravo. Quando uma tecla era pressionada, o obturador se abria, onde a luz das velas passavam pelas fitas transparentes.

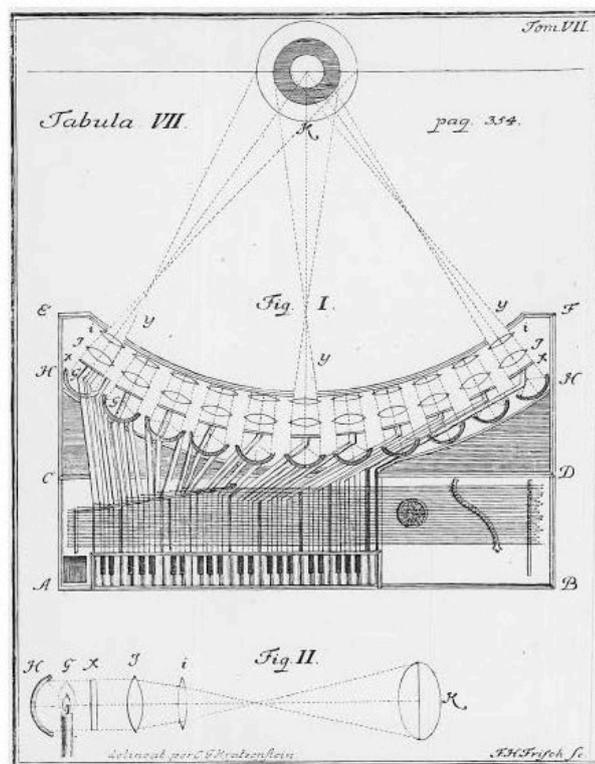


Figura 18 – Diagrama Esquemático do funcionamento do Cravo Ocular (1725) de Louis Bertrand Castel

Um modelo aperfeiçoado, construído em 1754, foi projetado para um público muito maior e usava cerca de quinhentas velas refletindo em espelhos (LEVIN, 2000), e em 1789, Erasmus Darwin (avô do renomado biólogo) sugeriu que as lâmpadas de óleo de "Argand", recém-inventadas, podiam ser usadas para produzir a música visível, projetando uma luz mais forte que a das velas através de vidros coloridos (PEACOCK; FIELDING; SMITH, 1988).

Castel descreveu seu “Cravo Ocular” em dois ensaios que foram posteriormente traduzidas e comentadas pelo compositor alemão Georg Philipp Telemann: “como fazer a música soar visível, para disponibilizar aos olhos muitos daqueles prazeres que a música oferece para os ouvidos?” (PEACOCK; FIELDING; SMITH, 1988). Outros pesquisadores e artistas, durante os séculos seguintes à Castel, de alguma maneira se relacionaram com associações “poéticas” entre sons e cores, seja criando instrumentos visuais, composições ou pesquisas, segue a tabela de co-relações entre cores e as notas musicais (Figura 19):

		C	C#	D	D#	E	F	F#	G	G#	A	A#	B
Isaac Newton	1704	Red		Orange		Yellow	Green		Blue		Purple		
Louis Bertrand Castel	1734	Blue	Green	Yellow	Orange	Red	Purple	Blue	Green	Yellow	Orange	Red	Blue
George Field	1816	Blue		Orange	Yellow	Green	Red		Blue		Purple		Green
D. D. Jameson	1844	Red	Orange	Yellow	Green	Blue	Purple	Red	Orange	Yellow	Green	Blue	Purple
H. von Helmholtz	1867	Yellow	Green	Blue	Purple	Red	Orange	Yellow	Green	Blue	Purple	Red	Orange
Theodor Seemann	1881	Red	Orange	Yellow	Green	Blue	Purple	Red	Orange	Yellow	Green	Blue	Purple
A. Wallace Rimington	1893	Red	Orange	Yellow	Green	Blue	Purple	Red	Orange	Yellow	Green	Blue	Purple
Bainbridge Bishop	1893	Red	Orange	Yellow	Green	Blue	Purple	Red	Orange	Yellow	Green	Blue	Purple
Alexander Scriabin	1911	Red	Orange	Yellow	Green	Blue	Purple	Red	Orange	Yellow	Green	Blue	Purple
Adrian Bernard Klein	1930	Red	Orange	Yellow	Green	Blue	Purple	Red	Orange	Yellow	Green	Blue	Purple
August Aeppli	1940	Red	Orange	Yellow	Green	Blue	Purple	Red	Orange	Yellow	Green	Blue	Purple
I. J. Belmont	1944	Red	Orange	Yellow	Green	Blue	Purple	Red	Orange	Yellow	Green	Blue	Purple
Steve Zieverink	2004	Yellow	Green	Blue	Purple	Red	Orange	Yellow	Green	Blue	Purple	Red	Orange

Figura 19 – Tabela de associações entre sons e cores e seus respectivos autores e datas das experimentações, extraída no artigo “Playing (with) Colors” de Fred Collopy (2009).

Os compositores Rimsky-Korsakov e Scriabin, por exemplo, associaram cores às tonalidades de suas músicas (ANTUNES, 1982 pg.14) como uma sensação verde (Rimsky-Korsakov) ou vermelha (Scriabin) que sentiam ao ouvir determinado trecho em fá maior, por exemplo. Outros pensadores e artistas buscaram, de diversas maneiras, tanto pela religião (e.g. teosofia, rosae cruisis, budismo, zen-budismo) como por teorias filosóficas, semióticas, físicas ou lógicas um caminho para a poética das sensações simultâneas (BASBAUM, 2002).

O estudo da “cromofonia” (ANTUNES, 1982), tece a relação entre a altura das notas e as cores, associando o espectro audível ao espectro visível em grandezas físicas. Tamanha é a distância de valores de vibração entre as frequências dos sons (aprox. 20Hz - 20kHz) e das cores (da ordem de THz), também a diferença da natureza das ondas em si, uma mecânica e outra eletromagnética. Os valores

relacionados à escala de harmônicos dos sons fundamentais na transformada de Fourier (FFT), multiplicados em uma função por altíssimos fatores, encontra-se frequências relacionadas à feixes coloridos. Thomas Wilfred argumenta que a “*color-music*” está situada na questão da abstração entre a cor e o som, e que em si não contempla totalmente a questão da visualidade, pois “a color-music utiliza a cor e o movimento (mudança de cor), mas ignora um terceiro e fundamental elemento que é a forma” (WILFRED, 1947).

A percepção dos sons como cores exerce, na tradição musical, diversas formas de classificação: como coloraturas vocais, coloridos orquestrais, o conceito de ruídos por cores, representado por filtragem de bandas de frequências (e.g ruído branco, ruído rosa, ruído amarelo) e uma série de outras, esboçam como a sensação sonora, a mais abstrata e icônica entre as matrizes de linguagem (SANTAELLA, 2005), possui em sua interpretação, outras formas de sentir se não somente a sensação auditiva, sejam elas mais poético-icônicas, ou mais empíricas em sua constatação.

2.2 – A Imagem do Som – da “Obra de Arte Total” aos “Objetos Sonoros”

Quando Richard Wagner, compositor alemão do século XIX, falava em “obra de arte total” em sua obra intitulada “*Das Kunstwerk der Zukunft*” ou “A Obra de Arte do Futuro” (1849) propunha a convergência entre as linguagens artísticas produzindo um espetáculo completo. Para o compositor, as artes não deveriam estar isoladas umas das outras, já que o homem é um ser de linguagem. A “obra de arte total” proposta por ele, considerava uma teoria global para todas as artes, indo na contramão dos limites impostos pela arte até o século XIX, que considerava apenas as linguagens artísticas de forma separada. Wagner acreditou que a pintura, a música e a poesia já haviam alcançado o fim de suas evoluções e que, para inovar, seria necessário combinar as linguagens em uma “*Gesamtkunstwerk*”.

A música no final do século XIX e início do século XX passou por uma revolução, na transição entre a música romântica e a música moderna, pela expansão (por uma via) e negação (por outra via) da tonalidade, em que os compositores desenvolveram diferentes processos de relação dos sons para a composição de novas sonoridades para o momento específico, preocupados com a

correlação entre o som e a visualidade, esta que esteve presente no trabalho de muitos compositores, como, por exemplo: a obra de Claude Debussy, a qual a crítica musical da época intitulava seu estilo composicional de “Música Impressionista”, em menção às pinturas de Renoir, Monet entre outros pintores; ou a música “dodecafônica” de Arnold Schoenberg que era comparada ao abstracionismo e o cubismo analítico de Kandinsky e Pablo Picasso; e o serialismo integral de Pierre Boulez e Karlheinz Stockhausen comparado às pinturas de Paul Klee.

Esta questão comparativa entre os movimentos musicais e visuais está diretamente relacionada com a questão da expansão das duas linguagens em momentos coincidentes, mas serve somente como comparativo, pois não existe comprovações reais as quais relacionam diretamente estes artistas (visuais/sonoros) como pertencentes à movimentos unidos e complementares entre si. Em relação direta da imagem com o som, outros compositores e pintores possuíram trabalhos realmente direcionados entre as linguagens.

A ideia de imagens sonoras, explorada por Edgar Varèse em peças como *Hyperprism*, *Ionization*, *Intégrales* e *Octandre* (FERRAZ, 2002), ultrapassam as fronteiras da música para a busca da matéria sonora na geometria analítica, na álgebra integral e na físico-química, como metáforas na criação, a sua poética busca traçar uma imagem sonora das relações numéricas nas ciências exatas, uma estética que se desenvolveu nas obras de diversos compositores, como Iannis Xenakis, Bryan Ferneyhouth, entre outros.

Xenakis buscou na arquitetura e na matemática sua expressão composicional. Suas orquestrações inspiradas na matemática estocástica não-determinística, como a peça *Metastasis* (1953-54) e *Eonta* (1963-64), traça através do visual de sua partitura, uma complexa estrutura de linhas que se entrelaçam e formam uma trama estrutural, com caráter ruidoso e denso timbre, possuindo formas e texturas muito diferenciadas das convencionais, variando coloridos orquestrais, de uma música que partiu de um conceito racional, lógico e imprevisível, como a busca pelo acaso e a modularidade dos sons regrada pela superfície arquitetônica (SANTAELLA, 2005 pg. 160).

A junção entre a música e a arquitetura moderna se deu de maneira direta

entre Xenakis, Varèse e Le Corbusier, na construção do “Pavilhão Philips” (*Philips Pavilion*) (Figura 20), no ano de 1958, para a *Expo 58*, em Bruxelas - Bélgica. Xenakis, que era engenheiro civil, em conjunto com Le Corbusier conceberam o edifício, que em sua inauguração teve a apresentação de duas peças musicais, *Concret PH* (1958) de Iannis Xenakis e *Poème Électronique* (1958) de Edgar Varèse, especialmente desenvolvidas para a acústica arquitetônica do edifício, baseadas na espacialização sonora em sistema surround (múltiplos canais diferentes de alto-falantes).



Figura 20 – Philips Pavilion (1958) – Projetado por Iannis Xenakis e Le Corbusier

Em *Concret PH*, Xenakis utilizou como única fonte sonora, *samplers* de sons oriundos de uma usina de beneficiamento de carvão, aplicando princípios matemáticos e arquitetônicos, redundando em lentas alterações na densidade das massas sonoras e criando grandes fluxos de curvas frequenciais (ou seja, faz uma referência direta ao significado das letras "PH" – (paraboloide e hiperbólica) referidas no título da composição. Este trabalho de Xenakis demonstra a dimensão espacial da composição e execução musicais. A peça "*Poème Électronique*", de Edgar Varèse utiliza uma extensa gama de sons como material básico, apresenta também um conciso senso de estrutura (conceito derivado da arquitetura), de 'som organizado', como a qualificou o próprio compositor, que a caracterizou como sendo mais do que uma simples colagem de sons. Mais tarde, Le Corbusier concebeu a escultura "*Le Poème Électronique*", inspirada na estrutura da composição de Varèse.

No caso do Pavilhão da Philips, foram instalados 350 alto-falantes individuais,

o que possibilitou uma relação íntima entre música e espaço arquitetônico. O uso de alto-falantes posicionados em volta da audiência e o uso intensivo de efeitos em estéreo nas gravações serviu para demonstrar que um som relativamente insignificante pode assumir uma grande proporção quando experiênciada em um espaço projetado tridimensionalmente para a sua execução.

Pierre Shaeffer, pioneiro da música concreta, em seu "*Traité des Objets Musicaux*" (1966), trata sobre os tipos de escuta na percepção sonora dos objetos musicais. A exemplo, a escuta causal ocorre quando escutamos um som e reconhecemos a causa do som, isto é, a fonte sonora e rapidamente em nossa percepção, temos uma impressão visual do som, que nos é um pensamento concreto, no caso da escuta reduzida, nossa percepção sonora tende a interpretar os sons como abstrações de sensação, como puras qualidades, sem relação com a causa ou o sentido, as relações hipotéticas ou impressões vindas destes objetos pode nos inspirar imagens, sensações, emoções ou ideias (SHAEFFER, 1966).

São possíveis as associações do timbre com texturas e sensações táteis (rugoso, liso, suave, rasgante, frouxo) representando diversas formas como o som pode se apresentar, utilizando nomenclaturas extramusicalis pra ilustrar a sensação na percepção do objeto sonoro em si (HOMES, 2008). Para Denis Smalley (1986), os sons possuem um duplo potencial: um abstrato (referente à escuta reduzida) e um concreto (referente à escuta causal), e a mistura destes dois potenciais no contexto da percepção auditiva é uma questão tanto de competência quanto de intenção (SMALLEY, 1986).

No contexto da composição musical para instrumento solista ou para grupos de câmara com vídeo interativo, a interação entre o som executado pelo(s) instrumentista(s) e a imagem gerada ao vivo provocam na percepção do espectador uma abstração sonora e uma referencialidade visual. Ao ponto de se concatenarem na percepção, os eventos estão relacionados ao "perceber das formas", e a cada vez que são apresentados se dispõem de formas diferentes, possibilitando a modelagem da percepção (ZAMPRONHA, 1998), através de sons e imagens em suporte tecnológico.

Esta necessidade em observar como os sons e as imagens se entrecruzam

nestes meios, estimulam a criação de experimentos audiovisuais digitais, que se baseiam nos estudos acerca da sinestesia. Uma série de cientistas, de momentos diferentes da história, pesquisaram os fatores reais da sinestesia como uma habilidade que o cérebro inverte as funções dos sentidos, por diversos fatores os quais artistas, escritores e músicos se inspiraram para desenvolver poéticas acerca destes efeitos. Desde a Grécia, os hábitos perceptivos da cultura ocidental operaram segundo uma relação sinestésica com a realidade que perdura até o século XVIII. A cultura moderna do século XIX separou os sentidos, e a arte moderna sustentou-se nesta lógica. Mas a cultura digital contemporânea parece estar retomando modelos sinestésicos de percepção (BASBAUM, 2002).

2.3 – Estudos sobre sinestesia

A ideia de relacionar o som e a imagem, duas matrizes de linguagem (SANTAELLA, 2005) com naturezas particulares, por se tratarem de utilizar sentidos diferentes (audição e visão), adentra o campo da Sinestesia, que do grego, “*syn*” (simultâneas) e “*aesthesis*” (sensações), significa “diversas sensações simultâneas” (BASBAUM, 2002).

A sinestesia funciona através de uma sensação, que induz uma outra sensação de forma sensorial, como observar o som de uma imagem ou a imagem de um som. No contexto da música visual, as associações se dão, em grande escala, de uma forma livre, de cada artista em particular, através de suas experiências e da sua relação íntima com sonoridades e imagens. Esta associação pode ser compreendida de diversas formas, tanto baseadas em uma correspondência lógica, relacionada a grandezas físicas, como pode ser explorada de forma poética, onde o artista que trabalha com o conceito vai procurar uma relação icônica entre o som e a imagem, dentro da sua proposta artística. Como Basbaum explica:

“O Estudo da sinestesia traz implicações diretas sobre aspectos da percepção, da natureza da realidade, das relações entre razão e emoção, e de modelos cognitivos do funcionamento do cérebro (Modularidade X Multiplex) e sobre a questão da natureza da consciência, isto é, como as informações inferidas pela percepção (*brain events*) e pelas demais estruturas cognitivas resultam numa imagem consciente (*conscious percept*) mais ou menos coerente da realidade.” (BASBAUM, 2002 – pg.30)

A abstração do termo “Sinestesia” para as criações artísticas aconteceu em larga escala na história. Artistas, como Charles Baudelaire, exploraram o tema em suas criações, relacionando o efeito à estágios de consciência alterados (por substâncias alucinógenas), criando tramas de significados e metáforas entre as sensações e as experiências (PRATES, 2002).

A primeira referência ao termo “sinestesia” é normalmente atribuída a Pitágoras e sua “harmonia das esferas”, que, entre outras coisas, implicava fusão sensorial (MORITZ, 1996). Seu uso mais comum nas artes remonta à poesia simbolista do século XIX - Baudelaire, Rimbaud etc. Entretanto, há uma verdadeira linhagem de trabalhos artísticos, cuja origem remonta ao século XVIII, que partilham aspirações sinestésicas em comum apesar de situados em contextos socioculturais e tecnológicos de épocas bastante diversas (BASBAUM, 2002).

A sinestesia tem também uma curiosa e fascinante história no domínio das ciências, como na psicologia, fisiologia e neurologia. Desde o século XVIII há relatos descrevendo pessoas que, expostas a um estímulo relacionado a uma determinada modalidade sensorial, experimentam sensação em uma modalidade diversa. No século XIX, tais possibilidades de intercruzamento entre os sentidos foram objeto de um grande número de trabalhos, sobretudo após 1870. Devido à ascensão do behaviorismo, após a década de 1930 há uma significativa redução deste número. Nas últimas décadas, no entanto, o avanço das ciências neurocognitivas e das pesquisas sobre o cérebro e a consciência amparadas em recursos tecnológicos, tornou-se possível observar processos cerebrais antes inacessíveis, gerando uma nova onda de interesse pela sinestesia e por aquilo que ela pode revelar sobre a cognição (BASBAUM, 2002).

No âmbito das linguagens artísticas computacionais, a junção dos sentidos, propiciada pela multimídia amplia o conceito da sinestesia de uma habilidade cerebral para o âmbito da criação de experimentos onde os sentidos são tratados poeticamente pelo artista, através da programação multimídia, algo que pode ser classificado como metáfora ou complementariedade entre som e imagem. Basbaum (2002) explica que a “música visual é um território da arte específico para trabalhos que aspirem a uma sinestesia não-hierárquica, isto é, uma “complementaridade”,

entre música e imagem (não apenas cor e movimento, mas também a forma)”

A teoria da complementaridade foi proposta por John Whitney (WHITNEY, 1980) depois de vários anos produzindo obras audiovisuais, como Arabesque de 1975 (Figura 21) sob influência dos filmes de Oskar Fischinger, sob os quadros de Kandinsky e estudando as novas possibilidades oferecidas pelo computador. Para Whitney, a complementariedade é a interligação entre a cor e o som de maneira complementar. De acordo com ele, “pela primeira vez é possível criar e executar padrões visuais e musicais numa forma de união temporal interativa” (WHITNEY, 1980).



Figura 21 – Arabesque (1975) de John Whitney¹⁴

Esta afirmação veio no desenvolvimento de um sistema de “harmonia digital diferencial” o qual o autor desenvolveu, baseado em relações matemáticas de razões dos intervalos musicais criados por Pitágoras que são base para a criação de equações diferenciais polares, que reagem ao movimento independente de cada *pixel* de um agregado. Os agregados são campos de pontos coloridos (*cluster fields*), manipulados pelas equações como se fossem vozes numa harmonia, compondo um contraponto entre as ações visuais e as ações musicais (WHITNEY, 1980). Este sistema de harmonias digitais seriam impensáveis antes da invenção do pixel e da imagem digital. Por isso, Whitney chama a atenção às propriedades únicas do computador como ferramenta criativa (BASBAUM, 2002). Whitney

¹⁴ Disponível em: <http://computer-arts-society.com/static/cas/computerartsthesis/index.html%3Fpage_id=117.html>. Acessado em: 21/12/2015

acrescenta: “A inovação técnica está assim provendo os meios para o início de uma nova arte para o olhar e o ouvir” (WHITNEY, 1994).

A ampliação da junção dos sentidos nos meios computacionais serve para aguçar as relações poéticas e de complementariedade entre sons e imagens. A abertura de novas possibilidades com estes meios ampliou consideravelmente a produção de trabalhos artísticos que compartilham de questões sinestésicas, algo muito significativo para a reflexão científica na área.

Quanto às classificações de modelos sinestésicos, podemos observar que há diferenças de abordagens entre diferentes autores por conta das áreas de interesse. Na neurociência, a sinestesia é tratada como um fenômeno instintivo raro e os estudos baseiam-se em análises de relatos e experiências vividas por pessoas que possuem a sinestesia como um dom natural, como por exemplo é centrada toda a pesquisa do neurocientista Richard Cytowic. Para a arte e a poesia, por exemplo, que abordam a questão da sinestesia como algo poético, cheio de metáforas e complementariedades e trazem consigo questões que fogem da fisiologia cerebral. Estas áreas abrem possibilidades para livres associações entre os sentidos, que tecem o conteúdo de uma série de trabalhos na música, nas artes plásticas, teatro, cinema, dança, e artes mediadas por recursos das novas tecnologias.

Richard Cytowic e David Eagleman descrevem diversas situações onde a sinestesia se enquadra como efeito neuropsicológico, e trazem diversos diálogos acerca das sensações provocadas ao interpretar som e imagens com os sentidos invertidos. Os autores relatam em seu livro "*Wednesday is indigo blue - discovering the brain of synesthesia*" (2009) uma série de experiências vividas por “sinestetas”, pessoas que possuem a sinestesia por questões neurológicas. A partir destes depoimentos e experiências constatam diversos pontos onde a neurociência e a genética estão por trás de experiências multissensoriais de sinestesia (CYTOWIC; EAGLEMAN, 2009).

Em referência a décadas de pesquisa por parte de Cytowic, cientistas da atualidade em mais de quinze países estão estudando a sinestesia e como ela está mudando a visão tradicional de como o cérebro funciona. Cytowic e Eagleman argumentam que a “percepção já é um fator multissensorial, embora para a maioria

das pessoas suas múltiplas dimensões vão além do alcance da consciência.” Os autores apontam que a realidade é mais subjetiva do que a maioria das pessoas imagina. Nenhuma mera curiosidade, a sinestesia é uma janela para a mente e o cérebro, destacando as diferenças surpreendentes na forma como as pessoas veem o mundo. Segundo Cytowic e Eagleman, “sinestesia não é linguagem metafórica”. Se fosse, seria de esperar que as associações mudariam de acordo com o contexto, em vez de serem estáveis. Os autores buscam encontrar expressões comuns entre diferentes sinestetas, em vez das associações altamente idiossincráticas que são normalmente observadas.

“Sinestesia também não é poesia, embora associações estéticas semelhantes são amplamente encontrados em trabalhos literários. Poetas comumente fundem diferentes sentidos e empregam adjetivos sensoriais para induzir uma experiência estética.” (CYTOWIC; EGLEMAN, 2009 pg. 14)

Outra coisa que Cytowic e Egleman afirmam é que a “sinestesia não é imaginação vívida. O que o sinesteta vê não é uma imagem pictórica e elaborada, mas uma imagem bastante simples e elementar” (CYTOWIC; EGLEMAN, 2009). Como exemplo, afirmam que um tipo comum de sinestesia é a “audição-colorida”, ou a ativação de cores, formas e movimentos por sons cotidianos, ambientais, vozes e sobretudo, música. Para sinestetas, estes sons desencadeiam uma experiência parecida com fogos de artifício: movimentos de formas coloridas que surgem e em seguida desaparecem. Considerando que pessoas não-sinestetas podem imaginar “uma paisagem pastoral enquanto ouvem Beethoven, por exemplo, sinestetas veem linhas coloridas em movimento e formas geométricas”. Deni Simon, uma das sinestetas estudada pelos autores no livro, descreve suas experiências sinestésicas entre som/imagem desta forma:

“Quando ouço música, vejo as formas em uma área exteriorizada cerca de 12 polegadas na frente do meu rosto e cerca de um pé de altura em que a música é visualmente projetada. Os sons são mais facilmente comparados à um osciloscópio, com configurações de linhas móveis em cores, muitas vezes metálicas com altura, largura e mais importante, a profundidade. Minha música favorita tem linhas que se estendem horizontalmente para além da “tela”. (CYTOWIC; EGLEMAN, 2009 pg. 14)

A sinestesia vivenciada por Deni Simon é particularmente viva como

evidenciada por suas percepções “que parecem existir em um local bem definido”. Os autores avaliam como importante ressaltar que os sinestetas não substituem ou confundem um sentido por outro, ou seja, ao ver com os ouvidos que não confunda um som para uma visão. Ao contrário, eles percebem ambas as sensações simultaneamente (CYTOWIC; EGLEMAN, 2009).

A evidência objetiva de que a sinestesia não é imaginação vem do escaneamento do cérebro, que mostra que os padrões de ativação cerebral durante a experiência estético-sinestésica de sinestetas não são semelhantes aos observados quando os indivíduos não-sinestetas. Estes estudos desenvolvidos pelos neurocientistas servem de base para que artistas e cientistas possam criar obras a qual a sinestesia não é tratada somente como “poesia”, mas que tenha relações mais conscientes sobre este fenômeno, ao ponto de se relacionar de uma maneira mais próxima e segura de que as meras complementariedades desenvolvidas em outras esferas da arte.

2.4 – Tecnologias para “Ampliação dos Sentidos”

As tecnologia atuais têm se desenvolvido, dentro de uma determinada esfera para promover a “ampliação dos sentidos” humanos, gerando diversas polêmicas e resultados nunca observados antes. Um bom exemplo destas experimentações vem à tona com o surgimento dos “*Ciborgs*”, antes somente observados em histórias de ficção científica. Um caso específico é do artista inglês Niel Harbisson (Figura 22), que foi o primeiro *ciborg* da história reconhecido pelo governo inglês, ao instalar um chip no cérebro conectado à uma câmera (*eyeborg*), que faz uma interpretação das cores em frequências sonoras (HARBISSON, 2010).

Harbisson nasceu com acromatopsia, uma deficiência no lóbulo visual em que não se pode ver cores, somente tons de preto, branco e cinza, uma doença muito rara. Pela falta da percepção de cores desde seu nascimento, Harbisson desenvolveu fenomenal acuidade sonora e talento para música, o que posteriormente o interessou em desenvolver, conjuntamente com o professor do departamento de inovação do instituto E.A.L. da Dinamarca Adam Montandon, uma tecnologia que reconhece as cores e as transforma em notas musicais. Neste caso específico, Harbisson se interessou em traduzir um mundo visual a qual não teve

acesso por não ver as cores, em um universo sonoro das cores, o que o impulsiona à criar obras artísticas das formas coloridas dos sons os quais pessoas normais não conseguem ver/ouvir como o *ciborg*: “*sinto que não estou usando uma tecnologia, sinto que sou a tecnologia*” (HARBISSON, 2010). Seria como observar um leque de sensações as quais só são possíveis sentir tendo a abertura para sentir, ou o dispositivo, o estímulo, a porta, o canal, o receptor entre outros sinônimos.



Figura 22 – Niel Harbisson, primeiro *ciborg* oficialmente reconhecido pelo governo, ao implantar uma câmera para “ouvir cores”.

Harbisson usa os termos *sonocromatismo* ou *sonocromatopsia* (latim: sono - som, + grego: chromat -cor, + grego: -opsia: condição visual) para definir sua nova condição. Ele explica que acromatopsia já não pode definir sua condição visual porque acromatopatas não podem perceber nem distinguir as cores. Ele também explica que a sinestesia não define sua condição com precisão porque a relação entre cor e som varia de acordo com cada pessoa, algo similar à complementariedade de Whitney, enquanto a *sonocromatopsia* é uma sensação extra de cor que se relaciona ao som objetivamente e igualmente a todos, algo similar às pesquisas de Cytowic (YASENCHAK, 2003).

Com o desenvolvimento do “ciborguismo”, que se caracteriza como um movimento artístico e social que visa a criação de obras de arte através de novos sentidos ou a extensão, redução ou modificação de um sentido existente como um resultado da união da cibernética e do corpo (HARBISSON, 2010), a junção das sensações ou o cruzamento delas é realizado através das novas tecnologias. De maneira bastante polêmica para a ciência, o ciborguismo mantém uma forte ligação

com a arte e tecnologia, e busca tratar de maneira artística os acoplamentos de dispositivos no corpo do ser humano. Em certa escala, o ciborguismo busca evoluir para um patamar mais avançado de conexão entre o corpo e a tecnologia, interessado em ampliar a acessibilidade às restrições que podem ter no corpo das pessoas. Um bom exemplo seria imaginar que através de uma câmera uma pessoa deficiente visual pudesse ver, em 3 dimensões, o mundo externo: o qual nunca teve uma imagem por nunca ter visto.

Harbisson criou a “*Cyborg Foundation*” em 2010, como uma resposta à crescente quantidade de cartas e e-mails que recebia de pessoas em todo o mundo interessadas em se tornar um *ciborg*. Desde sua criação, a fundação tem como foco principal o desenvolvimento de projetos de novos sentidos e tem colaborado com diversas instituições, universidades e centros de pesquisa ao redor do mundo, além de encorajar e prestar assistência para tornar pessoas interessadas ou que possuem algum tipo de limitação específica a se tornarem em *ciborgs* (HARBISSEON, 2010). Talvez a possibilidade de acoplar dispositivos no corpo humano para trazer uma ampliação dos sentidos fisiológicos, no início do século XXI, ainda seja um grande tabu para a ciência e a sociedade global, mas sendo de grande aplicabilidade para a medicina moderna no tratamento e pesquisa de uma série de fatores relacionados à área.

A necessidade de se desenvolver estas tecnologias está diretamente ligada à questão da acessibilidade. Este conceito tem sido discutido em diversos ambientes científicos, no intuito de promover integração através de tecnologias para pessoas portadoras de necessidades especiais (PNE). As tecnologias desenvolvidas para integração e inserção do PNE em atividades comuns do dia-a-dia são chamadas de Tecnologias Assistivas (TA) (RODRIGUES; ALVES, 2013). A TA representa atualmente um área em ascensão, impulsionada, principalmente, pelo novo paradigma da inclusão social, que defende a participação de pessoas com deficiência nos diversos ambientes da sociedade. Para a maioria dessas pessoas, os recursos de TA são essenciais para a mobilidade, atividades relacionadas à aprendizagem, trabalho, comunicação e interação com o mundo (BERSCH, 2013). Apesar da crescente demanda da área, no Brasil, as pesquisas e projetos de TA ainda são escassos. O tema, na maior parte das vezes, fica restrito aos especialistas

envolvidos com PNE, como se esse assunto não coubesse na pauta de discussões e ações de outras áreas do conhecimento (RODRIGUES; ALVES, 2013).

No âmbito das artes e novas tecnologias, promover a integração de pessoas PNE é um desafio cada dia mais apreciado, por garantir o direito ao acesso à cultura e à arte para este público. O artista que se preocupa em desenvolver uma arte que tem a capacidade de interagir com PNE está prestando um serviço para a integração deste público na experiência estética vivenciada no contexto das novas tecnologias. A arte e tecnologia, neste âmbito, tem potencial de inclusão para PNE, ainda pouco explorados nos conceitos criativos da área. Esta abertura de observações das possibilidades de ampliação dos sentidos pelas novas tecnologias vai servir ao artista programador como mais uma ferramenta criativa, algo que tem uma contrapartida de importância para o público PNE.

A ampliação dos sentidos através da tecnologia tem sido valorizada na criação e execução de obras artísticas nos meios computacionais, por meio da imersão do interator no conteúdo na interface. Fazer com que o público adentre na obra de maneira efetiva tem sido um grande desafio para o artista programador na atualidade. Neste aspecto, a inovação e a ressignificação de interfaces e novas maneiras de interação se concentram como o cerne da pesquisa em arte e tecnologia, no âmbito criativo e de desenvolvimento de novas interfaces.

No intuito de analisar como o vinil pode contribuir para a ampliação dos sentidos através da tecnologia, observei o potencial o qual este suporte tem no contexto da multissensorialidade com novas tecnologias de áudio e imagem, e neste caminho, ampliei o sistema interativo complexo do vinil projetável para a realização de performances audiovisuais. Através desta ampliação do sistema, o papel do DVJ nesta pesquisa ficou mais definido, pois ele passou a ser o *performer* e o interator que realiza a mixagem audiovisual, sendo também o fator criativo do processo de composição das batidas e criação das imagens através da programação multimídia. A seguir, falaremos sobre a performance audiovisual Bits in (re)Construction, e os desdobramentos de desenvolvimento criativo e técnico da obra.

2.5 – Bits in (re)Construction (2015) – Performance Audiovisual

Construir e desconstruir. A ação do DVJ nos toca-discos, remixando diferentes bases sonoras abre caminho para uma nova abordagem sobre a composição de batidas (*beats*) e imagens em tempo-real. A abertura tecnológica para recomposição de imagens e sons interativos no contexto das artes computacionais ampliam as formas de relacionar de maneira multissensorial os conteúdos audiovisuais gerados em tempo-real.

Bits in (Re)Construction é uma performance audiovisual, realizada com a ampliação do sistema do vinil projetável. Esta ampliação está centrada na produção de conteúdos sonoros e visuais que interagem com a remixagem ao vivo realizada pelo artista (Figura 23) utilizando o clássico sistema de discotecagem com dois toca-discos e mixer.



Figura 23 – Performance Audiovisual Bits in (Re)Construction (2015) - de Victor Valentim.

A proposta estético-computacional da obra está dividida entre o desenvolvimento do sistema, a performance e a improvisação com os conteúdos sonoros e visuais. Entre os contextos e nichos poéticos que a remixagem se insere como linguagem artística, a ampliação de um sistema próprio para unir a remixagem de sons e vídeos em tempo-real desperta uma série de conceitos entre a técnica e a poética, aliados à experimentação com os recursos tecnológicos ressignificados para a difusão de projetos de arte, tecnologia e inovação.

Inicialmente, o foco desta obra é observar como os aspectos da cultura DJ inspiram a criação de novos significados no contexto da criação de sistemas tecnológicos, para realização de performances audiovisuais. O experimento traz a remixagem, a colagem e a sampleagem como principais conceitos (Figura 24).



Figura 24 – Detalhe do *scratch* na obra *Bits in (re)Construction*

As imagens são criadas por programação multimídia em tempo real, e projetadas nos próprios discos em tempo-real, um vídeo para cada *deck* (toca-discos), correspondentes a interação da música (*beat*) com a imagem, e em uma tela à parte em que se apresenta o resultado da mixagem das duas imagens, que são mixadas entre si. O som trata-se de *beats* instrumentais, com baterias e percussões, misturadas à diversos ritmos da cultura *DJ*, como hip-hop, rap e música brasileira, todos de caráter autoral do artista.

A ressignificação dos vinis como telas de projeção e do *mixer* como “mesa de corte” propiciam a experiência multissensorial de ver/ouvir a ação do DJ, através da improvisação musical ao vivo na performance, dialogando a maneira em que o vídeos e músicas se mesclam, e a percepção de detalhes onde o som induz certos aspectos da composição visual. A junção das transformações realizadas com o som e a imagem obedecem a programação do sistema quando manipulados pelo performer. Estes elementos manipuláveis, no quesito do som, são os efeitos sonoros (*delay, flanger, phaser, ring modulator, beatslicer*, filtragem de bandas, entre outros efeitos) equalização e controle de volume. Ao manipular estes parâmetros em

tempo-real, pode-se observar nas projeções as transformações ocorrendo na imagem, que está conectada diretamente com o som (Figura 25).

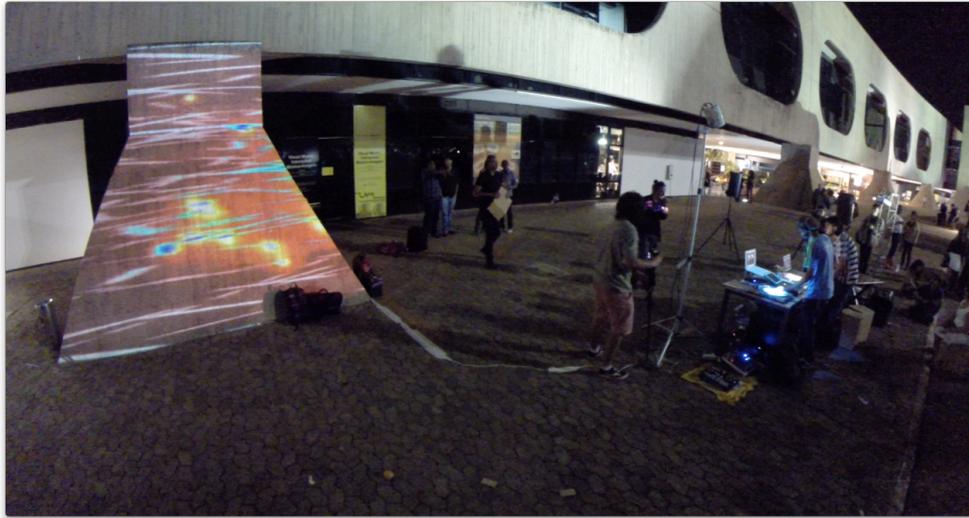


Figura 25 – Performance Audiovisual Bits in (Re)Constuction (2015) - de Victor Valentim.

A complexidade técnica na realização dos experimentos com este sistema se encontra no trabalho de experimentar as ferramentas ao ponto de encontrar a melhor viabilidade e praticabilidade. Neste caso específico, a questão da necessidade está relacionada com as possibilidades as quais os artefatos tecnológicos envolvidos têm de se comunicar entre si (Figura 26).



Figura 26 – Detalhe da obra Bits in (re)Construction (2015)

Inicialmente, a complexidade residiu na busca por conectar os *softwares* específicos de discotecagem (*Djing*) com servidores de vídeo e linguagens de programação de imagem em tempo-real. O software de discotecagem *Serato Scrach*

Live possui maior a compatibilidade com servidores de vídeo, por possuir uma extensão (*plugin*) própria para a sincronização de música e imagem chamada *Serato Vídeo* e um software específico para este fim que roda separadamente (*standalone*) chamado *MixEmergency*.

Os servidores de vídeo integrados ao *schatch live* possuem compatibilidade de interação com sketches programáveis em Quartz Composer, que por si também se integra com linguagens de programação visual em *JavaScript* e *OpenGL* (GLSL). A vantagem de programar as sketches utilizando estas linguagens reside na originalidade dos resultados imagéticos, a alta qualidade e maior precisão interativa e menor consumo de processador e memória de vídeo no computador.

O sistema básico (Figura 27) é composto por uma mesa, com dois toca-discos (*pick-ups*) e *mixer* controlador MIDI, dois projetores que enviam o sinal de vídeo separadamente. O projetor 1 é responsável pelo mapeamento dos discos e projetor 2 é responsável pela tela mapeável em estruturas variáveis (paredes simples, superfícies arquitetônicas ou em cicloramas de teatros e auditórios). Uma rede local (LAN) que faz a comunicação de três computadores, cada um é responsável por uma parte do processamento dos conteúdos da performance, sendo o servidor central (computador 1) responsável pelo processamento do áudio e do vídeo. Este envia os sinais de vídeo via TCPSyphon ao computador 2, responsável pelo mapeamento das duas telas, e por fim, o computador 3 é responsável por controlar remotamente o computador 1.

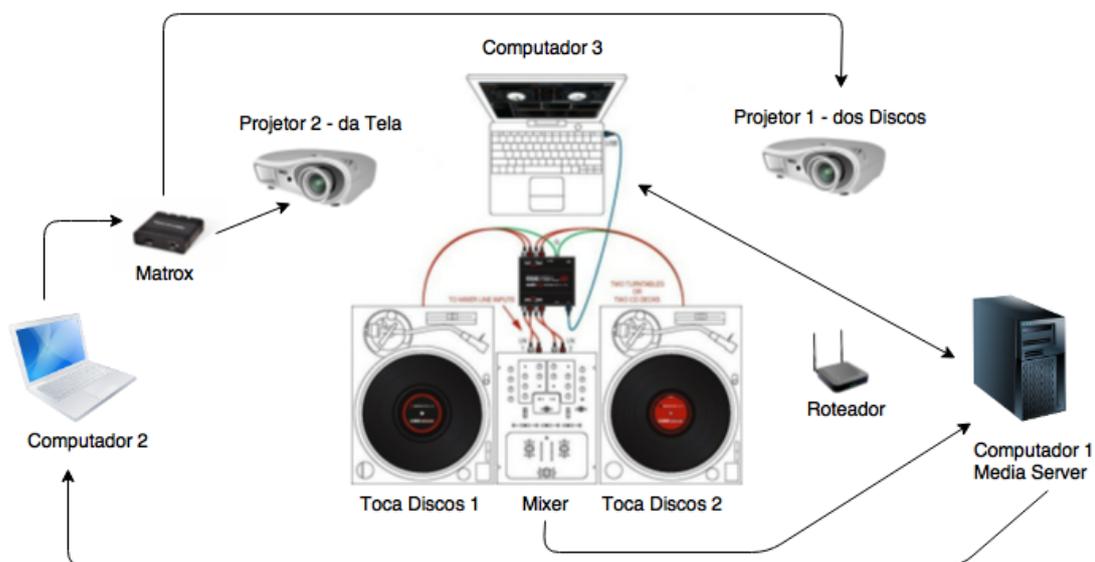


Figura 27 – Diagrama básico do sistema da obra Bits in (re)Construction (2015)

O Computador 3 está em cena juntamente com o DVJ (disc-video-jockey), no caso o performer que improvisa com os conteúdos, e o computador 2 está em cena com o VJ (*video-jockey*), responsável pelo mapeamento e distribuição dos vídeos recebidos via rede em tempo real, podendo também improvisar em conjunto com o DVJ.

As etapas de implementação deste sistema consistem em:

1. Estudo e levantamento dos recursos técnicos
2. Desenvolvimento de relações entre os componentes do sistema
3. Produção de conteúdos sonoros e programações de imagens interativas
4. Experimentação com a remixagem dos conteúdos
5. Apresentação da performance
6. Corte de 15 cópias de compacto Lo-fi de duas músicas especialmente compostas para o projeto

A seguir a descrição de cada uma das etapas de implementação do sistema:

2.5.1 – Estudo e levantamento dos recursos técnicos

O estudo consistiu em observar as ferramentas necessárias para a realização dos experimentos, em quesito *software* e *hardware* e equipamentos periféricos do sistema. Nesta etapa inicial, foram observadas as possibilidades de se projetar nos dois toca-discos com um projetor compartilhando o mapeamento das distintas imagens no mesmo *ecrã*.

Para isto, foi utilizado o *software* de mapeamento de projeção *MadMapper*. Este software recebe sinais de vídeo transmitidos via *syphon* a partir do *software* servidor de vídeo (*MixEmergency*), que sincroniza o sinal de áudio à geração de imagens em tempo real por programação multimídia. O *software* de mapeamento atribui máscaras específicas para mapear a projeção somente na área dos discos. Esta etapa se concretizou através da experimentação das possibilidades de mapeamento no disco, que inicialmente não possuía qualquer grau de interatividade.

A imagem utilizada inicialmente para testes de mapeamento de vídeo é estática, no formato do tabuleiro de xadrez, necessária para o alinhamento da projeção para evitar o efeito de “*parallax*”.

Posterior a esta primeira etapa, foi a busca pelos elementos de *hardware* que compõem o sistema que ocupou espaço de destaque na pesquisa. Pela exigência de processamento de alto desempenho que um sistema precisa para rodar áudio, imagem gerada em tempo-real, integração com *mixer*, toca-discos e discos *timecode*, além do mapeamento da projeção, foi que se verificou a necessidade de se organizar uma rede local (LAN) de computadores para dividir todas as tarefas que o sistema precisa para funcionar, em conjunto.

2.5.2 – Desenvolvimento de relações entre os componentes do sistema

Esta etapa consistiu em criar maneiras de concatenação da comunicação entre todos os elementos envolvidos no sistema. Nesta etapa, o trabalho meticuloso de criar as “gambiarras” superou as expectativas iniciais, pelo resultado da comunicação entre diferentes máquinas por rede wireless e programas via OSC (*Open Sound Control*) e *Syphon*. Inicialmente foram delimitadas as necessidades técnicas de cada componente do sistema (som, imagem, interface, projeção) e foi verificado a necessidade de dividir as tarefas em diferentes máquinas, cada elemento que pode funcionar por protocolos de comunicação remota, sejam eles MIDI, OSC, Syphon (Figura 28).

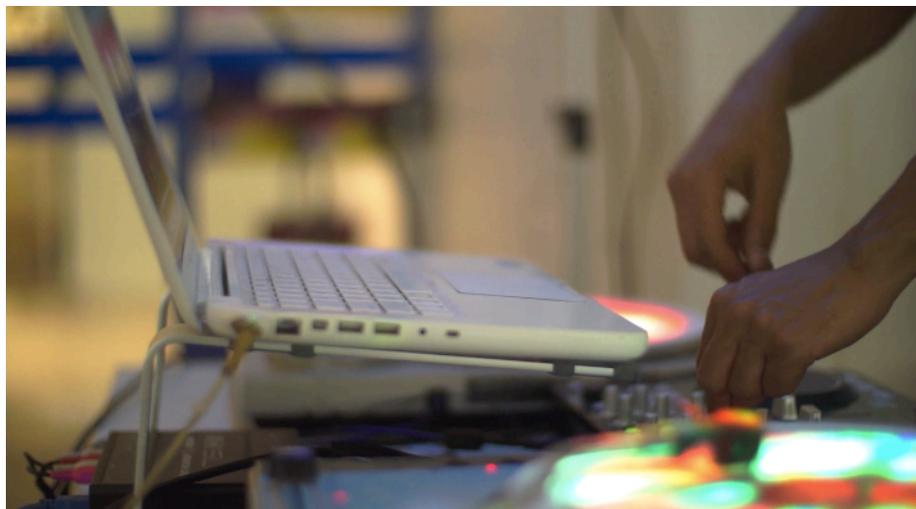


Figura 28 – Detalhe da Manipulação realizada pelo DJ na obra bits in (re)Construction (2015)

Nesta etapa também foi constatada a necessidade de ter a presença de um outro artista de vídeo (VJ) na performance, para monitorar o sistema de recepção do vídeo e o mapeamento dos discos e da tela, além de poder improvisar também, controlando efeitos e realizando transformações visuais durante a apresentação, este parceiro chama-se Anibal Alexandre.

2.5.3 – Produção de conteúdos sonoros e programações de imagens interativas

Esta etapa foi a mais árdua e proveitosa do desenvolvimento do sistema. Nesta etapa foram compostas 5 músicas que são remixadas entre si, utilizando elementos da cultura popular brasileira mescladas com batidas de música eletrônica e *sketches* visuais programadas em GLSL (*OpenGL*) em conjunto com *Quartz Composer*. O processo composicional das músicas foi realizado pensando nas possibilidades de *beatmatching* (duas músicas são compostas com o mesmo andamento e elementos diferentes para serem remixadas ao vivo), o resultado deste trabalho foi criar músicas em pares com elementos complementares entre si.

As *sketches* visuais desenvolvidas para o projeto são baseadas nas composições audiovisuais de John Whitney, por se relacionarem com a geração de formas baseadas no espectro sonoro das composições sonoras (Figura 29). A importância de observar como o som pode gerar imagens neste sistema reside na integração do sistema de DVS (que executa os áudios) com o servidor de vídeo.



Figura 29 – Detalhe da projeção mapeada nos dois toca-discos, na performance Bits in (re)Construction

As composições utilizam como base batidas eletrônicas baseadas na percussão de ritmos populares da música brasileira como o boi do maranhão, baião, bandas de pífano, cantos indígenas. O interesse principal em compor as bases com elementos da cultura regional e popular se deu pela vontade de reunir diferentes estéticas musicais em um sistema interativo, além de inovar em aspectos atuais da música eletrônica de pista de dança, voltada para o entretenimento.

Este diferencial poético, aplicado à composição das músicas do projeto, demonstrou que as novas tecnologias para composição e execução musical por programação através de módulos rítmicos e instrumentações realizadas por sampleamento e sequenciamento MIDI, auxilia o músico e produtor à criar tramas musicais com os elementos que desejar, sendo importante para a variedade de estilos que atualmente existem na música mundial. O software *Ableton Live* tem sido uma ferramenta essencial para o desenvolvimento de música por este método composicional, diretamente ligado à computação musical aberta ao usuário final.

2.5.4 – Experimentação com a remixagem dos conteúdos

Esta etapa foi a parte prática de remixagem audiovisual, iniciando pela adaptação dos conteúdos e a montagem do sistema. Nesta etapa foram realizados diversos testes para adequação da mixagem de imagem e som. Nesta etapa também foi programado todo o mapeamento que o mixer MIDI (Figura 30) necessita para sincronizar os efeitos visuais com os sonoros, através dos *faders* e *knobs*.



Figura 30 – Mixer controlador MIDI, componente da obra *Bits in (re)Construction*

A ideia de relacionar efeitos visuais com as variações de manipulação dos parâmetros de equalização, efeitos e volume tornou o sistema mais variável e com maiores possibilidades de improvisação na realização da performance (Figura 31). Tanto o *performer*, que neste caso é o DVJ, quanto o próprio público pode manipular estes parâmetros na execução da performance, para cada alteração ocorrida no som uma alteração ocorre simultaneamente na imagem, e a composição de aspectos visuais na projeção ocorre desta maneira: mais fluida e aberta à improvisação, o que torna o sistema mais tangível e acessível para o público leigo.



Figura 31 – Detalhe da obra Bits in (re)Construction (2015)

Nesta etapa, estudei a execução de diversas técnicas de discotecagem com discos de vinil, como *Back2Back*, *Scratch*, *Beatmatch*, e a realização de *Delays* de maneira analógica com os próprios discos. Todas estas técnicas mostraram que tinham à contribuir com o resultado visual no disco e na projeção final, e a escolha por realiza-las durante à performance foi definido no quesito que o quanto mais os espectadores imergem na obra, mais transformações audiovisuais acontecem.

2.5.5 – Apresentação da performance

Foram realizadas duas apresentações da performance: uma no Understanding Visual Music - UVM 2015 no CCBB Brasília, em junho de 2015, e outra na abertura da exposição “Reconvexo Intinerante” na Caixa Cultural de Brasília, no mês de setembro de 2015. Também foi apresentada comunicação e

publicado artigo no #14.ART – Encontro Internacional de Arte e Tecnologia, realizado na Universidade de Aveiro, em Portugal, no mês de outubro de 2015, com o apoio da FAP-DF – Fundação de Amparo à Pesquisa do Distrito Federal.

2.5.6 – Corte de 15 cópias de compacto Lo-fi de duas músicas especialmente compostas para o projeto

Entre os meses de dezembro de 2015 e janeiro de 2016 foram cortadas 12 cópias em disco de vinil 7” (polegadas) formato Lo-fi (Low Fidelity) (Figura 32), em um torno de corte de vinil dos anos 50 (Mono) pelo coletivo Vinyl-Lab de São Paulo/BR, formado por Tatá Ogan, Dj Niggas e Arthur Joly.



Figura 32 – Capa do Compacto/Single 7” Bits in (re)Construction (2015)

O disco Lo-fi (Figura 33) é feito em acrílico transparente e é cortado diretamente no torno, sem passar pelo processo tradicional da prensagem, com a vantagem do disco ter a durabilidade igual a de um disco de vinil prensado, diferente do *dubplate* que é feito em acetato. O disco também foi disponibilizado gratuitamente na Internet para *stream* e *download* no site do selo Miniestéreo da Contracultura¹⁵ e na plataforma musical BandCamp¹⁶.

¹⁵ Disponível em: <http://miniesterio.org/> - Acessado em 08/12/2015.

¹⁶ Disponível em: <http://victorvalentim.bandcamp.com/track/bits-in-re-construction> - Acessado em 08/12/2015.

Todo o processo de composição, edição e montagem, mixagem e masterização deste compacto foi realizado de maneira digital, e posteriormente, finalizada no analógico, no processo de corte. A ideia de disponibilizar o compacto gratuitamente na internet foi de suma importância para a divulgação do projeto, pois o *single* circulou nos grupos virtuais, comunidades e redes sociais específicas sobre a cultura dos DJ de música brasileira. Também foram disponibilizadas todas as faixas abertas (*stems*) da música, para que outros produtores e DJ possam criar versões e colagens e *remix* baseadas na faixa original.



Figura 33 – Compacto/single 7” Lo-fi Bits in (re)Construction (2016) – Cortado em Acrílico

A faixa que foi cortada no compacto foi especialmente produzida como um resumo dos elementos musicais compostos para esta performance, focando principalmente no tratamento sonoro do pífono, e as variações melódicas que são possíveis de se obter pela edição computacional e aplicação de delays analógicos, como *space echo*, semelhantes aos utilizados no dub jamaicano. As Percussões também foram executadas e gravadas e posteriormente editadas em *loops*. Na faixa há elementos de música eletrônica de pista, como o IDM (*Intelligent Dance Music*), Côco, Maracatu, Boi do Maranhão, Samba e Banda de Pífanos.

2.5.7 – Especificações Técnicas do Sistema

As especificações técnicas dos equipamentos e da equipe para realização da

apresentação:

Relação dos Equipamentos:

- 2 Projetores de 3500 lumens
 - 1 Projetor com suporte fixo em um tripé (projetando verticalmente nos discos)
 - 1 Projetor direcionado para tela (projetando horizontalmente)
OBS: Projeção da tela deve ser no fundo do palco
- 2 Pickups Technics MK2, com shell Shure M44
- 1 Mesa retangular
- 1 Mixer MIDI
- 2 Mac Book Pro
- 1 MediaServer
- 1 iPad
- Sistema de som estéreo (2 Canais, com Subwoffer) QSC
- Cabos XLR para montagem

Equipe técnica:

- Técnico de Projeções Mapeadas: Anibal Alexandre
- Técnico de Som: Victor Valentim
- Técnico de Montagem: Mateus Carvalho
- Filmagem: 3Conto Produções Audiovisuais (Tiago Rocha e Pato Sardá) e Thiago Cardoso

A meta para futuras implementações deste sistema é ampliar a usabilidade da interface, para que outros DVJs possam interagir com o sistema, através da realização de oficinas experimentais e troca de conteúdos sonoros e visuais com desenvolvedores, VJs e DJs da comunidade criativa. A popularização das novas tecnologias para interações entre sons e imagens é importante para o fortalecimento da cena artística atual e para ampliação das inovações abertas aos usuários, realizadas por comunidades, coletivos e grupos criativos. A abertura deste sistema para que outros artistas e DJs possam desenvolver conteúdos audiovisuais e realizar performances fortalece o potencial de difusão e criação de artes e novas tecnologias de maneira aplicada, e concatenada à atual produção internacional de projetos similares.

O potencial interdisciplinar que reside no desenvolvimento de sistemas complexos interativos para arte faz do artista programador da atualidade um profissional que estuda e desenvolve projetos em redes colaborativas e equipes compostas de pesquisadores de diversas áreas da ciência, preocupado em

encontrar uma unidade ao redor de diversos conhecimentos, tanto técnicos quanto poéticos.



Figura 34 – Imagem de divulgação da performance Bits in (re)Construction (2015)

O impacto destas pesquisas interdisciplinares reside na ampla possibilidade de união entre as ciências da tecnologia aplicada, como as engenharias e a computação, com as artes sonoras, visuais, cênicas e da dança, entre outras manifestações criativas e pesquisa universitária. No capítulo seguinte falaremos sobre a inovação tecnológica e o papel do artista programador neste contexto, e as contribuições das artes e o design para o desenvolvimento de tecnologias e reflexões teóricas científicas acerca do fenômeno.

CAPITULO 3 – O ARTISTA PROGRAMADOR: INOVAÇÃO, ARTE E TECNOLOGIA

Neste capítulo, são tratadas questões ligadas à função do artista programador da atualidade e as inovações tecnológicas presentes no cotidiano dos desenvolvedores e criadores de projetos artísticos em meios computacionais. A importância da abordagem destes temas são para ilustrar o cenário onde as interfaces modeladas para a arte e tecnologia desdobram-se em conceitos próprios de diversas áreas da ciência, e como o artista pode incorporar na sua linguagem estética ressignificações para o desenvolvimento de poéticas híbridas, interdisciplinares e reflexivas.

Estes conceitos se conectam para explicar, no estudo de caso específico, como o vinil pode contribuir para o desenvolvimento de diálogos multissensoriais entre o som e a imagem no contexto computacional, e as vertentes artísticas as quais o desenvolvimento de obras interativas pode inserir novos olhares para a abertura estética contemporânea tecnológica. É papel do artista inserido nos meios computacionais refletir como conceitos da ciência dialogam com a arte, e como as aplicações de metodologias de desenvolvimento de projetos pode contribuir para uma produção artística de maior impacto na área.

3.1 – O artista programador e a inovação tecnológica

A criação artística em ambientes computacionais da atualidade traz novos olhares para as interações entre as linguagens sensoriais. O som e a imagem possuem diversas relações contextuais entre si nestes meios, não somente nos resultados obtidos pela criação com estes sentidos, mas também com a interação do espectador com as obras que possuem inter-relações de suas ações, traduzindo para a profusão em tempo real de conteúdos multissensoriais gerados computacionalmente.

O artista programador busca através da Interação Humano-Computador (IHC) suas bases criativas, as quais são responsáveis pelos resultados estéticos de suas obras. Através da popularização das artes mediadas por computador, diversos

profissionais da ciência da computação buscam desenvolver ferramentas para que o artista tecnológico possa utilizar ao desenvolver seu trabalho, como o caso dos *Disc-Visual-Jockeys* (DVJ). Esta demanda vem crescendo e sendo atendida por programas específicos para o controle de sons, vídeos e efeitos, como exemplo: Serato Vídeo, MixEmergency, Resolume, Modul8, ArKaos e diversas variantes; e com linguagens de programação multimídia como o Quartz Composer, Processing, Pd/GEM, Max/MSP/Jitter, GLSL entre outras. Entretanto, existe um compromisso entre usabilidade (facilidade de uso) e expressividade (limite técnico para se criar novos efeitos e funcionalidades) que ainda não é bem resolvido nestes sistemas experimentais e se torna problemático para muitos usuários, não adaptados com estas ferramentas (JÁCOME, 2007).

A aprendizagem destas linguagens de programação amplia os horizontes estéticos destes específicos projetos de concatenação das linguagens sensoriais, o que torna fundamental a busca pelos nichos os quais o artista e sua obra possam interagir com maior eficiência. No âmbito do universo dos DVJs, a projeção mapeada e a remixagem de conteúdos audiovisuais se destaca por comunicar-se melhor com o público, que pode apreciar com os sentidos da visualidade e da audição os conteúdos que estão intrinsecamente unidos no sistema complexo da criação e execução, feitos pelo artista.

Este estudo passa por etapas específicas que se inter-relacionam entre si, pois os processos de criatividade acontecem em ordem não-linear, onde a IHC pode abrir dois grandes eixos: a relação entre o artista programador e o sistema, e a relação entre o sistema e o interator. As colagens entre efeitos sonoros e visuais torna-se importante para ampliar o conteúdo das obras, estas passam pela relação direta com o pré-desenvolvimento de um sistema em si, que se adequa à proposição estética da veia artística do criador. A arte computacional, neste contexto serve como uma ferramenta estética e tem suas características atreladas à adaptação de sistemas.

Avanços conceituais em áreas do conhecimento científico com as ciências da complexidade permitem que se encontrem relações de similaridade processual tanto entre sistemas naturais (concretos), quanto culturais (conceituais). De acordo com a teoria geral de sistemas, a existência de leis de estrutura similares em diferentes

campos, torna possível o uso de modelos mais simples conhecidos, na descrição de fenômenos mais complicados e de difícil tratamento. Bertalanffy (1968) chamou esta estratégia epistemológica de “Isomorfismo na Ciência”. Através do isomorfismo, é possível transferir princípios de um campo para outro, não sendo necessário duplicar ou triplicar o descobrimento do mesmo princípio em diferentes campos isolados um do outro (BERTALANFFY, 1968). Se considerarmos a analogia como um aspecto importante na reflexão sobre as artes e novas tecnologias, perceberemos formas de conexão em situações inesperadas. A perspectiva integradora que as teorias da complexidade nos propiciam, aguçam nossa sensibilidade tornando-nos capazes de perceber cada vez mais sistemas e processos, tanto na arte quanto na ciência, apresentando comportamentos que nos permitem passar a considerá-los sob uma nova perspectiva integradora.

Embora o objeto de estudo específico das ciências da complexidade seja os processos naturais, podemos, pela via do isomorfismo, estendê-lo para as questões das artes computacionais. A consequência na adoção dessa linha de raciocínio é uma mudança de ênfase na análise dos processos da produção cultural nestes meios. Interessa aos artistas e pesquisadores da área mais os aspectos que envolvem as relações sistêmicas, ao contrário de tratar os elementos em sua individualidade e isolamento. No campo da produção artística, portanto, é o processo em vez do objeto que melhor possibilita a expressão de nossa experiência num mundo que descobrimos governado pelas relações, pela multiplicidade, pelo esforço cooperativo e sinérgicos significados estéticos, éticos e lógicos (FOGLIANO, 2008).

Partindo deste ponto, a arte computacional não se restringe à questão do resultado da produção de uma obra artística em si, mas em um aglomerado de possibilidades no desenvolvimento de um sistema o qual, posteriormente, gera diferentes obras. Desta maneira, o artista se responsabiliza em modelar interfaces para compor suas aspirações de obras, passando pelo processo de formulação de projetos que são o próprio projeto (VASSÃO, 2010). A interdisciplinaridade, neste caso, torna-se primordial para que o artista programador tenha um leque de possibilidades estéticas, de organização e aplicação para o desenvolvimento de obras tecnológicas, que a cada nova possibilidade concreta de evolução, abre

caminhos para novos olhares sobre a criação de arte em multimeios. Questões ligadas ao conceito de “Inovação”, neste caso, vêm à tona para exemplificar como este processo tem se fundamentado como importante para o artista programador ter meios de desenvolver sua arte e expressão através das novas tecnologias.

3.2 – Conceitos de inovação

Inovação, deriva dos termos latinos “*in*” e “*novare*” e significa fazer algo novo ou renovar (SAKAR, 2007). Pesquisadores de diferentes áreas, como empreendedorismo, administração, engenharias, arquitetura, design, arte, música, história, dentre outras investigam os processos pelos quais o conceito de inovação tem papel importante. De forma sucinta, há quem considere que inovação “é a exploração bem sucedida de novas ideias” (BALDWIN, 2015).

Em concordância com os conceitos apresentados anteriormente, para Peter Drucker (1987), inovação “é o instrumento específico dos empreendedores, o processo pelo qual eles exploram a mudança como uma oportunidade para um negócio diferente ou um serviço diferente”. A inovação portanto, “consiste na busca deliberada e organizada de mudanças, e na análise das oportunidades que tais mudanças podem oferecer”. (DRUCKER, 1987, p. 45). Já para Gordon Conway e Jeff Waage, inovação é “um processo pelo qual as invenções são produzidas juntamente com novas ideias e tecnologias ou descobertas a partir de novas aplicações para tecnologias existentes” (CONWAY; WAAGE, 2010, pg. 4). No livro “Science and Innovation for Development” (2010), de Gordon Conway e Jeff Waage, são descritas inúmeras maneiras as quais as inovações tecnológicas podem ser úteis para o desenvolvimento social de uma determinada comunidade, através de experimentações e maneiras sustentáveis de gestão de recursos naturais, humanos e técnicos.

Em proximidade com as artes e novas tecnologias, a inovação contribui para que o desenvolvimento de diferentes maneiras de produção artística sejam exploradas. A utilização de meios tecnológicos desenvolvidos para fins técnicos, voltada à construção de projetos artísticos, faz do artista programador, um inovador, sendo ele um adaptador de tecnologias existentes, modificando e ressignificando as implementações para diferentes funções, inserindo outros padrões de

desenvolvimento com elas e pensando novas funções, interessadas nas possíveis poéticas que se inter cruzam no processo de criação com estes meios. Para entender como a inovação é importante para as artes tecnológicas, observaremos à seguir alguns modelos de inovação e a suas principais características.

3.4 – Modelos de inovação

Henry Chesbrough (2003) desenvolveu o modelo da Inovação Aberta (*Open Innovation*), conceito que propõe uma nova abordagem para a organização de pesquisa, desenvolvimento e inovação nas empresas, através da utilização de ideias externas em seu próprio processo de inovação, ao passo que também disponibilizam para outras empresas ideias internas geradas em suas equipes de pesquisa, fazendo com que se tenha uma colaboração para o aperfeiçoamento dos produtos, tecnologias e serviços. Chesbrough (2003) também descreve o processo inverso da “Inovação Aberta”, sendo a Inovação Fechada (*Closed Innovation*), constatado como uma metodologia comum ao início do século XX, quando as universidades e os governos não estavam envolvidos na aplicação comercial da ciência. Neste caso, algumas empresas decidiram executar suas próprias unidades de investigação e desenvolvimento. O ciclo completo de desenvolvimento de novos produtos foi então integrado dentro das empresas em que a inovação foi realizada de uma forma autossuficiente e "fechada".

Dentro do paradigma da inovação fechada, o processo conducente à inovação é completamente controlado; toda a propriedade intelectual é desenvolvida internamente e mantida dentro das fronteiras da empresa até que o novo produto é lançado no mercado. Este conceito é bastante observado no contexto da segunda guerra mundial, onde as inovações técnicas eram criadas e tratadas como sigilosas pelos detentores destes conhecimentos, algo que gerava intensas competições sobre a invenção de determinados produtos e tecnologias. Muitas vezes o paradigma da inovação fechada é definido por "não foi inventado aqui", “tudo que vem de fora é suspeito e não confiável”. No entanto, existem projetos de investigação em curso e empresas emergentes que pesquisam os prós e contras da inovação fechada contra a inovação aberta (CHESBROUGH, 2003).

Complementando o conceito, Eric von Hippel (2014) defende que a inovação aberta está presente no desenvolvimento de projetos pelos próprios usuários, pela multiplicidade de novas ideias partindo diretamente de quem usa determinadas tecnologias. O autor argumenta que as grandes empresas e corporações que possuem o controle majoritário do desenvolvimento das novas tecnologias, possuem apenas um modo de inovação, antigo e dominante de mercado. Em um segundo modelo, as inovações economicamente importantes são desenvolvidas por usuários e outros agentes que dividem as tarefas e os custos de desenvolvimento destas inovações e em seguida, revelam livremente seus resultados. Usuários podem obter os benefícios do uso direto de esforço de colaboração, e outros participantes dos projetos podem obter diversos benefícios, como diversão, aprendizagem, reputação, ou um aumento da procura de produtos e serviços complementares (HIPPEL, 2014).

Hippel argumenta que a importância do desenvolvimento de produtos e serviços por usuários está aumentando ao longo do tempo e que esta mudança de paradigma está sendo conduzida por duas tendências técnicas: (1) aperfeiçoamento das técnicas de design (kits de desenvolvimento e ferramentas de inovação) que os avanços em hardware e software de computador tornam possíveis para os usuários; e (2) melhoria constante da capacidade de usuários individuais combinarem e coordenarem seus esforços relacionados com a inovação através de novos meios de comunicação, como a Internet (HIPPEL, 2014). Este modelo de inovação aberta ao usuário atenta para trabalhos colaborativos, como o desenvolvimento de softwares de Código Aberto (*Open Source*) e Softwares Livres. A autonomia do usuário em poder modificar, colaborar para a melhoria de um determinado software, desenvolver uma aplicação, módulo ou até uma nova versão, reportar problemas e *bugs*, se organizar em comunidades de desenvolvimento, entre outras alternativas se encaixam nos novos padrões de inovação. Isto porque, elas independem de uma grande corporação para a disseminação e execução destas tecnologias, ampliando o espectro de possibilidades onde elas atuam e podem ser úteis para outros usuários, o que se configura como uma interação entre usuário e usuário, sem hierarquias. Hippel (2005) defende que a democratização da inovação amplia as vertentes de desenvolvimento de novas tecnologias, de maneira independente, partindo dos usuários para os usuários.

Este interesse em abrir a inovação ao usuário contribui para que o artista programador tenha acesso ao desenvolvimento das ferramentas tecnológicas, fator importante para a ressignificação dos materiais que compõem os sistemas interativos e poéticos das artes em multimeios. Dentro destas premissas, a abertura total do processo de inovação também auxilia todo o desenvolvimento de uma linguagem colaborativa nos processos de produção e reflexão científica na área, tendo em vista a formação de grupos, coletivos, laboratórios, parcerias, entre outras categorias, além da ampliação do ensino e popularização da arte computacional. A seguir veremos algumas maneiras em que a inovação tem uma questão prejudicial para o desenvolvimento de novas linguagens, aplicado da indústria para os demais seguimentos que necessitam das inovações.

Clayton M. Christensen (2014) descreve situações onde a inovação atinge pontos culminantes de competitividade no mercado das grandes corporações, o que a chamou de “inovação disruptiva” (*disruptive innovation*). Este modelo de inovação tecnológica, produto ou serviço, utiliza uma estratégia "disruptiva", em vez de "revolucionária" ou “complementar” para derrubar uma tecnologia existente dominante no mercado. É sistematicamente demonstrado que as mais disruptivas inovações são uma minoria comparadas com as inovações "revolucionárias", que introduzem uma tecnologia de maior performance no mercado. Exemplos de inovações disruptivas sucedendo antigas são raros, mas ocasionalmente, uma tecnologia disruptiva vem para dominar um mercado existente, seja preenchendo um espaço no novo mercado que a tecnologia antiga não conseguia atender, ou criando um novo mercado e desestabilizando os concorrentes que antes o dominavam. É geralmente algo mais simples, mais barato do que o que já existe, ou algo capaz de atender um público que antes não tinha acesso. Em geral começa servindo um público modesto, até que abocanha todo o segmento. Por contraste, uma tecnologia "revolucionária" introduz produtos com novas características vastamente melhoradas. Este é o tipo de inovação que mais frequentemente substitui o incumbente do mercado. Adicionalmente, uma tecnologia revolucionária melhora a performance de produtos já estabelecidos, geralmente de forma incremental. Um bom exemplo para descrever uma inovação disruptiva no mercado brasileiro foi a introdução do CD (*compact disc*) no mercado em regime de substituição do disco de vinil (LP). Esta substituição ocorreu em larga escala no início dos anos 90, pela

comodidade da indústria em produzir em maior escala e de maneira mais barata o outro produto. Isto, tornou o vinil em um produto específico para um público seletivo, e este sufocamento no mercado propiciou uma ampla mudança na cultura de consumo da música, que passou do CD diretamente para o compartilhamento de músicas em formatos de arquivos digitais (em MP3, por exemplo). Como consequência houve um enfraquecimento do segmento da indústria fonográfica em contraste com a ampliação na divulgação livre de música e acesso a produtos e novas tecnologias relacionadas à produção musical independente.

No século XXI, o amplo acesso à tecnologias acentuou o contraste entre as tecnologias proprietárias e as tecnologias livres, em diversos pontos de vista, como por exemplo: as indústrias precisam inovar a qualquer custo para se manterem no mercado com “novidades”, e competindo entre si, enquanto os coletivos de desenvolvimento estão interessados em melhorar o atendimento de suas necessidades técnicas, apostando na criação de novas ferramentas e processos, e compartilhando os resultados (positivos e negativos) com outros usuários. Dentro deste paradigma, agora veremos o conceito de sufocamento no processo de inovação.

A busca desenfreada da indústria por inovar tecnologias e serviços também traz inúmeras experiências negativas às quais atrapalham o desenvolvimento de novos conceitos em inovação. Rosabeth Moss Kanter (2013) descreve as nove regras para o sufocamento da inovação (*Stifling Innovation*), causadas pela busca desenfreada que empresas têm em querer inovar a qualquer custo, pelo modismo que se criou com o termo “inovação” em diversos seguimentos. A autora relata sobre a massificação da utilização do termo e comenta que para todo o diálogo sobre inovação, onde muitos líderes em numerosas organizações em todos os setores a sufocam ativamente. “Eles dizem que querem mais inovação. Mas, ao mesmo tempo, eles parecem operar por um conjunto de princípios ocultos destinadas a impedir inovações” (KANTER, 2013). A Tabela 2 a seguir descreve quais ideologias de trabalho sufocam a inovação em contraponto com as ideias que a estimulam.

Ideologias Sufocantes da Inovação	Ideologias Pró-Inovação
Suspeite de qualquer nova ideia a partir dos setores de baixo.	Incentive novas ideias, especialmente a partir de baixo e de fontes inesperadas.
Invocar o passado. Se uma nova ideia vem à discussão, encontrar um precedente em uma ideia anterior de que não funcionou, lembrar a todos sobre a má experiência ao ter apostado nesta ideia.	Olhe para frente, não para trás. O passado é prólogo mas não necessariamente precedente.
Manter as pessoas sempre ocupadas. Se as pessoas parecem ter tempo livre, deve carregá-las com mais trabalho em prol da inovação.	Deixe alguma folga para a experimentação, isso traz novas ideias.
Em nome da excelência, incentivar a concorrência ruinosa. Obter grupos para criticar e desafiar propostas de cada um, de preferência em fóruns públicos, e, em seguida, declarar vencedores e perdedores.	Procure por melhorias, e não críticas. Incentivar a colaboração em direção a objetivos comuns.
Estresse acima de tudo. Varrer qualquer excedente em contas mestras, e eliminar qualquer folga. Não creditar pessoas que estão superando suas metas, porque isso só iria prejudicar o planejamento.	Seja flexível. Estresse substância sobre a forma, a ação sobre o calendário. Permitir oportunidades não planejadas.
Confinar a discussão de estratégias e planos para um pequeno círculo de assessores de confiança. Em seguida, anunciar grandes decisões de forma completa.	Discussões estratégicas abertas para novas vozes.
Aja como se punir falha motiva sucesso. Pratique humilhação pública, fazendo atividades com objetos para fora daqueles que não conseguem atender às expectativas.	Aceitar que as metas de imposição de ideias não vão funcionar. Evite humilhação pública; promova o reconhecimento público para as realizações inovadoras.
Culpar problemas e incompetências na equipe - Se isso não minar a autoconfiança, irá minar a fé nas ideias de qualquer outra pessoa.	Promover e respeitar as pessoas e seus talentos.
Acima de tudo, nunca se esqueça que chegamos ao topo, porque nós já sabemos tudo o que há para saber sobre este negócio.	Saber que a aprendizagem é um imperativo. Todos, até mesmo os mais experientes, devemos estar abertos à aprendizagem.

Tabela 2. Extraída do artigo “*Nine Rules for Stifling Innovation*”, de Rosabeth Moss Kanter (2013) – *Livre tradução e adaptada pelo autor*

Estas primícias erradas de trabalho sufocam o potencial inovador das ações, e é bastante praticado em diversos setores por uma questão de postura corporativista. Isto é algo que se distancia profundamente dos princípios buscados na inovação através das artes em meios tecnológicos da atualidade, que buscam a ressignificação de determinados recursos e dispositivos técnicos desenvolvidos por equipes de trabalho e pesquisa inseridos em universidades, empresas e grupos de pesquisa interessados na colaboração entre as áreas.

3.4 – Arte, design, ciência e tecnologia = inovação

John Maeda (2010) acredita que a inovação nasce quando a arte encontra a ciência, pois as complementações entre as partes abraçam uma nova maneira de perceber o mundo, as relações humanas e a própria tecnologia em si (MAEDA, 2010). Stephen Wilson aponta para a “impossibilidade de separar a arte da ciência e da tecnologia no século XXI” (WILSON, 2002 pg.5), isto se dá em diversos aspectos pelos quais a humanidade tem incorporado tecnologias para a resolução de diversos problemas e criando alternativas para a adaptação delas ao seu contexto. Souto (2012) demonstra que a inovação é formada por quatro elementos: Arte, Design, Ciência e Tecnologia. “Arte e o design podem analisar as necessidades da população e ampliar as possibilidades de inovar de uma maneira mais abrangente do que a ciência e a tecnologia podem fazer isoladamente” (SOUTO, 2012). A autora descreve um diagrama onde os quatro elementos concatenam-se na inovação (Figura 35).

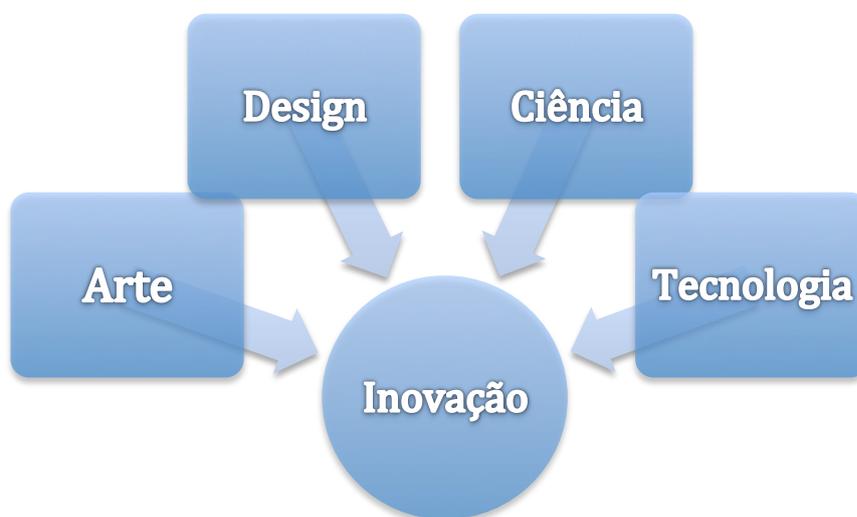


Figura 35 - Diagrama proposto da relação entre as áreas de área, design, ciência e tecnologia com inovação (SOUTO, 2012).

Segundo Souto, os elementos que norteiam as competências de cada área para o alcance da inovação (Tabela 3):

Arte	Design	Ciência	Tecnologia
estética	satisfação do usuário	conhecimento	Metas
emoção/intuição evocativo	emoção/razão coerência	razão/evidência explicativo	racionalização tentativa/erro
comunicação visual/sonora e criação intencional	comunicação textual e visual	comunicação e texto científico	comunicação instrutiva
intuitiva, conceitual, social e cultural	comunicação instrutiva	testa, especula, verifica, normatiza	verifica viabilidade e faz

Tabela 3 – Extraída do artigo “Arte + Design + Ciência + Tecnologia = Inovação”, de *Virgínia Tiradentes Souto (2012)*.

A autora estabelece algumas similaridades e diferenças entre estas quatro áreas em relação ao objetivos. Define que “enquanto a arte busca a estética, a ciência busca o conhecimento - encontrar algo novo para a humanidade, o design busca a satisfação do usuário e a tecnologia busca atingir metas específicas” (SOUTO, 2012). Apesar desta distinção entre os objetivos destas áreas, eles não são totalmente excludentes. Por exemplo: “o design também busca a estética assim como nas artes a busca pela satisfação do usuário também pode ser uma meta” (SOUTO, 2012).

Charles L. Owen (2006) aborda o design centrado no humano (*Design Thinking*) como uma maneira inovadora de pensar a ciência e o design, buscando centralizar questões de cunho puramente técnico da criatividade nas relações humanas (OWEN, 2006). Segundo o autor, designers se preocupam com a pergunta “o que?” e os cientistas “o porquê?” no desenvolvimento de inovações, seguindo essas primícias, o *Design Thinking*, conceito desenvolvido na empresa IDEO, pensa como um designer pode transformar a maneira como as organizações desenvolvem produtos, serviços, processos e estratégias. Esta abordagem reúne o que é desejável do ponto de vista humano com aquilo que é tecnologicamente viável e economicamente viável (OWEN, 2007). Enquanto o cientista observa fatos para descobrir padrões e *insights*, o designer inventa novos padrões e conceitos para enfrentar fatos e possibilidades. Em um mundo com crescentes problemas que precisam desesperadamente de compreensão e discernimento, há grandes necessidades de ideias que também podem misturar entendimento e discernimento em novas soluções criativas. A linguagem, para o *Design Thinking*, é considerada

como uma ferramenta. Linguagem visual é usada em diagramas de conceitos abstratos, para revelar e explicar os padrões e simplificar fenômenos complexos para suas essências fundamentais. Linguagem matemática é usada para explorar questões cuja viabilidade seja confirmada por aproximação - por cálculos não exatos, mas próximos o suficiente para apoiar uma ideia ou alterar uma linha de raciocínio. A linguagem verbal é usada na descrição onde a explicação está atrelada ao processo criativo, forçando invenção onde estão faltando detalhes e expressar relações de forma não-visual (OWEN, 2006).

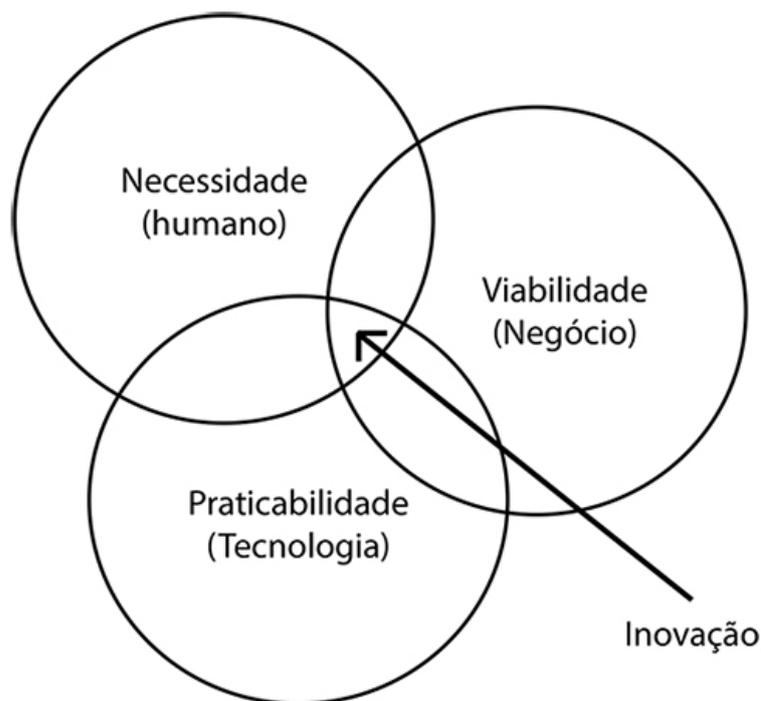


Figura 36 – Diagrama proposto pela IDEO para explicar o processo de inovação no Design Thinking. Tradução e adaptação feita pelo autor.

Outro processo de desenvolvimento de projetos centrados no humano, utiliza a metodologia de Ouvir (*Hear*), Criar (*Create*) e Fornecer (*Deliver*), como descrito no Human Centred Design Toolkit (HCD), publicado pela equipe da IDEO em 2011. Nesta abordagem, a criação colaborativa dos processos e projetos é mais eficiente, pois está centrada em ouvir histórias e necessidades do público, observar as maneiras de como criar a partir das reais necessidades deles, e fornecer as ferramentas para que o processo de construção do processo seja realizado em conjunto, sempre avaliando os pontos positivos e negativos da proposta e corrigindo possíveis problemas, o que faz que se aumente a chance de acertos e satisfação

dos usuários em contato com todo o processo. Os conceitos de “Ouvir”, “Criar” e “Fornecer” estão diretamente ligados aos conceitos de Necessidade (Humano), Viabilidade (Negócio) e Praticabilidade (Tecnologia), os pontos de convergência entre estas áreas garantem o processo de inovação em projetos criativos (vide Figura 35), onde a troca de experiências substitui a imposição direta de uma tecnologia específica ao público, tornando o *Design Thinking* uma maneira de inovar mais ligada à inovação aberta aos usuários (IDEO, 2011).

O *Design Thinking* pode trazer valiosas contribuições à tomada de decisões. Ele também permite que pessoas que não são treinadas como designers utilizem ferramentas criativas (*design kits*) para lidar com uma vasta gama de desafios. *Design Thinking* é um processo profundamente humano que se relaciona com habilidades que todos nós temos, mas são ignoradas pelas práticas de resolução de problemas mais convencionais (OWEN, 2007). Ele se baseia em nossa capacidade de ser intuitivo, de reconhecer padrões, para a construção de ideias que são emocionalmente significativas, bem como funcional, e de nos expressar através de meios além das palavras ou símbolos. Ninguém quer desenvolver uma organização no sentimento, intuição e inspiração, mas um excesso de confiança no racional e no analítico pode ser arriscado. *Design Thinking* fornece uma terceira forma integrada. Um dos processos para se pensar o *Design Thinking* é considera-lo como um sistema de sobreposição de espaços, em vez de uma sequência de etapas ordenadas. Há três espaços para se observar:

1. Inspiração
2. Idealização
3. Implementação

Estas etapas são, segundo Tim Brown e Jocelyn Wyatt:

“A inspiração é o problema ou oportunidade que motiva a busca de soluções. Idealização é o processo de gerar, desenvolver e testar ideias. A implementação é o caminho que é trilhado desde a fase de projeto na vida das pessoas” (BROWN; WYATT, 2010 pg. 33).

Sob esse sistema, IDEO usa ambas as ferramentas analíticas e técnicas generativas para ajudar os clientes a ver como suas operações novas ou já existentes poderiam ser inovadoras - e construir caminhos para chegar até ela. Os

métodos incluem prototipagem de modelo de negócios, visualização de dados, estratégias de inovação, design organizacional, pesquisa quantitativa e qualitativa. Todo o trabalho da IDEO é feito tendo em vista as capacidades e as necessidades dos clientes e o objetivo é fornecer estratégias adequadas, acionáveis e tangíveis. Como resultado deste processo espera-se: “novos caminhos para o crescimento que são fundamentadas na viabilidade do negócio e na oportunidade de mercado” (BROWN; WYATT, 2010).

Já no contexto do desenvolvimento de inovações aplicadas à arte e tecnologia, as ideologias próprias do *Design Thinking* são aplicáveis na execução de projetos que irão dialogar com um determinado público específico. O qual contribui com o conteúdo da obra a partir de sua interação, que em outras medidas, ajudará à solucionar alguns problemas que as interfaces modificadas para aplicação em artes multimídia teriam no quesito usabilidade. Este feedback do interator é essencial para que as equipes de desenvolvimento e o próprio artista melhore suas interfaces, ampliando ao processo de inovar a postura colaborativa a qual é possível pela sensação do espectador/interator. Dentro deste terreno, o uso de ambientes de total imersão sensorial com a fusão de diferentes sentidos são bastante positivas, pois o público, através de suas ações, são diretamente responsáveis por situações inesperadas e não planejadas pelo artista no conteúdo destas obras.

Segundo Oliver Grau (2003) o uso de imagens em ambientes imersivos não é inovação revolucionária. Contudo, as tecnologias digitais parecem potencializar o papel das imagens neste contexto, podendo produzir estados de êxtase, de exultação e de alteração da consciência (GRAU, 2003 pg. 349). Tão importante é o poder comunicativo das imagens em sistemas imersivos, que Grau afirma que sua utilização avançou desde a antiguidade clássica até a revolução das imagens digitais para atender “aos interesses da manutenção do poder e do controle ou da maximização de lucros, quase nunca por fins artísticos somente” (GRAU, 2003 pg. 349). Independentemente de vinculações a interesses econômico-ideológicos, o que se percebe a partir da afirmação de Grau é a capacidade e eficiência comunicativa que se pode obter pelo uso de técnicas imagéticas contemporâneas e sistemas interativos inteligentes.

A função do artista programador é trazer à tona as inovações tecnológicas

para as poéticas artísticas, tanto no processo de concepção da arte em meios técnicos da atualidade, quanto na ideologia concreta de que está desenvolvendo um tipo de arte inovadora, e esta busca está não só nos dispositivos, mas em uma filosofia de interpretar em quais pontos a tecnologia pode renovar, recriar ou criar uma determinada linguagem artística nova. Esta maneira em que os artistas-programadores estão atrelados às inovações está diretamente envolvido com os modelos de inovação aberta aos usuários e ao *Design Thinking*, através da utilização de processos colaborativos de reflexão e produção de artes com meios computacionais, formação de equipes de desenvolvimento com estes meios ligadas à pesquisa e extensão nas universidades, em *startups* de produção artística entre outros nichos onde a arte contribui para o desenvolvimento da linguagem em termos da ciência e tecnologia.

3.5 – A inovação e o Vinil na Interface Digital

O vinil caracterizado como suporte tecnológico, como foi abordado no capítulo 1 desta dissertação, evoluiu durante mais de um século em diversos aspectos, tanto no quesito de material, de corte, processo de fabricação até a expansão tecnológica digital. No ambiente de pesquisa e criação em arte e tecnologia, o vinil se mostra como mais uma possível interface de produção de obras artísticas, observando como a inovação e ressignificação podem ampliar sua usabilidade. O artista programador da atualidade está atento à ressignificar e estudar as minúcias de como integrar estas possíveis interfaces para desenvolver novas maneiras de interagir nos contextos expositivos e performáticos da arte e tecnologia.

Nesta pesquisa, observei o potencial que a união das linguagens (sonora e visual) no desenvolvimento de novos sistemas interativos complexos tem para o contexto da arte, design, ciência e tecnologia. O vinil, com todas as suas características básicas, se mostrou como uma excelente interface de controle e mixagem audiovisual, direcionada para a multissensorialidade no contexto artístico e para o interator, que se caracteriza como “usuário final” deste sistema complexo.

A importância do estudo específico sobre inovação nesta pesquisa serviu para ilustrar o contexto o qual o desenvolvimento tecnológico do vinil perpassa do contexto da inovação fechada para a inovação aberta ao usuário. Quando o LP

passou a ser compreendido e se incluiu no ambiente computacional, seja no processo de prototipação quanto no processo de desenvolvimento de *software*, observamos a questão do “direcionamento comercial”, orientado pelas empresas que investiram no desenvolvimento desta tecnologia específica no início do século XXI, o que promove o sufocamento da inovação. A guerra dos desenvolvedores pelo monopólio desta tecnologia atrapalhou a popularização da mesma, pelo aspecto de que um sistema de DVS desenvolvido por uma fabricante ser totalmente incompatível com o de outra propositalmente, além do alto custo de investimento para utilizar qualquer uma delas por parte do usuário final, que reside até os tempos atuais.

Esta questão fez com que as comunidades de desenvolvimento de *softwares* abertos, por processo colaborativo, se preocupassem em decodificar esta tecnologia e introduzi-la de maneira mais acessível para o usuário final, que pode modificar e adaptar à sua maneira e usabilidade. Neste contexto, a inovação aberta ao usuário possibilitou que os artistas programadores pudessem adaptar a tecnologia DVS para o desenvolvimento de instalações e performances audiovisuais em arte e tecnologia. Observar o funcionamento das tecnologias “por dentro” é essencial para que o processo de inovação seja, para o artista programador, algo aberto e acessível. A dificuldade principal da inovação para o artista reside nesta acessibilidade específica, pois sem ela, o processo criativo fica limitado, e este acesso é o que dá subsídios para que se possam desenvolver os sistemas interativos e promova uma compreensão mais apurada para o público interator, pela usabilidade.

Neste aspecto, a importância da resignificação das tecnologias auxilia o desenvolvimento de novas maneiras de interagir e compreender a arte computacional da atualidade, e que este fenômeno seja mais presente no cotidiano do artista programador e que tenha um impacto positivo na sua criatividade. Pensando desta maneira, ampliei a minha reflexão sobre a importância que a inovação tem, tanto no campo do desenvolvimento quanto no processo de construção poética com as tecnologias que podemos adaptar para a arte.

A projeção mapeada associada à música ainda é um território pouco explorado, principalmente no âmbito da criação de conteúdos multissensoriais para “rodar” nestes sistemas. Ao redor do mundo, tem sido cada vez mais difundida a

presença do DVJ nos contextos performáticos e esta questão abrange uma abertura conceitual. Neste aspecto, o sistema do vinil projetável contribui para que o processo de inovação aberta seja efetivo, por se tratar de um sistema interativo complexo que possibilita espaço para que outros artistas e músicos criem conteúdos para serem executados nele, o que amplia a reflexão sobre a questão de autoria, que através dos sistemas interativos da atualidade podem ser compartilhadas.

As pesquisas e desenvolvimento de experimentos artísticos com projeções mapeadas em meios híbridos interativos possuem potenciais inovadores, por relacionar artes sonoras, visuais, design, cinema, arquitetura e ciências da computação, adaptarem estas áreas em uma linguagem, ampliarem as relações estético/científicas e incorporarem novas tecnologias pelo acoplamento das áreas correlatas. O fator de ampla imersão audiovisual disponível a partir desta categoria específica de projeto artístico interage de maneira eficiente com o público-alvo, interessado em observar os eixos de relação entre a imagem sintética e o ambiente real, em sinergia com a interatividade possível nas interfaces ressignificadas pelos artistas-programadores, desenvolvedores diretos de novas maneiras de sentir e interferir em tempo real no conteúdo multissensorial das obras.

CONCLUSÕES

Esta pesquisa de mestrado que realizei no PPG-ARTE da UnB foi demasiadamente prazerosa e intensa, por diversos motivos específicos, tanto na questão de pesquisa por referencial teórico conciso quanto no desenvolvimento do sistema interativo complexo. Observar os potenciais relacionados à música visual integrados à inovação e a questão da expansão tecnológica do disco de vinil fundamentaram consideravelmente meu processo criativo das duas obras que consegui realizar durante esta pesquisa.

A primeira obra que realizei, chamada *Vinil Projetável* (2014), serviu como laboratório para observar o potencial artístico do sistema de projeção mapeada no vinil. A dificuldade de integrar os softwares inicialmente se deu pelo fato do alto custo dos elementos que estão integrados na produção do sistema interativo, e através do acesso à biblioteca livre de desenvolvimento com o sistema DVS chamada *XWAX* e o ambiente de programação em *PureData* (PD) e *Quartz Composer* (QC) tive a primeiro êxito desenvolvendo meu próprio software para realização da obra.

Esta questão de originalidade do sistema não foi possível na ampliação do mesmo para dois toca-discos, na segunda obra *Bits in (re)Construction* (2015). Tive que me adaptar à softwares proprietários, como o *Serato Schatch Live*, servidor de vídeo *MixEmergency* e o software de mapeamento de vídeo *MadMapper*. A importância de desenvolver com estes *softwares* proprietários também foi satisfatória, pela questão da estabilidade do sistema e a ampliação das possibilidades de integração e resposta do sistema.

Consegui, através do apoio da bolsa de estudos cedida pela CAPES e recursos próprios, investir em todo o material que a pesquisa demanda, e esta independência foi crucial para que a pesquisa tenha prosseguimento após a conclusão do mestrado, onde estarei desenvolvendo mais possibilidades para este sistema.

Através do estudo em programação de imagens interativas em tempo-real, o processo de desenvolvimento de conteúdos multissensoriais para o sistema ficou mais fluido e proveitoso, além de obter o resultado visual que eu desejava para esta pesquisa, que são imagens que se conectam com qualquer variação sonora e

manipulação do disco e do *Mixer MIDI*, o que faz com que pessoas leigas possam performar nos toca-discos e observar as transformações através dos seus gestos.

A produção textual relacionando o vinil, a projeção mapeada, a música visual, inovação, história, processo de fabricação, prototipagem, expansão tecnológica do vinil e estudos sobre interatividade fundamentaram a descrição do processo criativo das obras e ampliaram a minha compreensão sobre o processo de desenvolvimento de pesquisa, e resultou em publicações de artigos e exposições das obras durante o mestrado.

Dentre as maiores dificuldades de percurso desta pesquisa, foram a permanência da obra Vinil Projetável em ambiente expositivo pelo período de 1 mês e a realização do terceiro experimento artístico chamado Project Semisfera. A permanência da obra na exposição do #13.ART foi uma dificuldade por conta da manutenção do sistema que não podia ser feito via *internet* por acesso remoto, e a interação bruta por uma parte do público, que chegou à danificar a agulha do toca-discos que ficou na galeria. A obra Project Semisfera acabou não sendo realizada por conta de que no ano de 2015 as projeções na superfície do Museu Nacional da República, em Brasília/DF, se resumiram à campanhas publicitárias de órgãos governamentais, como o Ministério da Saúde, não tendo oportunidade de realizar a performance em eventos direcionados à arte. Estas dificuldades de percurso não comprometeram a pesquisa de desenvolvimento do sistema, e a produção das obras que foram descritas nesta dissertação, elas serviram para meu desenvolvimento intelectual como pesquisador, que atualmente reconhece melhor o que é viável de se realizar durante o prazo de uma pesquisa.

Os questionamentos centrais deste estudo serão descritos a seguir:

Quais meios e processos envolvem a produção de obras artísticas tecnológicas com discos de vinil e projeção mapeada interativa?

Esta questão foi importante para todo o processo de desenvolvimento do sistema do Vinil Projetável e na ampliação do mesmo para a realização da performance Bits in (re)Construction. O principal meio que propiciou o desenvolvimento do sistema interativo complexo foi a expansão tecnológica do disco de vinil propiciada pelo sistema DVS. Observar o funcionamento por dentro deste sistema foi fundamental para todo o design de interação das obras, pelo processo de

adaptação. No quesito dos meios, a programação multimídia de elementos sonoros e visuais e a composição musical realizada por sampleamento de elementos originais baseados na cultura popular brasileira serviu como principal base para a criação dos conteúdos multissensoriais que dão corpo e forma para as obras desenvolvidas durante a pesquisa. A compreensão do processo de inovação tecnológica e a ampliação dos sentidos através das novas tecnologias também se enquadram como meios possíveis para reflexão do processo criativo das obras.

A projeção mapeada, em si, foi fundamental para que as relações entre o som e as imagens nas obras fossem melhor compreendidas pelo público interator, pela questão da maneira que o som e a imagem se comportam de acordo com a interatividade manual. Esta questão de “ver o som” acontecendo na superfície do disco serviu como um convite à experimentar tocar e manipular o disco, sem essa ação do interator o sistema é inerte, e o desenho desta interação foi feita de maneira proposital para que a interação com o disco seja um convite à compreender melhor as relações de sincronias e assincronias da remixagem audiovisual, possíveis pelo sistema interativo complexo do vinil projetável.

Como o vinil pode contribuir para o desenvolvimento de diálogos multissensoriais entre o som e a imagem no contexto computacional?

Por estar imerso no contexto computacional dos tempos atuais, o vinil se mostra como uma interface de controle de vídeo e som com características únicas, próprias do vinil e da discotecagem, e serve como mais um elemento para criação de obras e performances onde se tem a possibilidade de inúmeras maneiras de criação de conteúdos audiovisuais tecnológicos. Esta integração do sistema DVS com a projeção mapeada é um vasto campo para a realização de espetáculos onde o DJ e o VJ se integram, algo bastante novo e cada dia mais apreciado nos circuitos artísticos-performáticos.

No âmbito da pesquisa em artes e novas tecnologias, o vinil foi um suporte ainda pouco explorado, o que indica que em futuros estudos, tanto na área de prototipação, como no campo da criação de instalações e performances audiovisuais ele pode ser amplamente utilizado e adaptado às necessidades criativas e poéticas dos artistas programadores. Sendo ressignificado, o vinil se mostra como uma

inovação que está em ascensão e os diálogos entre o som e a imagem no contexto computacional obedecem uma gama de possibilidades, tanto na preparação de materiais em suporte fixo, como filmagens, animações e videoclipes, como na programação de imagem em tempo-real interativas, que podem ser realizadas por designers, músicos, artistas visuais, cineastas, engenheiros de materiais e impressão 3D e áudio, *videomakers*, artistas programadores, em grupos de pesquisa e comunidades colaborativas de desenvolvimento computacional, dentre outros profissionais que se interessem por este meio como elemento poético de criação artística computacional.

Observando todos estes aspectos, em futuras aplicações, o contexto do vinil digital ainda é um campo a ser desbravado, até o ponto em que se torne ainda mais popular entre os artistas multimídia que trabalham com imagem e o som, prototipação e desenvolvimento de sistemas interativos. Construir estas reflexões é importante para definir o rumo das inovações tecnológicas possíveis para a arte computacional da atualidade, e neste âmbito, o vinil como um suporte multissensorial serve como um rico exemplo de que as mídias não envelhecem, elas se adaptam ao seu tempo e se recriam para continuar sendo úteis e com a possibilidade de evoluírem, auxiliando também a evolução da arte e tecnologia como um todo.

Referências Bibliográficas

ADRIEN, Wurth. Contrôler la lecture d'un fichier audio par l'intermédiaire d'une platine vinyle. Paris: ITBM. 2004.

ANTUNES, Jorge. A Correspondência entre os Sons e as Cores. Brasília: Thesaurus. 1982.

BAGULEY, Richard. Laser Cut Your Own Vinyl Records. Hackaday. Disponível em: <<http://hackaday.com/2015/08/07/laser-cut-your-own-vinyl-records/>>. Acesso em: 1 mar. 2016.

BALDWIN, Nick. A inovação: definição, conceitos e exemplos. Agencia Inventta. Disponível em: <<http://inventta.net/radar-inovacao/a-inovacao/>>. Acesso em: 3 jun. 2015.

BANDEIRA, Messias Guimarães. Construindo a Audiosfera: as tecnologias da informação e da comunicação e a nova arquitetura da cadeia de produção musical. Salvador: UFBA / Faculdade de Comunicação, 2004.

BASBAUM, Sérgio R. Sinestesia, arte e tecnologia: fundamentos da cromossonia. São Paulo: Annablume. 2002

BAUER, I. The spacedeck project. Disponível em: <<http://www.bauerindustries.com/the-spacedeck-project/>>. Acesso em: 1 set. 2015.

BENJAMIN, Walter. A Obra de Arte na Era da sua Reprodutibilidade Técnica. The FASEB journal : official publication of the Federation of American Societies for Experimental Biology, v. 23, n. 7, p. 2015–8, 2009. Disponível em: <http://www.barrosmelo.edu.br/blogs/fonograma/wp-content/uploads/2008/03/texto_wbenjamim.pdf>.

BERSCH, Rita. Introdução à Tecnologia Assistiva. Assistiva: Tecnologia e Educação, p. 20, 2013.

BERTALANFFY, Ludwig von. General System Theory - Foundations, Development, Applications. New York: George Braziller, 1968.

BOHATSCH, Jonas. Jonas Bohatsch | FILE. Festival Internacional de Linguagem Eletrônica. Disponível em: <<http://file.org.br/artist/jonas-bohatsch/?lang=pt>>. Acesso em: 3 set. 2015.

BREMERS, Alexandra. Listening to 3D Printed Records. Next Nature Network. Disponível em: <<https://www.nextnature.net/2015/11/nirvana-pixies-new-order-meet-girl-3d-prints-records/>>. Acesso em: 1 mar. 2016.

BROWN, Tim; WYATT, Jocelyn. Design Thinking for Social Innovation. Stanford Social Innovation Review, v. 8, n. Winter 2010, 2010.

CARROLL, S. Who Invented Digital Vinyl? Disponível em: <<http://who-invented-digital-vinyl.co.uk/>>. Acesso em: 28 ago. 2015.

CHESBROUGH, Henry. Open Innovation - The New Imperative for Creating and Profiting from Technology. Boston: Harvard Business School Press, 2003.

COLLOPY, Fred. Playing (with) Color. Glimpse Journal, v. 2, n. 3, p. 62–67, 2009.

COLLOPY, Fred et al. Visual Music in a Visual Programming Language. 1999 IEEE Symposium on Visual Languages, v. 1947, p. 111–118, 1999.

CONWAY, Gordon; WAAGE, Jeff. Science and Innovation for Development Science and Innovation. London: UK Collaborative on Development Sciences (UKCSD), 2010.

COUCHOT, Edmond; TRAMUS, Marie Hélène; BRET, Michel. A Segunda interatividade: em direção a novas práticas artísticas. In: Arte e vida no século XXI. DOMINGUES, Diana (org). Unesp, São Paulo. 2003. p.27-38.

COUCHOT, Edmond. A arte pode ainda ser um relógio que adianta? o autor, a obra e o espectador na hora do tempo real. In DOMINGUES, Diana (Org). A arte no século XXI – A humanização das tecnologias. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1997.

CYTOWIC, Richard, EAGLEMAN, David. Wednesday is indigo blue: Discovering the brain of synesthesia. MIT Press, 2009.

DILG, Peter N. The Wizard Cylinder Record Company. Publicado em Antique Phonograph News, nov-dez de 2008.

DORSEY, Scott. How LPs Are Made. Recording Magazine. Disponível em: <<http://www.recordingmag.com/resources/resourceDetail/113.html>>. Acesso em: 19 dez. 2015.

DREDGE, Stuart. Bloc Party's Kele Okereke to release 3D-printed record for charity | Technology. The Guardian. Disponível em: <<http://www.theguardian.com/technology/2013/nov/20/kele-okereke-3d-printing-record>>. Acesso em: 1 mar. 2016.

EARGLE, John. Handbook of Recording Engineering. New York: Springer, 2006.

FERRAZ, Sílvio. Varèse: a composição por imagens sonoras. Musica Hoje, belo horizonte, v. 1, p. 08-18, 2002.

FOGLIANO, Fernando. O Atrator Poético : a Arte no estudo do Design da Interação The Atrator Poético : Art in the study of Design of Interaction. Rev. da Associação Estudos em Design - Puc-Rio, v. 15, p. 1–17, 2008.

FRANCESCHI, Humberto Moraes. Registros sonoros por meios mecânicos no Brasil. Rio de Janeiro: Studio HMF, 1984.

GABOR, D. Acoustical quanta and the theory of hearing. *Nature*, 159. 1947.

GELATT, R. *The fabulous phonograph: from tin foil to high fidelity*. New York: Lippincott, 1955. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=h8c5AAAAIAAJ>>.

GERSTNER, Karl. *The Forms of Color*. Cambridge, MA, MIT Press, 1986.

GHASSAEI, Amanda. 3D Printed Record. 2012 Disponível em: <<http://www.instructables.com/id/3D-Printed-Record/>>. Acesso em: 20 dez. 2015.

_____, Laser Cut Record. 2013 Disponível em: <<http://www.instructables.com/id/Laser-Cut-Record/>>. Acesso em: 22 dez. 2015.

GIANNETTI, Cláudia. *Estética digital: sintropia da arte, a ciência e a tecnologia / tradução de Maria Angélica Melendi*. Belo Horizonte: C/Arte, 2006.

GONÇALVES, Eduardo. A Casa Edison e a formação do mercado fonográfico no Rio de Janeiro no final do século XIX e início do século XX. Publicado em *Revista Desigualdade & Diversidade*, no 9, jul-dez de 2011.

GRAU, Oliver. *Virtual Art - From Illusion to Immersion*. Cambridge, UK: Leonardo - The MIT Press, 2003. Disponível em: <<http://medcontent.metapress.com/index/A65RM03P4874243N.pdf>>. Acesso em: 19 maio 2014.

GUGELMIN, Felipe. Nova impressora 3D cria objetos em escala nanométrica. *Tecmundo*. Disponível em: <<http://www.tecmundo.com.br/impressora/20601-nova-impressora-3d-cria-objetos-em-escala-nanometrica-video-.htm>>. Acesso em: 29 fev. 2016.

HARBISSON, Neil. *Cyborg Foundation*. p. 10, 2010.

HIPPEL, Eric von. *Open User Innovation*. *The Encyclopedia of Human- Computer Interaction*, 2nd Ed., 2014. Disponível em: <https://www.interaction-design.org/encyclopedia/open_user_innovation.html>. Acesso em: 21 maio 2015.

HOFFMAN, F. *Encyclopedia of Recorded Sound*. Abingdon: Taylor & Francis, 2004. (*Encyclopedia of recorded sound*). Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=xV6tghvO0oMC>>.]

HOLMES, Bryan. *Análise Espectromorfológica da Obra Desembocaduras*. In: XVIII Congresso da Associação de Pesquisa e Pós-Graduação em Música (ANPPOM), 2008, Salvador - BA. *Anais do XVIII Congresso da ANPPOM*, 2008.

HURST, Nathan. *First 3-D Printed Records Sound Awful—And Amazing*. *WIRED*. Disponível em: <<http://www.wired.com/2012/12/3-d-printed-record/>>. Acesso em: 1 mar. 2016.

IDEO. *Human centered design toolkit*. 2. ed. Boston: Ideo Toolkit collection, 2011.

JÁCOME, Jarbas. Sistemas Interativos de Tempo Real para Processamento Audiovisual Integrado. UFPE - Unversidade Federal de Pernambuco, 2007.

JOHNSON, Steven. Emergência: a dinâmica de rede em formigas, cérebros, cidades. São Paulo. Jorge Zahar. 2003

KANTER, Rosabeth Moss. Nine Rules for Stifling Innovation. Harvard Bussines Review. Disponível em: <<https://hbr.org/2013/01/nine-rules-for-stifling-innova.html>>. Acesso em: 5 maio 2015.

LEVIN, Golan. Painterly Interfaces for Audiovisual Performance. MIT - Massachusetts Institute of Technology, 2000. Disponível em: <<http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Painterly+Interfaces+for+Audiovisual+Performance#0>>. Acesso em: 6 junho 2015

LÈVY, Pierre. Cibercultura trad. Carlos, Irineu da Costa. São Paulo, Editora 34. 1999.

KLEIN, Adrien Bernard. Colour-Music: The Art of Light. Crosby, Lockwood & Son, London, 1927.

MAEDA, John. My bright idea: Innovation is born when art meets science | Science | The Guardian. the guardian journal. Disponível em: <<http://www.theguardian.com/technology/2010/nov/14/my-bright-idea-john-maeda>>. Acesso em: 5 maio 2015.

MANOVICH, Lev. Software takes command: extended language for new media. New York, London: Bloomsbury Academic. 2013.

_____. The language of new media. Cambridge, Mass.: MIT Press, 2001.

MINAI, Ali A.; BAR-YAM, Yaneer. (eds), Unifying themes in complex systems, Volume IIIB, Proceedings of the third international conference on complex systems, Springer, ISBN-3-540-35864-1 Springer Berlin Heidelberg New York. Cambridge: Massachusetts, 2006.

MORITZ, Willian. "Abstract film and color music". In Maurice Tuchman (org.), The Spiritual in Art: Abstract Painting 1890-1985. San Francisco, Abbeville Press Publishers, 1996.

NGUYEN, Tu Thanh. Competition Law, Technology Transfer and the TRIPS Agreement: Implications for Developing Countries. Cheltenham: Edward Elgar, 2010. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=ITCLFV6aQHwC>>.

OWEN, Charles. Design Thinking: Notes on Its Nature and Use. Design Research Quarterly, v. 2, n. 1, p. 16–27, 2007. Disponível em: <www.designresearchsociety.org>.

_____. Design Thinking: Driving Innovation. The BPM Institute. Disponível em: <<https://hbr.org/2013/01/nine-rules-for-stifling-innova.html>>. Acesso em: 6 maio 2015.

PEACOCK, Kenneth; FIELDING, Henry; SMITH, Adam. Instruments to Perform Color-Music : Two Centuries of Technological Experimentation. Leonardo - The MIT Press, v. 21, n. 4, p. 397–406, 1988.

PICCINO, Evaldo. Um breve histórico dos suportes sonoros analógicos. Sonora, v. 1, n. 2, p. 1–25, 2010.

PLAZA, Júlio. Arte e interatividade: autor-obra-recepção. ARS (São Paulo), São Paulo, v. 1, n. 2, dez. 2003.

PRATES, Eufrazio . Sinéreses cromossônicas: projeto de complementaridade semiótica entre som e cor. Galáxia (PUCSP), São Paulo, v. 4, p. 293-297, 2002.

RICKLI, André. Digital processing device for audio signal. Disponível em: <<https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO1997001168>>. Acesso em: 1 set. 2015. 9 jan. 1997

RITTER, Don. Orpheus by Don Ritter. Berlim, Alemanha. Disponível em: <<http://aesthetic-machinery.com/orpheus.html>>. Acesso em: 12 mai 2015.

_____. “Interactive Video as a Way of Life,” Musicworks 56, Fall 1993, 48-54.

ROADS, Curtis. Microsound. Cambridge: MIT Press, 2001.

RODRIGUES, Patrícia Rocha; ALVES, Lynn Rosalina Gama. Tecnologia Assistiva – Uma Revisão Do Tema. Hologos, v. 6, p. 170–180, 2013.

SANTAELLA, Lúcia. Matrizes da linguagem e pensamento: sonora visual verbal: aplicações na hipermídia. São Paulo: FAPESP, Iluminuras, 2005.

SCHAEFFER, Pierre. Traité des Objets Musicaux. Paris: Éditions du Seuil. 1966.

SMALLEY, Denis. Spectro-morphology and Structuring Processes. In Emmerson, Simon (Ed.). The Language of Electroacoustic Music. London: Macmillan Press. 1986

SOGABE, Milton Terumitsu. Falsa interface como recurso poético na obra interativa. 22 Encontro Nacional da ANPAP, p. 2276–2282, 2013.

SOUTO, Virgínia Tiradentes. Arte + Design + Ciência + Tecnologia = Inovação. 11 Encontro Internacional de Arte e Tecnologia (#11.ART), p. 1–12, 2012.

THE BILL DOUGLAS CENTRE. Travelling lanternists. Disponível em: <http://www.ex.ac.uk/bdc/young_bdc/lanterns/lantern3.htm>. Acesso em: 20 ago 2015.

VASSÃO, Caio A. Metadesign - Ferramentas, Estratégias e Ética para a Complexidade. São Paulo: Blucher, 2010.

WEBER, Ernst. Peter Carl Goldmark 1906—1977. Washington D.C: Sciences, National Academy of, 1985.

WEISSENBRUNNER, K. Experimental Turntablism: Historical overview of experiments with record players / records — or Scratches from Second-Hand Technology. eContact!, n. 14.3, 2013. Disponível em: <http://cec.sonus.ca/econtact/14_3/weissenbrunner_history.html>. Acesso em: 28 jul. 2015.

WHITNEY, John. Digital Harmony. Peterborough, EUA: McGraw-Hill. 1980.

_____. "To Paint on Water: The Audiovisual Duet for Complementarity". Computer Music Journal 18, No 3. Cambridge. MA, MIT Press, 1994.

WILFRED, Thomas. "Composing in the art of lumia," Journal of Aesthetics and Art Criticism, (VII) December 1948, 79-93.

_____. "Light and the artist," Journal of Aesthetics and Art Criticism, (V) June 1947, 247-255.

WILSON, Stephen. Information Arts - Intersections of art, science, and technology. London: MIT Press, 2002.

WOOLLASTON, Victoria. Forget vinyl, you can now turn your music downloads into records made of wood. Daily Mail Online. Disponível em: <<http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-2323708/Forget-vinyl-turn-musicdownloads-records-wood.html>>. Acesso em: 1 mar. 2016.

YASENCHAK, B Y David. Filling the Colorless Void : The Cybernetic Synaesthesia of Neil Harbisson. n. 1, 2003.

ZAMPRONHA, Edson. Notação, Representação e Composição: O novo paradigma da escritura musical. São Paulo: Annablume/FAPESP. 1998.

ZEN, Dj. Digital Vinyl Systems. Disponível em: <<http://www.djzen.in/dvs.html>>. Acesso em: 1 set. 2015.