



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE ARTES

DANILO VIEIRA GRANATO DE ARAÚJO

UMA BREVE HISTÓRIA DA MIXAGEM:
Origem, Técnicas, Percepção e Futuros Avanços

CAMPINAS
2015

DANILO VIEIRA GRANATO DE ARAÚJO

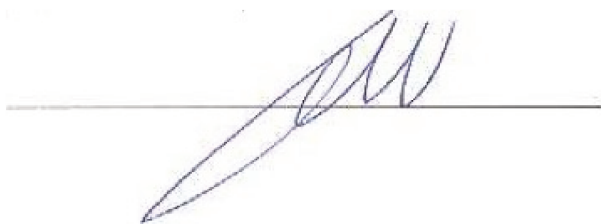
UMA BREVE HISTÓRIA DA MIXAGEM:

Origem, Técnicas, Percepção e Futuros Avanços

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Artes da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestre em Música; Área de Concentração Música: Teoria, Criação e Prática.

ORIENTADOR: José Eduardo Fornari Novo Jr.

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELO ALUNO DANILO VIEIRA GRANATO DE ARAÚJO, E ORIENTADO PELO PROF. DR. JOSÉ EDUARDO FORNARI NOVO JR.



CAMPINAS
2015

Agência(s) de fomento e nº(s) de processo(s): CAPES

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca do Instituto de Artes
Eliane do Nascimento Chagas Mateus - CRB 8/1350

Ar12b Araújo, Danilo Vieira Granato, 1989-
Uma Breve História da Mixagem : Origem, Técnicas, Percepção e Futuros Avanços / Danilo Vieira Granato de Araújo. – Campinas, SP : [s.n.], 2015.

Orientador: José Eduardo Fornari Novo Junior.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Artes.

1. Som - Registro e Reprodução - Técnicas Digitais. 2. Mixagem (Som). 3. Interfaces (Computador). I. Novo Junior, José Eduardo Fornari, 1966-. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Artes. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: A Brief History Of Mixing : Origin, Technical, Perception and Future Advances

Palavras-chave em inglês:

Sound - Recording And Reproducing - Digital Techniques

Mixing (Sound)

Interfaces (Computer)

Área de concentração: Música: Teoria, Criação e Prática

Titulação: Mestre em Música

Banca examinadora:

José Eduardo Fornari Novo Junior [Orientador]

José Eduardo Ribeiro de Paiva


Fernando Henrique de Oliveira Iazzetta

Data de defesa: 27-08-2015

Programa de Pós-Graduação: Música

Instituto de Artes
Comissão de Pós-Graduação

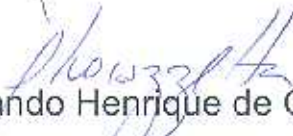
Defesa de Dissertação de Mestrado em Música, apresentada pelo Mestrando Danilo Vieira Granato de Araujo - RA 070586 como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre, perante a Banca Examinadora:



Prof. Dr. José Eduardo Fornari Novo Junior
Presidente



Prof. Dr. José Eduardo Ribeiro de Paiva
Titular



Prof. Dr. Fernando Henrique de Oliveira Iazzetta
Titular

Dedico este trabalho a minha família, principalmente meus pais e irmãos, por toda a força, incentivo e ajuda, essencial para realizá-lo.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer aos meus familiares, principalmente a meus pais Fernanda e Marcelo, e a meus irmãos Guilherme e Marcos, por todo o apoio ao longo desta empreitada que foi a minha experiência no mestrado. Também gostaria de agradecer ao meu orientador, Prof. Dr. José Eduardo Fornari, o Tuti, principalmente por acreditar em mim, e também por tantas lições entre conselhos, ensinamentos, apoio, sabedoria, paciência, dentre outras lições que me foram passadas no decorrer de todo o processo. Deixo, também, um abraço para todos os professores com que tive aula e aos colegas de curso, com quem também tive maravilhosas experiências e que, com certeza, vou guardar para toda vida.

Quero deixar registrado aqui um agradecimento especial à agência de fomento CAPES pela concessão de bolsa para este mestrado a partir de março de 2014, o que me proporcionou melhores condições para a conclusão deste trabalho. Gostaria de elogiar, também, o trabalho feito pela Coordenadoria de Pós-Graduação do Instituto de Artes da Unicamp durante o decorrer dos anos de curso, que sempre me auxiliou da melhor forma possível a resolver as questões de documentação e prazos.

E, por último, esse agradecimento também vai para todos os meus amigos e pessoas próximas que estiveram por perto nesse período e que, de alguma forma, me ajudaram, seja com um abraço motivador, seja com sorrisos alentadores. Gostaria de citar todos, mas tenho certeza que falharia nessa missão, pois são muitos. Fica, assim, um abraço geral para todos os amigos de Barão Geraldo e arredores, (principalmente os irmãos da república Ruteria), os amigos de Goiânia e também da família Cymatic Lab. Um agradecimento especial para a Isabella e a Jurema, por me acolherem tão bem em sua casa e, também, pelo apoio na reta final desta empreitada.

RESUMO

Título: UMA BREVE HISTÓRIA DA MIXAGEM: Origem, Técnicas, Percepção e Futuros Avanços

Esta dissertação apresenta uma abordagem geral sobre o tema da atividade de mixagem musical buscando reunir em um único trabalho considerações e correlações a respeito de seus aspectos históricos, subjetivos, técnicos, bem como possíveis avanços futuros. No primeiro capítulo, objetivou-se compilar, em uma abordagem introdutória da origem da gravação e da reprodução sonora, os principais fatos referentes ao surgimento da mixagem no séc. XX e o seu posterior desenvolvimento. Também foram levantadas algumas hipóteses sobre a origem dos estudos da manipulação dos sons e como eles podem ter influenciado a concretização de diversos conceitos sonoros que foram agregados ao universo da mixagem. O capítulo é concluído com uma sucinta descrição sobre o surgimento das mesas de som analógicas, a partir da década de 1950, e o seu desenvolvimento para os modelos digitais em meados da década de 1980.

O segundo capítulo focou nas questões subjetivas que envolvem a mixagem, em seu contexto sociocultural e mercadológico, ou seja, naqueles aspectos que estão além das questões meramente técnicas, como por exemplo as características que diferenciam: os estilos, gêneros e vertentes musicais. Após estabelecer quais parâmetros de manipulação na mixagem se destacam como aspecto de expressividade, comentou-se sobre a inserção desses como elementos de significação sociocultural, introduzindo questões em torno da sua relação com a indústria cultural.

O terceiro capítulo apresenta um conteúdo teórico sobre as propriedades acústicas dos fenômenos sonoros na mixagem. Inicialmente, buscou-se definir quais informações objetivas (acústicas) e perceptuais (psicoacústicas) se associam ao estudo da mixagem. Em um segundo momento, o levantamento deste material ofereceu embasamento suficiente para inserir algumas noções sobre o estudo de grandezas psicoacústicas, como o exemplo das curvas isofônicas de resposta da audição humana, para, em seguida, descrever e discutir consequências de suas relações com o mercado, como a guerra do *Loudness* e as diferenças entre sistemas de reprodução de áudio analógico e digital.

O quarto capítulo engloba, exclusivamente, assuntos que se referem ao contexto das interfaces computacionais de mixagem. Inserindo inicialmente um panorama geral sobre as interfaces atuais, discutiu-se a eficiência desses modelos de acordo com as possibilidades de processamento disponíveis no mercado. Foram sugeridas novas abordagens em torno do tema e a busca por propostas de interação diferenciadas na relação entre usuário e interface, como o exemplo apresentado de um modelo para representação visual da propagação dos sons em ambiente virtual.

Por fim, comentou-se no capítulo de conclusão as possibilidades de automatização de tarefas internas da mixagem e discutiu-se possíveis avanços futuros, como a implementação de uma interface computacional capaz de prover a manipulação de múltiplas fontes sonoras por modelos visuais inovadores, aliada a ideia de desenvolver metodologias com maior ênfase no aspecto intuitivo e criativo dos usuários. Este texto é finalizado com uma breve seção com as considerações finais do autor sobre o assunto aqui estudado.

Palavras-Chave: Mixagem, Áudio, Acústica, Interfaces

ABSTRACT

Title: *A BRIEF HISTORY OF MIXING: Origin, Technical, Perception and Future Advances*

This dissertation presents a general approach on the subject of musical mixing activity, aiming to bring together in a single work considerations and correlations regarding their historical, subjective and technical aspects and, also, possible future developments. In the first chapter, the objective was to compile, in an introductory approach to the origin of recording and sound reproduction, the main facts concerning the birth of the mixing in the twentieth century and its further development. Besides, some hypotheses on the origin of manipulation studies of the sounds, and how it may have influenced the implementation of various sound concepts that were added to the universe of the mixing, are investigated. The chapter concludes with a brief description of the emergence of the analog sound tables since the 1950s, and its development for the digital models in the mid-1980s.

The second chapter focused on the mixing subjectivity issues in their socio-cultural and market context that are beyond the technical aspects, such as the characteristics that differentiate the styles, genres and musical aspects. After establishes which mixing parameters are associated with the significant factor, comments the inclusion of these elements as socio-cultural significance, introducing some issues related to their relationship within the cultural industry.

The third chapter presented a theoretical content on the acoustic relationship of sound phenomena in the mixing. Initially seeks to define which objective (Acoustic) and perceptual (psychoacoustic) information are associated with the study of the mixing. In a second step, the compilation of this material provided sufficient basis to insert some knowledge about the study of psychoacoustic magnitude such as the equal loudness curves and, then, describes and discusses the consequences of this relationship with the market issues such as loudness war and differences between analogic and digital audio playback systems.

The fourth chapter covers, exclusively, matters that are related to the context of computational mixing interfaces. Describing, initially, an overview of the current interfaces, discussed the efficiency of these models in the processing capabilities available in the market. New approaches are suggested on the theme and the search for different interaction environments for the users in production's interfaces, such as a visual representation of the model sounds.

Finally, the conclusion described the possible automation of internal tasks of mixing and discussed its future development such as the implementation of a computational interface that make possible the visual managing of multiple sound sources allied to the idea of developing methodologies with greater emphasis on intuitive and creative aspect of users. This work ends with a brief section with concluding remarks of the author on the subject studied here.

Keywords: *Mixing, Audio, Acoustics, Interfaces*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Imagem representativa de um Fonautógrafo (1857)	Pág. 17
Figura 1.2 – Foto: <i>Edison Tin-Foil Phonograph</i>	Pág. 18
Figura 1.3 – Foto: <i>Coin slot phonograph</i> (“máquina de tocar-música”) de 1896	Pág. 22
Figura 1.4 – Foto: Músicos na Sessão de gravação pela Victor Records	Pág. 24
Figura 1.5 – Diagrama: Etapas da Gravação	Pág. 26
Figura 1.6 – Foto: Teatro de Epidauro (Grécia)	Pág. 35
Figura 1.7 – Imagem Figurativa: Propagação Sonora com uso da Concha Acústica	Pág. 40
Figura 3.1 – Imagem: Exemplo da Propagação Sonora	Pág. 77
Figura 3.2 – Comparação Gráfica: Análise da Ressonância de Salas	Pág. 91
Figura 3.3 – Imagem: O Ouvido Humano	Pág. 99
Figura 3.4 – Curvas isofônicas <i>por</i> Fletcher & Munson (1933)	Pág. 100
Figura 3.5 – Imagem: Conversão de Ondas Analógicas e Digitais	Pág. 103
Figura 4.1 – Imagem: Interface do <i>Software Reason</i>	Pág. 108
Figura 4.2 – Imagem: Interface do <i>Plug-in VST Sylenth1</i>	Pág. 110
Figura 4.3 – Imagem: Representação Visual dos sons no ECE	Pág. 114
Figura 4.4 – Imagem: Posicionamento das Fontes de Referência	Pág. 123
Figura 4.5 – Imagem: Representação do Sistema de <i>Cross-Adaptive Effect</i>	Pág. 125
Figura 4.6 – Imagem: Representação da Propagação das Frequências	Pág. 127
Figura 4.7 – Gráfico: Representação da Distribuição Panorâmica	Pág. 128

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	Pág. 11
1 MIXAGEM	Pág. 14
1.1 Histórico	Pág. 14
1.2 A Arte	Pág. 29
1.3 Atividades de Propagação do Som Antes do Surgimento da Mixagem	Pág. 34
1.4 O Surgimento das Interfaces de Mixagem	Pág. 46
2 A SUBJETIVIDADE DA MIXAGEM	Pág. 52
2.1 Interpretação e Aprendizado	Pág. 56
2.2 Faixas de Referência	Pág. 58
2.3 A Atividade de <i>Layering</i> na Mixagem	Pág. 60
2.4 Aspectos Socioculturais	Pág. 63
2.5 Aspectos Mercadológicos	Pág. 67
3 ACÚSTICA, PSICOACÚSTICA, OS LIMITES DA AUDIÇÃO E A MIXAGEM	Pág. 75
3.1 Acústica na Mixagem	Pág. 75
3.2 Ambientes Fechados e Salas de Mixagem	Pág. 86
3.3 Psicoacústica na Mixagem	Pág. 90
3.4 Os Limites da Audição	Pág. 95
3.5 Som Analógico e Digital	Pág. 99
4 INTERFACES DE MANIPULAÇÃO E FUTUROS AVANÇOS	Pág. 105
4.1 Interfaces (Des)atuais e as Novas Abordagens Visuais	Pág. 105
4.2 Representação Visual do Som	Pág. 110
4.3 Automatização de Tarefas na Mixagem	Pág. 115
4.4 A Aplicação da Automatização na Mixagem	Pág. 118
5 DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES	Pág. 129
5.1 Discussão Sobre o Conteúdo do Capítulo 1	Pág. 129
5.2 Discussão Sobre o Conteúdo do Capítulo 2	Pág. 131
5.3 Discussão Sobre o Conteúdo do Capítulo 3	Pág. 134
5.4 Discussão Sobre o Conteúdo do Capítulo 4	Pág. 137
5.5 Considerações Finais	Pág. 139
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	Pág. 142
GLOSSÁRIO	Pág. 158

INTRODUÇÃO

Há aproximadamente sete anos, durante a graduação em música na Unicamp, quando tive maior contato com o meio musical da região de São Paulo, interessei-me pelos temas relacionados à atividade de gravação e produção musical. Neste período, por curiosidade, realizei um breve estudo sobre as etapas de produção e seus processos internos, como por exemplo a captação, a adição de efeitos, as plataformas externas, dentre outros. E foi nesse momento que, surpreendentemente, deparei-me com o assunto da mixagem. Enfatiza-se este fato pois, não sendo paixão à primeira vista, realmente, minha identidade com este conteúdo foi um processo de construção contínuo. Isso, principalmente, por ela trabalhar de forma artística a aplicação e associação de conceitos e noções de diversas áreas distintas, como melhor esclarecido no texto da dissertação.

Considera-se o momento citado acima como o gatilho para o início dessa jornada pessoal em busca de compreender, de uma forma mais clara, os fatores e fenômenos sonoros por trás do universo artístico da mixagem. Nos anos seguintes, sempre que possível, dediquei-me a aprofundar, de diversas maneiras, sobre alguns tópicos referentes à mixagem, seja estudando sua teoria ou mesmo praticando em plataformas digitais por conta própria. Em 2011, ao interessar-me por uma pesquisa de mestrado, optei por propor um projeto que, de alguma forma, tivesse relação com esse tema.

Inicialmente, pensei em realizar uma pesquisa de tema mais específico, discutindo sobre a aplicação de novas metodologias em interfaces computacionais da mixagem. Porém, no decorrer dos dois anos e meio de curso, entre leituras e períodos mais focados na redação dos textos, percebi o quanto o campo de conhecimento da mixagem é realmente extenso, agrega diversas áreas simultaneamente e apresenta uma série de processos complexos. Essa constatação provocou uma reavaliação de interesses em relação aos rumos da pesquisa, onde observei que para tratar de um tema tão específico, como o proposto inicialmente, necessitaria-se compreender melhor a mixagem em si, como um todo, reunindo seus aspectos históricos, subjetivos, físicos e conceituais.

Logo, o foco da pesquisa foi readaptado para estudar o contexto da mixagem, em geral, e esclarecer a associação entre estas diversas subáreas que o tema abrange, como por exemplo a acústica ou síntese sonora. Em suma, o leitor encontrará no texto dessa dissertação

quatro capítulos temáticos e divididos em subáreas relacionadas à mixagem, e um capítulo final com considerações finais do autor sobre esse trabalho.

O primeiro capítulo da dissertação introduz e discute conceito de mixagem, inserindo-o como uma atividade interna da produção musical. O conteúdo em foco, inicialmente, é abordado através de uma recapitulação histórica que sugere fatos e elementos importantes para a consolidação de conceitos vinculados a essa atividade. Cria-se um diálogo entre as diversas áreas de conhecimento que possibilitaram o surgimento e a aplicação da mixagem como artifício para o modelamento sonoro. Cita-se, por exemplo, as noções de tratamento acústico arquitetônico que foram utilizadas nas construções dos teatros gregos antigos para determinar certos aspectos de propagação dos sons no ambiente. Comenta-se, também, a importância do surgimento da gravação sonora e a sua influência sobre a mixagem a partir do seu desenvolvimento tecnológico no decorrer do século XX. Encerra-se o capítulo com uma breve recapitulação histórica sobre o surgimento das mesas de som e sua posterior adaptação para o modelo digital.

O segundo capítulo da dissertação realiza uma abordagem sobre as questões subjetivas da mixagem como as diferenças timbrísticas que surgiram entre os estilos, e as diferentes épocas. Comenta-se como a formação de variados padrões de sonoridade associa-se à diversificação existente entre os estilos musicais, e a respectiva preferência pelo público por estes, apontando suas implicações no contexto mercadológico e sociocultural. Após uma breve explicação sobre o conceito de Indústria Cultural, com base em publicações de Adorno, realiza-se uma observação sobre a presença da mixagem no mercado e sua possível influência nas padronizações em âmbito cultural, impondo determinadas características utilizadas como elemento de manipulação do comportamento do público consumidor.

O terceiro capítulo da dissertação apresenta a reunião de conceitos das áreas de acústica e psicoacústica que dialogam entre si e associam-se, ou são aplicados, na atividade de mixagem. É realizado um levantamento das informações que seriam relevantes para a compreensão da relação de existência e percepção dos fenômenos sonoros dentro dos ambientes acústicos destinados ao trabalho com a mixagem, como os estúdios (salas fechadas), por exemplo. Posteriormente, são apresentadas informações sobre as diferenças entre o som captado de forma analógica e o som processado digitalmente, juntamente com as possibilidades dessas características distintas poderem influir nos resultados dos processos de mixagem atualmente.

O quarto capítulo é focado no tema das interfaces de mixagem e inicia o assunto discutindo sobre os modelos computacionais atuais onde também se busca observar a real eficiência desses. São apresentados conceitos de novas metodologias, como por exemplo a representação visual dos sons dentro do espaço virtual, para aplicação nesses sistemas, além de, em um segundo momento, explorar e investigar, também, o tema da automatização de parâmetros de manipulação em tarefas internas do processo de mixagem.

Finalmente, o quinto capítulo é um espaço destinado a exposição de minha visão e opinião em relação ao conteúdo escrito e ao processo de coleta dessas informações. É feita uma releitura de todos os tópicos observados, ressaltando os pontos considerados mais relevantes, e apresentadas observações acerca dos assuntos.

Acredita-se que, mesmo sem a intenção de esgotá-lo, o texto conseguiu aproximar-se do tema de maneira a propiciar aos leitores um conteúdo elucidativo àqueles que se interessam em aprofundar técnica e artisticamente no vasto mundo da produção musical.

1 Mixagem

Pode-se definir a mixagem como a ação dinâmica de: mesclar, moldar e equalizar por meio de técnicas e ferramentas de apoio, o som de um ou mais canais com o conteúdo de distintas fontes sonoras, de forma a alcançar um objetivo estético específico [GIBSON 2005, p: 2-5]. Porém, a manipulação dessas ferramentas dependem da atuação criativa e muitas vezes intuitiva de um profissional de mixagem. Ainda não existe, e nos parece que ainda está longe de existir, um modelo computacional, ou método formal, que realize automaticamente a mixagem sonora, especialmente no contexto musical.

A seguir são relatados e observados os primórdios da atividade musical que veio a constituir o que hoje se denomina “mixagem”.

1.1 Histórico

A gravação sonora foi a tecnologia desenvolvida que permitiu o surgimento da atividade de mixagem. O registro sonoro foi criado e desenvolvido de forma efetiva, no sentido de poder ser reproduzido, a partir do fonógrafo construído e apresentado ao mundo em outubro de 1877 pelo inventor americano Thomas Edison [MORTON 2004, p: 1]. Este aparelho permitiu capturar e armazenar eventos acústicos em um substrato acessível e manipulável. A reprodução sonora, segundo MORTON [2004, p: 198], é o processo de converter uma gravação de áudio, registrada e armazenada em uma mídia de reprodução, como: cilindro, disco, fita, CD, filme ou em formato digital; em informação audível através de algum sistema de aparelhagem de som. Com este advento, o som passou a ter similaridades com outras formas de expressão e linguagens visuais, tais como a escrita, a imprensa, a fotografia e o cinema.

Desde a antiguidade, a humanidade tenta registrar num meio duradouro e de forma inequívoca a informação sonora, que é por natureza imaterial, efêmera e intangível. A primeira tentativa neste sentido, que se tem registro histórico, trata do registro da linguagem. A escrita teve sua origem em formas mais rudimentares, tais como a pictografia – método de escrita a partir de figuras – que descende da ideografia – método onde as ideias são representadas pela utilização de sinais gráficos [CORDEIRO 1987, p: 27]. Posteriormente, por volta de 5000 AC, desenvolveram-se outros sistemas, tais como a escrita cuneiforme dos

povos da Suméria e da Mesopotâmia e o sistema de hieróglifos dos povos do Antigo Egito. A mais antiga forma de notação musical pode ser encontrado em uma tábua cuneiforme que foi criado em Nippur, na Suméria (atual Iraque), em cerca de 2000 aC. A tábua representa instruções fragmentadas para a execução de uma música, composta em harmonias de terças e escrita baseada em uma escala diatônica [KILMER & CIVIL 1986, p: 94]. A imprensa – técnica de automatizar a impressão de texto em papel – teve sua origem na xilografia desenvolvida pelos chineses no século VI e, posteriormente, foi aperfeiçoada e adaptada para o sistema mecânico desenvolvido por Johannes Gutenberg, no século XV. Gutenberg (Mogúncia, ca. 1398 – 3 de fevereiro de 1468) é tido como o inventor do tipo mecânico móvel para impressão por volta de 1439 [GASPAR 2004, p: 1]. Esta invenção é citada como o marco inicial da Revolução da Imprensa, considerada um dos eventos mais importantes do período moderno. Da mesma forma, também foram desenvolvidos métodos de registro da informação visual. A fotografia, que surgiu no século XIX por Henry Talbot na Inglaterra, e por Louis Daguerre na França, e teve seu desenvolvimento para a versão em cores, desenvolvida em 1908 pelos irmãos franceses Auguste e Louis Lumière. O cinema, também difundido pelos irmãos Lumière, foi criado por volta de 1895, advindo do sistema de projeção de filmes: cinematógrafo *Lumière*.

Todas essas técnicas possibilitaram lidar com a manipulação estética do registro de uma informação primordialmente intangível. Colocando numa ordem cronológica, a escrita, há cerca de 7000 anos, permitiu registrar os sons da comunicação verbal. Em seguida, a impressa, no século VI, permitiu registrar e também reproduzir a informação textual, em larga escala e sem perda de informação. No século XIX, a fotografia permitiu registrar um instante de uma informação visual efêmera. No início do século XX, o cinema permitiu registrar um período específico de um evento visual dinâmico no tempo. O advento da gravação sonora, também no século XX, permitiu registrar, reproduzir e manipular o som.

A habilidade técnica de capturar sons, ou simplesmente a atividade de tentar descrevê-los em palavras e termos específicos, iniciou em meados do século XIX. Apesar da realização da primeira gravação sonora ser atribuída ao inventor Thomas Alva Edison devido ao evento em 18 de agosto de 1877, onde foi realizado um primeiro registro sonoro, em público, do próprio Edson recitando o poema “*Mary has a little lamb*”¹, os princípios tecnológicos da captação de sons tiveram seu início com as primeiras experiências realizadas pelo pintor

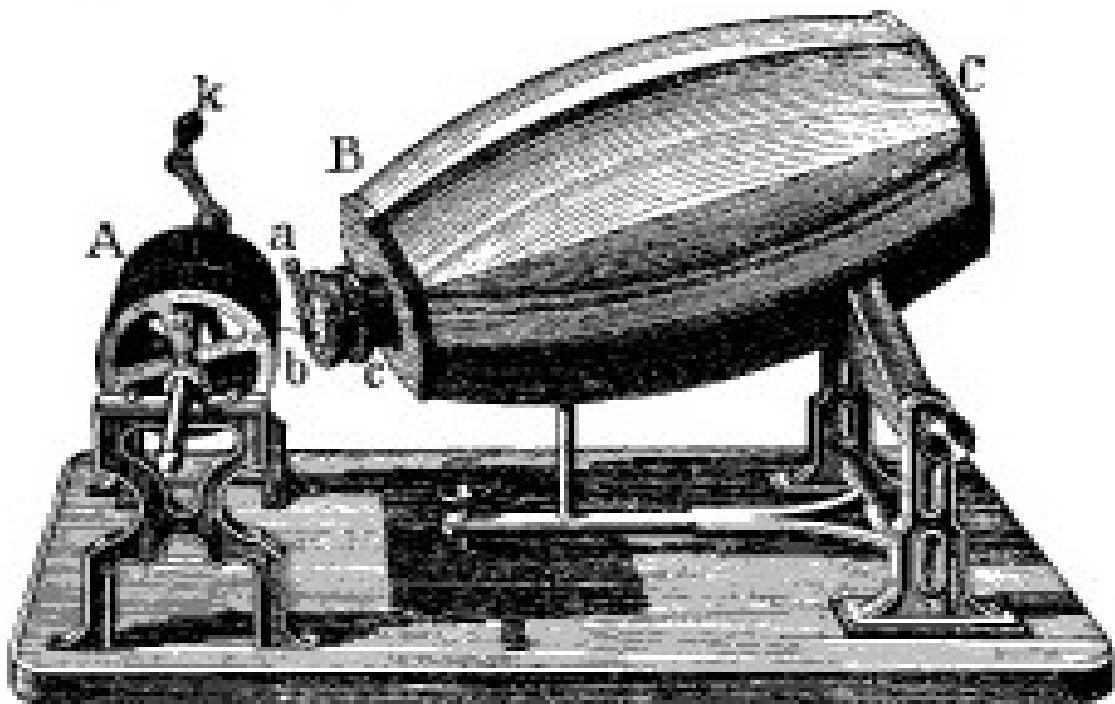
1 Tradução: “Mary tem um carneirinho”. Fonte: Disponível em:

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Mary_Had_a_Little_Lamb> Acessado em 15 jun. 2015. Vídeo Audio Original disponível em: <<http://youtu.be/g3qPT30LejM>>.

francês Leon Scott ao inventar o Fonautógrafo (1857). Segundo PICCINO [2003, p: 2] o Fonautógrafo, representado na figura 1.1 abaixo, foi o primeiro aparato capaz de registrar sons em cilindros de papel, madeira ou vidro com uma capa de fuligem, sem, no entanto, dispor da capacidade de reproduzi-los para a escuta. Uma matéria divulgada pelo jornal The New York Times em março de 2008², revela a descoberta em Paris, realizada por um grupo americano de pesquisadores da história do áudio, do que seria realmente o mais antigo e primeiro registro sonoro realizado através do Fonautógrafo conhecido até hoje. O registro sonoro, realizado em 9 de abril 1860 por um francês citado como *little-known* (“pouco conhecido”, tradução do autor), disponível para escuta no *link* da matéria acima, apresenta uma qualidade de definição bem inferior e revela em seu conteúdo de apenas 10 segundos de duração a voz de um cantor executando a canção infantil *Au Claire de la Lune*. Realmente, o inventor Leon Scott é visto como um herói “pouco querido” na história da gravação sonora. Apesar de realmente ter conseguido criar o primeiro sistema de registro sonoro, anterior a Edison, não apresenta indícios de ter desenvolvido um sistema para a posterior reprodução de suas gravações. Nascido em Paris em 1817, era um homem vinculado profissionalmente à área das letras, tendo trabalhado como bibliotecário no comércio de livros, e não um cientista das áreas de física ou química, por exemplo. Segundo a matéria do jornal The New York Times, mencionada acima, durante sua carreira ele publicou um livro sobre a história da Estenografia, ou Taquigrafia – que se trata de um processo de escrita formada a partir da aplicação de sinais abreviados da escrita à mão que proporcionam a aceleração da leitura e compreensão do texto – onde expunha claramente sua visão de que a gravação sonora era uma extensão dessa ciência. Em uma publicação a respeito de si mesmo em 1878, Scott criticou Edison por se apropriar de seus métodos e interpretar de forma errônea o propósito da tecnologia de gravação, cuja a meta, segundo o autor, não era a reprodução do som, mas sim a “fala escrita” (o registro da mensagem por via do registro da fala) [CASAGRANDE 2010, p: 726], o que seria o real significado da palavra fonógrafo.

Segundo a mesma matéria citada acima, de fato, Edison atingiu seus avanços por conta própria. Não existem evidências de que ele teve conhecimento do trabalho de Scott para a criação do seu fonógrafo, além de manter a distinção quanto ao mérito de ser o primeiro a reproduzir uma gravação sonora.

2 Disponível em: <<http://goo.gl/Nsmu5y>> Acessado em 15 jun. 2015.



Phonautograph.

Figura 1.1: Imagem representativa de um Fonautógrafo (1857) criado por Léon Scott.

Legenda: “B e C” - Barril com abertura na parte “C”; “a” e “c” - representam um tubo de latão com uma membrana e um estilete na ponta “b”; “k” - representa a manivela utilizada para girar o cilindro representado em - “A” - coberto de folha-de-estanho.

Fonte: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Fonaut%C3%B3grafo>>.

Outro episódio anterior à experiência de Edison, também citado como importante, comenta que, em abril de 1877, o cientista francês Charles Cros entregou à Academia das Ciências Francesa um pacote selado contendo um projeto para um sistema de gravação e reprodução sonora, a partir da transferência da informação sonora para uma forma de mídia que possibilitaria a sua posterior reprodução, denominado o “*Paléophone*”. Segundo MORTON [2004, *Timeline*], Cros, aparentemente, nunca chegou a realizar uma demonstração de um protótipo de sua invenção em funcionamento.

Em agosto do mesmo ano de 1877, Edison, de fato, construiu o aparelho que ficou mais conhecido pelo nome de *tin-foil phonograph* (“fonógrafo de folha-de-estanho”, tradução do autor). Tal aparelho possuía um cilindro com base de estanho fixo que possibilitava a reprodução do objeto sonoro gravado para a escuta³. A gravação e a reprodução aconteciam de forma mecânica, ou seja: utilizava-se uma manivela para girar o cilindro; e para a captação

3 Disponível em: <<http://edison.rutgers.edu/tinfoil.htm>>. Acessado em: 15 jun. 2015.

das ondas era utilizado um grande cone metálico. Na extremidade do cone, um diafragma vibrava e uma agulha sulcava os cilindros com vibrações análogas. Após a captação, invertendo os cilindros em sentido contrário, e girando a manivela do fonógrafo, as agulhas percorriam o sentido da informação registrada no cilindro através das variações nas ondulações em relevo, fazendo o cone ou corneta amplificar o som do diafragma [PICCINO 2003, p: 11]. A figura 1.2 abaixo mostra uma fotografia de um *tin-foil phonograph* de Edison:

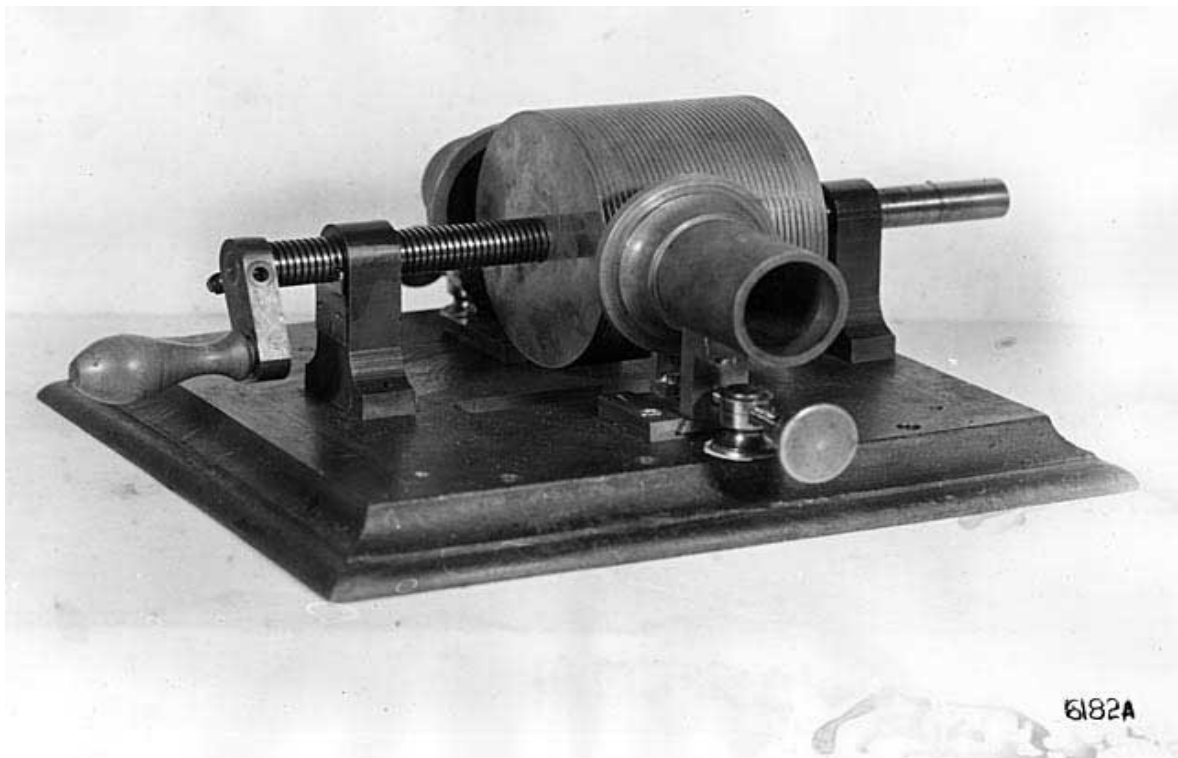


Figura 1.2: Registro fotográfico de um *Edison Tin-Foil Phonograph* original.

Fonte: <<http://memory.loc.gov/ammem/edhtml/edcyldr.html>>.

Considera-se que dois fatores retardaram o processo de exploração comercial da gravação sonora: 1) a notória relutância de Edison na utilização e exploração deste artifício como entretenimento. Segundo uma lista com 10 opções de utilidades para o fonógrafo feita por ele na época⁴, a gravação musical não era vista como uma das prioridades [DEARLING & DEARLING 1984, p: 21]. Posicionada em quarto lugar, aparecia atrás de atividades educacionais como o ensino de línguas e a gravação da leitura de livros para ouvintes cegos, por exemplo; 2) sua prioridade profissional que estava voltada para o desenvolvimento de

4 Lista disponível EDISONMUCKERS.ORG: <<http://goo.gl/Bco50i>> Acessado em: 15 jun. 2015.

outros projetos, tais como o telefone, em 1878, e a lâmpada elétrica, em 1882. A invenção da lâmpada incandescente [PICCINO 2003, p: 2-3] é considerada um marco fundamental na história da tecnologia e um grande sucesso de mercado (fundando nesse período a empresa que atualmente se tornou conhecida como *General Electric Company*, ou GE⁵, e muitas das empresas precessoras vinculadas ao desenvolvimento e ao fornecimento de eletricidade estabelecidas atualmente).

Diante de uma invenção que cativou tanto as pessoas como o fonógrafo, mesmo que Edison não tenha abandonado de vez suas pesquisas e trabalhos vinculados ao mercado fonográfico, esse período de afastamento permitiu que outros inventores, contemporâneos seus, tenham se empenhado em superar a tecnologia básica de seu fonógrafo [MORTON 2004, p: 15]. Isso fez com que Edison tivesse de se mobilizar para poder alcançá-los posteriormente e assim criar uma concorrência à altura de seu interesse em inserir novamente seus produtos, como o fonógrafo e os cilindros, de forma significativa no mercado fonográfico prematuro que se expandia com rapidez tornando-se cada vez mais expressivo e influente. Desde então é possível reconhecer o impacto e as mudanças que essa tecnologia gerou, refletindo de forma significativa nos hábitos e cultura da sociedade em geral [MORTON 2004, p: 15].

Segundo DE MARCHI [2005, p: 7], os cilindros de Edison, no início da década de 1880, tinham um tempo-útil de vida limitado à poucas utilizações (entre 3 ou 4), pois “a durabilidade do formato deixava a desejar, sendo que o papel de estanho logo se desgastava e quebravam facilmente.” As gravações duravam um tempo curto (aprox. 1 minuto) e não possibilitavam cópias, além de uma baixa qualidade de definição sonora. Em 1886, Chichester Bell, primo de Alexander Graham Bell (o inventor do telefone) e Charles Sumner Tainter registraram a patente de um fonógrafo com algumas modificações, descritas abaixo, que nomearam de *Graphophone* (Gramofone). Em comparação ao sistema do Fonógrafo de Edison, no Gramofone a folha de estanho foi substituída por um cilindro de cera mineral derivada do petróleo, denominado ozocerito, e o estilete, que antes era feito de aço, passou a ser feito de pedra safira em forma de goiva (arredondado ou em formato de “V”).

Em 1888, Emile Berliner, um imigrante americano de Hanover, desenvolveu os discos planos e propôs uma nova alternativa como mídia para armazenamento de informação sonora que, também, podia ser reproduzida posteriormente. Os discos tinham dimensões de 12cm (aprox. 5 polegadas) de diâmetro, eram reproduzidos através de um sistema mais simples e

5 Disponível em: <<https://www.ge.com/>>. Acessado em: 15 jun. 2015.

possibilitavam armazenar mais tempo áudio do que os cilindros. Logo eles passaram a ser comercializados como concorrência aos cilindros de Edison. Seu sistema de gravação diferia ao máximo do de Edison. O estilete em contato com a mídia de gravação, agora um disco no lugar de um cilindro, realizava movimentos em até dois eixos – lateralmente (de um lado para o outro) e horizontalmente (para cima e para baixo) – de acordo com as oscilações de um diafragma que vibrava em resposta às ondas mecânicas emitidas pelas fontes sonoras. Essa movimentação do estilete riscava o disco e a partir dessas modificações em relevo a mídia armazenava o conteúdo sonoro. Assim que a gravação terminava, o disco era imerso em uma banheira de ácido que forma os sulcos no metal de acordo com a matriz, consolidando a mídia para posteriormente poder ser lida por uma agulha. Posteriormente, Berliner percebeu que, além de menos saturação nas gravações em disco, o processo para duplicá-los era extremamente simples. Nestes primeiros momentos da gravação sonora, as sessões de gravação de uma música, geralmente, duravam um longo período de tempo pois cada cilindro ou disco era gravado individualmente, exigindo do artista que executasse a música cada vez que tinha de gravar uma cópia.

A partir de 1892, Berliner passou a usar um disco original prensado como matriz para fazer as outras cópias, reduzindo a necessidade que os artistas tinham de gravar uma performance para fazer cada disco individualmente. Dessa forma, com a gravação de apenas uma performance da canção passou a ser possível manufaturar várias réplicas do mesmo disco. Esse sistema de cópia prevaleceu até a microgravação em 1943, que passou a gravar cada instrumento individualmente para depois misturá-los na etapa de edição. A edição é um processo interno da produção musical destinado manipulação da informação sonora registrada, com o processamento de algumas características do som (como por exemplo: afinação, equalização, duração, entre outros), na busca de obter um resultado desejado [MILLETO et al 2004, p: 21]. Esses primeiros discos revelaram que a gravação musical tinha potencial comercial, porém a tecnologia e a qualidade de reprodução dos gramofones do período deixavam a desejar e impossibilitavam a real ascensão desse mercado⁶. No período inicial das gravações musicais para fins comerciais, ao final do século XIX, a música erudita já tinha seu formato definido em trechos e peças longas, o que inviabilizava seu registro nos discos. Segundo COLEMAN [2003 apud PAIVA 2012, p: 2], a música popular teve sua duração padrão de três a quatro minutos estabelecida a partir da capacidade de reprodução de cada lado dos antigos discos de 78 rpm. Dessa forma, foi padronizado um formato musical

⁶ Disponível em: <http://www.charm.rhul.ac.uk/history/p20_4_1.html> Acessado em: 15 jun. 2015.

acessível ao mercado fonográfico.z

A concorrência entre os cilindros e os discos atingiu o auge na virada do séc. XIX para o séc. XX. Porém, quem levou a melhor foi o mercado dos discos quando os irmãos *Pathé* adotaram estes como mídia para venda de música, eliminando o cilindro do mercado até 1905. Outro detalhe importante foi que em 1907 a *Columbia Gramophone* apresentou ao público, pela primeira vez, um disco de dupla face e espessura de 1 cm. A partir dos avanços técnicos os discos ficaram maiores, sendo que em 1910 já eram comuns os discos de 50 e 60cm de diâmetro e com cerca de 15 minutos de duração.

De acordo com MORTON [2004, p: 26], na década de 1890, quando os primeiros registros sonoros para a indústria de entretenimento estavam sendo realizados, a empresa *Edison Phonograph Works* (*New Jersey*, EUA, criada em outubro de 1887) e a distribuidora fonográfica local faziam suas próprias gravações, as duplicavam e as disponibilizavam para venda ao público. As vendas destinavam-se tanto para a escuta domiciliar nos fonógrafos da época, como para uma escuta em ambientes sociais através das “máquinas de tocar-música” (“*coin-slot machines*”), conforme mostra a Figura 1.3. No início dos anos 1890 alguns empresários do ramo fonográfico obtiveram sucesso utilizando-se dessas máquinas, fabricadas e comercializadas por Edison, para venda de gravações musicais para entretenimento em espaços públicos como galerias, salões e saguões de hotéis. Segundo o *site* da MEMORY⁷, a experiência com essas máquinas, que seriam posteriormente chamadas de “*proto-jukeboxes*”, foi um fator relevante que apontou naquele momento para o potencial representativo futuro dos fonógrafos na indústria do entretenimento. A expressão “*proto-jukebox*” refere-se às “*coin-slot machines*” (figura 1.3) como protótipos das *jukeboxes* (máquina de música) que surgiram posteriormente de forma efetiva em 1927, introduzidas pela AMI (*Automated Musical Instrument Company*), funcionando pela inserção de moedas e possibilitando aos clientes escolher músicas dentro de seu catálogo para serem reproduzidas⁸.

Nesse período, Edison buscou desenvolver os processos nas gravações e aperfeiçoar os acessórios de captação sonora. Relata-se que nessa fase inicial ficou evidente que realizar um bom registro sonoro para a indústria do entretenimento, mantendo a fidelidade ao conteúdo para posterior exposição, não se tratava apenas de dispor uma performance em frente ao captador sonoro. Este, na época, era denominado de “*horn*”.

7 Disponível em: <<http://goo.gl/FKpR7L>>. Acessado em: 15 jun. 2015.

8 Disponível em: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Jukebox>> Acessado em: 15 jun. 2015.



Figura 1.3: Foto de uma *Class M coin slot phonograph* (“máquina de tocar-música”) de 1896.

Fonte: <<http://vendinginside.ro/?p=657>>.

A não ser que os instrumentistas se posicionassem extremamente próximos ao captador (*horn*), e tocassem ou cantassem com muita intensidade, o resultado da gravação era um som muito fraco, incapaz de superar e prevalecer sobre os inerentes níveis de ruído de fundo (*background noise*) característicos do fonógrafo. Nos ambientes de gravação, *background noise* ou *ambient noise* refere-se a qualquer outro som que não seja parte do som principal que está sendo gravado (ou som primário). Em grande maioria dos casos, é algo normalmente indesejado numa gravação, pois pode interferir no resultado final, criando problemas acústicos como o mascaramento do som principal, registro de falas ininteligíveis

ou de difícil compreensão, causando distrações ou mesmo aborrecimento aos ouvintes, e reduzindo, ou mesmo arruinando, a experiência estética de escuta. Em contrapartida, a captação de um som muito intenso de forma inadequada, por exemplo em um quarto e com o ganho exageradamente aberto de um microfone sensível, pode resultar em distorções e provável desconfiguração da ideia original, aparentemente almejada pelo instrumentista que executou a performance.

Nos primórdios da gravação, certos tipos de instrumento simplesmente não eram registrados com facilidade, enquanto outros, como o violino por exemplo, eram captados com menos esforço e soavam, posteriormente, melhores compensados na reprodução, ou seja, os registros apresentavam maior fidelidade na reprodução da banda de frequência natural emitida pelo instrumento. Grupos maiores de instrumentos tinham ocupar pequenos espaços e se posicionar bem próximos ao captador (*horn*), o que certas vezes criava dificuldades para as execuções. Tornou-se comum criar diversas opções de padrão de posicionamento entre os distintos instrumentos no intuito de manipular o registro de alguns deles de formas específicas e mais fiéis, geralmente evidenciando trechos de destaque e privilegiando aqueles considerados mais importante para determinados arranjos e concepções diversificadas.

Realizar um registro fonográfico nesse período era uma operação delicada que requeria técnicos dentro do estúdio extremamente experientes e competentes. Eles podiam definir, a partir de escuta e da observação no momento, como a sessão de gravação estava se desenvolvendo. Tais profissionais aprenderam empiricamente e desenvolveram habilidades específicas, como substituir os diafragmas do captador sonoro com membranas de maior ou menor flexibilidade, de acordo com o tipo de performance, a umidade do ar, e também contornar outros fatores capazes de influenciar negativamente no resultado final. No decorrer desses primeiros anos, Edison e outros inventores contribuíram para a tecnologia de gravação sonora.

Em 1898, o dinamarquês Valdemar Poulsen patenteou o primeiro sistema de gravação magnético, o “*Telegraphone*”, máquina vencedora do Grande Prêmio da Exposição Mundial de Paris de 1900. Nesse primeiro sistema proposto, a gravação era feita em fio de aço, o mesmo utilizado em pianos. O arame que estava enrolado em um carretel de formato cilíndrico, e conectado até um outro cilindro, passava por um eletroímã que o magnetizava segundo o padrão variante de acordo com os sons captados por um microfone. Para realizar a reprodução do som, o arame magnetizado passava novamente pelo eletroímã gerando

correntes elétricas por indução que eram transformadas no som original na saída do aparelho. Este sistema, embora melhorado ao longo dos anos, manteve-se até os anos 1940 quando foi substituído pela fita de plástico revestida com pó de óxido de ferro, que permitia uma diminuição do peso e do tamanho dos carretéis, o que aumentava a fidelidade e a duração da gravação⁹.

A figura 1.4 apresenta um exemplo de uma sessão de gravação de uma orquestra no período anterior a década de 1920. Observa-se a forma rústica, em relação aos métodos atuais, de como eram realizados inicialmente os processos mecânicos de captação e modelamento sonoro com apenas uma fonte de recepção e captação do som, influenciando notoriamente no posicionamento dos músicos dentro do ambiente.



Figura 1.4: Foto ilustrando o posicionamento dos músicos de uma orquestra dentro da sala de gravação realizada através do processo mecânico pela Victor Records.

Fonte: <http://www.charm.rhul.ac.uk/history/p20_4_1.html>

Pode-se observar o surgimento do sistema elétrico de gravação, em 1926, como um ponto significativo dentro da história de evolução do processo de gravação. Como impacto tecnológico, isso não significou apenas um diferencial na manufatura da indústria do disco, mas a transdução da onda sonora em corrente elétrica. Ao contrário do que ocorria no sistema mecânico, o som gerado passou a ser transformado em sinal de corrente elétrica e transmitido para um amplificador de sinal no momento da gravação e da reprodução. Isto possibilitou o

⁹ Disponível em: <<http://goo.gl/925NL2>> Acessado em: 15 jun. 2015.

surgimento de equipamentos de captação e amplificação, como os microfones e os alto-falantes [PICCINO 2003, p: 17].

Com o advento da veiculação e da comercialização em massa do som gravado, impulsionadas pelo surgimento da gravação analógica elétrica na década de 1920, e o aprimoramento técnico e tecnológico observado até a década de 1970, quando se iniciou o período da gravação digital, o termo mixagem passou a ser utilizado pelos meios de comunicação em massa – o rádio, a televisão (desde 1950) e as gravações musicais – para descrever o processo de adequar a combinação de pistas de áudio gravado nos diferentes sistemas de reprodução sonora, tais como: individuais (mono); duas (estéreo); ou mais (som *surround*) pistas de *master tracks*.

*Master track*¹⁰: consiste na faixa final do trabalho de mixagem em cima de uma gravação, ou seja, é uma pista individual para o qual se destina toda a informação provinda dos outros canais e onde se sistematiza um controle geral da saída do som. O *master track* é designado a receber todas as saídas (*outputs*) individuais, ou em agrupamentos, dos canais que contém os elementos sonoros separados. Esta é a última pista pelo qual todos os sons passam antes de serem enviados para reprodução externa. Quando são finalizadas as *master tracks*, ou seja, quando a mixagem se encontra de acordo com o objetivo final, estas são enviadas para a última etapa da produção de áudio tradicional, que é a masterização: processo de redução das diferenças de dinâmicas existente entre as faixas envolvidas em um mesmo álbum, para a mídia de veiculação desse material desejado, tais como discos de vinil, CDs, televisão, mídias digitais, etc. [ALTEN 2002, p: 481].

A figura 1.5 abaixo representa um diagrama exemplificando de forma simplificada as etapas da gravação e produção musical, desde o registro dos instrumentos durante as etapas de captação (como *tracking* e *overdub*), até os processos de pós-produção como mixagem (*mix*) e masterização (*master*) para o concebimento do arquivo final (*archive*) de acordo com a mídia de destino final. Como pode ser observado, todas essas etapas são realizadas com o suporte das ferramentas de edição, como plataformas, suportes e efeitos.

¹⁰ Neste trabalho, durante o texto, optou-se por mencionar o termo “*master track*” não traduzida pois, entre os profissionais da área de áudio no Brasil, essa expressão também foi adotada e utilizada no idioma estrangeiro.

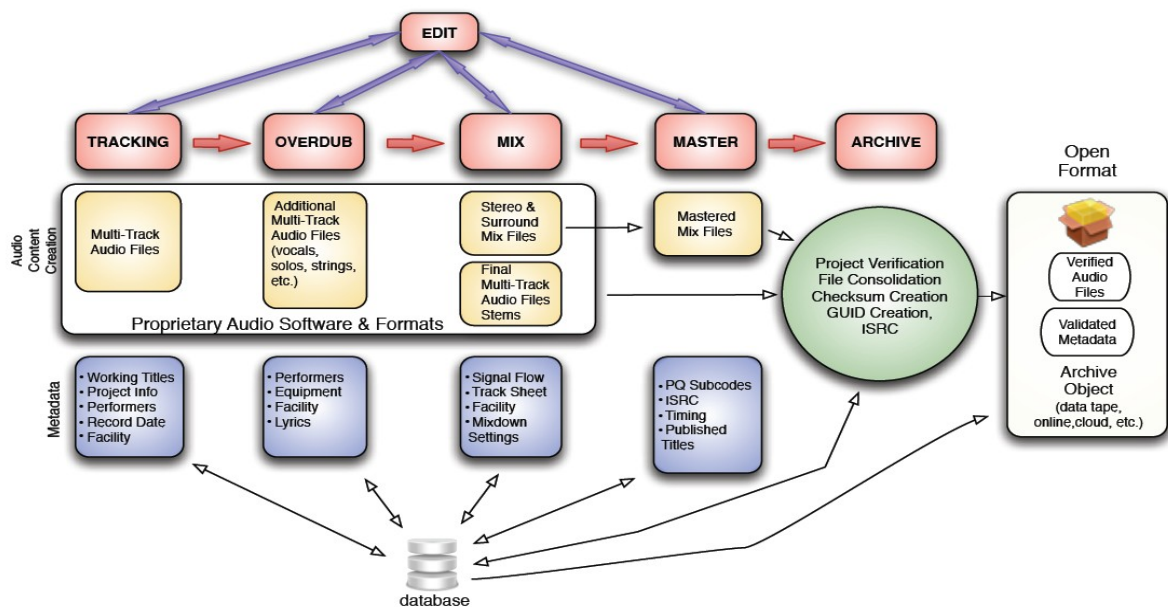


Figura 1.5: Diagrama representando as etapas no processo de gravação e produção musical.
Fonte: <<http://blogs.loc.gov/digitalpreservation/2011/12/content-creator-data-tool-released-by-ndiipp-partner/>> Acesso em 10 out 2015.

“Mono”: é o termo que especifica quando apenas um canal (individual) é utilizado e contém toda informação registrada, seja para a gravação ou para a reprodução [ALTEN 2002, p: 82]. Quanto à gravação, o tipo mono é conhecido como a forma mais simples visto que registra e armazena toda informação em um canal individual, isso pelo fato da maioria dos dispositivos de captação (microfones em atuação) não se tratarem de modelos capazes de captar e registrar distintas informações em mais de um canal. Uma alternativa para criar maior número de possibilidades de captação na gravação mono pode ser a utilização de mais de um microfone simultaneamente, dispostos em pontos distintos do mesmo ambiente, proporcionando o registro e posterior manipulação de diferentes aspectos e detalhes de um mesmo objeto sonoro¹¹. Seu uso é bastante recorrente para a gravação em aplicações estáticas, ausência de panorâmica e profundidade dentro da mixagem, como por exemplo a voz discursiva. Este canal único é conectado a caixas de som, sendo essa a característica que a difere das outras formas de reprodução, como a estereofônica, difundida a partir de 1958 com o surgimento do *stereo-disc* (disco estereofônico bi-canal).

Estereofonia: as informações sonoras estão distribuídas, pelo menos, em dois canais distintos e separados (*Left/Right*), exigindo para a sua reprodução de forma fiel, no mínimo, a

¹¹ Disponível em: <<http://goo.gl/ud65ZU>> Acessado em: 15 jun. 2015.

presença de duas caixas de som em posicionamento paralelo. Esta é a forma mais comum de proporcionar a interpretação da sensação de espacialidade através da atividade de escuta. Se o ambiente acústico e a disposição das caixas de som estiverem adequados, uma gravação sonora estereofônica propicia ao ouvinte a ilusão de profundidade física espacial [MORTON 2004, p: 198]. O fenômeno de espacialidade do som, tópico que é abordado com maior detalhamento no segundo capítulo dessa dissertação, ocorre devido aos efeitos físicos e tem seus aspectos perceptivos analisados pela psicoacústica – ciência que estuda a percepção auditiva das grandezas acústicas do som – e está relacionado as diferenças de tempo, intensidade e espectro do som emitido pelas fontes sonoras e captados pelos ouvidos do receptor.

Segundo RUMSEY & MCCORMICK [2006, p: 429] a estereofonia se refere a um sistema de som que, através da combinação de mais de uma caixa de som cria o efeito de espacialidade e provê a sensação cognitiva de um campo sonoro em 2 ou 3 dimensões. A reprodução sonora no modo estereofônico, ou simplesmente estéreo em seu formato abreviado, é denominada como “2.0”, que significa dois canais de frente e nenhum canal *surround*. A utilização de canais além da região frontal nos ambientes surgiu a partir do desenvolvimento do sistema *surround*, a partir de 1967. O termo som *surround* refere-se à utilização de multi-canais, tipicamente empregado a partir de 6 ou mais canais, cada um alimentando uma caixa de som (*loudspeaker*) separada e distribuída ao redor do ambiente. Dessa forma situa o ouvinte em um ponto interno, com a imagem aural criada otimizando a sensação de profundidade, diferente do que ocorre na reprodução estereofônica onde só é possível situar-se a frente dela [ALTEN 2002, p: 488].

A posterior utilização de diversas fontes de emissão sonora para a escuta musical possibilitou, no ambiente da produção, uma maior ênfase à criação de ambientes sonoros artificiais. Essa atividade proporcionou ao ouvinte um novo panorama, onde os resultados sonoros buscavam criar com a sensação de espacialidade, a maior fidelidade possível à escuta “real” presente no cotidiano. Nesse contexto, a gravação se desenvolveu durante a década de 1930 com a finalidade de aprimorar a escuta e a geração de bidimensionalidade, ou tridimensionalidade, em uma modalidade de reprodução estereofônica. A gravação de uma fonte sonora a partir de dois aparelhos de captação, com direcionamento ou pontos de localização no ambiente distintos, é denominada gravação binaural e revela seu efeito quando ambos os canais são reproduzidos simultaneamente. O registro de informações de modo

binaural é capaz de prover informações sonoras distintas e ricas de detalhes para cada canal e possibilitar posteriormente a reconstrução e simulação da escuta em ambientes.

Boa parte das obras produzidas no século XX tiveram como direcionamento e foco a sua execução nas rádios. Os artistas tinham como um objetivo real que suas músicas fossem veiculadas através da mídia oficial e, esta, exigia, como ainda exige, um determinado padrão de qualidade considerado aceitável. Isso determinava, portanto, que música seria ou não executada, não só pela qualidade da composição, mas principalmente pela fidelidade da gravação, mixagem e masterização adequadas aos padrões de cada época [FERREIRA 2011, p: 9].

Vale acrescentar que no período da gravação analógica, os processos de manufatura de cópias das matrizes de uma gravação sempre apresentavam perdas de informação sonora, além da mídia em si deteriorar-se com o tempo e o mal-uso, causando ainda maiores danos ao material. Após o surgimento da gravação analógica alimentada por eletricidade, as principais mídias para armazenamento de informação sonora utilizadas foram, cronologicamente:

- Em 1946: o disco *ffrr* (*full frequency range recording*) da gravadora Decca, iniciando a era da alta fidelidade (*Hi-Fi*).
- Em 1948: o disco de longa duração (*Long-Play*, ou LP), da gravadora Columbia.
- Em 1949: o disco compacto de 45 rpm (rotações por minuto), da gravadora RCA-Victor, proporcionando grande expansão das gravações populares.
- Em 1950: gravação magnética doméstica, em rolos.
- Em 1958: implementação da fita (*stereo-tape*) e do disco estereofônico (*stereo-disc*) bi-canal, pela RCA-Victor.
- Em 1963: o formato de fita Cassete e em 1964 os cartuchos.
- Em 1975: o Betamax da Sony; e em 1976: o VHS da JVC.

Com o início da digitalização do som, as matrizes de uma gravação podiam ser copiadas inúmeras vezes obtendo níveis de perda de informação extremamente reduzidos, aparentemente imperceptíveis aos ouvintes. Além de reduzir também o deterioramento físico gradual durante suas reproduções nos aparelhos, como observado anteriormente nas mídias analógicas. As principais mídias para armazenamento de informação sônica utilizadas a partir desse período foram, cronologicamente:

- Em 1982-83: início da digitalização do som com o *Compact Disc Audio* (CD-DA) da Sony/Phillips.

- Em 1985: criado pela empresa Macintosh o formato digital AIFF (*Audio Interchange File Format*), iniciando a incorporação do som em mídias digitais no computador.
- Em 1992: surgimento do formato digital WAV (*Waveform Audio Format*) criado pelas empresas Microsoft e IBM.
- Em 1995-96: surgimento do DVD (*Digital Versatile Disc*), e seus formatos sucessores.
- Em 1996: popularização e redução dos preços dos CDs graváveis.
- Em 1998: a popularização do MP3 (*MPEG-3* criado em 1992) e a posterior revolução musical na internet.
- Em 1999: o surgimento do *Super Audio CD* (SACD) da Sony/Phillips; e em 2000 o *DVD-Audio*; proporcionando formatos capazes de reproduzir com a nova alta-fidelidade.
- Em 2001, a empresa Apple Inc. introduz o *player* portátil de mídias digitais: Ipod.
- Em 2005: o surgimento do HD DVD
- Em 2006: Blu-Ray
- A partir de 2006: Aumento do processamento interno dos computadores de uso domiciliar / Maior expansão e desenvolvimento progressivo, nos últimos anos, dos softwares de produção e demais ferramentas digitais (placas de som, controladoras, entre outros).

1.2 A Arte

Assim como a instrumentação e as habilidades técnicas dos intérpretes, a mixagem insere-se como um dos muitos elos da corrente que se estende desde a composição musical até a sua concretização como arte sonora, de apreciação e consumo: um objeto dado atualmente na forma de um registro digitalizado que pode ser distribuído, copiado, negociado e associado com outras formas de expressão, e que é um veículo de comunicação, divulgação e reiteração de aspectos socioculturais.

O caráter artístico da mixagem, segundo STEIN et al [2014, p: 765-766], se revela no aprimoramento das músicas e trilhas em geral, através da aplicação de suas ferramentas e técnicas em função de uma linguagem expressiva. Bruce Kaphan, engenheiro de som na

Califórnia, também discute o tema de forma mais aprofundada na matéria da revista *Recording Mag*¹², e concordando com essa opinião, adiciona que o fator criativo e expressivo se encontra também no resultado das aplicações. A matéria diz que, atualmente, para a sorte dos músicos, essa parte de conhecimento e interação com as ferramentas técnicas, e sua manipulação, tem sido facilitada graças às evoluções tecnológicas no decorrer dos últimos anos. Antigamente, essa parte do trabalho exigia proficiência em assuntos como alinhamento de fitas, calibração de máquinas e osciloscópios, dentre outras. Já o lado artístico da mixagem vincula-se com a questão subjetiva de gosto e preferência pessoal existente no seu desenvolvimento. No aspecto da subjetividade, a mixagem apresenta alguns valores culturais que refletem uma época ou período específicos de algumas localidades. Esses valores, em muitas vezes, permanecem dentro de uma constante evolução, tornando uma atividade mais complexa o estabelecimento de algum padrão fixo, ferramenta, ou algoritmo capaz de realizá-la sem a intervenção humana.

Segundo SCHAEFFER [2007] o “...objeto sonoro é qualquer som, de qualquer natureza, que através de processos de gravação e manipulação de suas características, adquira uma configuração própria e autônoma” [p: 62-63]. Juntamente com o conceito de escuta reduzida, proposto também pelo mesmo autor, entende-se objeto sonoro como ideias que são interdependentes e subordinadas ao princípio de isolamento de um som ou uma sequência sonora. Já o conceito de escuta reduzida refere-se a uma “...atitude de escuta que consiste em escutar o som em si mesmo, como objeto sonoro, abstraindo a sua real ou suposta proveniência, bem como do sentido que este aporte. [...]. Na escuta reduzida, o que a nossa intenção de observação visa é o acontecimento que o objeto sonoro é em si individualmente (e não para o contexto ao qual ele remete), focando a atenção nos valores que ele aporta apenas em si (e não naqueles valores agregados a partir do contexto geral no qual se situa, aonde são tratados apenas como um suporte)” [p: 63].

Como apresentado em THORESEN & HEDMAN [2007, p: 6], “o processo de acumulação heterogênea, conforme descrito por Schaeffer, trata da mixagem de diferentes tipos de som, particularmente aqueles com diferentes características de espectro, o que costuma ser o caso do processo de mixagem.”¹³ Uma hipótese aqui arguida pelo autor desta dissertação é que, no processo de mixagem, o ouvinte pode recorrer à aplicação desse

12 Fonte: <<http://goo.gl/j2JIA8>> Acessado em 15 jun. 2015.

13 Citação original: “*heterogeneous accumulations (mixing different types of sound, particularly those with different characteristics of sound spectrum). A similar distinction can be made with regard to vacillating sound objects.*” [THORESEN & HEDMAN 2007, p: 6].

conceito e uso da técnica definidos por Schaeffer a fim de garantir a percepção adequada e discriminada de cada som, tratado aqui como um objeto sonoro destituído de referências ulteriores ou anteriores, como aquelas que o relacionam à sua fonte sonora, de modo a lidar com tais sons como se fossem eventos atemporais e auto-contextualizados.

De um modo geral, e de acordo com a definição da atividade na pág. 14, pode-se dizer que a mixagem possui o propósito de: ressaltar aspectos do som, ajustar seu equilíbrio, adicionar efeitos, criar espaços acústicos, viabilizar sua espacialização, estabilizar sua auralização, ou, em alguns casos, apenas preservar sua integridade sonora. Em termos de ressaltar aspectos do som, a mixagem é baseada no estilo musical das pistas de áudio existentes perante o processamento de sinal e suas características principais. Em termos de ajuste, a mixagem é realizada em prol de se atingir o equilíbrio adequado dos níveis de volume sonoro. Ao adicionar efeitos especiais – tais como equalizador, *reverb*, *delay*, entre outros – a mixagem se vale de diversas opções de acordo com as modificações específicas desejadas. As modificações devem ser utilizadas apenas para realçar o espectro de frequências do objeto sonoro específico, e não na tentativa de recriá-lo. É válido citar que ALTEN [2002] também menciona que, independente das múltiplas opções de efeitos à disposição do engenheiro, isso não implica que tais efeitos devem ser sempre utilizados durante uma sessão. Pelo contrário, lembrando que na mixagem “menos é mais” [p: 422], é necessários estar atento para adicionar um efeito apenas quando este é realmente necessário para a determinada tarefa, a fim de evitar a possibilidade do processamento de resultados indesejados. Em termos de criação de um espaço acústico, pretende-se, com a mixagem, explorar ao máximo a fidelidade de reprodução dos sons de forma a proporcionar aos ouvintes uma sensação mais próxima da experiência real de escuta.

Desde o início das gravações e suas respectivas reproduções, ocorreu uma série de experimentações nos estúdios, tanto com microfonação (atividade técnica de posicionamento específico dos microfones para o direcionamento da captação, de acordo com a intenção de resultado estético-sonoro almejado pelo técnico de som) quanto com mixagem, no intuito de aprimorar a qualidade da reprodução sonora. A presença da sonoridade característica de um ambiente pode ser obtida direto nos *takes*, durante a sessão de captação gravando os instrumentos em uma sala específica, ou de forma artificial, criando um contexto individual meio da adição de efeitos, caso seja necessário.

Devido à prática comum em gravações, de se microfonar à uma distância reduzida

cada fonte sonora individualmente, tem-se a possibilidade de maior controle da entrada de som, evitando o vazamento de sinal na captação. A seguir são introduzidos conceitos vinculados as atividades de captação sonora e mixagem como embasamento para as discussões nos capítulos seguintes:

- A interferência de fase: é o fenômeno que ocorre quando dois ou mais sinais, que apresentam um espectro de frequências na mesma região, ou de altura próxima, ao atingir um mesmo destino (ouvido ou membrana de um microfone, por exemplo), se superpõem, reforçando-se (interferência construtiva) ou anulando-se (destrutiva), em diferentes proporções, conforme estejam em concordância ou oposição de fase [MENEZES 2004, p: 56-57].
- O vazamento de sinal ou *leakage signal*: dentro do contexto da gravação sonora, é a captação de sons indesejados no registro feito em um canal. Ou seja, pode ocorrer por interferência de barulhos externos ou, especialmente, durante o registro de um conjunto ao vivo onde os instrumentos dividem o mesmo ambiente [HUBER 2010, p: 26]. Um bom exemplo desse problema seria a situação de microfonar uma guitarra para gravá-la em conjunto e, após a execução da performance, ao ouvir o canal, observar que o som dos pratos da bateria também foi captado por esse microfone e está gerando interferência de fase com a região espectral aguda da guitarra, dificultando, ou mesmo impossibilitando, qualquer modificação ou tratamento estético da informação armazenada. Também em registros onde o som de instrumentos individuais é enviado diretamente para a mesa, evitando completamente esse vazamento e outras possíveis interferências externas, diversos *takes* (faixas de áudio gravado) multi-pista apresentam carência de um ambiente acústico complementar.
- Um *take*, em termos de produção, define-se como o áudio captado de uma performance específica em uma gravação (por microfonação ou por cabo ligado direto a mesa), disposto em uma pista de áudio e que, geralmente, é capaz de ser reproduzido e manipulado [MENDES 2007, p: 1-3]. Mesmo que o artista grave a mesma música diversas vezes, cada execução corresponderá à um *take* específico (que pode ser nomeado, enumerado, de acordo com a sessão). No caso dos *takes* de instrumentos ligados diretamente à mesa com pouquíssima ambiência, o ambiente artificial é uma alternativa e pode ser adicionado durante o processo de

mixdown, por meio do processamento de sinal, utilizando ferramentas de efeitos, tais como *reverb* e *delay* [ALTEN 2002, p: 427].

- *Mixdown*, em termos mais abrangentes, trata-se da sessão final de mixagem onde todos os sons são inseridos, ou adicionados, dentro do contexto musical; tratados e corrigidos, caso necessário; posicionados e combinados de acordo com o desejado [p: 421/482].

O objetivo principal da mixagem é garantir que toda a informação sonora essencial (desejada) esteja inserida na extensão do espectro de frequência e dinâmica da mídia de reprodução para a qual a mixagem se destina. É preciso levar em consideração qual será o tipo de sistema de distribuição utilizado para reprodução do áudio, principalmente devido à dificuldade de se criar uma mixagem adequada para todos os tipos de sistemas em geral [ALTEN 2002, p: 413]. Em tópicos, e de forma resumida, os propósitos da mixagem são:

- Viabilizar o posicionamento espacial panorâmico dos sons dentro da estrutura aural, ou seja, buscar, dentro dos objetivos específicos de cada mixagem, o posicionamento no plano horizontal mais adequado para cada objeto sonoro;
- Equilibrar a perspectiva aural, ou seja, definir a relação entre os objetos sonoros presentes, estabelecendo quais são os mais importantes e quais são os secundários.
- Preservar a integridade sonora do áudio, independente da quantidade de sons que são ouvidos simultaneamente.

A integridade sonora é toda a informação presente em um fenômeno acústico, a qual busca-se preservar com o máximo de fidelidade em um processo de gravação. Trata-se da quantidade de informação presente no áudio captado, onde não há alteração de seu conteúdo quando este é retransmitido através de métodos de formatos digitais sem qualquer perda de informação (*Lossless compression*), como WAV ou FLAC (*Free Audio Lossless Audio Codec*) [SCARABUCI & KAFURE 2009]. A eliminação de informação sonora através de métodos de compressão mais compactos (*Lossy data compression*), como observada no popular tipo de arquivo comprimido MP3, é bastante discutida quanto à sua real efetividade e se realmente existe variação de percepção sonora. Durante a mistura dos sons, é possível que alguns fatores, como o mascaramento sonoro e cancelamento de fase¹⁴, interfiram na inteligibilidade

¹⁴ Segundo [MENEZES 2004, p: 204] o cancelamento de fase é a possibilidade de ocorrência de interferências sonoras destrutivas - que podem anular alguns parciais correspondentes do som - quando em um ambiente os sons, diretos e indiretos (provenientes das reflexões), de uma mesma fonte sonora atingem o destinatário (ouvinete ou membrana de captação) com diferença de fase considerável. No caso de uma diferença de fase em torno de 180°, a interferência é capaz de anular o som completamente.

de um objeto sonoro específico. Cabe ao engenheiro de som, durante o processo de mixagem das faixas, por meio de suas técnicas e ferramentas, encontrar formas de contornar qualquer aspecto considerado indesejado¹⁵.

1.3 Atividades de Propagação do Som Antes do Surgimento da Mixagem

Ao contrário do que se costuma acreditar, ideias predecessoras dos conceitos de mixagem, conforme definido na página 14 e apresentados no decorrer dos sub-capítulos 1.1 e 1.2 – relativas ao maior controle dos aspectos do som, tais como sua duração, preservação ou ênfase em alguma de suas características específicas como sua inteligibilidade e equalização – já estavam presentes antes do advento da gravação sonora e sua respectiva reprodução, a partir do século XIX. Percebe-se que alguns fatores cognitivos, relativos à percepção auditiva, foram aos poucos sendo comparados e incorporados como padrões culturais da sociedade. Um bom exemplo de padrão cultural que se estabeleceu, e que atualmente é claramente perceptível, situa-se no contexto da apreciação musical. Trata-se da predileção cognitiva dos ouvintes, em geral, por resultados mais harmônicos de mesclas sonoras provindos das fontes de emissão; por obras musicais dotadas de um contexto tonal bem definido e pouco variante; por casos com maior amplitude e complexidade de variações harmônicas, onde é ocorrente a utilização de notas dissonantes referentes ao tom estabelecido – essas passagens, em geral, devem transmitir certo aspecto de consonância no contexto onde estão inseridas [HURON 1991, *Introduction*]; e, no âmbito percussivo, pela presença de padronizações rítmicas bem definidas, geralmente em compassos quaternários, a base de constante repetição e acentuações simétricas pouco variantes.

Uma análise histórica enfatizando a inserção da mixagem como artifício artístico na nossa cultura sugere que seu surgimento e desenvolvimento, como ferramenta de expressão, tenha ocorrido desde a antiguidade. É possível que a aplicação de conceitos relacionados a preocupação com o modelamento estético sonoro e com seus reflexos nos processos cognitivos, em uma de suas primeiras formas de uso bem primitivas, pode ser observada e evidenciada nos teatros gregos de 200 a.C, na preocupação arquitetônica com o comportamento do som nesses ambientes.

¹⁵ Fonte: <<http://www.draudiolabs.com/#!/mastering-faqs/cwuuj>> Acessado em 15 jun. 2015.

Segundo MACIEL [2003, p: 7], os arquitetos do passado, a partir das necessidades e possibilidades tecnológicas do período, possuíam conhecimento sobre os efeitos do som e trabalhavam com ele de maneira positiva, ou seja, a seu favor. Os únicos recursos disponíveis nesse período, para possibilitar certo controle do som em ambientes, era lidar com a acústica do local e/ou com a potência da fonte sonora. Dessa forma valorizavam-se nesse período pessoas que falassem bem alto. A excelente acústica de alguns teatros gregos, tal como a de Epidauro¹⁶, não prova que esta ciência tenha sido totalmente dominada pelos gregos antigos, mas mostra que existia uma filosofia geral de construção na qual as considerações de ordem acústica influíam na determinação da forma e da montagem da estrutura. O Teatro de Epidauro, que pode ser visto na figura 1.6, foi construído no séc. IV a.C. pelo escultor e arquiteto grego Policleto, com uma segunda fase de construção no séc. II a.C. Ele tinha capacidade para acomodar cerca 14.000 espectadores em 55 fileiras e era famoso por sua ótima acústica, onde todos conseguiam ouvir perfeitamente os interpretes.



Figura 1.6: Foto atual do Teatro de Epidauro (Grécia, IV a.C.). Fonte: <<http://goo.gl/1RK47>>.

Algumas regiões em que a população apresentava costumes que exigiam uma melhora da escuta e da compreensão das informações sonoras em determinados ambientes, tanto em eventos como em apresentações, incorporaram em suas antigas construções peculiaridades

¹⁶ Discutida em uma matéria disponível em: <<http://goo.gl/gw7UgQ>> Acessado em 15 jun. 2015.

acústicas; tal como observado no eco sétuplo da mesquita de Shah Abbas, construída em 1640 em Isfahan [SCHAFER 1997, p: 307]. Observa-se que no período antigo dos teatros gregos, conceitos e aspectos que posteriormente no séc. XX viriam a ser debatidos no âmbito da gravação e da mixagem, já se estabeleciam via uma inter-relação com os critérios estéticos, visuais e auditivos trabalhados na acústica dos ambientes da época. Como exemplo desses conceitos já trabalhados na antiguidade podemos citar a eliminação ou restrição de certos sons (redução de barulho), a preservação de certos sons e, acima de tudo, a combinação imaginativa destes para criar ambientes acústicos atraentes, estimulantes e adequados aos objetivos [MACIEL 2003, p: 7].

Segundo SHANKLAND [1973, p: 30-35] nos diversos teatros gregos, como os de Dionísio, Odeon, Delphi, dentre outros, podiam ser encontradas características arquitetônicas projetadas com o intuito de aperfeiçoar o aspecto audível e inteligível da fala dos atores e proporcionar melhorias acústicas para outros eventos, tais como apresentações musicais, numa época em que não havia equipamentos para amplificação do som. Os teatros eram construídos afastados das cidades, longe dos locais ruidosos, como os centros de comércio. Quando, em virtude das características do terreno, o teatro tinha que ser construído junto à cidade, optava-se por erguer grandes muralhas que separava o local, de forma que sempre houvesse redução de interferências externas dentro do local, necessário para as apresentações. É bom contextualizar que nesse período havia um menor nível de interferência por parte da platéia (conversas, entre demais possibilidades), que apresentava-se ciente da necessidade de se evitar ao máximo fazer barulhos que pudessem prejudicar a compreensão das mensagens durante os espetáculos.

Os teatros eram construídos, de preferência, a favor do vento de forma que, ao passar por trás do palco, este “carregava” as palavras dos atores em direção à plateia, ou seja, o som se propagava através do ar até a platéia com um melhor direcionamento e maior eficácia. Também se observa que a construção dos assentos para o público, dispostos em degraus, buscava reduzir a distância das fontes sonoras do palco com a audiência situada mais ao fundo da estrutura, além de eliminar barreiras físicas significativas que pudessem atrapalhar a propagação do som [BALLOU 1991, p: 177]. Nas audiências dispostas em ambientes de forma horizontal, o som tende a ser absorvido pelas pessoas situadas mais à frente, tendo um decaimento na sua intensidade com o aumento da distância percorrida. Alguns teatros contavam, na região atrás do palco, com paredes que desempenhavam o papel de superfície

refletoras que funcionavam como conchas acústicas que refletiam os sons, que seriam desperdiçados, em direção à plateia com maior nível de intensidade. Além disso, os gregos ainda estudavam quais horários para as apresentações apresentavam diferenças de temperatura, entre o ar e as pedras, mais adequadas a propagação do som. Implementaram, também, caixas de ressonância, abaixo dos palcos, que reforçavam os graves por meio de reflexões curtas; e assentos em pedras com angulações que reforçavam a reflexão das frequências mais agudas para a platéia situada ao fundo. Alguns ambientes para espetáculos nesse período antigo, como o já citado Teatro de Epidauro, tiveram projetos acústicos específicos no intuito de induzir a projeção e o comportamento dos sons das performances dentro do espaço, tanto fechado quanto aberto.

Vale ressaltar que durante a Idade Média diversas igrejas foram construídas por toda a Europa, da Inglaterra à Rússia. Cada vez maiores, eram, no entanto, construções fechadas, ao contrário dos teatros antigos citados anteriormente. Nelas, os locais onde se celebravam as liturgias, o paradigma de acústica foi diferente. O altar, em geral com formato arredondado e pé-direito mais baixo, cumpria a função de concha acústica, com paredes que dirigiam o som para o público.

É interessante analisar as grandes catedrais erguidas a partir do século XI, como por exemplo a Catedral de Bourges (séc. XII) e a Catedral de Notre-Dame de Reims (séc. XIII), ambas situadas na França. Construídas com o espaço interior semelhante a uma nave de grandes dimensões, de aproximadamente 140 metros por 30 metros de largura, e pé-direito bastante alto, de aproximadamente 38 metros de altura – considerando que na época não havia guindastes – eram revestidas em geral com grandes superfícies refletoras de som, tais como vitrais e paredes de pedra. Devido a essa configuração espacial, que incluíam pisos de mármore e tetos abaulados, as catedrais eram mais famosas pela reverberação excessiva do que pela sua boa acústica. Em seus interiores ocorre a criação de um campo reverberante que, a partir de certo grau, cria uma espécie de “confusão” auditiva chamada de continuidade sonora que prejudica a inteligibilidade, impedindo o discernimento tanto do som direto quanto do som refletido e perdurando, por algum tempo, depois da extinção do som original. Inserimos o conceito de reflexão sonora como a propriedade acústica que caracteriza o desvio sofrido pela frente de uma onda quando atinge uma superfície refletora originando uma trajetória de retorno no mesmo plano, onde o ângulo de reflexão é igual ao ângulo de incidência. Sabe-se que o ouvido humano discerne dois estímulos breves e sucessivos se o

intervalo de tempo que os separa é maior ou igual a 0,1 segundo, que é o fator de persistência auditiva. Dessa maneira, pode-se inferir que o fenômeno da reverberação ocorre quando diversas reflexões do mesmo som chegam ao ouvido com tempos de atraso diferentes, antes que o tímpano, já excitado pelo som direto, tenha tempo de se recuperar da excitação permanecendo dentro da janela de persistência auditiva.

O fenômeno conhecido como eco, também característico das catedrais, provém da ocorrência da reflexão das ondas sonoras e ocorre quando a distância do observador à superfície de reflexão é superior a 17 metros. Caracteriza-se pela chegada do som refletido ao tímpano após este ter sido excitado pelo som direto e ter-se recuperado dessa excitação, tendo completado a janela da persistência auditiva. Depois de ter voltado completamente ao seu estado natural, o tímpano começa a ser excitado novamente pelo som refletido criando o efeito de repetição da informação ao ouvinte. Nas celebrações litúrgicas, as palavras dos pregadores "ecoavam" grandemente, com algumas igrejas tendo tempo de RT60 (o tempo entre um som ser gerado e se extinguir naturalmente) maior que 8 segundos.

O paradigma da sonorização mudou de acordo com essas características de propagação dos sons no interior das catedrais. Devido a percepção acústica de excessiva reverberação, nesses locais de missas e celebrações religiosas o som preenchia todo ambiente com um grande número de reflexões, o que sugeria ao público dos eventos a sensação de proximidade de uma aura angelical. Nessa configuração, fixou-se que o mais importante era criar no público a sensação acústica de grandiosidade divina fomentando o êxtase religioso ao invés de primar pelo discernimento da mensagem sonora falada ou cantada.

Nessa época, em um local de acústica ruim pela sua baixa inteligibilidade, como uma catedral, a estratégia para torná-lo adequado aos eventos onde era fundamental entender a mensagem verbal, como nas cerimônias e cantorias, era o posicionamento específicos e variações de ataque e intensidade nas notas dos instrumentos musicais e da própria voz. Caso contrário, compreendê-los se tornava uma tarefa difícil para o público ouvinte e como medida para solução desses problemas, as músicas e os cânticos eram executados sem muita variação na intensidade sonora (contendo notas e acordes simples de longa duração); onde alguns coros não eram sequer acompanhados de instrumentos. Os pregadores tinham que falar pausadamente, de forma que os sons não soassem embotados devido às sobreposições e mascaramentos sonoros gerados pelas reverberações de caráter longo, características desses ambientes.

Após a Idade Média, a partir do século XVII e início do período Renascentista, a construção de teatros em toda a Europa tornou-se uma atividade frequente. Os projetos dos teatros dessa época reutilizaram o conhecimento e as orientações de acústica herdados dos gregos antigos. Porém, devido à diferenciação da configuração espacial, e até mesmo aos distintos aspectos climáticos, estas construções passaram por adaptações no intuito de prover melhor tratamento acústico aos espaços interiores. Os teatros gregos, e também posteriormente os teatros romanos, eram construídos ao ar livre visto que na Grécia e na Itália, países de clima mediterrâneo, tem-se muito calor e clima seco, com pouca chuva. Nos demais países europeus, situados na região mais ao norte do continente, os teatros tinham que ser fechados já que ninguém suportaria permanecer exposto a temperaturas muito baixas durante o inverno, além de, certas vezes, não poder sequer estar presente diante de condições climáticas adversas como chuva ou neve. Além disso, como as cidades já cresciam bastante nesse período, era difícil construir teatros em regiões muito afastadas como ocorreu na Grécia Antiga, onde as cidades eram relativamente menores. Nesse momento de expansão ficou propício a instalação de mais teatros nas zonas urbanas centrais.

Com o reposicionamento urbano das construções dos teatros, surgiu extrema necessidade de fazer com que os ruídos externos não chegassem à parte interna, onde o evento estava sendo realizado, justamente por se situar, agora, em uma zona central e com muito mais interferências sonoras do que no ambiente das zonas periféricas. Para tanto, longos corredores revestidos de pesadas cortinas, material eficiente para absorver ondas sonoras, foram construídos na parte mais externa, próximos às ruas, contornando a área destinada ao público. Desse modo, os sons externos que penetrassem no interior do teatro, eram atenuados por estes espaços de transição [BARRON 2010, p: 79]

Na sala de apresentações, o ambiente fechado apresentava o problema de criar excessivas reverberações de alguns sons, atrapalhando a compreensão da audiência. Isso gerou demanda para o surgimento do tratamento acústico de interiores. O excesso de reverberação era tratado através de revestimento interno das paredes com materiais específicos (entre alguns tipos de tecidos de textura grossa) que produziam diferentes coeficientes de absorção sobre diferentes faixas de frequência, de acordo com o posicionamento e de sua matéria. Além de manter fixa a ideia de o público permanecer sentado em inclinação como nos teatros gregos, a grande inovação presente em muitos dos teatros modernos foi aproveitar o pé-direito alto (medida do piso ao teto), construído para

ventilar o ambiente, para criar andares superiores e mezaninos, onde o público também poderia se acomodar. Daí surgiram os camarotes, em geral, reservados aos mais abastados e à realeza. Esse sistema adaptado mantinha o princípio de implementação da “Lei dos Inversos dos Quadrados” [SELF et al 2009, p: 82-83], onde se define que a cada vez que dobramos a distância entre a fonte sonora e o ouvinte, a pressão sonora (o som que se ouve, medido em dB SPL) é atenuado em aproximadamente 6 dB, equivalente à redução da potência sonora pela metade. Do mesmo modo, quando a distância é diminuída pela metade, a pressão sonora recebida pelo ouvinte sofre o aumento no valor de 6 dB SPL. O som nos ambientes citados acima, estava normalmente livre de barreiras e interferências entre a fonte sonora e o público ouvinte [BARRON 2010, p: 20].

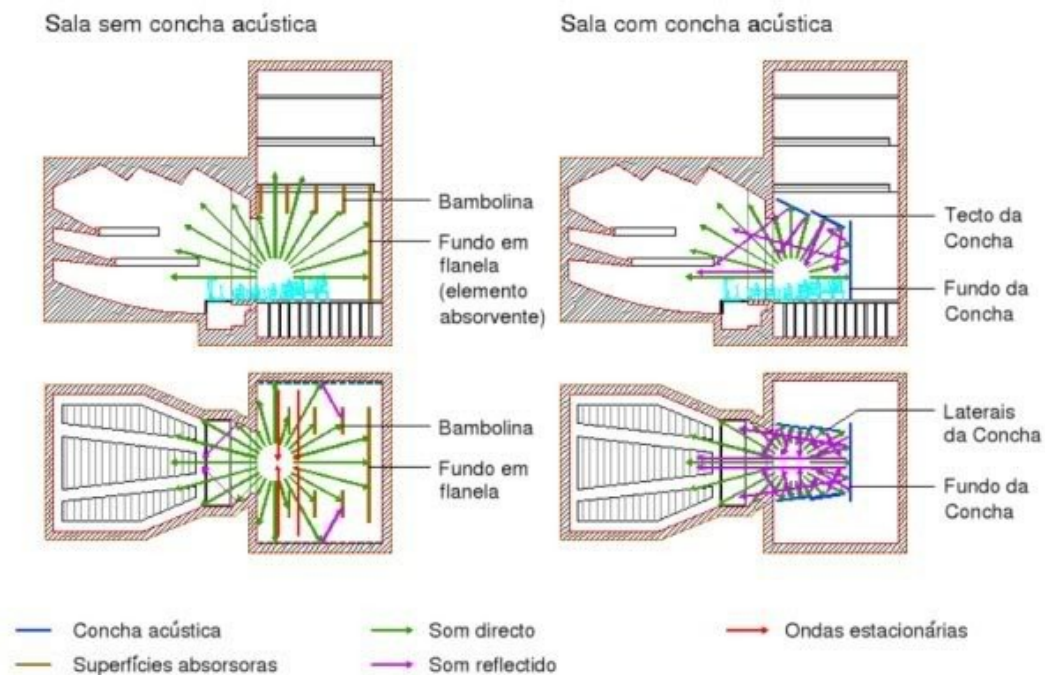


Figura 1.7: Imagem comparativa do comportamento de propagação das ondas sonoras em ambientes fechados com e sem concha acústica.

Fonte: <<http://www.somaovivo.org/artigos/acustica-um-passeio-pelo-tempo/>>

As superfícies refletoras dos teatros gregos também foram readaptadas no contexto moderno dos ambientes fechados, sendo aperfeiçoadas para otimizar o deslocamento e direcionamento sonoro nesses locais, como retratado na Figura (1.7) acima. Algumas superfícies refletoras eram móveis e podiam ser alteradas de acordo com o tipo de evento que era realizado. Alguns teatros tinham capacidade para receber um grande número de

espectadores, como o *Royal Albert Hall*¹⁷ em Londres, que em sua inauguração em 1871 recebeu aproximadamente 7000 pessoas [BARRON 2010, p: 130]. Com certeza era um número de público expressivo para apresentações em um período em que ainda não havia um método de amplificação eficaz, como por meio de aparelhos elétricos surgidos posteriormente, a partir de 1920. Além dos teatros, apresentando um espaço com características semelhantes a estes, no século XIX surgiram as salas de concerto que possuíam palcos de maior extensão para a apresentação das orquestras sinfônicas da época, onde algumas delas chegavam a ter mais de cem integrantes. A solução de problemas de acústica no ambiente era mais direcionada à melhoria do contexto sonoro de apresentações musicais do que para atividades de oratória.

Simultaneamente ao período em que observamos o surgimento e desenvolvimento de conceitos de manipulação sonora por via do tratamento acústico na arquitetura – que posteriormente, no séc. XX, se denominaria mixagem – observa-se, também, uma correspondência com as artes visuais, tais como com a pintura, o desenho, a gravura, a escultura, a fotografia e o cinema, ou seja, artes que normalmente lidam com a visão como o seu meio principal de apreciação. Essas artes, ditas visuais, e a mixagem sonora dialogam e entram em acordo quanto à concepção de visualizar e tratar a obra materializada e finalizada como um todo. Ou seja, a junção de seus detalhes individuais, como as cores de uma pintura, e a forma como isso é feito, são elementos essenciais e complementares entre si para sua consolidação e posterior apreciação. Nessas obras, mesmo sendo possível definir, observar, destacar e ser consciente dos elementos e detalhes individuais presentes nelas, entra em questão a importância de estes serem apresentados em conjunto para a contextualização total da idéia.

Nas obras artísticas passíveis de registro material, quando finalizadas, amplia-se a possibilidade de manipulação e utilização como produto de acordo com o desenvolvimento dos processos de cópia e replicagem. Outra questão relaciona-se a atividade de fixação de termos como, por exemplo, “clareza”, “densidade”, “sujeira”, entre outros; para referenciar, observar, descrever e discutir as diversas características estéticas subjetivas presentes nas obras musicais. Esses termos, que em geral provém de analogias a outros referenciais, criaram uma nova linguagem para a representação dos aspectos e elementos presentes nas obras. A mescla entre as diferentes tintas e cores na pintura de um quadro com a intenção de resultados

17 Disponível em: <<http://www.royalalberthall.com/about-the-hall/our-history/explore-our-history/time-machine/pre-opening/>> Acessado em 20 set. 2015.

específicos, como uma textura de tonalidade mais clara ou sombreada por exemplo, e também a partir dessa atividade, a criação de um ambiente novo, pode ser comparada de forma análoga com diversas das tarefas aplicadas na mixagem durante a combinação dos objetos sonoros individuais e a criação dos espaços acústicos. Citam-se tarefas como as possibilidades de compensação entre estes objetos (filtragem das frequências evitando cancelamentos de fase) e suas possibilidades de agrupamento trabalhando com planos primários e secundários (definição de uma relação de hierarquia, entre planos principais e complementares, por meio das distintas camadas de vozes melódicas ou encadeamentos harmônicos).

Também nas artes, o meio musical e as diversas atividades inseridas nesse contexto exerceram, no decorrer da história, muita influência no desenvolvimento da mixagem. A conexão observada nesses conhecimentos transparece em atividades musicais, tais como:

a) Composição – observada, por exemplo, nas técnicas de escritas desenvolvidas desde os primórdios da polifonia na alta Idade Média (séc. IX), presente nos cânones profanos. A notação musical, em forma de partitura, pode ser considerada aqui como uma tentativa de registro musical na forma de representação estruturada dos gestos dos músicos. De modo a gerar a música através de sua interpretação, a notação musical, em geral, reformula em seu contexto a possibilidade da exploração dinâmica e timbrística dos instrumentos envolvidos. Tais técnicas, relacionadas à escrita, se desenvolveram e foram se estruturando no decorrer da história da música formal, passando inicialmente pela composição *organum* no séc. XII onde, em geral, trabalhava-se uma melodia (*vox principalis*) de cantochão acompanhada, pelo menos, de uma outra voz harmonizando paralelamente. Posteriormente, iniciou-se a ênfase na escrita por contraponto, a partir do período Renascentista (séc. XV) e do Barroco (séc. XVII). No séc. XIX, a escrita para múltiplas vozes foi adaptada e reformulada a partir da técnica de contraponto de Albrechtsberger, que acabou sendo denominada como uma espécie de harmonia movimentada caracterizada pela movimentação de 4 vozes e uso frequente de acordes de sétima e outros intervalos dissonantes a estes (nonas e décimas terceiras). No início do séc. XX destaca-se a formação do contraponto atonal e dodecafônico proposto por Arnold Schoenberg [KOELLREUTTER 1996, p: 9-19].

No decorrer dos períodos históricos citados acima, o desenvolvimento do

processo composicional foi direcionado para a música polifônica e para a presença de tríades e tétrades, em um número expressivo de metodologias, como o contraponto e a harmonia movimentada, que surgiram com o intuito de obter resultados que fossem cognitivamente inteligíveis e artisticamente satisfatórios e agradáveis, como os trabalhos composicionais para órgão de tubo de Johann Sebastian Bach, realizados na igreja de St. Thomas, em Leipzig, entre 1723 e 1750[1]. O movimento das vozes distintas do contraponto, por exemplo, tinha regras específicas de encaminhamento, como ferramentas para proporcionar maior nitidez e clareza das melodias e harmonias na percepção auditiva. Em um processo simultâneo, com o aprimoramento da escrita musical e o desenvolvimento das formações instrumentais ocorrendo de forma gradativa, a partir da composição *organum* no séc. XII até o surgimento da orquestra clássica no século XVIII, principalmente nos países europeus, trabalhou-se em orquestração conceitos sobre a composição de timbres através da mistura do som dos instrumentos nos arranjos e, a partir das suas aplicações, observava-se os respectivos resultados. Esse conhecimento foi incorporado e, pouco a pouco, se estabeleceu como suporte tecnológico e ferramenta de trabalho estético. Supõe-se que essas metodologias de combinações dos sons podem ter influenciado, posteriormente, sobre o surgimento dos conceitos de mesclagem sonora que são aplicados na mixagem. Um fator que evidencia seu caráter científico em comunicação com a arte é percebido na evolução das técnicas de escrita para a combinação simultânea de diversas vozes, de acordo com o objetivo sonoro do compositor. Consequentemente, tem-se a utilização em certos momentos de um ou mais planos sobrepostos (sobreposição e hierarquização das linhas melódicas ou movimentos harmônicos), a divisão dos naipes em classes de região de frequências e o trabalho vinculado às relações de dinâmica de intensidade nas obras.

b) Performance – onde a mixagem é sugerida nas diversas atividades empregadas por músicos para a otimização da qualidade do som de seu instrumento, tanto em apresentações como em gravações. Os músicos, no intuito de melhorar o resultado sonoro nas performances, desenvolveram formas de manipulação do sinal através de efeitos, como: equalizadores, *reverbs* e *delays*; e obtiveram maior controle do

resultado sonoro nas caixas de saída. Adquiriram conhecimento sobre equipamentos específicos e se adaptaram tanto nas gravações quanto em apresentações ao vivo às diferentes condições dos ambientes.

c) Produção musical – a partir do século XX, com o advento e comercialização dos equipamentos de gravação sonora, a mixagem constituiu-se como um trabalho de edição e modelamento do objeto sonoro, estabelecendo-se no decorrer da história da música como atividade fundamental da etapa de pós-produção musical (a fase final da produção, que ocorre posteriormente à captação do áudio).

O surgimento e, posteriormente, a profissionalização do ambiente de produção musical decorreu como uma necessidade a partir do desenvolvimento da industrialização e comercialização da música. Segundo o crítico cultural alemão Walter Benjamin (15/07/1892 – 27/09/1940), em seu ensaio publicado em 1936: “A Obra de Arte na Era de Sua Reprodutibilidade Técnica”; a reprodutibilidade técnica da arte definiu-se quando o processo industrial atingiu, em uma escala considerável, o âmbito da produção artística [BENJAMIN 1994, p: 165-196]. Observa-se que a consolidação desse conceito em relação a reprodução autêntica das obras de arte foi influenciada por dois fatos históricos: o surgimento da captura de imagens através da fotografia e a evolução dos seus processos de cópias no decorrer do séc. XIX. A partir desses episódios, o desenvolvimento das técnicas de registro e de reprodução dos demais segmentos artísticos também se efetivou, principalmente no decorrer do séc. XX, no intuito de propiciar uma reprodução de alta fidelidade, ou seja, o mais fiel possível da experiência momentânea de execução e concepção da obra de arte. Observa-se que, inicialmente, no período entre 1920 e 1950, a grande maioria dos aparelhos de captação e reprodução sonora existentes e comercializados no mercado ainda não apresentavam uma evolução tecnológica que possibilitasse atingir resultados com alta definição e qualidade sonora.

Devido à tecnologia inicialmente utilizada ser a gravação em tipo mono (apenas um canal de gravação), a captação de todos os elementos era realizada simultaneamente por apenas um captador dotado de uma membrana sensível. A variação de posicionamento de músicos dentro de ambientes fechados, no intuito de otimizar o resultado sonoro de acordo com as intenções da gravação, havia sido trabalhada anteriormente no âmbito do tratamento acústico quando os instrumentistas, e os oradores, também permaneciam em certos pontos específicos do local para melhorar a inteligibilidade nas celebrações dentro das catedrais

europeias no séc. XIII, como já comentado acima.

Vale citar o caso dos cantores que até o final do séc. XIX, anterior ao período da amplificação sonora, deviam ter uma voz com forte projeção sonora e uma boa dicção para se destacar e assim serem ouvidas e entendidas nas suas performances um para público numeroso. Esta necessidade de destacar a voz diante de outros elementos sonoros é uma das grandes bases e critérios de desenvolvimento no canto lírico, surgido bem antes do período da amplificação por vias eletrônicas. Segundo VIEIRA [2004, p: 70-74], os cantores líricos, por terem se estabelecido culturalmente antes da amplificação sonora, e no intuito de não ter a voz ofuscada pelo som da orquestra ou sons externos em geral, realizavam diversas atividades para potencializar a voz, desde exercícios para melhorar a musculatura buco-facial e laringea, e o alargamento da cavidade faríngea para melhor manipulação do ar, até a aplicação de técnicas como modificações na impostação (projeção) e utilização de efeitos como vibratos, sem prejudicar a inteligibilidade do próprio canto.

No caso das primeiras gravações mecânicas do tipo mono, onde a voz, na maioria dos casos, era tratada como elemento principal do arranjo, a constante dificuldade dos cantores em se destacar perante os instrumentos não era diferente. Os cantores de diversos estilos que se consolidaram dentro da indústria fonográfica na canção popular na primeira metade do séc. XX, como o jazz e o samba-canção, utilizavam-se de técnicas líricas em seus registros e apresentações. Alguns cantores nacionais, como Sílvio Caldas e Orlando Silva, por exemplo, são grandes representantes da aplicação dessas técnicas na canção brasileira.

Somente com “... as primeiras gravações feitas em multi-pista por Les Paul¹⁸, em 1948, até os protótipos dos gravadores de oito canais utilizados por Tom Dowd na década de 50, um grande leque de possibilidades sonoras que somente se materializaram no estúdio...” [PAIVA 2012, p: 3] foi possível que os cantores fossem gravados com maior qualidade e definição criando espaço para se destacarem no mercado fonográfico. Esses sistemas possibilitaram a captação de vozes com projeção mais fraca separadas do resto do arranjo e, a partir disso, a exploração e o constante desenvolvimento desse contexto, aderindo e recorrendo a utilização de novos artifícios vocais como o sussurro e o suspiro, por exemplo, o que antes era inviável e impossível de se registrar.

Um caso interessante a ser citado, trata-se do surgimento da corrente popular bossa-novista no contexto musical brasileiro, a partir de 1965. Em contraste com os cantores de

¹⁸ Lester William Polfus (EUA, 1915-), guitarrista e um dos pioneiros dos projetos de guitarras elétricas. [SOUZA 2002, p: 36]. *Website* oficial: <<http://www.les-paul.com>> Acessado em: 20 set 2015.

vozes fortes da época de ouro do samba-canção, que se utilizavam da técnica lírica, a Bossa Nova criou um espaço na música brasileira para a possibilidade de cantar de outra forma: com menos projeção e amplificação, com teor mais intimista e mais parecido com a fala normal. Cantores como João Gilberto (influenciado pelo estilo *soft* – suave e sutil - e pouco dinâmico do cantor de jazz Chet Baker), Tom Jobim, e Vinícius de Moraes, entre outros, puderam desenvolver e explorar diferentes nuances, geralmente utilizando-se do artifício de cantar bem próximos ao microfone, em alguns casos realmente encostando na cápsula do aparelho.

Diante dessa situação, não somente vozes com menos projeção puderam ser captadas com melhor definição e expressividade, mas também todos os instrumentos que naturalmente apresentavam projeções de menor intensidade sonora. Isso proporcionou uma versatilidade maior nas formas de uso destes instrumentos, principalmente em relação às suas funções, transformando de forma drástica a gama de possibilidades de trabalho estético dentro dos arranjos. O som dos instrumentos pôde superar seus limites de intensidade sonora e a partir disso ser incorporado dentro de novas funções nos arranjos musicais que antes eram restritas aos instrumentos com mais amplitude.

O intuito de prover a escuta com a maior qualidade de definição possível era uma constante necessidade e preocupação dos profissionais da indústria fonográfica, o que gerou uma demanda de evolução também das ferramentas de produção musical. Em um período relativamente curto, o processo de mixagem efetivou-se como uma ferramenta fundamental, cotidiana e essencial dentro do processo de produção musical. A partir desse momento, no decorrer de seu processo de evolução gradativa, a mixagem fixou sua posição como etapa do processo criativo e passou a ser exercida como profissão. Constata-se, também, que o desenvolvimento da mixagem ocorreu em um período paralelo a evolução das técnicas de captação e aprimoramento tecnológico dos meios de reprodução de mídia, no decorrer do século XX. Observa-se que, a união das atividades de: microfonação, mixagem e tratamento digital do som; permitem aos engenheiros “criar” performances que na realidade não podem ser feitas ao vivo e são apenas concebidas dentro do ambiente de estúdio.

1.4 O Surgimento das Interfaces de Mixagem

Segundo THOMPSON [2005, p: 1-2] no início do século XX, ainda no período de utilização do cilindro citado no tópico 1.1, as gravações eram registradas “diretamente no

disco”. Logo, pode-se dizer que todo o processo de gravação, mixagem, masterização e de manufatura da mídia para reprodução eram reduzidos em uma atividade apenas e que ocorria exatamente durante da gravação. Mixar simplesmente consistia em posicionar os músicos e seus instrumentos na sala a distâncias ou alturas específicas do captador, denominado *horn*.

Com o surgimento da gravação elétrica na década de 1920 e a utilização de microfones condensadores possibilitou-se a captação dos sons com maior fidelidade. A necessidade de controlar o ganho de entrada do microfone gerou a necessidade do surgimento um aparelho ou plataforma que reunisse todos os parâmetros de manipulação dos níveis de entrada e saída. As gravações passaram a ser mediadas por um primeiro protótipo simplificado de um *mixer* ou *console recording*. O uso de microfones com maior sensibilidade da membrana também propiciou o surgimento da configuração dos estúdios de duas salas: uma sala onde ficavam os músicos e o microfone; e uma sala de controle onde o engenheiro de som podia monitorar a performance através do console, utilizando como referência alto-falantes ou fones de ouvido [THOMPSON 2005, p: 3].

Em TALBOT-SMITH [2002, p: 104] entende-se por *sound-mixer* (ou apenas *mixer*) os equipamentos desenvolvidos, principalmente a partir da década de 1960 com a introdução da gravação multi-canal (inicialmente 4 a 8 canais, e 32 canais a partir da década de 1970), providos de: entradas para receber as correntes de saída de microfones e outras fontes sonoras, como de máquinas de fita e posteriormente os CD players; e que também possibilitam a um técnico-operador combinar estes sinais de diversas formas atingindo resultados que sejam considerados artisticamente e tecnicamente satisfatórios.

Em 1967, na gravação do CD “Sgt. Pepper's Lonely Hearts Club Band”, do grupo britânico The Beatles, foi utilizado um gravador de 4 pistas Studer J37¹⁹, e segundo a matéria disponibilizada no site da WAVES²⁰ a respeito desse fato, o produtor do disco George Martin não utilizou o aparelho apenas para os registros, mas também como uma ferramenta para expandir as possibilidades de criação na produção. Um exemplo foi a criação de camadas de fundo com as oscilações realizadas através de sobreposição de dois *takes* da mesma faixa utilizando dois J37.

Segundo THOMPSON [2005, p: 89], os *mixers* são variações, de tamanho reduzido, dos consoles principais de recepção do som da gravação, geralmente considerados grandes para as salas de estúdio padrão. Por causa da preocupação com espaço e limitações de custo,

19 MIXINGCONSOLE.ORG . Disponível em: <<http://www.mixingconsole.org/web/main/history/>> Acessado em 15 jun. 2015.

20 Disponível em <<http://www.waves.com/behind-the-j37-tape>> Acessado em 15 jun. 2015.

várias características dos consoles maiores foram modificadas ou eliminadas dessa configuração, como por exemplo o menor número de entradas e saídas auxiliares e menos opções de equalização.

As entradas de microfone ou *line* (linha) têm o sinal endereçados diretamente para os canais principais e, em seguida, são geralmente encaminhados a saídas individuais diretamente para o gravador multi-pista. As saídas do gravador multi-pista devem ser direcionadas para um retorno, outra seção específica de *faders*²¹, ou repassada nos canais principais para a realização de tarefas de edição, como a adição de *overdubs*²² ou modificações na mixagem. As possibilidades de agrupamento são limitadas, assim como os números de *bus* (apenas entre 4 a 8 canais de *bus*) [THOMPSON 2005, p: 89].

Um *mixer* fornece alguma ou todas as seguintes possibilidades [TALBOT-SMITH 2002, p: 104]:

- Amplificação de sinais considerados muito fracos (mesmo de microfones);
- Controle do nível de entrada dos sinais das várias fontes;
- Mixar o sinal das diversas fontes sonoras em qualquer proporção desejada de acordo com as possibilidades do equipamento;
- Monitoramento por meio de *meters* (medidores), alto-falantes e fones de ouvido;
- Manipulação da corrente elétrica dos sinais por ajuste de sua resposta de frequência (processo de equalização) ou a adição de efeitos artificiais, como eco ou reverberação;
- Controle do nível do sinal de saída de forma que, por exemplo, gravações não soem distorcidas por conta de sinais com nível de intensidade de valor muito alto;
- Facilidade da comunicação entre os equipamentos em grandes instalações, como em grandes estúdios com diversos ambientes separados.

Segundo TALBOT-SMITH [2002, p: 113], ao lidar com as entradas e saídas de um mixer, deve-se levar em consideração a importante distinção que existe entre os equipamentos de som profissionais e os não profissionais (geralmente aparelhos domésticos de caráter comercial), ou seja, nos produtos profissionais, utiliza-se um circuito elétrico balanceado para a conexão entre os diferentes itens presentes possibilitando trabalhar com corrente mais estável, evitando oscilações e possíveis variações na captação ou reprodução do som. Em

21 *Fader*: Peça para manipulação do aumento ou diminuição gradual do nível de um sinal de áudio dentro de uma plataforma.

22 *Overdub*: atividade de composição realizada o processo de produção a partir da gravação de um instrumento solo com base em uma trilha (canal) pré-gravada, possibilitando a escuta (via fone ou monitoração) dos instrumentos já captados em sessões anteriores. [MILETTO et al. 2004, p: 4]

contrapartida, os equipamentos domésticos, em geral, possuem um circuito elétrico não balanceado, provavelmente apresentando uma maior chance de oscilar o sinal de acordo com qualquer interferência.

No círculo profissional da engenharia de som, segundo TALBOT-SMITH [2002, p: 123], o termo “controle” é designado ao trabalho de manipulação dos parâmetros que definem a quantidade de entrada de sinal. Existem duas formas de realizar o controle dos níveis: manualmente, por meio de *faders* ou *knobs*, dependendo do equipamento e exigindo um maior conhecimento técnico de produção para atingir bons resultados; ou automática, por meio de compressores, *limiters* ou *noise gates*, exigindo uma menor proficiência do usuário da interface de controle, porém, com maior possibilidade de atingir resultados indesejados.

No decorrer das décadas de 1970 e 1980, o registro ainda era feito em fitas e os mixers foram aperfeiçoados gradativamente com maior número de canais e possibilidades de manipulação interna, como por exemplo a adição de efeitos para cada canal individual. Também foi possível trabalhar a manipulação com subgrupos de pistas via um canal auxiliar denominados *bus*.

Em um breve comentário, TALBOT-SMITH [2002, p: 133], discorrendo sobre os primórdios da aplicação dos sistemas digitais de áudio, menciona que sua primeira utilização de grande difusão ocorreu no Reino Unido ao fim da década de 1960, quando engenheiros-pesquisadores da BBC (<http://www.bbc.com/>) desenvolveram um sistema para combinar o sinal de som da televisão junto às imagens para serem transmitidos pelas estações locais. Porém, foi com os primeiros computadores pessoais e teclados MIDI, a partir da década de 1980, que a notação musical (na forma de protocolo MIDI) pôde passar a ser sequenciada, ao invés de ser gerada em tempo real, ganhando o que o que Paiva [2012, p: 10] conceitua de Automação Musical. O avanço para o protocolo MIDI permitiu a comunicação de plataformas externas, como por exemplo os sintetizadores, com os computadores via códigos numéricos, revolucionando as possibilidades de controle e manipulação naquele período. Durante a década de 1990 houve maior ascensão do mercado digital e os consoles digitais de mixagem passaram a se tornar uma ferramenta popular²³. Nessa época, diversos estúdios profissionais trocaram a mesa analógica por uma digital.

As faixas de áudio, ao serem digitalizadas e armazenadas nos *hard disks*, puderam ser modificadas através de *softwares* específicos que permitiram ao operador editar o conteúdo de

23 MIXINGCONSOLE.ORG . Disponível em: <<http://www.mixingconsole.org/web/main/history/>> Acessado em 15 jun. 2015.

forma geral, realizando atividades como remoção, reposicionamento e tratamento de seções da gravação. Na gravação digital, uma das vantagens, segundo TALBOT-SMITH [2002, p: 162], é que o processo de edição é “não-destrutivo”, o que significa que o arquivo original não é alterado de fato, preservando a informação. Também não existe conexão física entre os parâmetros de controle da plataforma e os elementos do circuito de áudio [ALTEN 2002, p:100].

Há alguns anos atrás, os sistemas digitais de edição tinham um preço muito alto e inacessível para grande parcela dos profissionais de mixagem. Entretanto, com a evolução tecnológica possibilitando maior capacidade de armazenamento de informação e aumento na velocidade de processamento dos computadores de padrão doméstico, um número considerável de softwares de edição tornou-se mais acessível [TALBOT-SMITH 2002, p: 162]. Segundo a MIXINGCONSOLES.ORG, o crescimento das produções em *homestudios* levaram muitos estúdios profissionais a experimentar uma queda no número de clientes e, diante da crise, fechar as portas. Uma grande quantidade de equipamentos de estúdio de alta qualidade, entre mesas, ficou disponível no mercado de usados a preços bem baixos.

Nos últimos quinze anos, exatamente a partir de 2000, observa-se uma grande evolução nas ferramentas internas que as interfaces digitais de trabalho com mixagem oferecem, o que as popularizou e as inseriu definitivamente no mercado. Desde então, os softwares de maior utilização no meio profissional e amador de produção de áudio são: Logic Pro²⁴, Ableton Live²⁵, Pro Tools²⁶, Reason²⁷, Cubase²⁸, Nuendo²⁹ e Fruity Loops³⁰. Observa-se, coincidentemente, que tais programas apresentam em suas respectivas interfaces uma representação visual adaptada dos padrões tradicionais observados nos sistemas das mesas analógicas, em geral.

Uma base que valida a informação referente a real utilização dessas plataformas em grande escala dentro do mercado da produção, está no fato da maioria dos cursos, superiores ou técnicos, de ensino de produção musical as adotar como ferramentas principais. Este

24 Fonte: APPLE. Disponível em: <<https://www.apple.com/logic-pro/>> Acessado em 15 jun. 2015.

25 Fonte: ABLETON. Disponível em: <www.ableton.com> Acessado em 15 jun. 2015.

26 Fonte: AVID. Disponível em: <<http://www.avid.com/BR/products/family/pro-tools/>> Acessado em 15 jun. 2015.

27 Fonte: PROPELLERHEADS. Disponível em: <<https://www.propellerheads.se/reason>> Acessado em 15 jun. 2015.

28 Fonte: STEINBERG. Disponível em: <<http://www.steinberg.net/en/products/cubase/start.html>> Acessado em 15 jun. 2015.

29 Fonte: Idem. Disponível em: <http://www.steinberg.net/en/products/nuendo_range/nuendo/start.html> Acessado em 15 jun. 2015.

30 Fonte: IMAGE-LINE. Disponível em: <<http://www.image-line.com/flstudio/>> Acessado em 15 jun. 2015.

aspecto pode ser observado, por exemplo, no cronograma do curso oferecido pela University of Central Lancashire (UCLAN), UK:

“... Estudantes realizam prática nos *softwares* ProTools and Logic Pro e utilizam pacotes como Cubase SX3, Ableton Live, Reason e Final Cut Studio. O curso específico e as habilidades obtidas dentro do curso permitem aos graduandos se direcionar para uma variedade de carreiras dentro da indústria de criação, tanto como gravações musicais, pós-produção e *design* sonoro para a *web* e multimeios.”³¹

Com as interfaces digitais, uma das inovações de maior impacto dentro dos procedimentos tradicionais foi a utilização mais constante das linhas de automação. Em ALTEN [2002, p: 98], o autor comenta que devido ao nível de complexidade dos consoles de produção atuais, e a grande quantidade de procedimentos envolvidos em mixar muitas tracks em uma só, a automação tornou-se uma ferramenta indispensável. Esta, facilita e otimiza a manipulação das operações dentro do processo geral de mixagem, armazenando informações referentes as alterações que devem ocorrer automaticamente e simultaneamente nos parâmetros do *mixer*:

Uma das críticas sobre a visão estética da automatização, em relação a mixagem, está no que pode ser denominado de uma forma mais coloquial como: “mesmice”. Ou seja, a não ser que alguma linha de automação seja modificada no projeto, o som será sempre idêntico em todas as suas reproduções [ALTEN 2002, p:100]. Ela elimina do processo o caráter expressivo momentâneo presente nas mixagens realizadas em consoles analógicos.

Em [PAIVA 2012, p: 12], é relatado também o impacto da evolução digital sobre as novas interfaces visuais para a criação sonora:

“Até o surgimento dos processadores digitais, todas as interfaces se resumiam em botões sobre superfícies, não existindo, por exemplo, a visualização da onda sonora que hoje é encontrada até em gravadores de voz de celulares. Com isso, a produção sonora passa a ter uma nova interface, com todos os sons podendo ser visualizados e com o usuário trabalhando diretamente na representação gráfica da onda sonora.”

Dessa forma, observa-se a cada período uma otimização dos processos tecnológicos, que ficam cada vez mais velozes e amplos, e contribuem para a reinvenção do fazer musical. Essa relação fica explícita na sonoridade singular característica de cada período histórico, onde percebe-se diferenças nítidas na comparação entre gravações da década de 1980 e do início dos anos 2000.

³¹ Fonte: *University of Central Lancashire* (UCLAN), UK. Tradução pelo autor. Disponível em: <http://www.uclan.ac.uk/information/courses/ba_honours_music_production.php> Acessado em 15 jun. 2015.

2 A Subjetividade da Mixagem

Conforme mencionado no primeiro capítulo, o trabalho de mixagem em gravações musicais envolve um nível considerável de conhecimento técnico e domínio de vários equipamentos – placas de áudio, monitores de referência e o endereçamento dos cabos – e processadores de efeitos – mesas de som, softwares e compressores externos – além de um treinamento auditivo que possibilite perceber adequadamente os resultados destes procedimentos sobre o som manipulado. O processo, na maioria dos casos, envolve também sensibilidade artística e conhecimento musical, influenciando não apenas no aspecto técnico da música trabalhada como também em seus aspectos artísticos.

Em função das preferências por certos aspectos sonoros específicos, a mixagem deve ser acompanhada pelos responsáveis (produtores ou mesmo os intérpretes) para as tomadas de decisões referentes ao projeto musical, de modo a exprimir nele a concepção estética do que se tem em mente. Muitas vezes, o que se pretende numa mixagem é uma clareza maior na gravação e um alto nível de fidelidade em relação ao som original. Em outros casos, busca-se alterar intencionalmente o som para que este possa se adequar a alguma proposta estética que os idealizadores do projeto musical têm em mente. Na mixagem, é importante que todos os elementos técnicos, tecnológicos e criativos estejam a serviço de uma linguagem expressiva [MACEDO 2007]. Em seu processo criativo, a mixagem pressupõe uma coerência com a proposta estética do artista. Mixar músicas de diferentes estilos e nichos de mercado, como a música *pop*, a erudita, o *punk*, o *folk* ou a eletrônica, entre muitos outros, envolve conceitos e procedimentos diferentes.

As especificações estéticas na mixagem que, no decorrer dos anos foram estabelecidas para os diferentes estilos musicais, sugerem, do ponto de vista da semiótica, uma associação com a teoria dos signos de Charles Peirce. A definição peirceana de signo diz que: “aquilo que, sob certo aspecto ou modo, representa algo para alguém. Dirige-se a alguém, isto é, cria na mente dessa pessoa um signo equivalente ou talvez um signo mais desenvolvido” [PEIRCE 2000, p: 46 apud WOLFF 2012, p: 2].

Em PAIVA [2012, p: 2], autor ressalta que “...alguns gêneros musicais foram pouco atingidos por estas tecnologias, na medida em que já se constituíam formalmente antes do surgimento das mesmas; outros surgiram juntamente com tecnologias específicas, e delas fizeram seus meios expressivos, principalmente a partir da segunda metade do século XX,

como o rock'n'roll. ”

O livro “*Sound Mixing: Tips and Tricks*” [BAZIL 2008, p: 1-4] aborda a mixagem como algo totalmente relativo à subjetividade e aos resultados alcançados através do uso de forma intuitiva do conhecimento técnico específico. O autor menciona, em seu primeiro capítulo, que aquilo que é geralmente oferecido como tutorial trata-se, geralmente, de conjuntos de tabelas padronizadas referentes a região frequencial dos instrumentos musicais (inclusive referindo-se a estas como “ridículas”, pela inutilidade prática) e que, em seu ponto de vista, realmente não auxiliam em coisa alguma por serem extremamente genéricas. Ele cita também alguns *scripts* bem técnicos e detalhados que algum equipamento específico oferece em termo de possibilidades, porém, sem abordar o que realmente importa: as experiências da utilização de um respectivo equipamento num estúdio de mixagem. Em seu texto, o autor também demonstra uma certa insatisfação referente às fórmulas prontas para produção, as quais considera não existir, principalmente pelo fato dos procedimentos em cada sessão se tratarem de questões totalmente subjetivas, não apresentando muita utilidade em um ambiente onde cada situação é única e os problemas possuem soluções de acordo com o contexto específico da obra.

Pode-se considerar que existam alguns formatos padrões de aprimoramento dos sons em geral, técnicas conhecidas que podem ser aplicadas como ferramentas durante a etapa de produção da grande maioria dos gêneros musicais. Quando um produtor deseja evidenciar no resultado da gravação a interação sonora entre os membros de um grupo musical, ele pode optar pela realização de uma captação ao vivo. Se a sua intenção é buscar captar a sonoridade de uma performance em um ambiente original específico (por exemplo, numa determinada sala de concertos) é indicado que este produtor, no intuito de facilitar seu trabalho durante a mixagem, realize a gravação nesse respectivo local, ao invés de tentar recriar o espaço artificialmente. Se a intenção do produtor durante uma gravação é a de captar a sonoridade dos músicos interagindo simultaneamente, porém com uma ênfase na sonoridade individual de cada instrumento, ou seja, com melhor captação desses, a gravação pode ser feita em um local que possua salas isoladas – que preferencialmente possibilitem o contato visual entre os músicos, dispostos individualmente ou em duplas – ou mesmo em uma mesma sala tratada acusticamente, com anteparos entre os músicos a fim de minimizar o vazamento sonoro.

O número de possibilidades de manipulação do material registrado durante a fase de mixagem pode variar, principalmente em relação ao modo como é feita a gravação. O número

de possibilidades é maior quando a gravação é feita de forma mais minuciosa, com os instrumentos gravados em salas isoladas e em multicanais. Em ambientes compartilhados por todos os membros do grupo musical registrados simultaneamente, pode se tornar uma tarefa árdua, ou mesmo impossível, realizar certas manipulações quanto aos detalhes da mixagem, principalmente no que tange a correção de erros individuais dos instrumentistas. Nesses casos, qualquer modificação precisa ser realizada atentamente e de forma consciente, no que tange a possibilidade de haver interferência indesejada do som de outro instrumento musical registrado na mesma gravação.

Como mencionado no primeiro capítulo, inicialmente a produção em estúdio se restringia ao registro de uma *performance*. Atualmente existem vários procedimentos técnicos (por exemplo, o correto posicionamento de microfones; a “microfonação”) e musicais (por exemplo, a gravação musical realizada em conjunto) que podem ser empregados em função dos objetivos musicais definidos e das concepções estéticas, para se atingir o resultado sonoro desejado. Desse modo, segundo MACEDO [2007], não podemos afirmar que exista *um* processo, ou *uma* técnica de produção de mixagem universalmente adotada pela indústria fonográfica, mas sim que existem diversos procedimentos técnicos e metodologias de produção, cuja utilização deve ser avaliada a partir dos objetivos musicais e artísticos desejados. Nas palavras de Burgess:

“Não existe uma forma correta ou incorreta de fazer discos. Existe, sim, uma forma apropriada e uma forma inapropriada de fazer um disco específico. [...] A sonoridade e a atitude da produção precisa combinar com a sonoridade e a atitude da música. [...] o princípio geral afirma que a produção deveria estar totalmente coerente com o estilo do artista e o conteúdo da música e das letras” [BURGESS 2002, p: 97].

Uma questão bastante apontada que acreditamos ser importante abordá-la nessa dissertação é o conceito de boa mixagem. Segundo BAZIL [2008, p: 1-4], “definir uma boa mixagem é algo simples e fácil. O difícil é obter uma boa mixagem”. Tratando-se de padrões técnicos, em sua obra o autor introduz sete elementos que devem ser analisados para qualificar uma mixagem como boa:

a) *Clearliness* (limpeza): As *tracks* (pistas individuais ou *master*) trabalhadas em uma mixagem devem estar “limpas”, ou seja, sem ruídos ou sons indesejados. Sem interferências de sons, tais como: *hiss* (ruído de fundo de característica sibilante com ênfase nas frequências da região média), *clicks* (sons abruptos, que possuem um tempo de duração inferior ao de reconhecimento de *pitch*, de aproximadamente 20 milissegundos, ou seja, um som bastante

curto e intenso), *pops* (clipes na faixa gravada devido a interferência de sons, como os de vento e/ou sopros), entre outros, ou seja, basicamente sem a presença de sons indesejados, que não pertençam ao áudio originalmente gravado.

b) *Clarity* (clareza): O áudio deve estar claro para ser ouvido, ou seja, livre da presença de qualquer frequência sonora exagerada ou que não esteja contribuindo para a definição do resultado final sonoro [ALTEN 2002, p: 453]. Sem *mushiness* (pouca nitidez) ou *wooly effect* (som rouco) na gravação resultante. Também sem *bias*³² específicos, devido a qualquer forma de equalização, ou seja, nada que possa impedir de tratar um evento que necessite de tratamento dinâmico do áudio. A mixagem final deve assim estar limpa de ruídos e compensada (nível de *Loudness* equivalente em todo o corpo frequencial), para evitar que certas frequências sobressaiam em intensidade em relação às outras (de acordo com os interesses estéticos subjetivos).

c) *Separation* (separação): Cada *track* deve soar limpo e separada, ou seja, vazamentos de áudio (captação indesejada também do som de outros instrumentos) entre faixas idealmente não devem existir. Estes devem estar sem conflitos de frequências próximas ou coincidentes. Cada canal deve soar identificável e distinto, separado das outras pistas. A mixagem final deve apresentar, em um contexto principal, uma boa separação dos componentes de som trabalhados. É uma medida para evitar que o agrupamento final de pistas apresente sons indefinidos e/ou mascaramentos sonoros³³. Cada elemento presente deve ter seu posicionamento panorâmico (horizontal entre *left/center/right*) definido dentro do arranjo espacial. Simultaneamente, estes devem soar de forma adequada dentro da faixa de frequências estabelecida para o contexto geral da faixa musical, de acordo com o trabalho conceitual desejado.

d) *Level* (nível): As *tracks* não devem apresentar momentos prolongados de *quietness* (ausência de som) e nem uma taxa muito elevada de *loudness* (Percepção de intensidade), ou será difícil de serem tratadas dinamicamente. Preferencialmente, o volume de todas as *tracks* deve ser considerável e com uma boa relação S/N (*signal to noise ratio*, ou relação

³² Na gravação de fita, uma corrente variante de alta frequência (geralmente entre 75kHz e 100kHz) é aplicada como polarizadora na entrada de alimentação do gravador juntamente ao sinal de áudio durante a gravação, com o propósito de reduzir a distorção e ajustar a razão de sinal-ruído. O efeito de *biasing* ocorre pela superposição de um campo magnético sob a corrente do sinal de áudio durante a gravação [HOLMES 2006, p: 28]. Tradução pelo autor.

³³ Segundo [PARKER 1988, p: 315] o mascaramento sonoro é a interferência na audibilidade de um som causada pela presença de outro som com certos aspectos semelhantes (como a frequência, a complexidade, e o tempo de duração). Mais especificadamente, o número de decibéis (dB) em que o nível de intensidade de um som (sinal) deve ser elevado acima de seu limiar de audibilidade, para que seja percebido na presença de um segundo som (*masker*), é denominado o mascaramento sonoro.

sinal/ruído, que estabelece o quanto de ruído existe em relação ao sinal sonoro). A mixagem final deve soar numa intensidade que não canse o ouvinte, evitando exageros em qualquer faixa de frequência.

e) *Balance* (Equilíbrio): Deve existir um bom balanceamento (relação de proporção) das frequências existentes na mixagem para evitar a fadiga do ouvinte e/ou apresentar problemas de mixagem em outras mídias de reprodução, tais como: CDs, MP3 *players*, rádio e televisão, etc. A mixagem final não deve ter nenhum *bias* direcionado para ambos os lados do campo estereofônico e deve ser distribuída adequadamente e com atenção à manipulação das frequências.

f) *Genre Test* (Gênero): A mixagem final deve soar como o gênero específico almejado. Isso é crucial pra determinar se a mixagem específica obterá sucesso no mercado fonográfico.

g) *Environment Test* (teste em ambientes): A mixagem deve soar aceitável em todos os ambientes. Mesmo que o processo de masterização³⁴ cubra essa função em termos de apresentação do produto final, é essencial que a mixagem atenda a todos os critérios citados anteriormente. Dessa forma a mixagem pode ser ouvida com um mínimo de qualidade em qualquer sistema, não se restringindo apenas a alguns ambientes específicos [BAZIL 2008, p: 3].

2.1 Interpretação e Aprendizado

Apesar da mixagem ser muitas vezes aprendida empiricamente, existem referências com métodos formais para o seu aprendizado. O livro “*Mixing Audio*” [IZHAKI 2012] apresenta, a partir de seu terceiro capítulo, passos para o aprendizado da mixagem. Inicialmente esta obra faz uma analogia com o processo de aprendizado de uma nova linguagem, pois a partir do conhecimento de termos específicos e de suas aplicações, torna-se possível entender e interpretar quais mecanismos e recursos técnicos foram utilizados em determinados períodos de uma mixagem. Geralmente a mixagem é um processo realizado por uma pessoa especializada. No que diz respeito à proficiência e ao conhecimento empírico,

³⁴ Segundo FERRAZ [2012, p: iv] a masterização é o processo final de uma produção musical, sendo necessária para detectar e corrigir deficiências sonoras da mistura sonora, assim como para maximizar o potencial sonoro da faixa musical. Através de parâmetros como equalização, compressão, remoção de ruído, *de-essing*, edição, entre outros, o processo é realizado com a intenção de realçar informações importantes na faixa e reduzir as diferenças dinâmicas existentes nela. Dessa forma, é definido uma matriz padrão para que o áudio seja distribuído, copiado, e reproduzido com qualidade na maioria dos aparelhos e sistemas de áudio.

podemos dizer que são habilidades adquiridas, enquanto que a sensibilidade é normalmente inata e constitui atributo do talento deste profissional, o engenheiro de som. Izhaki cita os três princípios para a mixagem criativa que se inter-relacionam:

1) Visão: Da mesma forma que alguns compositores podem imaginar uma música antes de literalmente ouvi-la (processo chamado de audiação, segundo GORDON [2000, p: 37]), um engenheiro de mixagem pode imaginar determinadas sonoridades antes de as produzir. Ela é brevemente definida pela frase: “Como se deseja que determinado som soe? ”. Uma resposta para tal pergunta não pode ser traduzida em palavras apenas pois é uma forma de “visualização” da sonoridade, que posteriormente se manifestará em diversos aspectos, durante todo o processo de mixagem. A grande diferença entre engenheiros de som iniciantes e os experientes revela-se no fato de que, enquanto os novatos definem seus resultados por tentativas de erro e acerto, os engenheiros de maior experiência e conhecimento imaginam o som e posteriormente desenvolvem-no em seu trabalho.

2) Ação: O processo referente a quais ações devem ser tomadas no processo de mixagem é sucintamente definido através das questões “Qual equipamento deve ser utilizado? ” e “Como este equipamento deve ser utilizado?”. Engenheiros de som inexperientes podem demorar muito tempo escolhendo e testando diferentes ferramentas e equipamentos para atingir um objetivo, o que pode prejudicá-los com possíveis alterações na ideia original. Engenheiros de som mais experientes geralmente conhecem bem suas ferramentas e equipamentos de trabalho e suas aplicações específicas, além de saber manuseá-los da melhor forma em prol de seus resultados, indo diretamente ao seu objetivo estético. A habilidade de trabalhar atingindo resultados de forma rápida e eficiente é essencial para engenheiros de som contratados que geralmente tem agenda bastante cheia e tempo limitado em estúdio.

3) Avaliação: A habilidade de atingir uma boa mixagem é baseada em repetidas avaliações de resultado. Essa etapa se comunica com questões como “Está soando como desejado? ”; “Está soando corretamente? ” e “Tem algo de errado e o quê?”. O foco em cima de consertar os erros de mixagem provê um bom ponto de partida, ajudando a evitar assim uma atitude típica de principiantes, realizando tarefas que na verdade são desnecessárias, como, por exemplo, equalizar o som de algum

instrumento musical que de fato não necessite de tratamento [IZHAKI 2012, p: 20-22].

Os engenheiros de som também têm de levar em conta um fator importante para a boa manutenção de sua atividade, que concerne à saúde de seus ouvidos. Uma atenção importante para os níveis de volume (intensidade sonora) no ambiente de trabalho é necessária. A exposição contínua a altos níveis de pressão sonora (*sound-pressure levels* – SPLs) pode danificar as células sensoriais de audição, na cóclea, que naturalmente não se reparam, podendo causar a perda auditiva definitiva. Esses danos causados pela exposição a níveis elevados de pressão sonora variam de acordo com o tempo de exposição e as características individuais de cada ouvido. Exposições prolongadas a altos níveis de pressão sonora também diminuem a sensibilidade dos ouvidos criando a falsa percepção de que o som não está alto o suficiente. Essa necessidade de aumentar os níveis para compensar a aparente perda auditiva cria uma situação de risco para o sistema auditivo.

Após algumas horas exposto a níveis de intensidade altos é possível ter a sensação de que os ouvidos estão “cobertos de algodão”. Trata-se do efeito conhecido por TTS (*temporary threshold shift*, também conhecido como fadiga auditiva), uma perda de sensibilidade auditiva reversível que desaparece em algumas horas, ou mesmo alguns dias, dependendo do caso. Dessa forma os ouvidos de fato se fecharam para se proteger de sons muito altos que poderiam danificá-los [ALTEN 2002, p: 6].

Profissionais da mixagem contornam esse problema trabalhando dentro do cronograma diário, se possível, com sessões de tempo limitado e com intervalos significativos entre as respectivas sessões. Evitam trabalhar, ou mesmo apreciar (escutar) faixas de áudio que os exponha a níveis de intensidade sonora muito altos. Alguns também aderem ao uso de equipamentos que podem auxiliá-los a minimizar a fadiga auditiva, como fones específicos que, no decorrer da sessão, se adequam as diferenças de escuta do engenheiro a fim de evitar a fadiga podendo prolongar um pouco mais a duração das sessões.

2.2 Faixas de Referência

O conhecimento para analisar uma mixagem é fundamental para o aprendizado das técnicas e sua posterior aplicabilidade. Através de um processo de escuta atento aos detalhes, de acordo com a mídia de reprodução definida, deve-se buscar compreender as ações que

foram aplicadas. Mesmo que essas análises não possam sempre revelar exatamente como o trabalho foi elaborado, elas podem permitir a obtenção de um número considerável e relevante de informações. É possível utilizar-se de algumas ferramentas para revelar informação extra, como obter a informação sônica de apenas um canal do plano estereofônico ao “mutar” (ato de omitir o som temporariamente) o outro, ou mesmo a utilização de um filtro (dispositivo ou plataforma que possibilita separar as frequências de um som; diminuir ou atenuar algumas regiões de frequência do espectro; ou mesmo, remover totalmente uma região caso de uma faixa indesejada ou ruído de um sinal) [BALLOU 1991, p: 665] para esclarecer o entendimento de como os sons dos instrumentos musicais específicos foram equalizados.

A análise de mixagens é uma atividade que pode servir como excelente ferramenta de aprendizado dessa ciência, porém diante de tantas opções torna-se difícil aprender e incorporar todas as diversas possibilidades e suas respectivas variações individuais. A alternativa que os engenheiros de som experientes costumam utilizar como artifício para suprir essa dificuldade e auxiliá-los a atingir bons resultados são as faixas de referência em qualidade de alta definição (formatos de armazenamento de informação sonora que apresentam fidelidade de manter o corpo espectral do objeto sonoro que foi captado intacto e sem perdas), específicas e definidas a seu gosto. Essas faixas são trabalhos anteriormente concluídos e que atingiram os resultados almejados. Estas foram selecionadas de acordo com suas especificidades. O profissional, ao iniciar uma nova mixagem, utiliza-se delas para a realização de um método referencial de comparação através de análises espectrais e auditivas. Nessa atividade, dentro do possível, decifra os elementos a partir de uma engenharia reversa do procedimento no intuito de atingir, em sua atividade atual, um resultado sonoro próximo e adequado ao padrão utilizado como referência.

As faixas de referência devem ser definidas cuidadosamente de acordo com o trabalho que se propõe a ser feito no momento, levando em consideração aspectos como gênero, dinâmica e época. Exemplificando, caso se pretenda mixar uma faixa que inclua um naipe (conjunto) de cordas, a melhor opção seria encontrar como referencial uma *track* que possua uma mixagem, considerada boa, de um conjunto similar de cordas, e não uma que apresente uma instrumentação diferente.

A utilização das faixas de referência pode ser empregada por diversos motivos, como:

- Fonte para imitação: a imitação da técnica de outros faz parte do processo de

aprendizado e é um bom exercício na mixagem, porém deve-se agir com cautela, evitando limitações e o impedimento do desenvolvimento do aspecto criativo dentro da atividade. A imitação é o maior inimigo da inovação.

- Fonte de inspiração: ao invés de um simples trabalho, através da comparação constante e imitação, como exemplificado acima, a faixa de referência pode ser ouvida poucas vezes antes do processo inicial da mixagem. Essa escuta é realizada para uma busca de inspiração para qual direção o processo deve seguir e quais são as qualidades acústicas que realmente devem ser incorporadas.
- Inspiração para momentos de falta de criatividade: em certos momentos durante o processo de uma mixagem é possível que o engenheiro de som fique insatisfeito com os resultados já obtidos e sem o conhecimento ou alternativas criativas para encontrar as soluções necessárias. Observando as diferenças entre essa mixagem e uma faixa de referência específica é possível proporcionar o surgimento de novas idéias, ou mesmo denunciar problemas que estão ocorrendo, e até então, não eram percebidos.
- Referência para uma mixagem já finalizada: após a conclusão da mixagem pode-se compará-la a uma faixa de referência específica. É uma forma de auxiliar, se necessário, no surgimento de idéias para melhorá-la [IZHAKI 2012, p: 27].

2.3 A Atividade de *Layering* na Mixagem

Conforme vimos, mixagem, em termos gerais, sugere uma mistura de sons na qual os componentes perdem sua unicidade tornando-se parte do total. Referindo-se a atividade de misturar elementos dentro da mixagem, o termo *layering* pode ser mais específico e direcionado do que o termo mixagem, atualmente considerado mais popular e abrangente. Quando dois ou mais sons ocorrem simultaneamente, a atividade de *layering* trata-se de garantir, através de manipulações pelo uso de edições e efeitos, que estes permaneçam balanceados, fiéis à perspectiva inicial e inteligíveis dentro da mixagem [ALTEN 2002, p: 480]. A atividade de *layering*, por exemplo, pode utilizar-se de ferramentas como um equalizador para evitar que um determinado som, considerado importante para o contexto do arranjo, sofra interferência por causa de algum outro som que ocorra simultaneamente e de caráter secundário no trecho em tratado.

Outra definição para *layering*, observada na matéria do site MUSICRADAR [Disponível em: <<http://goo.gl/WG4u9Z>> Acessado em 15 jun. 2015], diz que o princípio básico fundamental dessa atividade é a combinação de dois ou mais sons de aspectos característicos relativamente próximos para atingir um resultado mais rico e interessante do que seria possível com apenas uma fonte sonora isolada, criando a percepção de um som mais preenchido e mais denso. A matéria do *site* apresenta uma advertência relatando que é fácil criar uma confusão sonora quando se mescla determinadas fontes sonoras, especialmente quando elas têm características similares. Situações indesejadas podem ocorrer, tais como: o conflito ou o mascaramento entre frequências, que pode facilmente desestabilizar a mixagem, especialmente na região dos médios; ruídos transientes podem se chocar uns com os outros, causando inconsistência dinâmica; e a falta de precisão ou planejamento pode gerar cancelamentos de fase, ou seja, resultados “flácidos” e uma mixagem de caráter amadora.

A combinação de sons espera que quatro objetivos essenciais estejam em foco:

- 1) Determinar o plano ou elemento principal e assim, definir a relação com todos os sons presentes para criar foco ou induzir um certo ponto de vista.
- 2) Posicionar os sons para criar relações de espacialização e distanciamento. Objetos sonoros com intensidade de volume aparente mais alta e posicionados ao centro do eixo horizontal do espaço aural, ou nas extremidades laterais deste, criam a sensação de estarem situados mais próximos do ouvinte. Os sons que apresentam menor intensidade de volume aparente e se posicionam na região entre as extremidades e o centro deste eixo tendem a soar como se posicionados em um ponto distante do ouvinte.
- 3) Manter o balanceamento espectral para que o espaço aural (espaço criado entre duas ou mais caixas de som, aonde o som se posiciona durante a reprodução) seja preenchido de forma apropriada.
- 4) Conservar a identificação de cada componente individual inserido na mistura sonora sem que ocorram interferências contrastantes na definição do som geral ou resultante final.

Desse modo, a técnica de *Layering* envolve alguns dos aspectos mais importantes da comunicação aural, a informação sonora emitida dentro do espaço aural criado por duas ou mais caixas, tais como: Balanceamento (controle dos: níveis de intensidade, eliminação dos excesso de frequências, e disposição dos sons emitidos pelas caixas *Left/Right* ou

Esquerda/Direita); Perspectiva (criação de relações de hierarquia e interdependência entre os objetos sonoros para compreensão do contexto geral da mixagem); e Inteligibilidade (capacidade de manter a efetividade na transmissão da informação registrada pelo objeto sonoro). Usualmente, quando os elementos em uma mixagem se apresentam de forma confusa, isso ocorre devido ao fato de alguns deles serem sonoramente semelhantes em aspectos como: tonalidade, andamento, audibilidade, intensidade, envelope, timbragem, estilo, ou mesmo por haver um excesso de sons simultâneos. *Layering* trabalha sobre objetos sonoros de características próximas reproduzidos simultaneamente e determina que som soará com maior evidência dependendo do foco e contexto de textura musical definido anteriormente. Pequenas modificações fazem com que cada objeto sonoro se torne mais distinto, com pouca, ou nenhuma, perda do efeito total que já vinha sendo proporcionado pela cena (trecho musical) tratada em questão.

No *layering* alguns sons são mais importantes do que outros. O som predominante costuma estabelecer o foco ou ponto de vista (definição da hierarquia da importância dos sons dentro da cena em questão), como em um comercial, por exemplo, onde prevê-se que a voz esteja mais alta pois sabe-se que o conteúdo mais importante deve ser a mensagem verbal [ALTEN 2002, p: 413]. Mesmo que nesta cena existam carros ou aviões, entre outros objetos que sejam extremamente barulhentos, o *layering* serve para garantir, via filtragem de frequências, que esses não interfiram na região da voz e que essa prevaleça como informação mais importante no contexto desejado.

Em uma gravação de conjunto musical, em um trecho onde todos os instrumentos tocam juntos, geralmente existem dois tipos de instrumentos musicais. Os instrumentos de primeiro plano, que são aqueles que possuem informação cognitiva com maior importância para a obra específica, nem sempre, mas geralmente apresentando maior nível de intensidade sonora e aparentando estar situados mais próximos do ouvinte no espaço aural. Os instrumentos de plano de fundo são aqueles que possuem conteúdo sonoro considerados menos importante para a obra em questão. Estes geralmente apresentam um menor nível de intensidade sonora e aparentam estar situados mais distantes do ouvinte. Seja qual for a combinação de instrumentos, a definição do plano principal e o suporte dos sons é fundamental para uma boa mixagem. Uma abordagem sobre textura musical cita a mixagem como resultado da matéria sonora e sua organização, em função dos planos sonoros e da maneira como estes se relacionam. A quantidade de planos sonoros, hierarquias e critérios de relacionamento entre os

planos e seu comportamento no tempo fornecem dados significativos para a interpretação das texturas de um trecho ou obra musical [FALCON 2011, p: 446-447].

A relação entre o som e a imagem pode ser estabelecida através da associação dos sons em função do que é visto, ou pela ligação a determinadas imagens ou cenas de acordo com o que é escutado. A perspectiva entre o que é ouvido e o que é visto não necessariamente precisa se justificar, mas sim complementar-se, ou seja, nem todos os sons presentes em uma imagem precisam ser reproduzidos para gerar a compreensão da cena. Os sons são criados no intuito de propiciar maior atenção à um fato definido em cena como sendo o mais importante. Caso haja algum outro objeto sonoro presente dificultando a transmissão dessa mensagem, este deverá ser tratado ou eliminado. Em outras palavras, é possível manipular a perspectiva, ou o foco de atenção em cima de determinados fatos. As informações visuais e sonoras são de distintas naturezas, mas se complementam a fim de criar um entendimento e contextualização de um fenômeno exterior. Nesse sentido a informação visual pode funcionar como um complemento para o exercício e o entendimento de atuações puramente acústicas, como é o caso da mixagem.

2.4 Aspectos Socioculturais

Segundo HULL [2004, p: 13], a música popular, considerada a base da indústria fonográfica, claramente interage com a sociedade. Assim, o produto musical, ao mesmo tempo, tanto influencia a sociedade como também é influenciado por ela. Temas de caráter social são comumente tratados nas letras cantadas por vários artistas, como no caso dos compositores já falecidos Jim Morrison, ex-vocalista da banda de rock The Doors, e o cantor Bob Marley da *reggae music*. Podemos dizer que a música possibilita ao intérprete/compositor expressar o seu posicionamento perante a questão abordada e, simultaneamente, criar um contexto de identificação do público consumidor com a causa em questão referida no trabalho apresentado.

Como apresentado em GIBSON [2005, p: 49], no decorrer dos anos, após o surgimento da gravação sonora, cada estilo musical desenvolveu suas tradições específicas em relação às preferências dentro do contexto da mixagem. Mesmo que não existam regras ou delimitações no processo da mixagem, em diversos casos, o artista está em busca de atingir uma determinada estética pré-estabelecida de acordo com a sonoridade do estilo que está

sendo trabalhado. No mercado da música popular, o enquadramento da sonoridade para cada estilo em específico facilita a inserção do material musical para o público-alvo, através da associação dos ouvintes aos aspectos pré-determinados pela indústria cultural. Desse modo, a solução para um profissional obter um bom resultado é aprender as especificidades que existem de cada estilo separadamente, mesmo que isso ocorra de forma gradual e de acordo com a necessidade da demanda.

No âmbito do trabalho do engenheiro de som, algumas tradições acabaram sendo fixadas de forma bem rigorosa, como por exemplo a mixagem para conjuntos orquestrais de música erudita, ou mesmo as clássicas *Big-bands*, que são feitas de forma distinta a dos grupos comerciais, em geral. Nessas mixagens tende-se a valorizar a sonoridade e a performance artística da formação em conjunto, captando mais o som da ambiência e interferindo nos detalhes da gravação de forma bastante sutil. Em contrapartida, as regras são muito mais flexíveis nos estilos em que se estabeleceu maior influência de produção eletrônica (uso de sintetizadores e *softwares* de edição) no processo criativo, como a música eletrônica, o *dance* e o *hip-hop*. Mas, mesmo esses estilos que apresentam esse teor de maior independência quanto às regras, e afrontam a certas limitações sugeridas, ainda possuem aspectos específicos e se enquadram dentro de tradições vinculadas às suas respectivas cenas. Como, por exemplo, a camada de frequências graves (geralmente dos instrumentos *kick* e *bass*) nas produções de *hip-hop* (estilo musical engajado na contracultura emergente nos subúrbios americanos na década de 1980) é observada como uma das prioridades e, em diversos casos, costuma apresentar-se acentuada e com equalizações específicas no intuito de transmitir determinadas sensações, como a de preenchimento nos ambientes onde é executada [CONNELL; GIBSON 2004, p: 183].

Voltando em GIBSON [2005, p: 51], o autor ainda discute de forma breve uma hipótese das origens de como cada estilo musical teria desenvolvido sua tradição sonora e estabelecido suas peculiaridades no contexto da mixagem. Realizando uma observação, ele insere o fato de que os músicos, em geral, estão vinculados a contextos sociais e culturais das origens de seus respectivos estilos. Dessa forma, compreende-se que sua obra apresenta um conteúdo que é reflexo de suas relações sociais e experiências cotidianas. Como vemos nos artistas de *hip-hop* americanos que se utilizam de vestimentas (geralmente largas) de certas marcas e gírias específicas, por exemplo, definindo e associando determinados comportamentos e padrões culturais a essa vertente.

Segundo CONELL & GIBSON [2004, p: 183-184], no surgimento do estilo *hip-hop*, a partir de ideais de protesto por reconhecimento das classes sociais mais baixas, minorias, nos subúrbios e comunidades afro-americanas, o grave das mixagens (principalmente o instrumento *bass*) serviu como importante função de inserção social dentro do espaço urbano. O grave, que com suas batidas fortes reverbera nos *sound systems* das casas ou nos sons de carros nas ruas ocupando o espaço público, juntamente com a invasão urbana visual proposta pela arte do grafite (pinturas em muros a base de *sprays* de tinta) associa-se como tentativa de expressão e de autoafirmação, contribuindo para a formação e o reconhecimento de uma identidade cultural.

GIBSON [2005, p: 49-52] considera, assim, a música como uma extensão da personalidade do indivíduo juntamente com a mixagem, que é uma extensão da música em si mesmo. O autor deduz que o surgimento e consolidação das diversas tradições relativas às sonoridades e às formas de misturar os sons (mixagem), nos diferentes estilos musicais, são resultado direto da influência dos primeiros intérpretes dessa vertente a partir das características dos seus estilos de vida.

A concepção estética dos trabalhos é um dos fatores mais importantes e determinantes na mixagem geral. Por exemplo, a mixagem de uma música destinada a uma trilha de filme de suspense pode possuir uma equalização geral acentuando apenas uma determinada região espectral que seja mais interessante esteticamente. Esta mixagem pode realizar movimentos mais rápidos e variados na panorâmica dos sons presentes, além de poder criar efeitos como cortes de volumes repentinos. Porém, esses artifícios, em geral, provavelmente não se adequariam à mixagem de uma balada romântica. Nesse caso, pode ser mais interessante a utilização de uma equalização geral, com uma faixa espectral mais ampla e próxima ao som natural, e também a definição de um posicionamento fixo (entre esquerda/centro/direita) da maioria dos objetos sonoros dentro da panorâmica.

A forma como cada estilo musical tem sido mixado no decorrer da história da gravação sonora representa um aspecto importante para se definir como cada projeto deve ser tratado em particular. As características estabelecidas como tradição, a partir da consolidação e distinção de cada estilo específico, de acordo com o contexto cultural e as tecnologias de captação e reprodução sonora da respectiva época, se desenvolvem e passam por transições no decorrer dos anos. Esse aspecto define principalmente as estéticas sonoras dos estilos musicais, em certos casos, sendo associadas a períodos históricos dos estilos musicais, como

por exemplo na história do *rock*. Os *hits* de rock da década de 1960, como o consagrado grupo inglês The Beatles, possuem uma mixagem realizada a partir da captação com pouquíssimos canais (no máximo 8) impossibilitando um tratamento e lapidação individual do *take* de certos instrumentos. No início da era da gravação digital, na década de 1980, com a expansão das possibilidades de se captar um maior número de canais simultâneos, o tratamento individual da maioria dos sons envolvidos abriu um leque de novas opções em relação às técnicas de produção. Os timbres “super polidos” de guitarras, juntamente com as caixas das baterias com excesso de reverberação, retratam as características estéticas da sonoridade do *rock* desse período. A respeito da evolução da estética de mixagem dos estilos musicais, vinculadas no decorrer dos períodos, Culler diz que:

“... expressões estéticas visam comunicar noções, sutilezas, complexidades, que ainda não foram formuladas, e, portanto, tão logo uma ordem estética vem a ser geralmente percebida como um código (como forma de expressar noções que já foram formuladas), em seguida as obras de arte tendem a se mover para além desse código ao explorar suas possíveis mutações e extensões... Muito do interesse nas obras de arte está na forma como elas exploram e modificam os códigos que elas parecem estar usando.” (Tradução pelo autor)³⁵ [CULLER, 1976 apud HEBDIGE 1979, p: 129].

Em GIBSON [2005, p:70], os valores da audiência de massa podem influenciar o resultado de uma mixagem e um engenheiro de som deve levar este aspecto em conta para realizar o seu trabalho. Ele comenta que diversos artistas populares realmente desejam que suas gravações, após o processo de pós-produção, soem como um *hit* famoso, atendendo às exigências do mercado de massa. O autor levanta a opinião de que a condição do trabalho criativo artístico estar limitado aos interesses do mercado é vista, muitas vezes, como o fim da verdadeira essência e do sentimento existente nas obras. Porém, ele contextualiza que, no âmbito musical, essa opinião, com certeza, se reflete na área dos letristas e compositores, mas que, no âmbito da mixagem, não seria este necessariamente o caso. Ele argumenta que a o artista, com uma mixagem de caráter comercial, apenas busca que seu trabalho soe de forma adequada nas mídias veiculadoras de seu produto, as quais já estão inseridas e exercendo influência no mercado, como o rádio, os CDs e a TV. A verdade é que muitas vezes as mixagens mais originais e criativas apelam para a audiência de massa. Muitos *hits* famosos na

35 “. . . aesthetic expression aims to communicate notions, subtleties, complexities, which have not yet been formulated, and, therefore, as soon as an aesthetic order comes to be generally perceived as a code (as a way of expressing notions which have already been formulated), then works of art tend to move beyond this code while exploring its possible mutations and extensions. . . . Much of the interest of works of art lies in the ways in which they explore and modify the codes which they seem to be using.” [CULLER, 1976 apud HEBDIGE 1979, p: 129].

rádio e nos CDs possuem mixagens de extremo refinamento e bom gosto, de forma que muitos almejam ter a habilidade de criar contextos similares em seus trabalhos.

2.5 Aspectos Mercadológicos

O envolvimento dos registros sonoros com o âmbito do mercado, e em consequência da atividade de mixagem, tem seu princípio no sistema capitalista que é um modelo econômico baseado no consumismo. Tal sistema foi estabelecido a partir da revolução industrial, ocorrida na Europa no séc. XVIII, e se fortaleceu e imperou influenciando as tendências de consumo da população mundial. Por meio dos avanços tecnológicos e do surgimento de máquinas elaboradas e formas de reprodução da arte, principalmente a partir do final do séc. XIX, os produtos adquiriram caráter cada vez mais padronizado e autônomo em relação a seus criadores. Criou-se uma relação de distância dos processos criativos com as habilidades humanas individuais. Aos poucos, essa influência eliminou das atividades produtivas o domínio da razão humana, levantado anteriormente pelos teóricos iluministas, e criou um contexto de desumanização dos processos, alterando o ambiente de mercado ao priorizar, em troca de interesses econômicos, o domínio da razão técnica. Com a sociedade regida pela lei de mercado, interessada em manipular e controlar a oferta e demanda das mercadorias, inclusive das obras de arte, o termo “Indústria Cultural” foi definido em âmbito filosófico pelos teóricos alemães da escola de Frankfurt: Theodor W. Adorno (1903-1969) [DUARTE 2003, p: 13-19] e Max Horkheimer (1895-1973) [SILVA 2002].

Segundo Adorno, na Indústria Cultural ocorre uma valorização e exploração dos bens artísticos e do seu poder de influência, onde tudo se torna negócio. “Enquanto negócios, seus fins comerciais são realizados por meio de uma sistemática e programada exploração de bens considerados culturais” [ADORNO 1999, p: 18]. Observada como um nicho de mercado, essa parcela cultural adere características dinâmicas do mundo industrial moderno e se insere nele, exercendo o papel específico de portadora da ideologia dominante, a qual outorga sentido a todo o sistema. A Indústria Cultural produz uma padronização e manipulação da cultura em busca do lucro, e dentro de suas possibilidades, reproduz as ideias que servem para a sua própria perpetuação e legitimação como forma de extensão da sociedade capitalista como um todo. O reflexo dessa conduta contribui para a forma como um indivíduo é afetado pelos produtos das indústrias culturais e os efeitos da *massmedia* (*mídia de massa*) revelando de que

maneira uma obra de arte é transformada num objeto puramente comercial.

“A Indústria Cultural impede a formação de indivíduos autônomos, independentes, capazes de julgar e de decidir conscientemente.”
[ADORNO 1999, p: 47].

Segundo a concepção de Adorno, o indivíduo, nessa Indústria Cultural, passa a ser visto como mero instrumento de trabalho e de consumo, ou seja, reduz-se a um objeto. Ele é tão bem manipulado quanto às suas ideologias e ações que até mesmo o seu lazer se torna uma extensão do trabalho. Portanto, prevê-se que todas as suas atividades e ações sejam de acordo com a ideologia dominante. Guiando-se pelas bases da razão técnica estipulada, a indústria da cultura molda a mente do povo dentro de seu esquema, de forma que interpretem os produtos oferecidos por ela como um “conselho de quem entende”. A lógica de clichê, traduz-se em esquemas prontos que podem ser empregados indiscriminadamente, tendo apenas como única condição a aplicação ao fim para o qual se destinam. Dessa forma, Adorno induz a ideia de que o mercado proporciona e incentiva ao consumidor a alternativa de escolha em substituição à necessidade de pensar.

As concepções, apresentadas acima, do autor alemão Adorno refletem a visão de uma época e momento específico da indústria cultural, onde o conceito de mixagem ainda estava se consolidando, de forma que não há menção do autor a esse tema. Porém, fazendo uma ponte com a área da história da gravação, MORTON [2004, p: 7] comenta que os conceitos de Adorno são base para discussões em torno dos reflexos da indústria fonográfica, no decorrer do séc. XX. Considerando estas opiniões e na busca de realizar uma abordagem sobre a questão mercadológica da música atualmente, o autor dessa pesquisa considerou citar a visão de Adorno para estabelecer uma ponte de comparação com a inserção e consolidação da mixagem no processo de produção industrial. Sugere-se, que os sistemas padronizados da mixagem de música de caráter comercial, e principalmente sua evolução no decorrer do último século, são mais um indício e reflexo do poderio da indústria cultural sobre essa arte. Podemos ver que a mixagem da música de massa da década de 1980, por exemplo, possui características específicas e padronizadas de mixagem, seja numa quantidade de reverb, seja na distribuição dos elementos na panorâmica ou mesmo o nível de compressão das regiões de frequências.

Sobre a situação de criar opções para que o consumidor tenha alternativas, ao invés da reflexão crítica, pode ser observada nos pequenos detalhes e minúcias que padronizam e distinguem as mixagens entre os diferentes estilos de música existentes no mercado, como o

jazz, o *axé music*, o *rock*, eletrônico, o samba-canção, entre outros. O consumidor, diante de tantas opções, encontra afinidades de seus gostos musicais e perceptivos quanto ao tipo de mixagem entre outros detalhes (como por exemplo a quantidade de compressão na faixa), com certos estilos padronizados. Dessa forma consolidam-se as preferências e os clichês, aderindo o conceito de fetichismo ao contexto dos produtos musicais.

Adorno comenta que o impacto da Indústria Cultural obscurece a percepção das pessoas, principalmente daqueles que são formadores de opinião. No âmbito da mixagem, sobre uma visão mais atual do tema, possivelmente, a audiência tem dificuldade de pensar contextos além dos produtos que conhece. Através da fixação de diversos conceitos subjetivos e transientes (re-moldáveis), em certos casos manipuláveis, o meio sugere a fixação de uma ideologia predominante onde as hierarquias entre os valores estéticos passam a ser determinados e regidos por ela. Até mesmo a felicidade do indivíduo é influenciada e condicionada por essa cultura de massa. Pode-se observar como é trabalhado no mercado a influencia sobre os sentimentos que cada canção pode proporcionar ao ouvinte, por exemplo, ao inseri-la como trilha sonora de uma novela: se a canção é colocada em um momento romântico de um casal, ela tenderá a ser a associada a esse contexto, e isso ocorre também com as padronizações de mixagem. Pode-se observar que na trilha sonora dos programas televisivos de esportes radicais, de canais como o OFF (<http://canaloff.globo.com/>) e o MultiShow (<http://multishow.globo.com/>), por exemplo, geralmente opta-se por músicas de *rock* agitadas que apresentam uma mixagem agressiva (distorções atenuadas) e bem saturada quanto a compressão, provavelmente, no intuito de induzir uma sensação associada a adrenalina sentida pelos atletas durante as manobras de risco.

Desta maneira geral, FREITAS [2008, p: 57] sobre a relação de Adorno e a arte contemporânea, admite que “Atualmente, a atrofia da imaginação e da espontaneidade do consumidor cultural não precisa ser reduzida a mecanismos psicológicos. Os próprios produtos (...) paralisam essas capacidade em virtude de sua própria constituição objetiva”, então cabe a nós utilizar a consciência e interpretar o mundo onde vivemos. Diante das bases do consumo da Indústria Cultural, cria-se, perante o indivíduo, o sentido de falsa identidade induzindo-o a acreditar que tem liberdade de escolha no consumo de determinado tipo de mercadoria, como por exemplo roupas e discos.

Adorno cita o cinema, como exemplo, que inicialmente era um mecanismo de lazer e tornou-se posteriormente num meio eficaz de manipulação. Vale incluir também que, em

outro momento, diversos conhecimentos e procedimentos de mixagem foram desenvolvidos a partir do cinema, como por exemplo uma maior exploração de aspectos como a panorâmica dos elementos, a aplicação de efeitos (como reverberação), a construção de imagens sonoras, e a própria atividade de *layering* em relação a escuta das falas dos atores entre os outros sons durante a mesma cena.

Pode-se observar que, no decorrer do desenvolvimento da indústria do entretenimento, principalmente na segunda metade do século XX, a mixagem sempre esteve presente e foi levada como um fator de importância. Como já mencionado no capítulo 1, no decorrer do desenvolvimento do mercado fonográfico, certos critérios e padrões, no que tange a qualidade do áudio das gravações, foram estabelecidos e esperados pela audiência. Por meio da comparação de diversos registros sonoros, no decorrer da história, é possível definir a existência de estéticas sonoras específicas, trabalhadas em cada período e vinculada aos estilos e às diferentes obras. Esses padrões estéticos, além de gostos subjetivos, refletiam o desenvolvimento tecnológico e uma adequação às mídias de reprodução de cada período específico. Tais ações ditaram tendências de consumo em diversos períodos e situações históricas, como por exemplo na Indústria Cultural brasileira, durante o período do programa televisivo da Jovem Guarda [ZAN 2013, p: 99-100].

Nos anos 1960, no contexto da música popular, conforme abordado por EYERMAN & JAMISON [1995, p: 450-451], as canções contribuíram e influenciaram os movimentos políticos, e muitas vezes foram executadas em manifestações públicas ou festivais coletivos. Porém, ao fim dessa mesma década, a era dos concertos de *rock* entrou em processo de declínio, alterando o contexto de uma reunião espiritual coletiva, presente até então nas performances, para uma relação mais individual e comercial por parte dos grupos, ou artistas solo, focados na relação com os números de audiência. Cantores como Bob Dylan, Joan Baez e Carly Simon tornaram-se artistas comerciais sujeitos às técnicas de produção e a todas as instâncias impostas pela corporação da indústria musical. O cantor, que anteriormente encarregava-se de ocupar simultaneamente todas as funções artísticas, tais como compor, executar, produzir e ser ativista, passou a ser prioritariamente um “artista” projetando através de seu trabalho uma visão pessoal da sociedade, ao invés de exprimir uma visão política coletiva.

Ao final dos anos 1960, com essa ascensão e profissionalização do mercado fonográfico, as canções gravadas, com raras exceções, eram transformadas em produtos

manufaturados para o consumo privado em um mercado de massa, ao invés de serem um veículo de formação da identidade coletiva e da conscientização, como havia sido anteriormente. Com o público ampliado, as obras ganharam maior poder de difusão e simultaneamente adquiriram menor teor ideológico-político, modificando sutilmente o conteúdo geral das obras.

Vale ressaltar a observação de Adorno de que ainda existem indivíduos ou grupos que não caíram no engodo da semicultura (cultura padronizada). Adorno sugere que é possível a tais grupos de indivíduos resistirem à massificação da arte e da cultura contribuindo para superar a opressão imposta pelo capital. Essa questão de superação e desprendimento em relação à subordinação das tendências culturais ao capital, segundo MARTINS [2009, p: 12], só será possível com a superação desta ordem que ainda carrega influências do passado onde a música religiosa era considerada a “grande música”. Ainda em Martins, “Esta superação deve ser conduzida reduzindo o índice de alienação do povo quanto ao apego material e religioso na vida...” para aproximar “...a possibilidade de realização ampla da produção e da fruição de uma arte. Uma cultura rica e de gostos diversificados poderia suprir e apresentar um grau elevado, tanto no ponto de vista espiritual quanto estético” [MARTINS 2009, p: 12].

Com o avanço tecnológico dos computadores e equipamentos em geral, e o advento de meios de comunicação com uma característica mais autônoma por parte do usuário, como a internet ao final da década de 1980, é possível observar uma modificação no ambiente da Indústria Cultural. Quanto à mixagem, o que antes era uma atividade relativamente restrita aos profissionais em ambientes de estúdios comerciais tornou-se algo acessível para um número expressivo de pessoas. A internet viabilizou um potencial enorme de comunicação e alcance do mercado global a partir de uma conexão caseira [ALTEN 2002, p: 347]. A homogeneização promovida pelo rádio e televisão é drasticamente modificada pela internet. Segundo SILVA [2009, p: 2], é possível avançar para a seguinte hipótese: talvez a novidade maior trazida pela internet, algo que tem a ver com o nosso espírito do tempo como um todo (ou *Zeitgeist*³⁶), seja o conceito de diferença. Muitas palavras de ordem da esquerda na época de Adorno tornaram-se valores comuns e universais de hoje. Ele não indica que exista hoje uma diferença de fato, mas que aquela estandardização que Adorno observou foi deslocada. A homogeneização agora tem que passar por um momento de afirmação da diferença, uma aparência de multiplicidade, como se cada pessoa fosse realmente singular, as opções

36 Segundo [VELHO 1997, p: 147-148], *Zeitgeist* é um termo alemão cuja tradução significa “espírito da época”, “espírito do tempo” ou “sinal dos tempos”. O *Zeitgeist* é, em suma, o conjunto do clima intelectual e cultural do mundo, numa certa época, ou as características genéricas de um determinado período de tempo.

virtualmente infinitas, e as possibilidades de auto definição ilimitadas. Isso é algo que, na perspectiva atual, já pode ser identificado no fluxo televisivo, mas que com a internet atingiu um novo patamar.

A internet, apesar do avanço tecnológico que incorpora, aparenta não constituir um meio que representa uma ruptura com os pressupostos básicos da indústria cultural, criticada por Adorno e seus companheiros. Ao contrário, parece elevar o impacto de alguns fenômenos vistos por esses analistas como negativos, a exemplo da influência perceptível e as estratégias de manipulação dos usuários utilizadas nas mídias sociais como o *Facebook* (www.facebook.com) e o *Twitter* (www.twitter.com), principalmente em relação aos produtos culturais.

Segundo o artigo sobre mixagem do *SAE Institut*, traduzido por Germano Lins para o *website* brasileiro especializado em produção musical: MUSICAUDIO.NET³⁷, alguns engenheiros realizam duas mixagens: uma mixagem em modo estéreo com a faixa dinâmica da música completa para ser ouvida nos aparelhos *hi-fi* em casa, geralmente adquirida na compra dos CD's ou formatos digitais de alta-definição, como WAV, AIFF e FLAC; e uma outra mixagem com os sinais esquerdo e direito comprimidos, com uma faixa reduzida de frequências (entre 300 kHz e 3000 kHz), e situados dentro da panorâmica ao centro, ou próximo a ele, para serem executadas nas rádios. As gravações definidas para fins comerciais são mixadas de forma a soarem bem em rádios AM (mono) e FM, definindo assim uma limitação do resultado estético a determinados padrões pré-estabelecidos e reduzindo as possibilidades criativas dentro do contexto artístico, principalmente em relação à pouquíssima variação dinâmica dos sons. Configura-se uma prática comum realizar mixagens específicas independentes (*singles*) de faixas de um CD para o rádio.

Atualmente, com os excelentes sistemas de compressão existentes no mercado e as padronizações estéticas no mercado fonográfico de caráter comercial, ocorre que a maioria das gravações são “fortemente” comprimidas (comprimidas em excesso), o que faz com que o áudio resultante apresente um mínimo de variação dinâmica possível.

Em certos meios, como o citado *mainstream* da produção de música comercial, a mixagem pode ser categorizada informalmente como a arte de conseguir com que todos os sinais existentes na música soem o mais próximo possíveis de 0dB, porém transmitindo ao máximo a impressão de que possui uma ampla faixa dinâmica. Ou seja, o som de um sussurro deve ser percebido com a mesma força aparente (ou nível de *Loudness*) que o som de um

³⁷ Disponível em: <<http://goo.gl/R9zhPU>> Acessado em 15 jun. 2015.

grito acontecendo em seguida na mesma gravação. Evitando a utilização do artifício de variação dinâmica entre esses sons para que eles sempre soem no seu limite, apenas deve-se transmitir, através de efeitos, que o grito dê a ilusão ao ouvinte de maior espacialidade, amplitude e mais força aparente em relação ao sussurro, mesmo que nesse material ambos soem acusticamente com a mesma intensidade e próximos ao valor de 0dB.

Segundo o artigo do SAE *Institut*, mencionado acima, durante a reprodução em aparelhos de áudio de certas gravações *pops* modernas pode-se observar uma ínfima variação nos sinais, expressos pelos valores do medidor de VU (*Volume Unit*), unidade de volume. Em muitos casos observa-se que esse medidor de intensidade momentânea permanece quase que estático e só apresenta uma pequena variação de nível (RMS - *root mean square*) durante as transições entre os diferentes trechos da música, entre versos, refrãos e solos, entre partes mais tranquilas e mais agitadas da música. Essa tendência mais recente de modificar as dinâmicas nas gravações é prejudicial, principalmente, em relação à preservação cultural de aspectos sonoros característicos dos variados estilos. Também interfere na qualidade do áudio, aumentando sua definição, porém eliminando informações mais complexas (e provavelmente parte do seu conteúdo) do áudio das performances registradas, modificando e criando novas relações de preferência de escuta com o público ouvinte em geral.

Esse fenômeno contínuo do crescimento dos padrões de *Loudness* na música gravada, particularmente a partir da utilização dos CD's (*Compact Discs*) definido como *Loudness War* [KATZ 2007 apud VICKERS 2010, p: 1], trata-se de uma “guerra de volumes” dentro da indústria fonográfica, onde músicos e engenheiros de masterização aplicam em seus processos o máximo possível de compressão dinâmica e *limiters*, na tentativa de obter gravações mais altas (maior *Loudness*) do que a de seus competidores.

Segundo VICKERS [2010, p: 2], um dos problemas da *Loudness War* é que mesmo as vertentes musicais e artistas motivados prioritariamente pela qualidade de áudio sentem-se forçados à utilização da hiper compressão (compressão em excesso do áudio original) para que seus resultados possam soar com níveis de *Loudness* próximos ao padrão de volume inserido no mercado. Um dos fatores mais criticados nessa atividade é o fato da ausência de variação de *Loudness* gerar um aspecto monótono, enfadonho, eliminando o impacto dramático e emocional trazido pela dinâmica da música. Essa “guerra dos volumes” não é necessariamente um problema dos engenheiros de som, ou mesmo seja algo do interesse deles, principalmente porque com o desenvolvimento dos algoritmos de processamento de

sinais, estes profissionais tiveram mais facilidade para a obtenção de resultados adequados a esses padrões. Tudo se revela a partir do sentido de disputa entre os artistas e a crença de mercado na filosofia “*Loud is better*” (“Alto é melhor”, em relação aos níveis de intensidade do som). Muitos engenheiros de masterização são relutantes quanto à aplicação de compressão de forma excessiva, porém eles costumam sentir-se pressionados pelos músicos e executivos de gravadoras que são instigados pelo mercado a estar em constante competição, e assim acabam optando por adotar estes procedimentos, mesmo que seja possível atingir uma maior qualidade de áudio de outras maneiras.

Dessa forma, observa-se não somente os padrões culturais sendo prejudicados como também um potencial de reflexo disso, na própria indústria fonográfica, pois cada gravação com um nível de *Loudness* maior, pressiona as outras futuras gravações a serem comprimidas de forma semelhante, contribuindo para homogeneização sonora do mercado fonográfico. Observa-se que a utilização do nível máximo de volume nos resultados finais, impossibilitando que ocorra qualquer variação dinâmica no sinal emitido, elimina os focos de atenção dos ouvintes com sua constância, podendo induzir o cérebro a atingir um estado de fadiga no sistema nervoso [VICKERS 2010, p: 10]. Essa situação cria dificuldades no sistema de interpretação do que é ouvido, fazendo com que a cognição musical haja como um filtro e simplesmente pare de tentar identificar as informações recebidas, resultando na perda de interesse na música por parte do ouvinte.

3 Acústica, Psicoacústica, os Limites da Audição e a Mixagem

O presente capítulo trata dos aspectos acústicos e perceptuais, bem como suas relações com a mixagem, e é traçado um paralelo entre as propriedades sonoras, de natureza puramente acústica, e os limites perceptuais da audição humana que contribuem para definir como o processo de mixagem é realizado em função de um determinado resultado. Pode-se observar que os engenheiros de som considerados de alto nível dentro da indústria fonográfica apresentam resultados em suas mixagens que aparentam ter uma maior fidelidade à matriz, o som original que é captado, em um grande número de mídias de reprodução, ou seja, proximidades de percepção dos sons de acordo com as limitações dos aparelhos, além desse material agradar um grande número de ouvintes. Segundo a indústria cultural de massa, citada anteriormente no capítulo 2, são estes fatores que geram um bom trabalho de mixagem, porém, um aspecto relevante está no fato da capacidade e habilidade técnica do engenheiro de obter intencionalmente certos resultados com o manuseio das ferramentas.

O tratamento acústico de ambientes e as propriedades de propagação do som são conhecimentos fundamentais para se obter bons resultados em trabalhos de mixagem. Deve-se, ainda, estabelecer vínculos interdisciplinares, associando os conhecimentos aplicados ao comportamento das ondas dentro do espaço do estúdio e uma preocupação com a fidelidade de percepção sonora. Estes são os primeiros passos para se trabalhar de forma confortável e mais assertiva quanto às questões intuitivas e criativas do processo de mixagem, como por exemplo a utilização de determinadas equalizações e manipulação de detalhes nos timbres gerados pelos instrumentistas. A mixagem, principalmente para fins comerciais, trabalha com diversos princípios para a percepção do som gravado através da escuta em alto-falantes, especialmente quanto aos níveis de processamento de sinal e aos diversos modos de se obter espacialização. A relação entre estas áreas de conhecimento e suas relações com o processo de mixagem são o assunto em questão abordado no decorrer do capítulo 3.

3.1 Acústica na Mixagem

Segundo PARKER [1988, p:1], em termos mais abrangentes, a acústica é o estudo das propriedades físicas do som. Como o processo de mixagem se relaciona à manipulação de ondas sonoras e apresenta uma evidente preocupação quanto à fidelidade da reprodução

sonora, as noções de conhecimento básico de acústica são fundamentais para sua execução em um nível técnico considerável. O tratamento acústico das salas de mixagem é, por exemplo, um aspecto de grande importância para obtenção da fidelidade de áudio no qual se trabalha, evitando a possibilidade de interferência entre as ondas presentes.

Do ponto de vista da física, o som é uma vibração mecânica; longitudinal; que necessita de um meio elástico para se propagar, que pode ser o ar (entre outros gases), líquidos (como água, por exemplo) ou materiais sólidos (como metal ou madeira, por exemplo). Este último meio citado justifica o porquê das salas de captação ou edição de áudio, principalmente as situadas em apartamentos, serem isoladas acusticamente, a fim de evitar a transmissão de som através das paredes e, conseqüentemente, o registro ou simplesmente a presença de sons externos indesejados.

Na acústica os sons são distinguidos entre: periódicos e aperiódicos. Os sons aperiódicos, como o som de um chute em uma bola de futebol ou o acender de um isqueiro, ocorrem rapidamente e podem gerar impressões confusas (período de tempo curto para interpretação dos detalhes). São vibrações não-periódicas e breves, que mudam imprevisivelmente de característica com rapidez. Os sons quase-periódicos como, por exemplo, canções ou o som de um trem se movimentando em contato com os trilhos, nos dão uma sensação contínua, geralmente consonante, e ocorrem devido às vibrações aparentemente regulares e bem definidas. O som quase-periódico é considerado simples quando corresponde a uma única onda harmônica e, é considerado composto quando se compõe de duas ou mais delas apresentando um resultado sonoro derivado das interações entre a mescla das respectivas frequências [CLARO 2008, p: 1].

Segundo PARKER [1988], em relação ao estudo do som a acústica apresenta três categorias: produção, transmissão e detecção. Sobre a produção, o som pode ser gerado a partir de qualquer vibração que gere uma variação de pressão no meio provocando um deslocamento de densidade das partículas que o compõem. A quantidade de energia transferida em relação a uma unidade de tempo durante a propagação de uma onda sonora pode ser medida em joules por segundo (*Watts*). O som se propaga sempre no espaço físico (tridimensional). Dessa forma, é possível saber o valor da intensidade sonora que representa o fluxo de energia transmitido por unidade de tempo (*watts*) [LAZZARINI 1999, p: 11-12] durante a propagação do som em uma determinada direção, como apresentado na figura 3.1 abaixo. Nas fontes sonoras reais a intensidade de propagação (*SIL - Sound Intensity Level*)

pode variar em uma alta proporção e geralmente é expressa em uma escala logarítmica denominada decibel (dB) [HOWARD; ANGUS 2006, p: 15]. Decibel (dB) é uma unidade logarítmica que indica a proporção de uma quantidade física, energia ou intensidade, em relação a um nível de referência específico ou implícito.

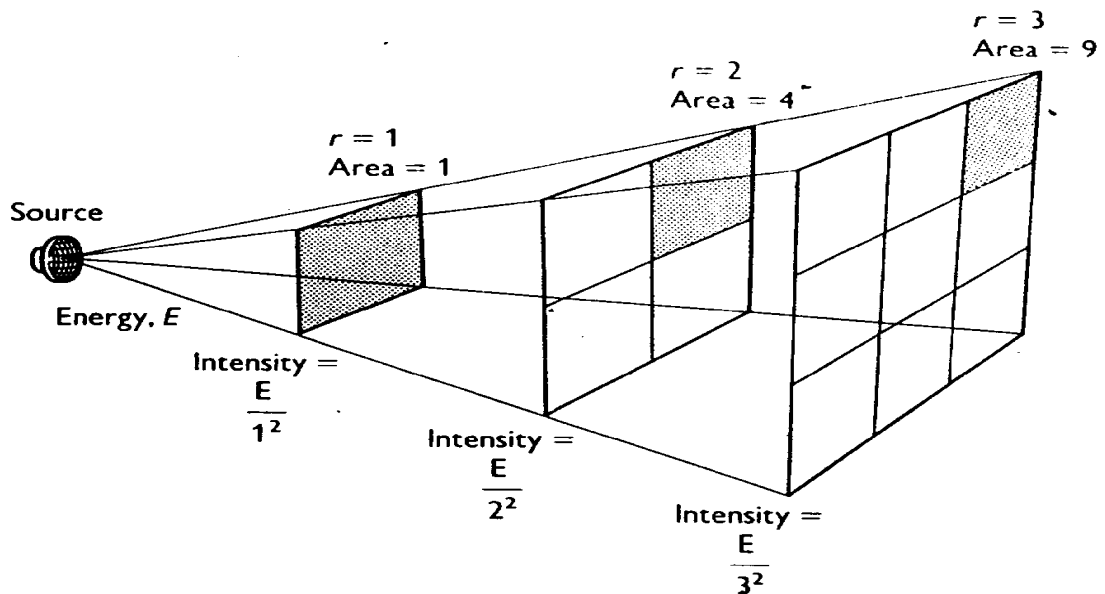


Figura 3.1: Exemplo da propagação da intensidade sonora por área durante a propagação do som.

Fonte: <<http://personal.cityu.edu.hk/~bsapplec/transmis1.htm>>.

O nível de potência sonora (*SWL* ou *PWL* – *Sound Power Level* or *Sound Watts Level*) é a medida total da energia emitida por unidade de tempo (em geral, segundos) em todas as direções por uma fonte sonora [LAZZARINI 1999, p: 12]. Ao contrário da Intensidade Sonora, o *PWL* apresenta direcionamento específico de deslocamento. Esta função, também logarítmica, é útil para a medição da energia total emitida por fontes sonoras, principalmente as que estejam produzindo ruídos e sons indesejados, o que determina a utilização desta medição para controle de níveis de poluição sonora em ambientes urbanos [CLARO 2008, p: 1].

A intensidade sonora é uma forma de medir a amplitude de uma onda sonora em um ponto particular. A amplitude (A) se refere à diferença entre os valores máximo e médio de pressão ao longo do tempo em um determinado ponto do espaço. Quando a pressão varia do seu valor máximo ao mínimo retornando novamente ao máximo, diz-se que ela efetuou uma oscilação completa ou um ciclo. A distância entre dois picos de pressão na direção de propagação da onda é chamada de comprimento de onda (λ), enquanto que o tempo para que a

pressão efetue esse ciclo é chamado período (T) da onda. A frequência (f) da onda refere-se ao número de ciclos realizados por unidade de tempo. A unidade ciclo/segundo é denominada Hertz (Hz). Assim, um som cuja frequência é de 200 Hz é uma onda periódica de pressão que completa cerca de 200 ciclos de vibração por segundo.

Como definido em LAZZARINI [1999, p: 13]: “o nível de pressão sonora (SPL) é a medida mais usual quando se fala em amplitude da onda sonora, por duas razões: pela sensibilidade do ouvido às variações de pressão e pela facilidade na obtenção de seus valores” por meio de instrumentos de leitura. Os valores obtidos correspondem de forma mais assertiva, como escala mensurada, ao que realmente é percebido. Esse valor também pode ser expressado em RMS (*Root Mean Square*), ou potência média quadrática de uma onda sonora em um determinado intervalo de tempo. Nos sons cotidianos, a amplitude de pressão pode sofrer intensas variações, o que faz com que o SPL geralmente seja expresso em escala logarítmica também.

Para ser transmitido, o som necessita de um meio de propagação, pois é uma onda mecânica. Durante a propagação ocorre apenas transferência de energia mecânica, e não há transferência de matéria. Portanto, ele não se transmite no vácuo, porque não há um meio material para sua propagação. Os meios materiais em que se propaga uma onda sonora são chamados de meios elásticos, pois permitem a ocorrência de ondas longitudinais de compressão e expansão. Tais meios elásticos são capazes de se deformarem com a passagem das ondas sonoras e restaurarem a sua forma original após a passagem das mesmas [CLARO 2008, p: 1].

Dentro do contexto da mixagem, o meio usual de propagação do som para chegar até ao nosso ouvido é o ar que nos envolve, nas condições normais de pressão e temperatura. Sobre a transmissão sonora pelo ar observa-se que em pequenas altitudes os sons são bem audíveis, o que não ocorre em altitudes maiores (4000 metros ou mais), onde o ar é menos denso. O ar denso é melhor transmissor do som que o ar rarefeito, pois as moléculas gasosas estão mais próximas e transmitem a energia cinética da onda de umas para outras com maior facilidade. De uma maneira geral, os sólidos transmitem o som melhor que os líquidos, e estes, melhor do que os gases. Por exemplo, segundo os valores da tabela da UNIME [Disponível em: <<http://goo.gl/CiwXus>> Acessado em: 15 jun. 2015] em um ambiente situado na temperatura de 25°C, o som se propaga mais rápido no ferro (5200 m/s) do que na água (1498 m/s) ou no ar (346 m/s).

Quando um objeto vibra na atmosfera expandindo, contraindo ou vibrando transversalmente (exemplo: corda de piscina), ele movimenta partículas de ar ao seu redor. Estas partículas, em seu deslocamento, se comprimem e se expandem umas entre as outras criando mais perturbações ao seu redor, e assim, repetindo esse ciclo sucessivamente. Desta forma, o movimento oscilatório das partículas transmite a vibração. Ao se expandir, o objeto movimenta as partículas de ar que estão a sua volta iniciando um processo de perturbação do meio chamada compressão, que corresponde à pressão máxima da propagação sonora. Ao contrair, as partículas de ar ao seu redor tendem a ocupar o espaço vazio deixado pelas outras deslocadas. Isto acarreta uma redução na pressão do meio, gerando o efeito de aproximar de si ainda mais partículas de ar. Esse desequilíbrio da quantidade de partículas que acarreta em uma nova queda de pressão, e assim sucessivamente, é denominado rarefação e corresponde à pressão mínima da propagação sonora. A sucessão dessas zonas comprimidas e rarefeitas forma o que chamamos movimento ondulatório longitudinal. As partículas não se movem para fora de sua zona de equilíbrio, elas apenas oscilam transversalmente, para um lado e para o outro em relação ao seu ponto inicial (em repouso, antes da perturbação), onde permanecem na ausência de deslocamento [Disponível em: <<http://goo.gl/njB3FP>> Acessado em 15 jun. 2015].

A velocidade de propagação do som de ondas longitudinais é definida de acordo com a função da densidade do meio em que ele se propaga [SILVA 2005]. No caso dos gases, a velocidade depende do tipo de gás, de seu peso molecular e de sua temperatura absoluta [LAZZARINI 1999, p: 5], segundo a equação:

$$V = \sqrt{\frac{\phi RT}{M}}$$

Onde:

M = peso molecular do gás (no caso do ar: $2.87 \times 10^{-2} \text{ Kg mole}^{-1}$)

ϕ = Uma constante que depende do gás (aqui consideramos 1.4 para o ar)

R = constante dos gases ($8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mole}^{-1}$)

T = temperatura absoluta (em Kelvin)

Substituindo os valores acima obtemos a velocidade do som V em uma temperatura T

(em graus Kelvin):

$$\text{Logo temos: } V = 20.1 \sqrt{T} \text{ m s}^{-1}$$

Podemos concluir que a velocidade do som no ar só é dependente da raiz quadrada da temperatura, em Kelvin, que se obtém somando 273 ao valor desta em Celsius. Logo, a velocidade do som no ar, a 20° C, é de: $v = 344 \text{ m/s}$.

De acordo com os meios de propagação, observa-se que o som ao deslocar-se perde energia em um valor proporcional ao seu distanciamento da fonte sonora devido às perdas para o próprio ambiente ou à colisão com determinado obstáculo. Quando uma onda sonora tem sua fonte de emissão deslocada, ou atinge obstáculos, podem ocorrer certos fenômenos em distintas proporções, de acordo com as características do som e das superfícies, tais como: difração; reflexão; repetição; ressonância; interferência; e efeito Doppler; entre outros. Para um engenheiro de som, a noção de algumas dessas possíveis modificações no comportamento dos sons pode ser de grande utilidade dependendo de sua tarefa e objetivo, como descrito e exemplificado abaixo:

- I. Difração (ou *Scattering*): é a propriedade de contornar obstáculos, também observada nas ondas de luz. Ao encontrar obstáculos à sua frente a onda sonora continua a provocar compressões e rarefações no meio em que está se propagando, e dessa forma, repercute as vibrações nas moléculas que se encontram ao seu redor [SELF et al 2009, p: 91-92]. Essa continuidade dos estímulos mantém a transmissão do som que se desloca em torno do obstáculo. A onda sonora perde um pouco de sua energia original a cada difração ocorrida durante o percurso, cuja variação desta depende do comprimento de onda (λ). Nos estúdios de tratamento de áudio é imprescindível ter noção do conceito de difração, principalmente para evitar que qualquer objeto dentro do ambiente esteja posicionado entre o engenheiro e a caixa de som, ou em algum outro lugar inapropriado, provendo-lhe uma referência sonora acústica mais fiel dentro ambiente.
- II. Reflexão: Já brevemente comentada na seção 1.3, ocorre quando uma onda sonora encontra um obstáculo que não possa ser contornado. A reflexão do som obedece às leis da reflexão ondulatória nos meios materiais elásticos. [SELF et al 2009, p: 91-92] O ângulo do raio incidente com a normal à superfície refletora é igual ao ângulo

formado pelo raio refletido com aquela mesma linha quando estão no mesmo plano. É muito importante que o profissional de mixagem tente prover um ambiente de trabalho para si que acusticamente apresente uma quantidade de reflexões estável, aonde não ocorra a sobreposição de determinadas frequências evitando possíveis interferências e modificações na informação emitida pelos monitores de referência. No caso das superfícies côncavas ou convexas, o fenômeno se passa do mesmo modo, desde que sejam consideradas essas superfícies como compostas de um número infinito de pequenos planos. As superfícies côncavas tenderão a convergir os raios, assim como as convexas os difundirão. As superfícies côncavas refletoras concentram a energia sonora, focalizando-a, e fazem com que as ondas se superponham podendo resultar em pontos de reforço ou de enfraquecimento do som. Tanto os pontos que apresentam excesso de intensidade sonora como os que revelam ausência de informação (pontos surdos) são prejudiciais à boa audição nos ambientes. As superfícies convexas são difusoras e podem, portanto, ser usadas sem maiores complicações nos ambientes onde se exige boa audibilidade. Em um espaço que se caracteriza por produzir reflexões sonoras, um som que é emitido e atinge os ouvidos antes de interagir com qualquer outra superfície é denominado som direto. Quando o som emitido atinge os ouvidos apenas após interagir com uma ou mais superfícies do ambiente, este é denominado som indireto ou refletido [ALTEN 2002, p: 27].

III. Reforço: Quando o som breve atinge o tímpano dos nossos ouvidos, ele o excita. A excitação completa ocorre em 0,1 segundo. Se o som refletido chegar ao tímpano antes de um décimo de segundo (100ms, ou 0,1s), o som refletido reforça a excitação do tímpano e intensifica a ação do som direto. Associado ao conceito de persistência auditiva citado na seção 1.3, em alguns casos para um engenheiro de mixagem essas noções de reforço tanto podem ajudar a evitar complicações quanto as referências em salas de estúdio mal dimensionadas (nem sempre os engenheiros trabalham nos seus respectivos estúdios), como também podem ser aplicadas como ferramenta para modelar o áudio através do uso de efeitos adicionais como *delays* ou *reverbs*, para alterar o resultado de seu comportamento no decorrer do tempo.

IV. Reverberação: “A percepção sonora em uma sala depende da intensidade e da relação temporal entre o som direto e o som indireto refletido pelas paredes da sala”³⁸. A

38 MUSICAUDIO.NET. Disponível em: <<http://goo.gl/R9zhPU>> Acessado em 15 jun. 2015.

reverberação é o fenômeno que descreve as características de resposta de cada ambiente fechado, definindo como cada som, de acordo com sua frequência fundamental, se desloca pelo recinto. A reverberação é influenciada por fatores como: [SELF et al 2009, p: 81-81]

- Dimensão dos ambientes.
- O material de revestimento das superfícies internas e sua capacidade de absorção ou reflexão.
- Temperatura e umidade no local,
- A presença de objetos sólidos internos.
- leitura dos resultados sobre as interações das primeiras reflexões com as posteriores de paredes mais distantes (principalmente em recintos mais amplos, como teatros).

Durante esse fenômeno o som breve, quando refletido, chega ao ouvido antes que o tímpano, já excitado pelo som direto, tenha tempo de se recuperar da excitação; ou seja, na fase de persistência auditiva [JACOBS et al, 1972 apud FORNARI 2010, p: 10]. Desta forma, começa a ser excitado novamente, combinando duas excitações diferentes. Isto ocorre quando o intervalo de tempo entre o som direto e o som refletido é maior ou igual a zero, porém menor que 0,1 segundo. O resultado é uma indefinição auditiva, o que prejudica o discernimento tanto do som direto quanto do refletido e é um fenômeno sonoro que pode ser observado no interior de grutas e auditórios acusticamente mal planejados. O entendimento do conceito de reverberação e sua possível variação entre modelos padronizados tais como: *Hal; Spring; Room; Reflective Room; e Church* [LOGIC PRO 9], entre outros, é uma das ferramentas mais úteis para o engenheiro de som. Atualmente este profissional explora a especialização e a criação de ambientes sonoros em suas mixagens por meio de salas, efeitos externos, ou *plugins* para *softwares* de edição, principalmente a partir do surgimento da reprodução estereofônica.

- V. Eco: Nesse fenômeno o som breve emitido pela fonte sonora quando refletido chega ao ouvido apenas após este ter sido excitado pelo som direto, de forma a atingi-lo depois da excitação inicial ter cessado. Quando retorna completamente ao seu estado de repouso, após a fase de persistência auditiva, o ouvido começa a ser excitado

novamente pelo som breve refletido. Isto faz com que se percebam distintamente as duas excitações, ou seja, os dois sons separados. Uma das utilizações do efeito de eco comumente observada é na indústria cinematográfica. Em filmes que apresentam cenas no interior de uma caverna ou uma catedral, por exemplo, é necessário que os engenheiros de som construam ambientes acústicos semelhantes.

VI. Impedância: Todo meio material elástico oferece certa resistência à transmissão de ondas sonoras. Este fenômeno é chamado de impedância acústica (Z) é composta por duas grandezas: a resistência e a reactância. No caso da resistência (R), as vibrações produzidas por uma onda sonora não continuam indefinidamente, pois são amortecidas pela resistência que o meio material lhes oferece, que é diretamente proporcional à densidade do meio e da velocidade de propagação do som neste. A resistência é a parte da impedância que não depende da frequência e é medida em Ohms acústicos. A reactância acústica (X) é a parte da impedância que está relacionada à frequência do som e trata-se da oposição que um sistema oferece à passagem de uma onda sonora, proveniente do efeito produzido pela massa e pela elasticidade do meio material onde ocorre o movimento ondulatório. A impedância também pode ser expressa em Rayls; unidade atribuída em homenagem ao matemático e físico inglês Lord Rayleigh (1842-1919). Abaixo, segue a fórmula de obtenção do valor de impedância acústica nos materiais ou ambientes:

Fórmula Impedância Acústica (em CGS):

$$\text{Acoustic Impedance} = \frac{\text{Acoustic Pressure}}{\text{Acoustic Volume Flow}} = \frac{[\text{Pascal}]}{m^3/s} = \frac{[Pa] \cdot [s]}{[m]^3} = [Pa] \cdot [s] \cdot [m]^{-3}$$

Para o som, o ar é mais refringente³⁹ que a água pois a impedância dele é maior. Prova disso é que a onda sonora se desloca com maior velocidade na água do que no ar, pois encontra uma menor resistência. Segundo HUBER & RUNSTEIN [2011, p: 146-147], uma técnica de gravação muito utilizada para obtenção de um som considerado mais limpo, ou nítido (o que pode ser um objetivo para a mixagem), por proporcionar a redução do sinal de impedância, consiste em ligar (ou “plugar”) o cabo do instrumento diretamente no gravador de um console ou DAW, sem o uso de um microfone para amplificá-lo.

³⁹ Um meio é mais refringente que outro quanto seu índice de refração é maior do que outro. Um meio é mais refringente quando a onda mecânica se propaga por ele com velocidade menor do que no outro. **Fonte:** Só Física [Disponível em: <<http://goo.gl/l0lviY>> Acessado em 15 jun. 2015].

VII. Absorção: é o processo em que a intensidade do som diminui devido à conversão da energia da onda sonora em calor. Ocorre na interação da onda sonora com as propriedades físicas do meio. Trata-se do fenômeno que minimiza a reflexão das ondas sonoras num mesmo ambiente com absorção parcial da onda. Ou seja, por meio de um material adequado se diminui o nível de uma certa banda de frequência sonora evitando acúmulo de reverberação num mesmo ambiente. Nestes casos deseja-se, além de diminuir os níveis de pressão sonora (*Sound Pressure Level* - SPL) do recinto, também melhorar o nível de inteligibilidade, pela diminuição da reverberação. Contrariamente aos materiais de isolamento específicos, que visam impedir a penetração do som nos ambientes, estes são materiais leves (baixa densidade), fibrosos ou de poros abertos, tais como: espumas de poliéster de células abertas; fibras cerâmicas e de vidro; tecidos; e carpetes, entre outros. Cada recinto, conforme sua utilização, requer critérios bem definidos de SPL e de reverberação para permitir o conforto acústico. No caso de estúdios de mixagem, os níveis de absorção devido ao revestimento das paredes internas são muito importantes para se trabalhar de forma adequada e fiel à sonoridade, evitando uma quantidade exagerada de reflexões e a má distribuição no espaço de determinadas frequências de ressonância. Valores muito baixos de SPL podem tornar o recinto monótono e cansativo, inclusive induzindo os ouvintes às condições de inatividade e sonolência. Normalmente um bom projeto acústico prevê o isolamento e a absorção acústica utilizadas com critérios bem definidos, objetivando a melhor eficácia no resultado final. Para isto, deve-se levar em consideração o desempenho acústico dos materiais a serem aplicados; sua fixação; posição relativa em relação à fonte sonora; e facilidade de manutenção, de forma que não restrinjam a funcionalidade do recinto.

VIII. Ressonância: Fenômeno que ocorre quando um dado corpo começa a oscilar por influência das vibrações vindas de outra fonte sonora, na mesma frequência de sua oscilação natural. Por exemplo, o vidro de uma janela que vibra e pode até se quebrar ao entrar em ressonância com as ondas sonoras produzidas por uma máquina distante, como um trator ou avião. Em ambientes para trabalho com mixagem, como estúdios em geral, o efeito de ressonância em objetos deve ser evitado ao máximo, para que não crie conflito com as ressonâncias formadas por conta das reflexões da sala. Os objetos devem ser fixados em alguma superfície, revestidos, ou serem colocados sobre algum

material de absorção, como por exemplo, tapetes ou espuma.

- IX. Interferência: citada brevemente na seção 1.2, é a consequência da superposição de ondas sonoras de origens distintas. Quando duas fontes sonoras produzem, ao mesmo tempo e num mesmo ponto, ondas concordantes, seus efeitos se somam formando uma interferência construtiva; mas se essas ondas estão em discordância, isto é, se a primeira produz uma compressão num ponto em que a segunda produz uma rarefação, seus efeitos podem se neutralizar e a combinação desses dois sons se cancelam, resultando em silêncio, ou interferência destrutiva. Na interferência construtiva, dois sons com frequências e fases iguais se reforçam criando um som de maior intensidade. Se as suas frequências não forem rigorosamente iguais, ora eles se superpõem em concordância de fase, ora em oposição de fase. Caso ocorra em intervalos de tempo regulares, isto é, periódica e continuamente, os sons se reforçam e se extinguem, gerando o que é conhecido como batimento. É essencial que o engenheiro de mixagem possua conhecimento sobre as causas da interferência sonora e desenvolva a habilidade de perceber rapidamente sua ocorrência. Para um ouvido leigo, uma interferência sonora pouco intensa pode passar despercebida, sendo confundida com ruídos de fundo, por exemplo. Porém, em outros casos torna-se indiscutível a necessidade de tratamento de acordo com os resultados esperados, tais como, gravações de reportagens, ou imagens em geral, durante grandes eventos ou manifestações barulhentas.
- X. Diretividade do Som: Um som originado em uma fonte sonora, caracterizado por um comprimento de onda grande, baixas frequências, propagando-se num espaço livre de qualquer anteparo refletor, tem sua energia transmitida igualmente em todas as direções do espaço. Em contrapartida, quando o comprimento de onda for reduzido, altas frequências, a distribuição da energia ocorrerá numa faixa mais estreita. Quanto maior for a frequência, mais estreita será essa faixa considerando a projeção dos raios sonoros num plano qualquer. A noção de diretividade pode ser muito útil para um engenheiro de som, principalmente em alguns dos casos nos quais a mixagem é feita para um tipo de local específico, como por exemplo, auditórios ou teatros, onde ocorrem sons de várias frequências. Neste caso, as altas frequências só serão percebidas em determinadas áreas do recinto, o que pode ser prejudicial à acústica da sala. Quanto maior for a frequência mais restrita será sua região de percepção.

XI. Efeito Doppler: É a percepção da alteração da frequência sonora pelo observador em virtude do deslocamento relativo deste em relação à fonte sonora. O efeito Doppler pode ser utilizado para medir o sentido e a velocidade do deslocamento objetos através de ondas sonoras e até mesmo eletromagnéticas, como a luz das estrelas, ou a reflexão de ondas emitidas e detectadas por radares. Do mesmo modo, a compreensão do comportamento de propagação do som durante este fenômeno é fundamental para engenheiros que buscam reproduzir em seus trabalhos a percepção do movimento de fontes sonoras; sendo, portanto, um recurso consideravelmente aplicado na indústria cinematográfica. Um exemplo típico do efeito Doppler é o caso de uma ambulância se deslocando rapidamente com a sirene ligada. Ao se aproximar de um ouvinte parado, este perceberá a frequência desta sirene se tornando mais aguda, ao passo que esta frequência permanecerá inalterada para o motorista da ambulância. Similarmente, quando a ambulância se afasta do ouvinte, a frequência da sirene passará a ser percebida como tendo se tornado mais grave.

A detecção de som é normalmente feita pela captação da energia sonora transmitida através de um transdutor mecânico-elétrico; um dispositivo que transforma a variação mecânica das compressões e expansões longitudinais do ar em variações correspondentes de corrente elétrica, ou seja, um microfone. Neste, a variação de deslocamento físico de uma delicada membrana, que vibra devido à incidência das ondas sonoras, é transformada numa diminuta corrente elétrica que é amplificada e representada, em termos de variação contínua e longitudinal, em um sinal de áudio. Alguns microfones são baseados no efeito piezoelétrico; que significa a capacidade de alguns cristais, cerâmicas ou polímeros, de gerarem tensão elétrica em resposta à variação de uma pressão mecânica.

3.2 Ambientes Fechados e Salas de Mixagem

Os ambientes tradicionais para o trabalho com mixagem costumam ser salas fechadas de estúdios de gravação musical. O conhecimento do comportamento do som neste tipo de ambiente e os métodos de adaptação tais como, por exemplo, o re-posicionamento dos móveis; e a correção dos desníveis acústicos específicos de cada local, tais como a utilização de placas de absorção; são fundamentais para evitar alterações decorrentes de conflitos entre frequências ou acúmulo de ressonâncias e conseqüentes erros nos resultados almejados.

Quando a propagação de um som ocorre em ambientes confinados, como um tubo ou uma sala fechada, as reflexões nas superfícies levam à produção de ondas sonoras estacionárias. Estas são ondas que entram em interferência construtiva ou destrutiva quando refletidas nas paredes desses ambientes, criando regiões estacionárias de reforço e cancelamento de determinadas frequências sonoras [PARKER 1988, p: 21].

Também pode ocorrer o efeito da ressonância neste tipo de ambiente, pois suas paredes não são totalmente fixas, mas vibram em consonância com as regiões estacionárias de reforço. Salas podem ressoar como órgãos de tubo, sendo muitas vezes consideradas como um instrumento extra, muitas vezes indesejado, “tocando” junto com os músicos. Um bom projeto de uma sala para música é aquele que minimiza essa coloração, que ocorre de forma mais acentuada na região dos sons graves, normalmente entre 20 Hz e 200 Hz, devido ao seu grande comprimento de onda. A resposta dos graves é situada região frequencial limitada e deve-se prestar atenção ao lidar com as equalizações para evitar um acúmulo de informação que se torna responsável por modificações no som original em meio à ressonância. Nas frequências mais altas, a sala ainda exerce influência, porém a quantidade de ressonância não é vista como um problema grave, considerando-se o fato de que é mais fácil, através de certos procedimentos, tais como o isolamento acústico, obter um índice adequado de absorção [LUDWIG, 1997].

Qualquer sala, incluindo aquelas que possuem um número ímpar de paredes, evitando, assim, que estas superfícies sejam paralelas, irão ressoar em várias frequências. Uma sala com bastante mobília acolchoada, carpetes e cortinas pode vir a ser considerada “morta” por absorver grande parte das reflexões do som. Neste caso, os picos e vales das magnitudes das componentes espectrais podem criar sobre o som emitido variações de atenuação entre 5dB e 10dB. Uma sala com paredes e pisos lisos e sem revestimentos absorventes pode ser considerada bastante “viva” por possuir a capacidade de gerar um grande número de reflexões. Assim, seus picos e vales de componentes em frequência podem criar sobre o som emitido variações de atenuação entre 10dB e 20dB, ou mais. Em ambos os recintos, sob a condição de silêncio, ou seja, apenas o ruído de fundo da sala, supõe-se que não haverá reflexões, ou seja, nenhuma variação de atenuação.

O modelo padrão de projeto de uma sala acusticamente adequada cria um ambiente propício ao surgimento de um maior número de ressonâncias e que simultaneamente também é capaz de propagar todas as diferentes frequências, da forma mais uniforme possível, dentro

de todo o seu espaço. Evita-se descompensar ou atenuar determinadas frequências do espectro sonoro, a fim de que todas as alturas sejam ouvidas com a mesma clareza e intensidade. A ressonância da região grave tem a maior variação de frequência e é dada pela dimensão mais larga da sala, determinando a frequência da primeira ressonância. Tecnicamente, segundo LUDWIG [1997], para todas as salas existe uma ressonância em 0Hz, porém, geralmente não é considerada como uma ressonância verdadeira, mas interpretada como o estado estático natural do ambiente.

O fator limite da propagação das frequências dentro dos ambientes geralmente está vinculado à sua dimensão e adequação ao ângulo formado pelas paredes. Salas grandes possibilitam maior dispersão das frequências de ressonância pelo espaço. Por exemplo, em uma sala de profundidade de 5,8 metros, considerando-se a velocidade do som igual a 340m/s, pode-se calcular que em um trecho de ida e volta o som percorre esta distância em 34 milissegundos. Neste ambiente, a primeira ressonância surge na frequência de 1/34ms ou 29,41 Hz, e cada harmônico dessa frequência (58,62; 87,93; 117,22; etc.) também ressoa. A largura e a altura da sala permitem o surgimento de outra série de ressonâncias, que são chamadas de ressonâncias axiais primárias, envolvendo reflexões de duas superfícies opostas.

Ressonâncias adicionais são criadas a partir das reflexões que colidem em todas as superfícies laterais do ambiente, consideradas tangenciais, e apresentam-se com menos intensidade devido à perda de energia sonora em cada mudança de direção. Finalmente, existem as ressonâncias oblíquas que, comportando-se de acordo com as variações de pressão sonora dentro do ambiente, transitam e colidem em todas as superfícies do ambiente: paredes; piso e teto.

Segundo BALLOU [1991, p: 497], diversas proporções entre as superfícies de uma sala, desde salas menores às maiores, especialmente para estúdios ou espaços para concertos, foram estabelecidas de forma a otimizar a propagação das ressonâncias da forma mais diversificada possível. De acordo com sua teoria, o pior tipo de sala para isso é aquela em formato de cubo, que gera ressonâncias em apenas algumas frequências derivadas da primeira reflexão, de forma que estas, quando se acumulam, soam com maior intensidade em relação às outras frequências presentes no som geral do ambiente. Outra sala definida como indesejada para uma boa propagação das diversas frequências é a que possui todas as dimensões com valores múltiplos da sua altura. Na figura 3.2 é apresentado um gráfico comparativo da análise da propagação das ressonâncias entre duas salas de mesmo volume,

porém com diferentes dimensões. Uma sala apresenta proporções consideradas ótimas para a resposta sonora e a outra é considerada com dimensões irregulares para essa atividade. Cada linha vertical colorida desenhada no gráfico representa uma ressonância definida pela diferença de altura no eixo vertical (Y), neste, a linha superior é a axial; a mediana é tangencial; e a inferior oblíqua. O posicionamento na coordenada do eixo horizontal (X) corresponde à sua frequência. As diferenças de cores referem-se às diferentes ressonâncias de acordo com sua movimentação pelo ambiente. Na sala irregular, denominada “*Horrible Room*”, estas são mais concentradas em uma região frequencial e com poucas parciais, apresentando também um número menor de linhas na região entre 30Hz e 60Hz. Isto se deve principalmente ao fato de que a maioria das reflexões ocorre para componentes de mesma frequência. No gráfico da sala definida como tendo proporções adequadas, ou “*Optimum Room*”, o compêndio de ressonâncias é mais rico e variado, propiciando a formação de um grande número de parciais e uma maior proximidade da resposta para todo o campo frequencial percebido pela audição humana.

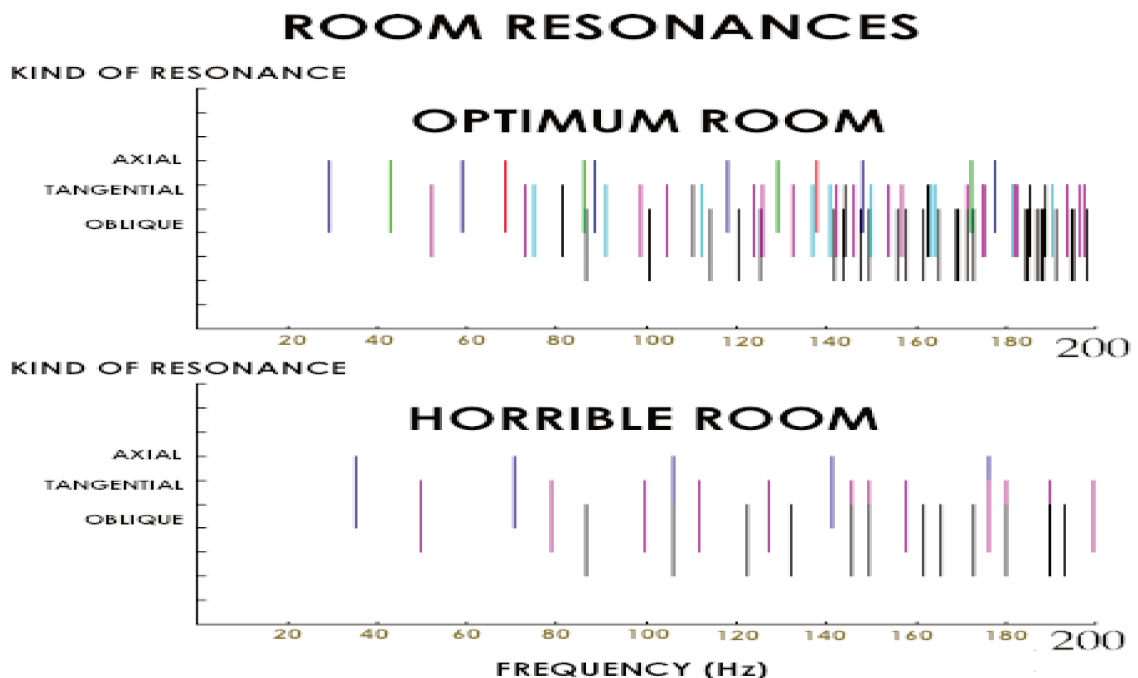


Figura 3.2: Exemplo de comparação da variação frequencial grave (até 200Hz) ocorrente na propagação das ressonâncias entre uma sala acústica otimizada (Optimum Room) e uma sala acústica definida com proporções ruins para movimentação das ondas sonoras (Horrible Room). Eixo (Y) vertical está para o tipo de ressonância (diferença de altura onde a linha superior é a axial, a mediana é tangencial e a inferior oblíqua) e o posicionamento na coordenada do eixo (X) horizontal corresponde a sua frequência (Hz).

Fonte: <<http://www.silcom.com/~aludwig/images/roomres.gif>>.

No website da MC2 – *System Design Groups*⁴⁰ é apresentada uma plataforma para o auxílio no cálculo da ressonância e do tempo de reverberação em salas retangulares. Esta é uma ferramenta bastante útil, visto que a maioria dos ambientes adaptados para estúdios e trabalho com o som em geral é montada em salas de tamanho reduzido e de formato retangular; dentro de casas ou apartamentos previamente construídos com fins residenciais; e aparentemente sem preocupação com o tratamento acústico das salas.

3.3 Psicoacústica na Mixagem

Segundo SILVA [2005, p: 41], não se deve confiar na avaliação do som pela audição como confiamos na avaliação de uma distância pela visão. No caso da percepção sonora, o ouvido apresenta particularidades que variam de indivíduo para indivíduo. Além disso, uma mesma pessoa, em diferentes ocasiões, pode julgar de forma distinta a percepção que tem dos mesmos sons. O ouvido humano é incapaz de traduzir em grandezas psicoacústicas absolutas as grandezas acústicas. A audição não possui uma memória acurada e fiel, capaz de registrar e recuperar de forma precisa dados sonoros que foram anteriormente presenciados. Mesmo um ouvinte experiente pode ser contestado em sua percepção sonora por qualquer outro ouvinte.

Deduz-se que para critérios de leituras e avaliações sonoras é fundamental a utilização de algum equipamento de detecção como, por exemplo, um analisador de espectro, ou um medidor de nível de intensidade sonora, entre outros; para captar as informações sonoras de forma fidedigna.

De acordo com FORNARI [2013], a psicoacústica é uma ciência normalmente definida como aquela que estuda a percepção auditiva das grandezas acústicas. Aspectos perceptivos são aqueles que descrevem a maneira como a informação sonora é captada como estímulo acústico externo pelo sistema binaural, formado pelo par de ouvidos. A psicoacústica é o estudo da percepção dos estímulos acústicos através da escuta e a interpretação subjetiva relativa às características físicas do som.

Os aspectos perceptuais sonoros, como por exemplo, a intensidade (*loudness*) e a altura (*pitch*), são características psicoacústicas denominadas de baixo-nível, ou não-contextuais, por não terem mediação da memória. Em contraste aos aspectos de alto-nível ou contextuais, tais como os aspectos cognitivos e os afetivos, o termo “baixo nível” se refere às características intrínsecas do sinal acústico que ocorrem dentro do limiar da persistência

40 Disponível em <<http://goo.gl/UcH54j>> Acessado em 15 jun. 2015.

auditiva. Em relação aos aspectos de baixo-nível, não existe uma distinção entre percepção psicoacústica sonora e musical, uma vez que estes ocorrem numa escala temporal pequena, anterior à formação de memória de curto ou longo prazo [FORNARI 2010, p: 12].

Os aspectos cognitivos tratam dos processos sonoros internos ou mentais e são formados por eventos sonoros que ocorrem acima de um intervalo de tempo suficiente para se estabelecer uma relação de memória de sua ocorrência, adicionando um significado ou contexto àquela lembrança. Os aspectos afetivos são aqueles que lidam com a evocação de emoções pela música através do seu discurso de expectativas [HURON 2007, p: 1-3]. De forma distinta, os aspectos cognitivos estão também associados às emoções constatadas, mas não necessariamente evocadas na mente do ouvinte.

Dentre as informações sonoras de “baixo-nível”, o timbre é talvez a mais intrigante. Este, de certa forma, reúne as duas outras grandezas (*Loudness* e *Pitch*), uma vez que a percepção do timbre é baseada na percepção simultânea da variação da intensidade e da frequência das componentes espectrais audíveis, aproximadamente entre 20Hz e 20KHz. Apesar de relacionada com a intensidade sonora, o *loudness* é uma medida subjetiva e dependente de outros fatores tais como a sensibilidade do ouvinte; o tipo de sinal sonoro; seu envelope ADSR (*Attack, Decay, Sustain e Release*); e a dinâmica e distribuição em frequência. De um modo geral, a sensação de altura, ou tom, está relacionada à periodicidade do sinal sonoro. Os componentes parciais de um som normalmente variam dinamicamente ao longo do tempo, podendo representar desde sons aperiódicos, como sons percussivos sem altura definida, até sons praticamente periódicos, como o dos instrumentos musicais de altura determinada. A claridade da altura normalmente está associada aos harmônicos do som em ordem decrescente de intensidade, na qual a fundamental é o harmônico de maior amplitude e sua frequência corresponde à altura do som. A representação dos parciais no domínio da frequência é chamada de espectro, no qual se podem observar os parciais ou componentes em frequência de um som em um dado intervalo de tempo. O espectrograma é a representação gráfica que procura mostrar a variação da intensidade dos componentes parciais de um som ao longo do tempo.

Como já comentado no sub-capítulo 1.3, a audição também é sensível ao intervalo de tempo entre eventos sonoros em pelo menos duas categorias: entre a geração de eventos sequenciais e entre a captação pelos dois ouvidos de um mesmo evento sonoro. Devido ao fenômeno de persistência auditiva que se relaciona diretamente aos intervalos de tempo

existentes entre os picos de excitação do tímpano, dois eventos subsequentes somente serão percebidos como distintos caso ocorram separados por um intervalo de tempo acima de aproximadamente 0,1 segundo (100ms) equivalente a 10Hz.

Segundo ANSI [2006, p: 216 apud HOWARD & ANGUS] o timbre é definido como um atributo subjetivo da audição sensorial, em termos nos quais apresenta características que permitem o ouvinte poder diferenciar dois sons, que lhe são apresentados de forma similar com mesmo nível de *loudness*, *pitch* e duração. Quando consideramos as notas tocadas em instrumentos melódicos com altura definida, o timbre se relaciona aos aspectos que podem variar sem afetar o *pitch*, a duração e o *loudness* destas em geral.

Algumas expressões que dizem respeito à qualidade de áudio do timbre incluem: *mellow* (suave); *rich* (rico); *covered* (velado); *open* (aberto); *dull* (abafado); *bright* (claro); *dark* (escuro); *strident* (sibilante); *grating* (rípido); *harsh* (áspero); *shrill* (estridente); *sonorous* (sonoro); *sombre* (sombrio); *colourless* (sem cor); e *lacklustre* (sem brilho). O julgamento de timbres é altamente subjetivo e individual. Não existe uma escala física definida em que o timbre pode ser mensurado, como ocorre no caso dos componentes de sua formação: *loudness* e *pitch*. Em IAZZETTA et al [2004, p: 6] é citado o trabalho de Angelo Farina, engenheiro que sintetizou uma base para um questionário a ser empregado na avaliação subjetiva do som em ambientes a partir de alguns termos comparativos, e que também se associam ao vocabulário utilizado em mixagem, como observado no Quadro 3.1, abaixo:

1	agradável (<i>pleasant</i>)	desagradável (<i>unpleasant</i>)
2	definido (<i>clear</i>)	confuso (<i>unclear</i>)
3	macio (<i>soft</i>)	rígido (<i>hard</i>)
4	difuso (<i>diffuse, involving</i>)	concentrado (<i>concentrated</i>)
5	seco (<i>dry</i>)	reverberante (<i>reverberant</i>)
6	agudos acentuados (<i>treble emphasized</i>)	agudos não acentuados (<i>treble not emphasized</i>)
7	graves acentuados (<i>bass emphasized</i>)	graves não acentuados (<i>bass not emphasized</i>)
8	nível sonoro fraco (<i>weak</i>)	bom nível sonoro (<i>loud</i>)
Quadro 3.1 – Vocabulário utilizado em mixagem proposto por Angelo Farina Fonte: IAZZETTA et al. [2004, p: 6]		

Devido ao fato de possuímos dois ouvidos e destes estarem situados a aproximadamente 18cm um do outro num plano horizontal, podemos perceber a localização espacial horizontal, azimute, de uma fonte sonora [HOWARD; ANGUS 2006, p: 97]. Processando as pequenas diferenças de tempo e intensidade de recepção simultânea do som nos ouvidos, o cérebro pode identificar e reconhecer a localização deste som no espaço e deduzir de que direção este vem. Esta habilidade perceptiva possibilita ouvir os sons de forma tridimensional (ângulo, altura e distância), que são atributos da escuta binaural [ALTEN 2002, p: 45].

Existem duas estratégias de localização espacial do som: **ITD** (*Interaural Time Difference*, ou Diferença de Tempo Interaural) e **ILD** (*Interaural Level Difference*, ou Diferença Interaural de Intensidade).

O **ITD** estabelece que durante o momento de escuta da informação provinda de uma única fonte sonora haverá uma sutil diferença de tempo entre a chegada do som em cada ouvido individualmente. Devido à disposição dos ouvidos na cabeça, a menos que a fonte sonora esteja localizada em azimute zero ou 180 graus (exatamente na frente ou atrás do ouvinte), o som atingirá primeiramente o ouvido mais próximo da fonte, pois o cérebro localizará automaticamente esta fonte sonora. Acredita-se que o cérebro humano utiliza outros mecanismos e estratégias para a localização espacial além do ITD como, por exemplo, as variações na percepção do espectro frequencial do som de acordo com o meio, ou seja, suas propriedades físicas e obstáculos. Aparentemente o ouvido, para determinar o direcionamento, também é capaz de perceber e associar as mudanças de fase das ondas sonoras. Devido à dificuldade de perceber de forma temporal as oscilações das frequências que ocorrem com um intervalo de tempo menor que o da persistência auditiva, como as situadas na região mais alta do espectro, o ITD só consegue determinar a localização espacial de sons com frequências até 743 Hz.

O **ILD** (*Interaural Level Difference*) estabelece que durante o momento de escuta da informação provinda de uma única fonte sonora haverá uma diferença nos níveis de intensidade entre os sons que atingirão cada ouvido individualmente. O efeito de sombreamento observado na escuta pode ocorrer devido ao posicionamento dos ouvidos em diferentes extremidades. Assim, o som atingirá com um nível maior de intensidade o ouvido que se situar mais próximo da fonte. Segundo HOWARD e ANGUS [2006, p: 101], certos experimentos indicam que a razão da percepção de intensidade entre os dois ouvidos pode

variar, de acordo com a frequência e o ângulo de incidência, entre os valores de 0dB e 20dB. Caso a fonte sonora situe-se exatamente à frente ou atrás do ouvinte, o som atingirá com mesma intensidade ambos os ouvidos simultaneamente. É importante ressaltar que devido à variação nos comprimentos de onda e de acordo com a frequência, o ILD só é de fato útil como referência espacial em valores situadas acima do valor 637 Hz. Frequências com valores inferiores a este, possuem comprimento de onda muito maior que o tamanho da cabeça, e conseqüente da distância entre ouvidos, de forma que atingem ambos os ouvidos com intensidade aparente semelhante. Assim observamos que o ILD possibilita a interpretação da direção dos sons de frequências altas, enquanto que o ITD tem maior capacidade de prover essa informação em relação às de valor mais baixo. Na região de atuação frequencial abrangida em comum entre as duas estratégias (*cross-over*), os sistemas de percepção trabalham em conjunto.

Observa-se que um dos fatores em questão tratados na mixagem é o conceito da mistura de sons. Em geral, tais sons foram capturados em ambientes distintos. Em trabalhos conceituais, como por exemplo, o disco “The Dark Side Of The Moon”, do grupo inglês Pink Floyd, de 1974 [PAIVA 2012, p: 6], ou também na relação entre som e imagem dentro da indústria cinematográfica, percebe-se que a união dos objetos sonoros dispostos exige um certo nível de congruência; adequação a um determinado padrão estabelecido; e consonância para atingir uma sonoridade singular. Aspectos como as diferenças de intensidade são fundamentais para proporcionar uma definição de contexto e proporcionar uma boa interação entre os sons na mixagem.

Segundo o *website* da *Ohio State University School of Music*⁴¹, o termo consonância provém do latim: *consonare*, que significa “soando em conjunto”. No início da formalização da música ocidental e da normatização em partituras desenvolvidas a partir do séc. X pelo monge italiano Guido d'Arezzo (992-1050), o termo tornou-se sinônimo de intervalo harmônico. Posteriormente, quando a escrita musical evoluiu consideravelmente no período renascentista, por volta do séc. XVI, a consonância foi definida como euforia ou intervalo harmonioso, no sentido de compatibilidade entre os sons e de soar bem em conjunto. A partir deste momento o termo passou a ser utilizado de forma mais generalizada, sendo associado aos poucos e de forma cronológica às tríades; depois às tétrades; até finalmente ser relacionado às sonoridades geradas a partir de *clusters* em qualquer quantidade de notas.

Segundo HURON [2000], consonância é definida como a experiência subjetiva de

41 Disponível em: <<http://goo.gl/nlX5dY>> Acessado em 15 jun. 2015.

agradabilidade; euforia; suavidade; fusão; ou relaxamento; evocada por sons musicais. Porém, o autor cita a dissonância a partir de um referencial teórico, indicando que esta refere-se aos: intervalos de 2as e 7as (segundas e sétimas), maiores e menores; do trítone; e das extensões equivalentes, como por exemplo 9as (nonas) maiores e menores. A dissonância tipicamente apresenta pouca fusão tonal e tende a gerar o fenômeno denominado dissonância sensorial (*sensory dissonance*) na escuta, que foi estudado inicialmente por Donald Greenwood em 1961, e posteriormente, em 1965, foi revisado por Reiner Plomp e Pim Levelt. Neste trabalho os autores revelam que o máximo de incômodo a partir da escuta aflora entre dois tons puros ou simples quando seus pontos máximos de excitação na membrana basilar da cóclea, órgão do ouvido interno responsável por converter vibrações mecânicas acústicas em estímulos nervosos para serem processados posteriormente pelo cérebro, são separados por aproximadamente 0,4 mm, ou 40% de uma região ou banda frequencial. A sensação de dissonância é reduzida a zero se os dois tons estão em uníssono, mesma altura musical, sendo que esta aumenta de acordo com a diferença do valor das frequências entre os tons puros quando estas excedem uma banda frequencial. Entretanto, como ressalta SILVA [2005], deve-se lembrar que devido às diferenças fisiológicas e psicológicas entre os indivíduos, o grau de incômodo não pode ser objetivamente medido para uma determinada pessoa. Porém, o autor menciona que já é possível determinar quando a intensidade de um som torna-se prejudicial para o ouvido.

A questão das consonâncias e as dissonâncias na música passou por longo desenvolvimento e foram criadas diversas teorias e discussões a respeito do assunto. Algumas teorias relacionam a dissonância às condições culturais, enquanto outras a explicam de acordo com contextos biológicos. De um modo geral, a consonância é vista simplesmente como a ausência de dissonância, porém existe uma vertente que propõem ambos os fenômenos, consonância e dissonância, possam ser distintos entre si [HURON, 2000].

3.4 Os Limites da Audição

O sentido da audição é, algumas vezes também referenciado como sistema binaural pois, de fato, este utiliza a informação do par de ouvidos para também captar a localização espacial de fontes sonoras [FORNARI 2010, p: 13]. Os mecanismos de percepção do som

pelo ouvido humano revelam que, na maioria dos casos, os ouvidos externos, denominadas também como pavilhões auditivos e responsáveis pela captação do som exterior e condução deste para o canal auditivo, causam modificações na onda acústica antes de transmiti-las para as outras partes do ouvido, médio e interno, que processam e direcionam a informação ao cérebro para interpretação. Cada ouvido é um sistema independente composto por três partes, definido em tópicos abaixo e posteriormente representado visualmente na figura 3.3:

- Ouvido Externo: composto pelo pavilhão (abano) e o conduto auditivo. Responsável por proteger as camadas internas do ouvido apresenta também a propriedade de filtrar o som de modo a realçar as frequências mais importantes para a comunicação humana e a localização espacial de fontes sonoras no espaço.
- Ouvido Médio: composto pelo tímpano, que transforma oscilações de pressões do ar, geradas por ondas acústicas, em vibrações mecânicas e que é ligado a três ossos minúsculos: o martelo, a bigorna e o estribo. Estes ajudam a atenuar ou amplificar a vibração mecânica gerada pelo tímpano e transportam-na para o ouvido interno através da conexão do estribo com uma fina membrana denominada janela oval.
- Ouvido Interno: composto pela cóclea (um canal em forma de caracol preenchido por líquido responsável pela tradução das vibrações mecânicas vindas do ouvido médio em sinais elétricos) e pelo sistema vestibular (formado por canais semicirculares responsáveis pela sensação de equilíbrio e deslocamento corporal. Quando o osso estribo (ouvido médio) se move, a janela oval movimentam-se junto com ele de forma que as vibrações chegam à cóclea e são transformadas em ondas de compressão. Essas ondas agitam as moléculas de líquido [THIBODEAU 2002, p: 2014] que fazem com que determinadas regiões do órgão de Corti (interno à cóclea) entrem em ressonância de acordo com os componentes do som. O órgão de Corti contém de 15.000 a 20.000 células ciliadas, conectadas a uma membrana fixa (membrana tectória), que produzem potencial elétrico com a movimentação mecânica de seus cílios (os esterocílios) [FORNARI 2010, p: 14]. As células ciliadas quando estimuladas respondem gerando impulsos elétricos que são transportados pelo nervo auditivo ao tronco encefálico, que inicia o processo do cérebro de interpretação desses sinais elétricos em som. O som resultante da interpretação dos impulsos nervosos pelo cérebro, ainda assim, depende de forma significativa da informação contida nos receptores neurais de sinal, que podem transformá-la mais ainda podendo sugerir uma interpretação individual em

relação a percepção de certos sons específicos [RUMSEY & MCCORMICK 2006, p: 25].

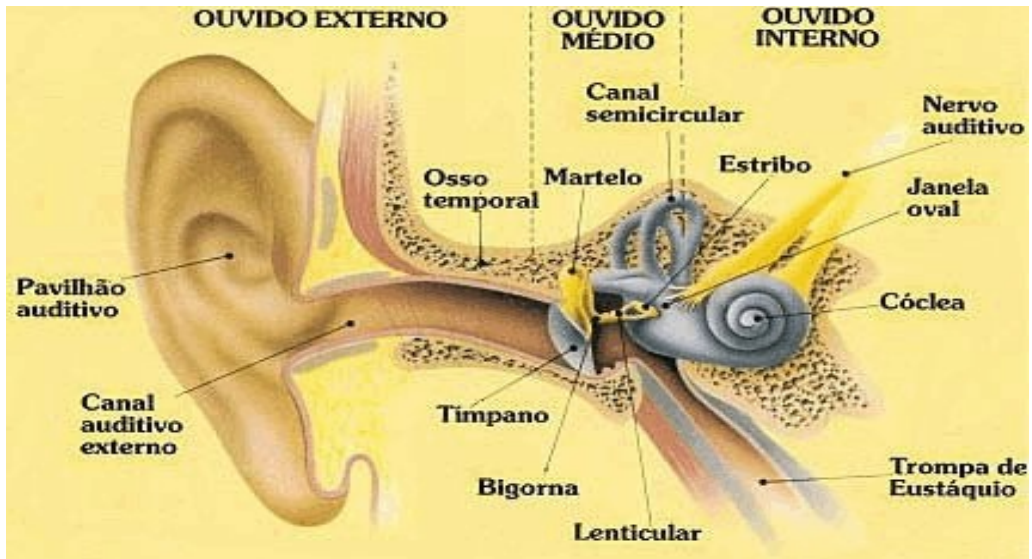


Figura 3.3: Exemplo de representação visual das partes do ouvido humano. Observa-se a divisão dos ouvidos externo, médio e interno, e seus respectivos órgãos. **Fonte:** <<http://goo.gl/anlEk9>>

As pesquisas a respeito da complexidade e amplitude da audição humana em relação aos fenômenos acústicos tiveram seu início (ao que se tem registro) com o desenvolvimento de ferramentas como a caixa de ressonância criado por Hermann von Helmholtz ao final da década de 1850. Conhecido propriamente por “*Helmholtz Ressonator*”⁴², essa ferramenta possibilitava o reconhecimento, e a partir disso o estudo sobre, das diversas frequências e tonalidades presentes nas músicas e sons em geral, e o comportamento do som dentro dos ouvidos. Um tom é definido como um som periódico que provoca a sensação de altura (*pitch*), podendo ser puro (emite apenas uma frequência) ou complexo (intervalos harmônicos ou inarmônicos) [DEUTSCH 2013, p: 1].

A ressonância de Helmholtz é um fenômeno que ocorre quando o ar é induzido a passar por uma cavidade, conduzindo a um aumento da pressão interna, possibilitando ao fim dessa indução que o ar varie seus movimentos na região de contato com o ar externo, ou seja na própria cavidade, diversas vezes de acordo com as variações de pressão no decorrer do tempo⁴³.

Um trabalho extremamente relevante para a psicoacústica foi o experimento realizado

42 Disponível em *University New South Wales*: <<http://newt.phys.unsw.edu.au/jw/Helmholtz.html>> Acessado em 15 jun. 2015.

43 Breve vídeo demonstrando o equipamento: <<http://youtu.be/A9XLNH8FPd0>> Acessado em 15 jun. 2015.

em 1933, para a primeira composição das curvas de intensidade sonora da audição humana, conforme propostas inicialmente por Fletcher and Munson. Estas foram geradas a partir de seu experimento com a percepção de vários indivíduos expostos a sons simples (senoidais) com diferentes tonalidades (frequências em Hertz) e intensidades (em decibéis). Eles realizaram testes relativos as reações da exposição das diferentes tonalidades por todo o espectro audível. Definiu-se o *phon* como unidade de medida do nível de percepção da intensidade sonora, *loudness*, o que implica que 0 *phon* é o limite de percepção e sons inaudíveis possuem valor de *phon* negativo. A partir de uma média nos valores encontrados, criaram curvas isofônicas (este nome devido a unidade *phon*), indicando o nível SPL (*Sound-Pressure Level* ou nível de pressão sonora, em decibéis) requerido em cada frequência para que o som senoidal fosse percebido com a mesma intensidade sonora (*loudness*) em qualquer frequência do espectro audível. Ou seja, eles verificaram que a sensibilidade do ouvido em relação a percepção da intensidade sonora varia com a frequência do sinal [RUMSEY & MCCORMICK 2006, p: 29]. Exemplificando, segundo a curva de Fletcher & Munson, conforme apresentada na figura 3.4, para se ter a percepção da intensidade sonora (*loudness*) similar, para dois sons simples, nas frequências de 100 Hz e 1000Hz, estes devem respectivamente apresentar intensidades sonoras de 40 dB e 0 dB. Outra dedução que pode ser observada a partir das curvas isofônicas é a evidência da menor sensibilidade do ouvido humano para as frequências graves (até 300Hz) e agudas (acima de 10KHz).

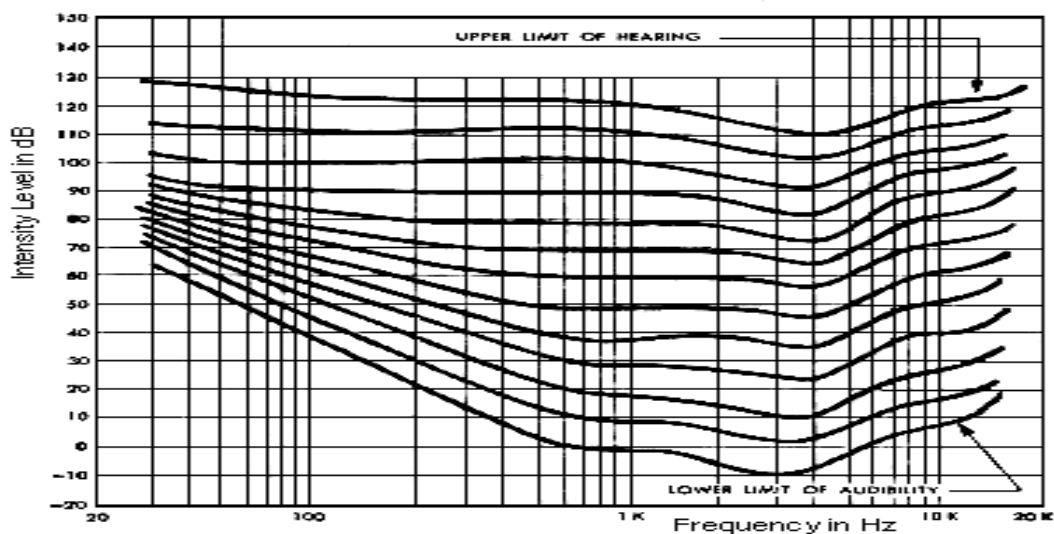


Figura 3.4: Curvas isofônicas (*Equal-Loudness Contour*) de resposta da audição humana por Fletcher and Munson (1933).

Fonte: <<http://goo.gl/H1Hb7f>>

As curvas isofônicas, desde a sua primeira publicação em 1933 por Fletcher e Munson, foram reformuladas diversas vezes em busca de maior aprimoramento e detalhamento em relação aos valores obtidos, porém nem sempre atingindo resultados aproximados. Assim, uma padronização internacional foi inicialmente definida em 1961 e sua última revisão ocorreu em 2003 [FLETCHER & MUNSON, 1933; ROBINSON & DADSON, 1956; SUZUKI & TAKESHIMA, 2004]. Apesar das diversas metodologias para obtenção dos resultados, como, por exemplo, comparações entre dois tons distintos, bem como o fato dos resultados obtidos apresentarem-se cada vez mais detalhados, a subjetividade da escuta sempre será um obstáculo para se obter resultados similares, levando-se em conta que estabelecer uma curva isofônica da audição humana que seja definitiva e de fato fiel aos valores para todos os indivíduos ainda é, e provavelmente sempre será, um grande desafio [DEUTSCH 2013, p: 1-2].

3.5 Som Analógico e Digital

Existe uma grande discussão em torno da preferência geral em relação aos métodos específicos de registro sonoro. Os sons podem se diferenciar quanto a forma de registro de áudio entre os modos analógico ou digital. O som analógico é o sinal de áudio que, após ser captado pelo microfone, é transformado em uma corrente elétrica que varia de forma análoga (contínua) às variações de pressão da onda acústica. Essa corrente, que é um sinal elétrico contínuo no domínio do tempo, é amplificado, processado e registrado por um gravador analógico. O cabeçote recebe este sinal elétrico e varia um campo magnético que vai reorientando o material magnético de uma fita que passa pelo cabeçote em velocidade constante. As partículas metálicas dispostas na fita vão mudando de posição, de acordo com a variação do campo magnético do cabeçote. Para reproduzir a mídia registrada na fita, faz-se o processo inverso. Ao passar a fita pelo cabeçote, este detecta a variação do campo magnético das partículas, recriando o sinal elétrico no cabeçote, que é amplificado, processado e enviado à bobina do alto-falante, que, ligada ao cone, gera movimentos mecânicos neste, que criam ondas de compressão e expansão do ar que constituem ondas acústicas [IZECKSOHN 1998, p: 1].

No caso do som digital a captação do sinal ocorre da mesma maneira, através de um microfone, e é transformado em um sinal elétrico. Porém, o gravador digital, ao receber o

sinal elétrico contínuo direciona-o primeiramente a um conversor analógico-digital (AD). O sinal da onda analógica é então discretizado no domínio do tempo, numa taxa de amostragem de pelo menos 2 vezes a frequência da última componente do espectro desse sinal, segundo a Teoria da Amostragem, desenvolvida por Shannon e Nyquist [POHLMANN 1990]. Cada amostra é também convertida em informação e descrita em números finitos e inteiros, representados numa sequência de números binários. O conversor lê a informação e a partir da interpretação desta “reconstrói” a onda sonora, medindo a variação da amplitude em milhares de pontos por segundo. Essa imensa quantidade de números é gravada numa mídia digital, como fita magnética (DAT), disco óptico (CD, DVD) ou numa memória digital. Para reproduzir o som, a sequência de números (amostras) armazenados é enviada para um conversor digital-analógico (D/A) que interpola as amostras e transforma-as novamente em sinal analógico, que pode ser amplificado, processado e enviado à alto-falante, gerando as ondas acústicas. Uma vez que o sinal analógico criado pelo conversor D/A advém de uma sequência de números inteiros e finitos, este será sempre igual. Esta também será muito semelhante à onda analógica original desde que a conversão analógico-digital seja feita de maneira adequada.

No processo de conversão digital existem duas variáveis importantes, a taxa de amostragem (*sampling rate*), que controla a quantidade de amostras por segundo; e resolução da quantização (*sampling precision*) que controla a quantidade de níveis de quantização de cada amostra. O aumento da taxa de amostragem e do valor de quantização resulta no aumento da quantidade de dados, mas também na qualidade, determinada pela taxa de SNR (*Signal-to-Noise Ratio*)⁴⁴. No caso do padrão de áudio digital utilizado nos CDs, a taxa de amostragem é de 44100 Hz (amostras por segundo) e a resolução é de 16 bits, que equivale ao número de níveis de 65.536 (representado por dois *bytes*, equivalentes a 16 bits). Com estes parâmetros, a informação sonora digital é suficiente para ser percebida pela audição (dados os seus limites perceptuais) como que praticamente idêntica à original, para a maioria dos ouvintes. CD padrão, de 650MB, pode armazenar até 74 minutos de áudio não comprimido (por exemplo, formato WAV) de 2 canais (estéreo), 16 bits e 44.1KHz. Esta mídia contém 333.000 setores de armazenamento (primeiro setor do disco rígido reservado para armazenar de informação), com tamanho máximo de capacidade de dados de 681.984.000 bytes ou 650.3MB.

Na figura 3.5, situada abaixo, extraída de uma matéria no *site* da Yamaha Pro Audio, é

44 Disponível em: <<http://goo.gl/56zPHZ>> Acessado em 15 jun. 2015.

possível observar um exemplo de representação gráfica do resultado relativo ao processo de conversão de uma onda analógica (inicialmente representada gráfico à esquerda) em informação digital (representada no gráfico central), ou seja D/A. Neste processo cada nível de quantização é convertido em um código binário para armazenar os dados. E finalmente, no gráfico à direita, é representada a reconversão dessa informação digital para analógica para que a onda seja reproduzida sonoramente, conversão D/A. Em conversões com baixas taxas de amostragem, o nível de informação armazenado é inferior, de forma que durante o arredondamento de valores no processo de quantização a informação é registrado de forma errada. Isso é conhecido como erro de conversão ou erro de quantização. Quanto maior a taxa de amostragem menor será o erro de quantização.

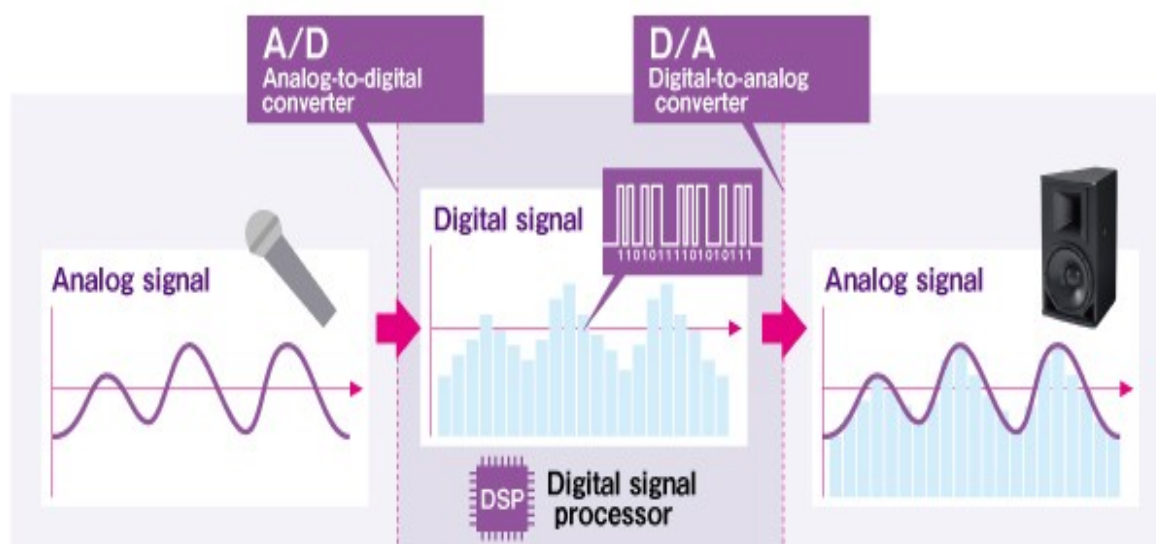


Figura 3.5: Representação da conversão de uma onda analógico em informação digital (A/D) binária, e posteriormente, sua reconversão de digital para onda analógica (D/A) durante sua reprodução sonora. **Fonte:** Yamaha CA <<http://goo.gl/UwVYc8>>.

Os tipos de conversão do áudio comentados acima apresentam certas diferenças, como: uma fita analógica, mesmo virgem, tem um ruído de fundo, principalmente porque o posicionamento das partículas, durante a fabricação, nunca é perfeito [IZECKSOHN 1998, p: 1]. Sobre a relação “Sinal/Ruído”, segundo IAZZETTA⁴⁵, trata-se da “... diferença, em dB, entre o nível máximo de amplitude que pode ser representado numa determinada resolução e o ruído do sistema. Quanto maior a resolução, ou seja, quanto mais bits são usados para

45 Fonte: ECA/USP. Tutorial Online por Prof. Fernando Iazzetta (USP) – Áudio Digital. Disponível em: <http://www2.eca.usp.br/prof/iazzetta/tutor/audio/a_digital/a_digital.html> Acessado em: 20 set 2015.

representar a amplitude do som, maior será a diferença entre o nível mais alto de reprodução e o ruído.”

O gravador digital fornece um som com a ausência de ruídos, o que tende a apresentar um resultado mais limpo e cristalino, reduzindo também as interferências do canal de transmissão. Assim, tornam-se desnecessário o uso de filtros de ruído de fita, como os Dolby e DBX. O mesmo se aplica às mesas e outros aparelhos digitais. Por outro lado, os usuários de gravadores analógicos, como os grandes estúdios que trabalham com máquinas de rolo de 2 polegadas, em 24 pistas, se queixam da falta de “calor” do áudio digital [IZECKSOHN 1998, p: 1]. Ou seja, alegam que o gravador de rolo armazena certos timbres com melhor resultado, como o som da guitarra, do que a conversão digital. Algumas gravadoras internacionais, entre as décadas de 1980-90, chegavam a recusar gravações em DAT, ADAT e outros modelos digitais por causa desse fenômeno.

É importante citar a existência dos *reconstruction filters*⁴⁶ (filtros de reconstrução), que geralmente são filtros do tipo passa-baixa (que permitem a passagem das frequências mais baixas, ou graves) utilizados durante a conversão D/A para remover sinais agudos indesejados que costumam aparecer como duplicações da informação do sinal original. A formação desses sons (agudos) indesejados é parte inerente do sistema de armazenamento de informação digital em *samples*. Esses sons que se formam adicionalmente, concentram-se nos múltiplos harmônicos da frequência amostrada, de forma a atuarem como frequências moduladoras interferindo na amplitude (AM) do sinal. O resultado dessa conversão, quando filtrada, é uma forma de onda caracterizada por estar *smoother* (mais plana), e assim, mais próxima da informação original transmitida pelo sinal.

Segundo a matéria do site Musicaudio⁴⁷ sobre as diferenças entre sons analógicos e digitais, muitos instrumentos musicais possuem uma parte do conteúdo espectral de sua sonoridade fora da faixa de audição humana (estabelecida em 20 Hz e 20kHz - mesmo que existam relatos de indivíduos com audição ultra-apurada, que percebam frequências até 30 kHz, a grande maioria não supera os 18kHz, e este limite decresce sensivelmente com a idade). Quanto a essas frequências situadas fora do espectro de audição, ainda que possam chegar a ser ouvidas por alguns, muitos afirmam ser possível senti-las fisicamente em estado vibratório através das ressonâncias da pele, nos ossos e outros órgãos do corpo.

Conscientes disso, alguns fabricantes usam *oversampling* (convertem o áudio em um

46 Disponível em: Instructable <<http://goo.gl/cOmKf6>> Acessado em: 15 jun. 2015

47 Disponível em: <<http://goo.gl/wfQ8VE>> Acessado em: 15 jun. 2015.

padrão de resolução muito acima do necessário) para melhorar sua resposta em frequências relativas ao espectro audível humano. Por outro lado, em nossa sociedade, até o momento, a maior parte do acervo musical legado está gravado em fitas analógicas e foi processado com equipamento analógico. Mesmo com suas taxas de ruído ou a utilização de uma largura de banda inferior, em aspectos culturais, o ouvido humano já foi condicionado tendo como referencial as padronizações de mercado e, respectivamente, as suas fases de desenvolvimento. Dessa forma, o ouvinte aparenta estar acostumado com um som sem a presença desse brilho extra que supostamente pode ser percebido nas gravações registradas com um valor elevado de taxa de amostragem.

Segundo Nyquist, para representar digitalmente uma faixa de frequências, temos que usar uma frequência de amostragem que duplique o valor mais alto deste espectro, o que nos dá, no caso do som, aproximadamente 40 kHz, ou, de acordo com o responsável pelo desenvolvimento de conversores Dan Lavry [2012, p: 3]: 60 kHz (indicada por ele é como uma frequência ótima de amostragem). Segundo a matéria da revista Sound on Sound⁴⁸, citando Dan Lavry, a idéia de trabalhar com *sample rate* de valores próximos a 176kHz (ou 192 kHz) é realmente apenas sobre ser capaz de dizer "um é maior que o outro". Aponta-se que quanto maior a taxa de amostragem, maior a proporção de erro no tempo de amostragem e menor a resolução de áudio real. No mundo real, 96kHz pode ser útil mas, na opinião de Lavry, as conversões em taxas acima desse valor podem não se apresentar tão vantajosas como aparentam e se recusa a apoiar a utilização desses.

Em teoria, 44.1 kHz é suficiente pra amostrar sons na faixa de audição humana acima mencionada, mas temos que considerar a filtragem necessária nos conversores. Trabalhar a 88.2/96 kHz faz com que isso seja menos óbvio do que a 44.1 kHz, além de aumentar consideravelmente a largura de banda. Trabalhar nessas frequências de amostragem tão altas faz com que o processamento digital necessite de realizar, no mínimo, um número dobrado de ações. Os efeitos e os sintetizadores, apresentam-se com alta taxa de amostragem apresentando registros entre 88.2 kHz e 96 kHz e que geram menos *aliasing*. No processamento de sinal, *aliasing* (conforme descrito abaixo) ocorre quando um som analógico tem uma conversão feita para digital com uma taxa de amostragem baixa e é lido por um conversor. A taxa de amostragem deve ser pelo menos duas vezes a maior frequência que se deseja registrar (valor é conhecido como frequência de Nyquist). Ao se tentar reproduzir uma

48 Disponível em Sound & Sound: <<http://www.soundonsound.com/sos/jul12/articles/qanda-0712-1.htm>>
Acessado em: 05 out 2015.

frequência maior do que a frequência de Nyquist ocorre um fenômeno chamado *aliasing*⁴⁹ (ou *foldover*), em que a frequência é "espelhada" ou "rebatida" para uma região mais grave do espectro [IAZZETTA 2009].

Diante do fato de que diversos engenheiros de mixagem possuem o costume de filtrar os sons, tanto acima quanto abaixo dos limites audíveis, para que soem apenas dentro do espectro frequencial percebido pelo ouvido humano, é uma situação delicada discutir os fatores relevantes que justifiquem a utilização de taxas de amostragem de alta-definição e de processamento sobrecarregado (*oversampling*). Nessa situação o processamento em 44.1 kHz, já seria o suficiente para a obtenção de um excelente resultado para a maioria dos ouvidos humanos.

Segundo IAZZETTA [2009], “deve-se notar também que quando o áudio é processado, são realizadas operações matemáticas em cada uma das amostras (*samples*) digitalizadas. Como os números que representam essas amostras são finitos, a cada operação é introduzido um pequeno erro. Quando o sinal passa por sucessivas transformações ou por transformações que envolvem operações complexas, esses erros vão se acumulando e passam a ser audíveis na forma de ruído. Quanto maior a resolução de amostragem, como de 96 kHz por exemplo, menores (e menos audíveis) serão esses erros.”⁵⁰

Dentro do contexto atual, com a ascensão das mídias de veiculação digitais no mercado, algumas até portáteis como os MP3 *players*, podemos alegar que, em geral, no fim do processo o som compartilhado provavelmente será digital. Ou seja, mesmo os sons registrados através de processos analógicos, posteriormente têm enormes chances de acabarem sendo convertidos para formato digital antes de serem divulgados e reproduzidos, em função das possibilidades de veiculação desse material e suas tendências de venda no mercado. Seja em forma de CD ou digitalizado numa emissora de TV, ou de rádio, de acordo com as tendências de mercado, provavelmente, em algum momento, mais cedo ou mais tarde, o áudio será convertido em *bytes*. É notável que o armazenamento do som digital está em constante evolução, com modelos se substituindo em um ritmo frenético. Do áudio em 16 bits, avançou-se para 18 bits e 20 bits, permitindo uma dinâmica dos sons cada vez maior. O áudio digital já transita em 24 bits de um aparelho para outro e há aparelhos de 32 bits. Cada vez mais apurado e com mais recursos, o formato se consolida e se estabelece atualmente como uma das principais formas de conversão de áudio.

49 Fonte: ECA/USP. Tutorial Online por Prof. Fernando Iazzetta (USP) – Áudio Digital. Disponível em: <http://www2.eca.usp.br/prof/iazzetta/tutor/audio/a_digital/a_digital.html> Acessado em: 20 set 2015.
50 Idem.

4 Interfaces de Manipulação e Futuros Avanços

No primeiro capítulo desta dissertação tratamos de assuntos referentes: ao surgimento da mixagem; o histórico de seu desenvolvimento como atividade artística e de suas interfaces e plataformas de manipulação. No segundo capítulo tratamos de questões relativas à metodologia de aprendizado da mixagem e técnicas aplicadas específicas, como a atividade de *layering*; aspectos subjetivos da mixagem, como as diferenças existentes e nuances características ao trabalho de mixagem com distintos estilos musicais, bem como a sua contextualização social e mercadológica, comentando, entre outros, a lógica do clichê e a utilização das fórmulas “prontas”. No terceiro capítulo tratamos das noções de acústica e psicoacústica que se relacionam diretamente com as funções exercidas durante a atividade mixagem em geral; discutimos paralelamente quais técnicas aplicadas ou formas de utilização mais comuns das plataformas atuais que poderiam ser automatizadas, adaptando-se ao trabalho em conjunto com equipamentos digitais, como o computador; os limites de audição do ouvido humano e as relações subjetivas de percepção do som, representado tanto como sinal analógico quanto digital.

Este quarto capítulo foca na discussão das possibilidades de avanço, com maior utilização de processamento computacional, e das interfaces digitais para manipulação de áudio, que em geral tentam reproduzir os modelos dos sistemas analógicos mais antigos. Propõe-se o levantamento de algumas alternativas ao aspecto metodológico presente nessas plataformas digitais atuais de mixagem, como por exemplo a proposição de uma futura interface que trabalhe com a representação visual dos sons. Para isso, abordamos a questão da automatização de algumas tarefas específicas presentes na mixagem, como o controle dinâmico e autônomo de *knobs* e *faders*, gerando uma maior interação entre usuário e máquina; possivelmente facilitando este usuário a direcionar maior atenção às questões artísticas da mixagem de forma intuitiva.

4.1 Interfaces (Des)Atuais e as Novas Abordagens Visuais

Na patente “*Method and Apparatus for Using Visual Images to Mix Sound*”⁵¹ de GIBSON [1998] é mencionado que “a indústria fonográfica tem evoluído dentro do mundo

51 US 5812688 A, 22 set. 1998. Disponível em: <<http://www.google.com/patents/US5812688>>
Acessado em: 05 mar. 2015.

digital de forma a misturar em plataformas de manipulações diversas funções, como: placas de som, gravação e armazenamento digital. Com o advento do controle MIDI, surgido na década de 1980, mesas de mixagem controladas por computador começaram a surgir, incluindo softwares, manipulados por teclado e mouse, que representam em sua interface uma alusão às mesas analógicas tradicionais.”

Devido ao fato de que as interfaces de uma grande parcela dos *softwares* de produção – inclusive os mais famosos, como os citados no subseção 1.4 (pág. 50) – utilizarem algum tipo de representação visual que emula os moldes de controles tradicionais (referindo-se aos aparelhos analógicos dos estúdios, como por exemplo a ilustração de uma mesa de som e/ou dos *racks* de efeitos), tem-se o que o autor deste trabalho se refere por “interfaces (des)atuais”. Essas interfaces, mesmo apresentando um ambiente lógico e também proficiente, não carregam em si um sistema visual capaz de prover, de forma simplificada e objetiva, uma relação mais dinâmica e otimizada com o processamento sonoro, mas utilizando-se apenas da representação visual dos instrumentos de controle gestual tradicionais dos computadores, como o teclado e o *mouse*.

Um exemplo desta abordagem é a GUI (*graphical user interface*) do *software* Reason, que contém uma reprodução fiel dos *racks* de efeitos de estúdios profissionais, e até numa versão menos recente, ainda era possível ver os cabos que faziam a conexão entre os aparelhos, como é possível observar a seguir, na figura 4.1:

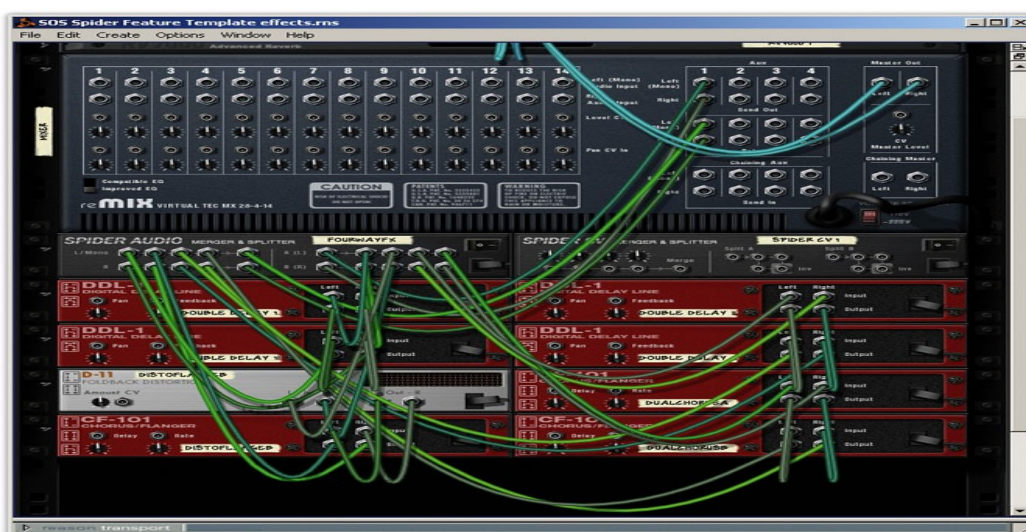


Figura 4.1: Interface de trabalho (GUI) do *software* Reason exemplificando a simulação computacional dos equipamentos analógicos de estúdio, onde é possível observar o desenho do *rack* de efeitos e os cabos de ligações entre eles. **Fonte:** Sound On Sound.

Disponível em: <http://www.soundonsound.com/sos/aug06/articles/reasontech_0806.htm> .

Como se pode observar, este modelo adotado, distinguindo apenas em alguns detalhes do *layout* básico, geralmente oferece como possibilidade de controle e execução das tarefas uma simulação praticamente idêntica dos processos realizados em meios analógicos, como por exemplo as figuras dos canais separados na mesa de som, dos botões dos controle dos *faders* e *knobs*. Apenas alguns aspectos internos da mixagem tiveram um tratamento diferenciado para a adaptação ao meio digital, como as linhas de automatização e as ferramenta de manipulação da edição dos *samples* (amostras de áudio digital), onde é possível observar um maior aproveitamento da capacidade de processamento computacional a fim de simplificar e facilitar as tarefas destas etapas. Assim, mesmo que os *softwares* padronizados apresentem alguns pontos que propiciam uma diversificação metodológica dentro dessa atividade, pode-se dizer que, quanto a capacidade de processamento, o ambiente computacional apresenta possibilidades para ser explorado de forma mais aprofundada.

No modelo de representação visual predominante nas interfaces atuais, citado acima, as atividades fundamentais da mixagem ainda permanecem complexas. Para a execução dessas atividades, e atingir bons resultados, exige-se do usuário uma noção mais aprofundada de conhecimento sobre as propriedades de comportamento do som, além de experiência com a manipulação dos parâmetros do *software*. Observa-se que, em relação ao formato visual padronizado das interfaces atuais, tais meios de controle tradicionais aparentam não ser a melhor opção para suprir as necessidades gestuais requeridas. Algumas tarefas, quando precisam ser realizadas através dos instrumentos: teclado ou *mouse*; acabam se tornando mais complicadas e de difícil execução, como por exemplo a manipulação simultânea de dois ou mais *knobs* ou *faders*, em diferentes canais.

É interessante também comentar brevemente sobre os *plug-ins* VST, que são *softwares* complementares muito utilizados em conjunto com as interfaces tradicionais, principalmente, como ferramenta alternativa para o processamento de sinais, ampliando as possibilidades da plataforma original. Nas interfaces computacionais atuais de edição, como do *software* Pro Tools, os *plug-ins* são manipulados como sub-interfaces do programa [ALTEN 2011, p: 161].

Em muitos dos casos, estas sub-interfaces seguem o padrão de reprodução visual baseada nos instrumentos analógicos, adotando a mesma “roupagem” que os *softwares* padronizados comentados acima, e trazendo as mesmas dificuldades para os modelos de controle computacionais presentes no mercado. Geralmente os *plug-ins* que se enquadram nessa categoria apresentam a ilustração de um sintetizador analógico, como por exemplo no

caso do *plug-in* Sylenth1 [Disponível em: <www.lennardigital.com/sylenth1/> Acessado em: 15 jun. 2015], que em seu visual dispõe também de *knobs*, *faders* e até mesmo da imagem das teclas, como pode ser observado no exemplo da Figura 4.2 abaixo:



Figura 4.2: Figura exemplificando a interface de trabalho do *plug-in* VST: Sylenth1, da empresa Lennar Digital. **Fonte:** Lennar Digital.

Disponível em: <<https://www.lennardigital.com/sylenth1/>> .

Atualmente, na produção musical, é possível utilizar ferramentas externas em associação como aplicativos de *softwares* para contornar adversidades gestuais de manipulação. Os *controllers* (controladoras), como é o caso dos casos das mesas digitais (citadas na subseção 1.4) que apresentam um projeto moderno, inspirado nas mesas analógicas dos estúdios, são plataformas digitais externas que trabalham com o sistema MIDI e se conectam com a interface via mapeamento com os parâmetros internos disponíveis. Existem diversos tipos de controladoras, onde os modelos apresentam um *design* específico de acordo com o objetivo de uso. Exemplificando, algumas controladoras podem apresentar uma simulação das antigas mesas analógicas e se enquadram melhor para uma sessão de *mixdown*, enquanto outras podem trazer o padrão visual de um sintetizador, com teclado e botões virtuais, que são mais apropriadas para as atividades de criação de timbres e efeitos. Para um desempenho mais

eficaz e dinâmico na produção musical com sintetizadores virtuais é indicado a utilização de uma controladora MIDI que inclua botões (ou teclas), entre outras diversas possibilidades de controle manual, como: o *joystick*, o *touchpad*, e até mesmo sensores para captação de movimento. Dessa forma, o usuário tem a opção de realizar algumas tarefas de mixagem manualmente, como uma oscilação de níveis de intensidade sonora entre alguns sons de forma manual, seguindo a sua intuição, com maior destreza e precisão sobre os controles.

Porém, deve-se levar em consideração que a controladora traz ao ambiente computacional a necessidade de adquirir um equipamento a mais, que ocupa algum espaço e que geralmente traz uma re-leitura das plataformas tradicionais analógicas, ou seja, mais uma forma de utilização dos habituais parâmetros de controle. Tem-se assim novamente a repetição do modelo tradicional padronizado de forma que, sob um certo aspecto, este pouco acrescenta no desenvolvimento metodológico e limita a implementação das inovações tecnológicas das possibilidades de controle dentro da mixagem. Isto conseqüentemente limita o desenvolvimento, a expansão e a repercussão das novas metodologias alternativas para a execução da atividade de mixagem, que poderiam eventualmente torná-la mais dinâmica, intuitiva, simplificada e até mesmo acessível para uma maior parcela de músicos e outros interessados.

Com a implementação e a difusão de ferramentas gestuais alternativas de manipulação sonora - ou seja, instrumentos controlados por expressões corporais como por exemplo a utilização de *touchpads* ou sensores que coletam dados de movimento -, em associação com o aprimoramento visual dos controle dos parâmetros internos nas interfaces dos *softwares*, é possível, em princípio, obter a expansão de possibilidades dentro do ambiente de produção. Uma hipótese sobre as conseqüências desta possível implementação seria, ao menos, a melhoria da dinâmica usual no andamento de uma sessão de mixagem. A eterna busca pela simplificação de tarefas repetitivas, através da automatização (associando uma maior gama de informações extraídas das matrizes sonoras em tratamento) pode contribuir para a criação de abordagens que proporcionam ao usuário, durante o exercício da atividade de mixagem, um manuseio das operações mais focado no aspecto intuitivo e artístico. Nessas condições, o indivíduo que pretende executar uma mixagem pela primeira vez, pode dedicar menos tempo aos pré-requisitos técnicos e complexos, que são exigidos nas interfaces atuais. Este terá menos dificuldades para realizar as modificações sonoras que deseja e mais chances de atingir seus objetivos estéticos, expressando, de forma mais clara e coerente, a sua criatividade.

A implementação de métodos alternativos de produção pode agregar conteúdo para a área de mixagem, despendendo assim maior atenção do usuário às sub-áreas da mixagem consideradas de grande complexidade, como por exemplo a catalogação timbrística. Pode-se também, a partir dessa implementação, rever vias e meios para a execução das tarefas através da realização de experimentações sobre cada um dos novos modelos, analisando e comparando os respectivos resultados. Com tal material catalogado, sobre as vantagens e desvantagens presentes em cada método, é possível criar evidência empírica que poderá servir de suporte para futuras implementações, e conseqüentemente, a difusão e a expansão da linguagem artística na mixagem.

Algumas das novas abordagens em cima da manipulação sonora dentro da mixagem, em sua adaptação para o meio digital tendem a buscar trabalhar de forma mais eficiente e simplificada a associação entre o padrão visual e o controle gestual. Um exemplo é a proposta de Gibson, descrita de forma mais detalhada na próxima subseção, que delineia um método de tratamento estético da mixagem sonora que visa possibilitar uma maior eficiência e dinâmica na produção, por meio da automatização de alguns processos usuais da mixagem, além de propor, como visto a seguir, uma representação visual mais correlata com as variações que ocorrem no decorrer dos eventos sonoros.

4.2 Representação Visual do Som

Com o aprimoramento das noções de acústica e psicoacústica (relativos principalmente à espacialização) e o desenvolvimento de sistemas da escuta com duas ou mais fontes sonoras, sabe-se que o som normalmente se propaga de forma omnidirecional no espaço. Por ser uma onda mecânica de compressão e expansão do meio elástico (o ar), pode-se dizer que o som de fato ocupa fisicamente um certo volume do espaço. Assim, pode-se sugerir uma interpretação visual subjetiva do comportamento de propagação do som no espaço, formando imagens tridimensionais (geométricas) com dimensões relativas a aspectos de seu comportamento (ataque, duração, distribuição espectral, etc.) do som em função do tempo. Segundo HARLEY [1994 apud BRESSON 2012, p: 1] a espacialidade no som é um consenso que foi abordado, investigado e empregado artisticamente com mais ênfase nos últimos 50 anos, principalmente com o desenvolvimento da computação (aumento do processamento e armazenagem, utilização de um número maior de pistas de gravação,

surgimento de *softwares* para edição), o aprimoramento das tecnologias de áudio (sistemas de som binaural, sistema *surround* 5.1, monitores de referência) e maior utilização deste artifício no processo composicional.

Sabe-se que um sistema de reprodução estereofônico é constituído por duas fontes sonoras estáticas e sem obstáculos entre elas [ALTEN 2002, p: 26]. Os sons no sistema estereofônico são normalmente constituídos pela união dos sinais de ambas as fontes. Apesar do sistema de áudio estereofônico apresentar apenas 2 canais de saída de som, a audição percebe os diferentes componentes sonoros, que constituem o som ouvido, em diferentes localizações espaciais. Pode-se criar a sensação de que uma fonte sonora está posicionada num ângulo (azimute) do plano horizontal. A percepção do espaço através do som é construída pelo conjunto de informações sonoras fornecidas pelo ambiente, cujas características são condicionadas pela configuração formal e construtiva do espaço, criando assim uma imagem acústica do ambiente sonoro, de seu uso e de seus componentes. O córtex auditivo compara as informações sonoras recebidas e assim interpreta a localização de determinado som no seu espaço, através de vários critérios, tais como a reverberação, a diferença de intensidade e a diferença de fase binaural (entre os 2 ouvidos). O processamento dessas informações é o que torna possível a interpretação da localização dos sons no espaço tridimensional (em qualquer ângulo, de azimute, zênite e distância do ouvinte). As 3 mais conhecidas informações sobre o ambiente, que podem ser obtidas através dos sons, são:

- 1) Qualidade: Trata da natureza das fontes sonoras. Sua composição espectral, timbre, comportamento e o conteúdo significativo da mensagem sonora.
- 2) Profundidade: Existindo duas ou mais fontes sonoras no ambiente pode-se determinar a distância relativa entre elas devido à audição binaural (estereofônica); Sem uma segunda fonte sonora para comparação, em certos momentos, é possível estimar a profundidade através de outros aspectos, como: reverberação, intensidade e distribuição espectral.
- 3) Direção: Percepção da localização espacial da fonte sonora em relação ao observador, que também é possibilitada graças à audição binaural.

Em GIBSON [2005], o autor propõe, no decorrer do livro, de forma conceitual, uma abordagem visual subjetiva em relação à mixagem estereofônica, entre outros modelos com mais fontes. Através de diversas imagens, como o exemplo da figura 4.3, Gibson apresenta

esboços sobre a representação dos sons, e suas interrelações, por meio de figuras geométricas (normalmente elipsoides e esferas) inseridas no espaço tridimensional de uma sala hipotética que representa o Espaço do Campo-Estereofônico (ECE). O ECE se define como o campo sonoro espacial que se situa entre duas caixas de som (*Left/Right*) dispostas paralelamente, o que caracteriza o sistema estereofônico de reprodução. O formato e o posicionamento individual de cada som nos ambientes propostos é determinado de acordo com às características específicas de sua sonoridade (ex: o *pitch* e o *loudness*). As formas de onda (*waveform*) são representadas no domínio do tempo através do tempo de surgimento do som (ataque) e de sua extinção (*release*). O espectro sonoro é representado no domínio da frequência, no eixo (Y) vertical, onde os sons de espectro mais agudo situam-se na região superior, os sons médios ao centro e sons graves na região inferior. A amplitude do som, ou presença, é representada na profundidade (ou distância) e no tamanho do objeto. A localização espacial horizontal refere-se ao domínio da aplicação dos conceitos de ITD e ILD, diferenciando a percepção do posicionamento dos sons no eixo horizontal (X). As diversas opções de cores representam diferenças timbrísticas, normalmente entre distintos instrumentos musicais.

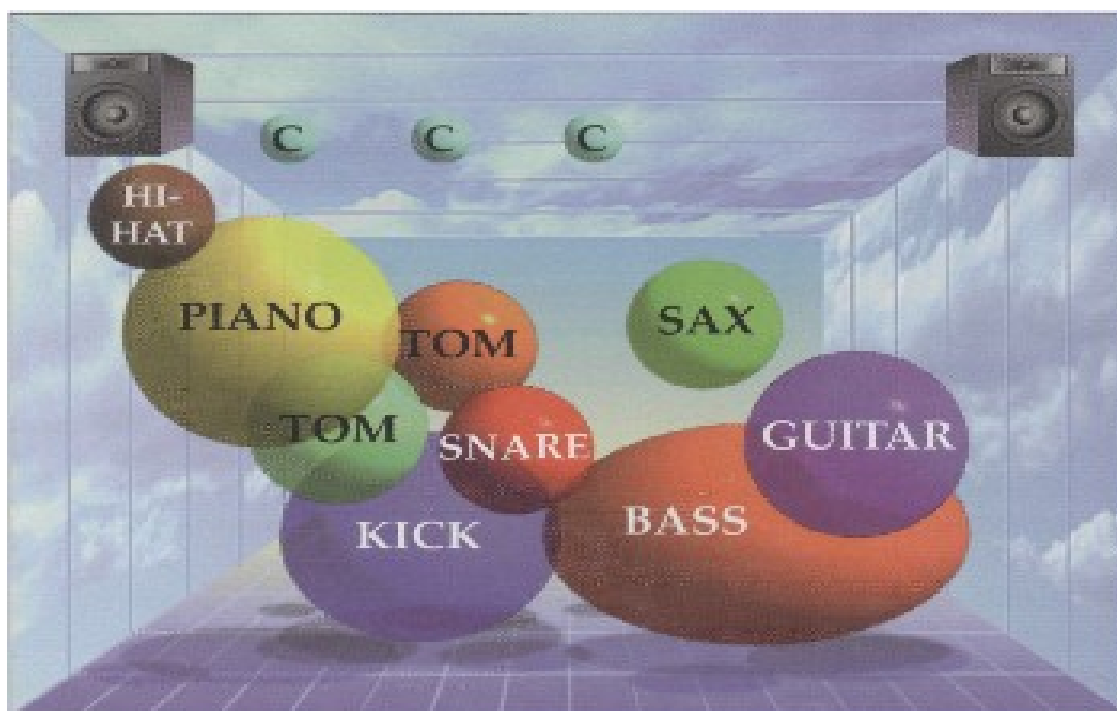


Figura 4.3: Exemplo de um Espaço Campo-Estereofônico (ECE) contendo diversos sons dispostos em seu interior. **Fonte:** Jordi Graupera Website <<http://jordigraupera.cat/2010/is-mixing-an-art/>> Acessado em: 26 abr. 2015.

Um das ressalvas que se fazem necessárias com relação à teoria apresentada por GIBSON, em seu livro, é que este texto não parece ter um embasamento científico que exponha uma maior precisão quanto às formas e proporções utilizadas nas figuras geométricas, que representam as fontes sonoras. Porém, a veracidade quanto à propagação tridimensional do som e sua representação já é discutida há um certo tempo no meio científico. WORRAL [1998] argumenta a respeito do fenômeno visual em relação ao som, conforme segue abaixo:

“Espacialização 3D não é uma abstração sem variáveis. Ela é definida por combinações de objetos e superfícies e o que eles nos fornecem. Som não é um ideal abstrato que é projetado em 3D ... Com a experiência nós desenvolvemos uma memória de características invariantes que nos permite separar mentalmente a fonte (as qualidades invariantes) dos ambientes em que ouvimos a fonte. Claro que fazemos isso o tempo todo ouvindo gravações de espaços sonoros: essas gravações são revestidas ou entrelaçadas com um ambiência sonora existente que muitas vezes podemos “mentalmente” filtrar sem muita dificuldade.”⁵² [WORRAL 1998, p: 5] (Tradução do autor).

A idéia de encontrar uma forma coerente e fiel à questão acústica de representar o som nas 3 dimensões do espaço é uma das metas observadas na pesquisa de CHARLEBOIS [2005, p: 5], que argumenta que, nos últimos tempos, houveram várias pesquisas e tentativas de criar uma ferramenta nesses moldes. Em GIBSON [1998], o autor cita que apenas no final do século XX os processadores de computador alcançaram capacidade suficiente para permitir que um grande número de sinais de áudio de um sistema multi-canal possa ser convertido em informação visual em tempo-real.

Segundo BAALMAN [2010, p: 217], o desenvolvimento de um formato padronizado de modelamento da espacialização do áudio fomentaria uma grande procura pela utilização musical desse recurso, tanto na produção, como na performance. Em BROWN & DUDA [1998, p: 476] é comentado que o som tridimensional está ganhando maior importância dentro dos meios científicos, comerciais e de entretenimento. Pode-se ressaltar sua presença em simulações virtuais da realidade, como, por exemplo, nos jogos de *videogames*. Os métodos para a representação dinâmica do comportamento de propagação e a formação tridimensional do som ainda se encontram em desenvolvimento, apresentando geralmente duas facetas: 1)

⁵² “3-space is not an unvariegated abstraction, it is defined by coherent combinations of objects and surfaces and what they afford us. Sound is not an abstract ideal which is projected into 3-space. The space is in the sound. The sound is of the space. It is a space of sound, but there is no sound in space. With experience we develop a memory of invariant characteristics that enables us to mentally separate the source (the invariant qualities) from the environments in which we hear the source. Of course we do this all the time when listening to recordings of sonic spaces: these recordings are overlaid or interlaced with an existing sonic ambience which we can often ‘mentally’ filter out without too much difficulty.” [WORRAL 1998, p: 5].

quando o sistema apresenta uma plataforma de manipulação simples geralmente apresenta limitações quanto as possibilidades; 2) quando o sistema apresenta-se efetivo e com pouca limitação das possibilidades, costuma apresentar um sistema complexo e de difícil controle da manipulação.

Uma possível implementação de uma representação visual do som poderá contribuir para o desenvolvimento tecnológico e artístico de novos métodos e técnicas de trabalho na área de mixagem e de abordagens diferenciadas em relação à este processo. O surgimento de novas propostas de interfaces que almejem tais padrões visuais e que sejam mais fiéis aos critérios acústicos de manipulação sonora, atualmente demandados pelo mercado, possibilitará o desenvolvimento de softwares capazes de atender os critérios exigidos pelos profissionais da área e assim irá suprir a necessidade da existência de modelos que utilizem dessa abordagem, atualmente em carência nesse circuito.

É também importante ressaltar os benefícios no valor educativo que este sistema poderá proporcionar, esclarecendo e explicando visualmente diversos aspectos subjetivos e questões levantadas durante o processo de mixagem, conforme abordadas anteriormente no cap. 2, e que são comuns à grande maioria dos profissionais da área, mas que ainda são tratadas apenas em seu âmbito puramente sonoro, e analisadas quase que exclusivamente pelo sentido da audição.

Como descrito em GIBSON [1998], a visualização do espectro de frequências de cada instrumento pode ajudar a resolver um problema que a maioria dos profissionais de mixagem encontram: equalizar os instrumentos em relação uns aos outros, facilitando a compreensão de casos, como no caso onde as frequências dos instrumentos se sobrepõem ou se mascaram. Quando mais de um instrumento é representado dentro do espaço, ou mesmo todos os componentes da mixagem simultaneamente, a relação de interação dos componentes de frequência entre os instrumentos se torna evidente.

Complementando, é interessante mencionar um outro tópico relacionado à representação do som. Segundo EVEREST & POHLMAN [2009, p: 449], no passado as pessoas designadas para tratar da acústica de ambientes utilizavam diversas técnicas na tentativa de prover um bom resultado. Porém, não havia uma forma adequada de testar suas experimentações antes do ambiente ser de fato construído, nem mesmo se estes trabalhassem a partir da redução do modelo arquitetônico, em escalas proporcionais. Em contraste aos métodos antigos, seria um grande avanço se os projetistas pudessem ouvir os resultados do

campo sonoro num modelo arquitetônico computacional antes que o ambiente sonoro original fosse de fato construído. Dessa forma seria mais fácil evitar alguns problemas acústicos e criar correções através do desenvolvimento de outras opções de projeto e/ou forma de tratamento das superfícies. Tal processo de renderização acústica, análogo à renderização visual tal como aquela utilizada por arquitetos do passado, tem sido chamado de auralização [EVEREST; POHLMAN 2009, p: 449].

Por definição, auralização é o processo de representação da audição por meio de modelos físicos ou matemáticos, do campo sonoro de uma fonte, dentro do espaço, de forma a estimular a experiência de escuta binaural com a definição de um posicionamento no espaço modelado. É a ciência responsável por estudar possíveis simulações do comportamento de propagação dos sons, quando inseridos em determinados ambientes acústicos, levando em conta propriedades como reflexão, refração, reverberação, entre outras (conforme citado na seção 3.1).

A auralização não é o assunto central deste trabalho, mas está associada à investigação do comportamento espacial do som em ambientes, e suas variações. Sua metodologia faz analogia àquilo que o modelo visual de Gibson propõe, no sentido de buscar uma previsão do comportamento espacial dos sons dentro de salas específicas. A implementação de uma interface dentro desses moldes visuais exigiria maior atenção à automatização de tarefas internas específicas dentro da mixagem. Este tema é abordado e descrito e com mais detalhes a seguir.

4.3 Automatização de Tarefas na Mixagem

Segundo DE MAN et al [2014, p: 137], o número de pesquisas direcionadas ao assunto específico da “mixagem automática” aumentou consideravelmente nos últimos anos. Em muitos desses trabalhos (conforme outras referências também presentes nesse capítulo: [DANNENBERG 2007; MANSBRIDGE 2012; REISS 2011; WHITE 2008], de acordo com cada caso específico, a mixagem automática trata da viabilização de processos automatizados para a realização de algumas das tarefas consideradas mais tediosas e rotineiras da produção de áudio, como: o equilíbrio dos níveis de intensidade; correções de quantização (já presente no *software* Ableton Live); edições de trechos; ou, a disposição espacial dos sons dentro do espaço panorâmico, entre outras possibilidades. Em outros casos, como em REISS [2011]

aborda-se a temática sobre a busca de sistemas de mixagem inteiramente automatizados, onde todas as decisões sobre o processo, inclusive algumas preferências estéticas, são delegadas ao software.

Em SCOTT & KIM [2011, p: 621] é comentado que, mesmo com a ampla evolução tecnológica na área de produção musical, ocorrida nos últimos anos, para se obter resultados finais de alta qualidade em uma mixagem, ainda é necessário bastante tempo de dedicação. É preciso absorver um nível técnico de produção considerável, além de obter experiência em estúdio operando uma interface para trabalho com áudio digital (DAW) para se habituar aos controles e atalhos do programa. Como é descrito em DANNENBERG [2007, p: 1], atualmente no ambiente virtual, toda música gravada é cuidadosamente editada e tratada utilizando técnicas digitais, como por exemplo: a adição de reverberação artificial à faixa, o uso de *plugins* para correção dos erros de afinação de voz, linhas escritas de automação, entre outros artificios de manipulação do material. Ironicamente, a eficiência e a efetividade dos editores digitais geralmente resultam em muito mais tempo de produção do que ocorrido nos períodos anteriores.

Tal fato vai de encontro à forma que o trabalho artístico atualmente têm sido realizado, através de uma metodologia que se caracteriza pela tendência à dar maior ênfase na etapa pós-produção (como por exemplo os processos de edição nas produções de cinema e imagens fotográficas). Em relação às interfaces de mixagem, isto provavelmente se deve também à ampla gama de efeitos disponíveis para aplicação nessa etapa. Por um lado, o meio digital apresenta um contexto que facilita o manuseio e dos controles, combinação de efeitos e a realização de experimentações, em geral, sobre as matrizes sonoras (produto anterior a pós-produção). Por outro lado, as padronizações do mercado e as demandas relacionadas, em certos momentos, necessitam de sonoridades que, para serem atingidas em estúdio, podem necessitar de uma maior atenção, dedicação, testes e avaliação.

Segundo WHITE [2008 apud REISS 2011, p: 1] a idéia de automatizar o processo de produção de áudio não é nova, mesmo que esta ainda tenha sido pouco explorada. O autor cita neste artigo um comentário do editor da revista sobre áudio *Sound on Sound*⁵³: “Não existe razão por que uma banda que esteja sendo gravada utilizando instrumentação convencional não possa ser equalizada, e balanceada, automaticamente por interfaces ou estações de trabalho com áudio digital (DAW *Softwares*)⁵⁴ avançadas”. Tal medida iria ao encontro do

53 Disponível em: <<http://www.soundonsound.com/>> Acessado em: 15 jun. 2015.

54 DAW – *Digital Audio Workstation* [ALTEN 2002, p: 476].

interesse de técnicos gravação que não têm tempo ou proficiência para realizar todas as tarefas requeridas atualmente de um engenheiro de som. A introdução de uma ferramenta computacional que incorporasse modelos para tratamento da percepção psicoacústica de *loudness* e a audibilidade das frequências em geral, poderia “eliminar os aspectos cotidianos da produção musical, deixando o lado criativo para os profissionais, onde tudo se iniciou” [MOORER 2000 apud REISS 2011, p: 1].

A automatização dessas atividades é discutida buscando alternativas para beneficiar os produtores considerados inexperientes e amadores, ou mesmo, auxiliá-los a lidar de uma forma mais adequada com certas limitações de tempo que costumam ocorrer nos estúdios profissionais. Porém, também é bom acrescentar a visão de DE MAN & REISS [2013, p: 2], a respeito da automatização, onde comenta-se que a mixagem é um processo não-linear, portanto imprevisível, onde não existem caminhos rápidos e precisos, *presets* ou “fórmulas mágicas” de equalização eficaz. O autor salienta sobre o foco de sua pesquisa em que, de forma alguma busca refutar esse aspecto da mixagem através de suas investigações sobre sua automatização. Em vez disso, procura investigar até que ponto a informação semântica sobre um projeto e as suas faixas individuais, em combinação com a extração de informações de baixo nível elementar, permite que um sistema computacional tome as decisões mais adequadas e atinja resultados satisfatórios ou aprazíveis.

Em outro artigo, de DE MAN et al. [2014, p: 137], os autores relatam o processo de investigação com mesmo foco que buscou identificar a dependência da atuação humana em relação ao processamento de áudio. Este propunha investigar a validade de um modelo de instrumento-independente capaz de realizar a mixagem automaticamente, identificando quais tipos de processo são altamente dependentes dos modelos de instrumentos utilizados, na gravação de uma canção (ou material de origem), ou do aspecto subjetivo individual de cada engenheiro de som após os *takes*. É relatado que consequentemente, eles também identificaram tipos de processos que não são claramente definidos como funções apenas desses parâmetros, o que exige a necessidade de mais pesquisas para compreender o nível de relação que apresentam com os aspectos acústicos chamados de baixo-nível (psicoacústicos) ou de alto-nível (contextuais, como maior complexidade de dados, que descrevem aspectos cognitivos e emotivos) da fonte sonora.

Alguns trabalhos relacionados focam-se nas técnicas de produção através da análise de exemplos dos trabalhos de alguns usuário assim como os aspectos multidimensionais que

compõem o timbre. Variações no vocabulário usual, utilizadas para descrever propriedades da música, assim como as preferências individuais entre artistas e ouvintes, dificultam a implementação de regras de mixagem universais. A observação e os registros da interação dos usuários com as ferramentas de mixagem criam o conteúdo que pode ser utilizado para modelar suas preferências individuais [SABIN 2009 apud SCOTT & KIM 2013, p: 2].

Muito do que um engenheiro de som faz é baseado num processo intuitivo e criativo almejando a otimização de decisões artísticas. Segundo REISS [2011, p: 6], é inocente pensar-se que tais decisões poderiam ser tomadas por uma máquina. Porém, se um dia esta obtiver sucesso em tal tarefa, a máquina poderá de fato substituir um engenheiro de som, o que ainda não vem a ser o caso. O importante é notar que tais ferramentas, por se tratarem em geral de manipulação dos parâmetros técnicos, não buscam eliminar o usuário, e com ele o caráter criativo da produção da mixagem de áudio.

4.4 Aplicação da Automatização na Mixagem

Introduzindo o assunto quanto a aplicação de interação visual com áudio, em PACHET & DELARUE [2000 apud REISS 2011, p: 2] comenta-se que alguns jogos de *videogame* tem provido uma relevante aproximação da automatização. Em alguns destes jogos o jogador, ao se deslocar pelo ambiente virtual com seu personagem (controlado em primeira pessoa), faz com que o som deste personagem modifique em alguns aspectos, como a sua localização em relação às outras fontes sonoras presentes na mesma cena deste jogo. Estas são modificadas automaticamente a cada movimento para gerar características espaciais apropriadas à situação emulada. Em uma vertente que busca explorar ainda mais a interação do usuário da interface, CHARLEBOIS [2005, p: 3] também almeja ampliar as possibilidades de manipulação. O autor descreve que em seu projeto “*The Soundscape Project*” que, basicamente, pretende desenvolver uma plataforma geradora de imersão em cenas virtuais através de uma câmera que é utilizada pra captar e reconhecer os gestos da mão, do usuário, permitindo-o realizar operações sem precisar utilizar o mouse ou o teclado do computador.

Um fato relevante para a aplicação da automatização nas interfaces é que, embora exista uma infinidade de softwares complexos com ambientes adaptados para a edição de áudio, todos apresentam em comum ferramentas que possibilitam a execução das tarefas fundamentais dos trabalhos requeridos em gravação multi-pista [SCOTT; KIM 2011, p: 621].

Sobre a atividade de mixagem [DE MAN et al 2014, p: 137], estritamente à parte do processo criativo, diz que cada ação pode ser classificada, em linhas gerais, como manipulação: da dinâmica (balanceamento dos níveis de intensidade e de compressão das faixas de frequência), espacial (variação da panorâmica em modo estéreo ou *sorround*; tratamento ou adição de reverberação), espectral (equalização) do material de origem, ou possibilidades de combinação destes aspectos.

A visão apresentada acima corrobora a constatação de REISS [2011, p: 4] que, para o desenvolvimento de softwares inteligentes de mixagem, é essencial formalizar e analisar os métodos e técnicas de produção de áudio. Isto irá estabelecer a funcionalidade necessária de tais ferramentas. Além disso, uma análise dos processos de mixagem e masterização possibilitará identificar técnicas que facilitam a mistura de faixas multi-canal e tarefas repetitivas que podem ser automatizadas e simplificadas. A definição destas metodologias contribuirá para especificar as limitações de automação que poderão ser feitas no áudio.

Da mesma forma, muitos aspectos da espacialização do som obedecem regras estabelecidas. Por exemplo, fontes sonoras com distribuição espectral similar (sons que abrangem consideravelmente a mesma faixa de frequências), em uma mixagem, devem ser dispostas a uma certa distância na panorâmica a fim de evitar que ocorram conflitos, que podem resultar em cancelamentos ou mascaramento sonoro. Desse modo, melhora-se a inteligibilidade da informação proporcionando o balanceamento dos canais da saída estéreo, que deve soar de forma compensada em ambas as caixas.

É oportuno comentar que uma das maiores dificuldades para a implementação de interfaces automatizadas para as atividades de produção musical, como é o caso da mixagem, consiste na adaptação às inúmeras possibilidades de características que os *headfones* de produção ou os ambientes utilizados podem apresentar, podendo variar principalmente: no formato e dimensão do espaço, no posicionamento dos objetos e paredes (revestidas ou não). Em relação a essa situação, as futuras interfaces “inteligentes” de mixagem tem a opção de poder trabalhar com a utilização de *presets* padronizados, modelo comumente adotado nas plataformas atuais, como pode ser visto em *plugins VST* em geral. Porém, supõe-se que talvez tal sistema, à base de padronizações a priori, não seja uma solução muito eficaz para auxiliar, ou simplesmente possibilitar atingir resultados assertivos nas mixagens em interfaces que venham a buscar interagir simultaneamente com uma gama de informações complexas mediada por processos computacionais automatizados. Levando em consideração a concepção

de BAZIL, comentada no segundo capítulo, a respeito do descrédito da utilização de fórmulas pré-estabelecidas para a produção musical, por conta das especificidades de cada situação, a pré-programação torna-se uma ferramenta sem “muita utilidade em um ambiente onde cada situação é única e os problemas possuem soluções de acordo com o contexto específico da obra” (Capítulo 2, pág. 56).

A seção 3.2 (pág. 86), que trata das condições ideais das salas acústicas para o trabalho com a mixagem, expõe a importância da adequação de um ambiente, seja tratado ou adaptado, para reduzir a incidência de erros de perspectiva ocorridos por conta de espaços mal dimensionados. Observando que uma maior atenção a detalhes, como: o posicionamento dos equipamentos e objetos dentro do estúdio, a utilização de espumas de absorção ou plataformas de reflexão, alterações estruturais para evitar ondas estacionárias, entre outros; pode proporcionar maiores chances de êxito ao resultado final da atividade de um engenheiro. É imprescindível que o tema não seja abordado, dentro do possível, em relação às interfaces que tenham como objetivo auxiliar, via apoio computacional, usuários com menor experiência e/ou proficiência técnica.

Visto que, em muitas ocasiões, quando o trabalho de mixagem é realizado em uma sala a partir da referência de caixas de som, o mal posicionamento dessas fontes sonoras pode interferir de forma considerável no resultado do som emitido, seja como a percepção da ausência ou da atenuação de algumas frequências. Logo, a má distribuição das caixas proporciona instabilidade para a referência e não apresenta o nível de confiabilidade requerida para um trabalho com manipulação sonora. Em relação a essa questão, sugere-se que dentro das interfaces “inteligentes”, para evitar o posicionamento de caixas de forma indevida, o usuário defina alguns detalhes antes de iniciar um novo projeto. Essa pré-especificação de algumas informações, como por exemplo o número de caixas com que está sendo feita a determinada mixagem e qual é o sistema de distribuição interno entre estas (estereofônico, *surround*, etc.). Em seguida pode ser associada a um banco de dados que possua um formato de aplicação para cada tipo de modelo, dentre os mais tradicionais. Através das informações coletadas, o *software* poderá, em alguma subseção ou na tela seguinte, indicar uma sugestão de melhor posicionamento das caixas antes de iniciar de fato a sessão de mixagem. Uma possibilidade seria fazer isto através de alguma figura demonstrativa sobre os posicionamentos ideais, como exemplificado na figura 4.4:

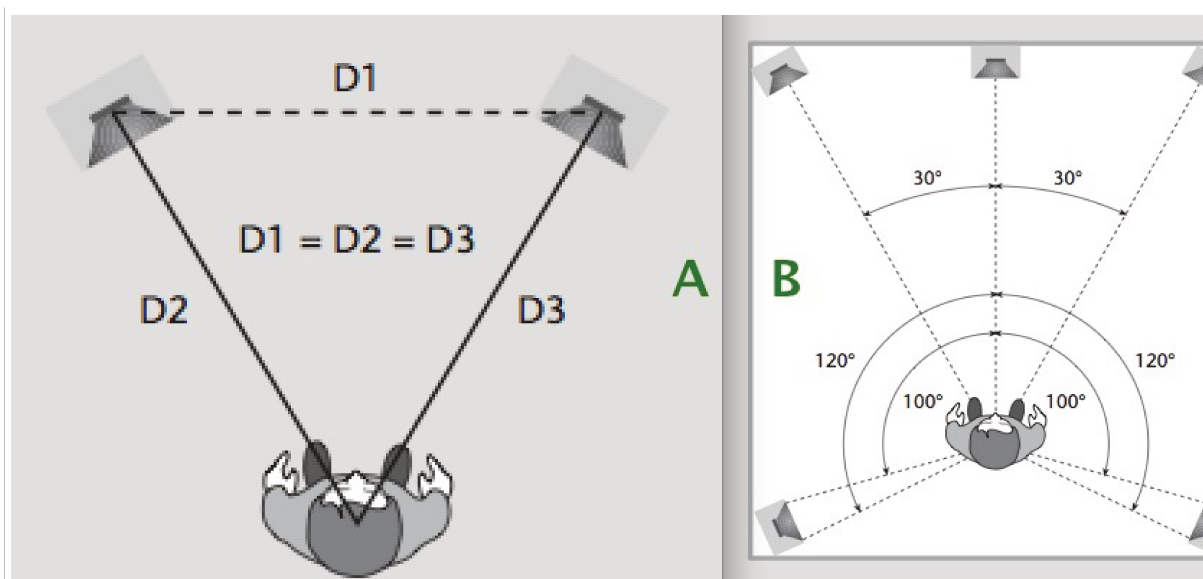


Figura 4.4: Exemplo de figuras demonstrativas que apresentam referências para o posicionamento do ouvinte em relação as fontes sonoras de forma específica para cada sistemas de distribuição de som. Exemplo: Figura A = Sistema Estereofônico (2.0) / Figura B = Sistema *Surround* (5.1). **Fonte:** [ALTEN 2011, p: 52-56]
Disponível em: <<http://goo.gl/QbXNW6>> Acessado em: 28 abr. 2015.

Em IAZZETTA et al. [2004], é relatada a experiência de investigação inserida no projeto AcMus⁵⁵, que estuda o comportamento acústico de pequenas salas, utilizando para isso um sistema de medição acústica baseado na obtenção de resposta impulsiva pela excitação da sala, com sinais MLS⁵⁶, e varreduras (lineares e logarítmicas). O sistema oferece ferramentas para o cálculo de diversos parâmetros acústicos, objetivos e subjetivos, buscando que estes, ao serem correlacionados, possam indicar e sugerir correções de aspectos específicos do comportamento dos sons dentro da sala [IAZZETTA et al 2004, p: 1].

Essa lógica de avaliação de ambientes por meio de varredura utilizada na investigação de Iazzetta, também pode ser observada em alguns sistemas de correção de ambiência. Esse sistema é uma ferramenta de produção que se propõe a corrigir e minimizar os problemas de resposta sonora particular de cada sala (tratada ou não), o que talvez possa ser útil para as interfaces “inteligentes” diante do fato de haver grandes variações acústicas entre distintos ambientes. Algumas dessas ferramentas já estão disponíveis como *plug-in* VST, como o *plug-in* ARC System 2⁵⁷ (*Advanced Room Correction System*⁵⁸), da companhia IK Multimedia, que se trata de um sistema de correção acústica que, auxiliado por um microfone externo

55 Disponível em: AcMus <<http://gsd.ime.usp.br/acmus/>> Acessado em: 27 abr. 2015.

56 MSL – Sequência de Máximo Comprimento. Um meio de obter resposta impulsiva de um ambiente usando um ruído pseudo-aleatório ao invés de impulsos [SCHROEDER, 1979 apud IAZZETTA et al 2004, p: 4].

57 Disponível em: <<http://www.ikmultimedia.com/products/arc/>> Acessado em: 26 abr. 2015.

58 “Sistema Avançado de Correção de Salas” (Tradução pelo autor).

posicionado dentro do ambiente de trabalho, combina um software de medição das informações sonoras e um plugin de correção de emissão; de forma que o usuário da interface escute o som de forma fiel e sem alterações por conta das características do local.

Outro detalhe, caso os sistemas de correção de ambiência apresentem real eficiência quanto a adaptação para a grande variação de ambientes (fechados), estes poderiam colaborar minimizando também os problemas em relação às diferenças de resposta sonora existentes entre os modelos de caixas de referência. A funcionalidade desses *plug-ins* deve ser investigada através de experimentação, se possível, em trabalhos futuros.

Sobre o tratamento individual para diferentes matrizes sonoras, de acordo com suas características estruturais, é necessário que haja um método que realize a leitura do conteúdo e faça a extração e correlação dos dados. Em SCOTT & KIM [2011, p: 621], durante a investigação, os pesquisadores modelaram os coeficientes de mixagem limitado ao espaço fechado de um dado sistema dinâmico linear e coletaram dados acústicos para definir qualquer modificação em sua saída. Após estimar os parâmetros do modelo no armazenamento de dados, eles utilizaram do filtro de Kalman, descrito a seguir, para prever as variações dinâmicas no decorrer do tempo de qualquer material de áudio que seja submetido à interface. O filtro de Kalman foi desenvolvido em 1960 por Rudolf Emil Kalman, e apresentado num artigo descrevendo uma solução recursiva para o problema de filtragem linear de dados discretos. Na realidade o filtro de Kalman é um algoritmo para cálculo de estimativa de estados instantâneos de um sistema dinâmico linear alimentado por ruído branco [SILVA 2007, p: 42]. A partir da coleta dessas medidas e associação dos dados, pode-se realizar inferências sobre o comportamento do sistema analisado.

Quando se está editando como num sistema multi-canal, qualquer modificação no processamento do sinal de uma pista é importante e influencia sobre todo o contexto [REISS 2011, p: 2], não apenas pelo conteúdo sonoro da faixa específica, mas porque simultaneamente existe a necessidade de trabalhar a mistura geral dos elementos na mixagem final dentro das especificações estipuladas. Para realizar um intermédio entre os canais internos e o processamento automático do áudio final, REISS [2011, p:3] sugere a utilização de um *cross-adaptive effect* (efeito de adaptação cruzada), que, a partir de regras pré-estabelecidas, determina o processamento de uma pista individual, de acordo com o resultado do som geral. Todas as modificações nos canais individuais, entre níveis de balanceamento ou variação de equalização, estão sujeitos à atuação deste efeito geral. Na figura 4.5, é possível

ter uma melhor noção do funcionamento da aplicação de *cross-adaptive effect* através da representação de seu sistema interno:

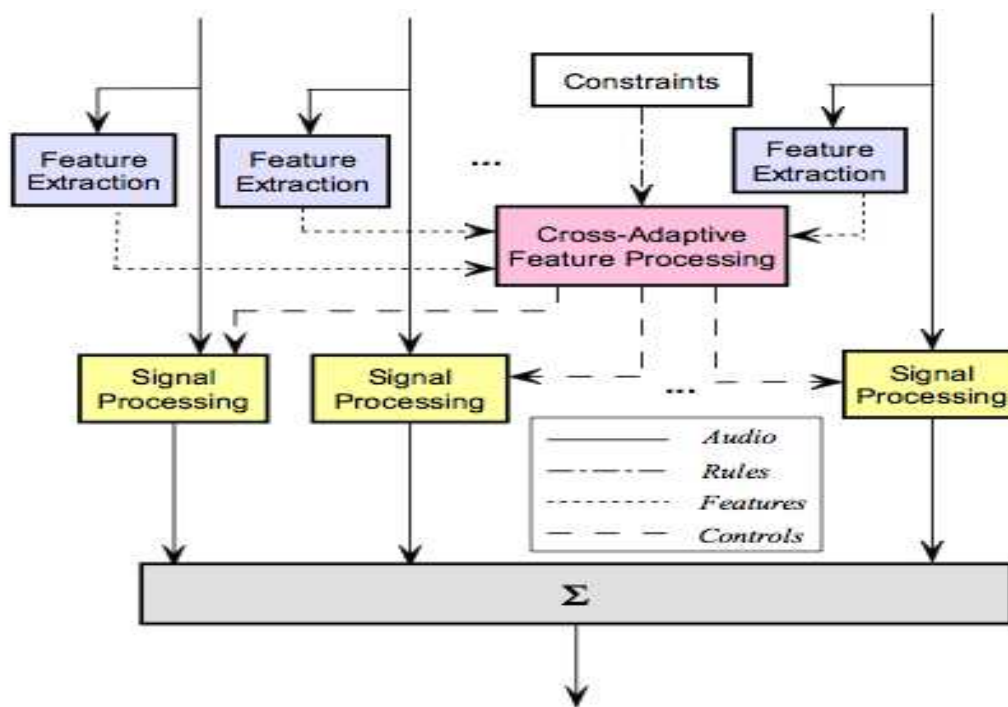


Figura 4.5: Ilustração exemplificando o sistema interno para aplicação de *cross-adaptive effect* (parâmetro em rosa), sobre os canais. A representação mostra como cada canal independente (parâmetro em azul) é tratado e processado (parâmetro amarelo) em função do conteúdo sonoro de todas as pistas conjuntas (Em cinza, representando a mixagem final). **Fonte:** [REISS 2011, p: 3, Figure 2]

Disponível em: <<http://www.eecs.qmul.ac.uk/~josh/documents/Reiss-DSP2011.pdf>> Acessado em: 20 jun. 2015.

Muitos parâmetros sobre os efeitos de áudio digital podem ser definidos com base na análise do conteúdo de sinal, como o ataque e a duração em processadores de dinâmica, que para sons percussivos são definidos como curtos (pequenas durações). As práticas mais conhecidas na atividade da mixagem em conjunto com a respectiva análise delas delineia sobre quais limites e restrições as ferramentas de um software inteligente podem ser construídas.

Na pesquisa de MANSBRIDGE et al [2012, p: 2] é proposta uma solução inovadora de automatização do processo de distribuição espacial dos sons dentro de uma mixagem para modelo estereofônico (duas saídas: *left/right*). Segundo os autores, a motivação por trás da metodologia adotada para o desenvolvimento dessa ferramenta, como no caso da maioria dos

trabalhos publicados por autores da área de AMP (*Automatic Music Production*)⁵⁹, é estabelecer regras gerais e restrições que possam ser aplicadas para emular a performance de um engenheiro de som em um ambiente em tempo-real. Isso requer a extração de características e suas possibilidades de cruzamento e adaptação para que a ferramenta futuramente possa analisar as faixas e automaticamente tomar as decisões mais apropriadas para o ajuste dos controles de mixagem. As técnicas empregadas pelos engenheiros de som foram observadas e estudadas, a fundo pelos pesquisadores, para a identificação de aspectos semelhantes das mixagens e o estabelecimento de regras gerais apropriadas, ou seja, que na esfera psicoacústica sejam capazes de interagir de forma assertiva na realização das funções da atividade de disposição espacial dos sons.

Sobre a aplicação de automatização nas interfaces digitais e as questões de fidelidade aos fenômenos psicoacústicos, REISS [2011, p: 5] aponta que é difícil formalizar determinadas ações relativas e subjetivas do processo. Diversas situações da mixagem, em geral, demandam decisões artísticas e é necessário realizar testes sobre o processo de produção para investigar em quais níveis, mais precisamente, prevalece a influência da ação humana sobre alguns dos processos internos da atividade. Testes sobre a percepção de características do som, como as distintas regiões de frequência, e também da capacidade de detecção de determinados aspectos geralmente indesejados, como ruídos ou cancelamento de fase, devem ser realizados com diversos usuários, entre amadores e profissionais. REISS [2011, p:5] comenta que as ferramentas dos *softwares* inteligentes devem ser desenvolvidas observando esses dois tipos de engenheiros de som (amador/profissional), independente da proficiência no assunto, de forma a avaliar e comparar em quais modificações a plataforma evidencia sua eficácia na simplificação dos processos de manipulação.

Em MANSBRIDGE et al [2012, p: 4-5] é dito que a centróide espectral é utilizada para determinar o “centro de massa” da distribuição de um espectro sonoro. Este pode sofrer uma variação no valor de sua frequência (em Hz), a cada janela calculada ao longo do tempo, de acordo com variações acústicas nas fontes sonoras presentes. O conteúdo frequencial de cada faixa individual, e a relação entre elas é utilizada para determinar o posicionamento panorâmico do som. No entanto, o objetivo principal da atividade de variar a disposição espacial dos sons é manter o nível de balanceamento dentro do domínio estereofônico. Por isso, é consequentemente necessário que uma parte chave do algoritmo do filtro seja capaz de identificar, e se necessário, reajustar as possíveis diferenças na proporção de balanceamento

⁵⁹ Tradução pelo autor: Produção Musical Automatizada. Citada em: [MANSBRIDGE et al 2012, p: 2].

espacial que ocorrem durante a execução de uma faixa [MANSBRIDGE et al 2012, p: 2].

Quanto ao levantamento de restrições ao sistema de distribuição espacial, na mesma pesquisa, as análises de observação de práticas de mixagem indicaram que fontes sonoras de conteúdo espectral situado numa região de frequências consideradas altas (agudas, situadas entre 8kHz e 20kHz) tendem a ter seu posicionamento espacial manipulado progressivamente cada vez mais em direção aos extremos. Como também mencionado em GIBSON [2005, p: 151-153], em uma mixagem, um kit básico de bateria geralmente tem as seguintes fontes sonoras: o bumbo (*kick*) posicionado ao centro, os tons (*toms*) e a caixa (*snare*) nas laterais porém situadas consideravelmente próximas ao centro, com um ângulo de abertura em um valor reduzido (até 15°), enquanto que o chimbau e os pratos, entre outras peças, com frequência mais alta, são espalhados, entre as caixas *left/right* com um ângulo de abertura de um valor elevado (acima de 15°). Além disso, sons de alta frequência difratam em menor proporção em torno da cabeça do ouvinte, e por isso o efeito de ângulo de abertura do filtro precisa ser maior ainda para essas (aprox. 30°) [IZHAKI 2007 apud MANSBRIDGE et al 2012, p: 2].

Quando o áudio espacial é processado pelo ouvido humano, em relação à altura, as fontes de frequências baixas (graves, entre 20Hz e 120Hz) geralmente estabelecem-se próximas ao chão, enquanto que as frequências altas percorrem na região superior dentro do ambiente [REISS 2011, p: 4]. Em GIBSON [2005, p: 89-95] tem-se uma ilustração exemplificando essa relação de distribuição vertical na propagação das frequências em decorrer da altura. Esta é mostrada na figura 4.6.



Figura 4.6: Ilustração exemplificando as diferenças na dinâmica de propagação vertical dentro do ECE para cada som em função do valor da frequência (Hz) fundamental. **Fonte:** [GIBSON 2005, p: 91]

Na interface citada acima, proposta por MANSBRIDGE et al [2012], o sinal de um canal individual é analisado, primeiramente pelo software, para definir, a partir de suas características, em qual região horizontal do ECE a fonte sonora deve ser predominantemente posicionada, entre esquerdo/centro/direito. Este é então fixado para garantir que uma fonte não possa interferir sobre o posicionamento do som de outros canais individuais. A decisão automática é direcionada a utilizar a polaridade oposta para os canais com centróide espectral mais próxima, desde que não tenham sido selecionados como um dos canais principais, que são geralmente posicionados ao centro, como por exemplo a voz, nas mixagens de música comercial. Desta forma, a distância panorâmica entre as fontes emitidas com o conteúdo espectral semelhante é maximizada, e conseqüentemente numa relação inversa, o mascaramento espectral é reduzido.

A razão de balanceamento espectral geral entre esquerda/direita, resultante da junção de todas as pistas distribuídas espacialmente, é conferida após a adição de cada nova faixa. Com o canal dominante de emissão definido, o grau de abertura na panorâmica para cada fonte individual é medido proporcionalmente dentro de uma escala considerando o seu valor de centróide espectral, o máximo valor de centróide espectral de todas as fontes sonoras juntas contidas na mixagem e a largura total da panorâmica. Desta forma, é possível produzir o efeito *panning* em cada faixa. Um exemplo de escala de distribuição panorâmica (*Frequency Scaled Pan Locations*) em função do valor fundamental de centróide espectral, pode ser observado na figura 4.7, retirada de MANSBRIDGE et al [2012, p: 5]:

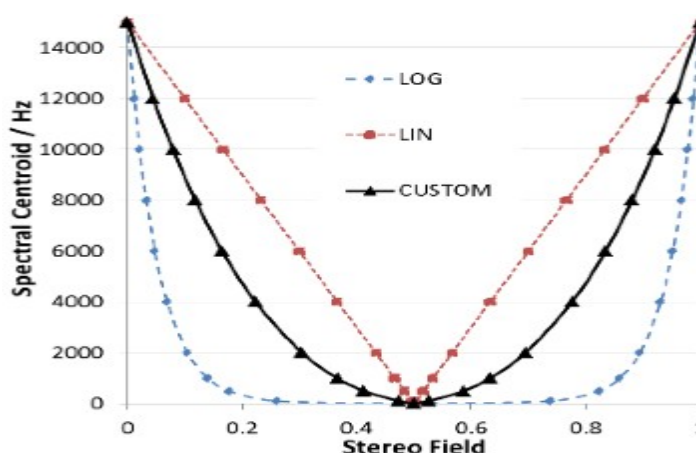


Figura 4.7: Gráfico mostrando uma possibilidade de distribuição panorâmica dentro do campo estereofônico, dependendo do valor da centróide espectral. A curva linear e logarítmica foram concebidas em um primeiro momento, e a partir delas a curva customizada foi desenhada posteriormente. **Fonte:**

[MANSBRIDGE et al 2012, p: 5] Disponível em:

<<http://www.eecs.qmul.ac.uk/~josh/documents/MansbridgeFinnReiss-AES133-Autonomoussystemformultitrackstereopositioning.pdf>>

Um possível método para a prevenção da propagação desequilibrada do som de fonte estereofônica, é armazenar (e atualizar constantemente, durante todo o processo) a informação sobre o valor máximo da centróide espectral de cada faixa (*track*). Isto permite que a razão referente ao ângulo de abertura panorâmica possa se alterar e se adaptar de acordo com o intervalo de frequência momentâneo de cada faixa analisada. Esta ação possibilita que a mixagem geral, durante a apreciação de sua reprodução final, apresente automações, mapeadas dinamicamente, realizando as alterações necessárias para manter o preenchimento e utilização de todo (ou de uma grande parte) do ECE disponível.

Um aspecto importante sobre as interfaces de produção, está na manipulação do som em tempo-real, ou seja, com latência mínima. Latência é o atraso que ocorre nos sistemas de áudio devido ao tempo de demora entre o deslocamento do som de um ponto a outro, ou seja, do *drive* para a interface. O atraso também pode ocorrer em virtude do tempo gasto para os componentes digitais realizarem cálculos [ALTEN 2011, p: 153]. Essa questão fica mais delicada em uma interface que se proponha a trabalhar com modificações automatizadas, principalmente com representação visual dos sons, por exigir maior processamento do hardware.

Para superar as barreiras da latência, REISS [2011, p: 4] propõe que devam ser analisados quais aspectos perceptuais são mais relevantes para proporcionar uma rápida coleta das informações. A análise do conteúdo do material deve buscar adaptá-lo às variações nas condições em função do tempo, dentro das limitações estabelecidas, e prever a necessidade da aplicação de efeitos (ex: equalizador, *gate*, etc.) para que seja feita a alteração desejada sobre o conteúdo da faixa a tempo da reprodução.

SCOTT & KIM [2011, p: 5] concluem que existe um grande potencial no trabalho com um modelo de controle baseado em sistema hierárquico sobre a relação entre o conteúdo sonoro das faixas individuais. Através de padrões estabelecidos para dinamizar a automatização combina-se, simultaneamente, aplicações práticas em cima de técnicas de engenheiros de mixagem e o processamento das matrizes feito através de ferramentas mais sofisticadas de identificação, e coleta de informações do som. Os autores comentam sobre os aspectos sonoros que diferenciam a mixagem dos diferentes gêneros musicais e ressaltam que os *softwares* devem buscar prover formas de se trabalhar de forma mais associada a estes modelos, como por exemplo a utilização de banco de *presets*, similar ao formato já utilizado atualmente nos *plug-ins*.

Um último aspecto desse tópico que merece atenção é com relação aos riscos à saúde auditiva dos usuários dessas interfaces. De acordo com o conteúdo da seção 2.1, onde é realizada uma breve abordagem sobre a fadiga e perda auditiva, nota-se a existência de riscos à saúde nessa atividade e também as formas de precaução utilizadas por engenheiros de som para evitar tais implicações. Em associação com o conteúdo de interfaces automatizadas, abordado neste capítulo, sugere-se que, para um software “inteligente” de mixagem, seja também investigada uma ferramenta de cálculo que possibilite encontrar formas de cooperar com a questão dos riscos à audição, situação particular de cada sessão de mixagem. Para a prevenção de problemas auditivos no processo de trabalho através de uma interface, provavelmente, poderia ser feito buscando tentar impedir que o usuário atinja o estado de fadiga com a utilização de filtros pré-programados para controle de intensidade das frequências emitidas pelos monitores de referência; ou pelo menos, como precaução, desenvolver um alerta informando este usuário que atingiu um determinado tempo de exposição o qual se recomenda que este realize um descanso dos ouvidos; tempo este calculado dentro de cada sessão de mixagem específica, de acordo com o período trabalhado e a intensidade do sinal registrado.

5 Discussão e Considerações

O quinto e último capítulo dessa dissertação apresenta as considerações sobre o conteúdo teórico exposto nos capítulos anteriores desta dissertação. Foi realizado o levantamento sobre os fundamentos e suas interrelações com os diversos conceitos associados à mixagem, que foram abordados nos capítulos anteriores. Apesar de ser uma pesquisa teórica, o autor espera que o material aqui reunido possa fomentar novas pesquisas, na forma de uma coletânea de textos aqui selecionados e estudados, que abrangem, dentro de seus respectivos campos, uma relação interdisciplinar de atuação com o universo da mixagem.

5.1 Discussão sobre o conteúdo do capítulo 1

O primeiro capítulo tratou de introduzir o conceito de mixagem musical e buscou reunir algumas informações a respeito do histórico de seu surgimento. Em seu conteúdo, foram apresentadas informações fundamentais para o esclarecimento de fatos referentes ao começo do processo, desde o surgimento e evolução dessa atividade artística, a partir do início do séc. XX, até o desenvolvimento paralelo das respectivas interfaces eletrônicas de manipulação sonora.

Na seção 1.1, foi apresentada uma retrospectiva histórica com ênfase na descoberta do registro e da reprodução sonora, de modo a explicitar os eventos e descobertas mais relevantes na área da acústica que fomentaram o surgimento, e desenvolvimento, dos processos de mixagem. De acordo com esta retrospectiva, pode-se inferir que a inclusão da mixagem como etapa do processo de produção musical provavelmente ocorreu, de forma progressiva, em atendimento à necessidade de melhoria da baixa qualidade sonora, com a presença de chiados e interferências, presente nas matrizes musicais, obtidas nos primórdios do desenvolvimento dos captadores sonoros. No decorrer da mesma seção (pág. 24), foi comentada a modificação geral que ocorreu na área da mixagem com o surgimento dos captadores alimentados por corrente elétrica, na década de 1920, relativa às funções dos instrumentos nos arranjos e gravações das canções. Isso propiciou a redução no nível de interferência (ruídos) e os instrumentos passaram a ser captados com maior definição e fidelidade ao fenômeno sonoro. A ampliação das possibilidades dos arranjos da produção musical da época conseguiu atingir resultados acústicos até então inéditos para os ouvintes. A mudança dos padrões de tratamento dos sons nas mixagens deste período traz indícios do início de uma prática que, a partir de sua

aplicação técnica e desenvolvimento das tecnologias durante as décadas seguintes, veio a influenciar diretamente o surgimento do que, mais recentemente, se configurou como a guerra do *Loudness*, comentada ao final da seção 2.5 (pág. 73).

A evolução tecnológica dos aparelhos de estúdio, desde o surgimento da mixagem, brevemente relatada no decorrer do primeiro capítulo, indica uma relação direta com a padronização de alguns dos elementos culturais estabelecidos como identidades sonoras, de cada estilo e período, conforme comentado na seção 2.4 (pág. 63). Isto implica que um padrão sonoro estabelecido (“clichê”) de mixagem geralmente reflete características de uma época específica e, em grande parte das vezes, tal configuração provavelmente está associada aos equipamentos que existiam à disposição nesse período, tanto para a captação, como para a manipulação e reprodução sonora.

Na seção 1.2 (pág. 29) tem-se um complemento da abordagem histórica cujo objetivo foi introduzir os aspectos que dão atribuição e legitimidade à mixagem como uma atividade artística. Mesmo que as questões de subjetividade em relação às preferências entre os estilos tenham sido abordadas com maior ênfase na seção 2.4, buscou-se, num momento inicial desta pesquisa, contribuir para elucidar o leitor sobre os conceitos fundamentais da mixagem e assim justificar que, como tantas outras atividades técnicas com forte teor criativo (ex: pintura, cinema, dança, etc.), a mixagem, desde o seu surgimento, apresenta características que refletem, ou sugerem, os métodos e equipamentos disponibilizados durante uma determinada época.

Na seção 1.3 (pág. 34) é abordado o período entre o início da aplicação de noções de arquitetura e acústica para a modificação no comportamento de fenômenos sonoros dentro dos ambientes até a consolidação de definições estéticas para o som, como, por exemplo, o conceito de inteligibilidade. Neste tópico, tem-se uma relação que pode ser significativa para as possibilidades de investigação sobre as plataformas de mixagem automatizadas. Mesmo tendo-se em conta que a mixagem é, antes de tudo, uma arte, e portanto deve abranger questões relativas às preferências estéticas para melhor atingir os seus resultados, esta teve sua base conceitual originada em definições que, dentro do contexto da psicoacústica (tratada no sub-capítulo 3.3, pág. 90), apresenta pontos consensuais a todos os ouvintes, e que, se respeitados, normalmente conduzem a resultados sonoros mais aprazíveis e inteligíveis.

A seção 1.4 encerra este primeiro capítulo sucintamente descrevendo as possibilidades de manipulação dos sons nas mixagens. Esta seção também relata, de forma resumida, o início

desta atividade, nas primeiras décadas do séc. XX, até o surgimento das interfaces de manipulação - na metade deste; citando posteriormente a implementação das plataformas digitais, no final do século XX. Da mesma forma, é descrita a trajetória de evolução das mesas de som, desde os primeiros modelos analógicos (a partir da década de 1960, com a gravação multi-pista), até a adaptação para o formato digital (a partir de 1980) em combinação com o uso do protocolo de controle de instrumentos musicais digitais: MIDI. Por fim, esta seção aborda a revolução computacional nesse período e, conseqüentemente, a tendência à adaptação das interfaces digitais para sistemas computacionais. Logo, surgiram ferramentas de *softwares* com as primeiras interfaces computacionais de manipulação sonora (implementadas principalmente a partir da década de 1990), que foram desenvolvidas paralelamente à evolução dos *hardwares* computacionais. Um aspecto importante para essa dissertação é a relação que o conteúdo deste histórico proporcionou como base para a compreensão dos temas dos capítulos seguintes, como a difusão mercadológica (Cap 2.5, pág. 67) ou a questão complexa das interfaces “(des)atuais”, abordado na seção 4.1 (pág. 105).

5.2 Discussão sobre o conteúdo do capítulo 2

O segundo capítulo reúne informações acerca dos temas que envolvem as questões subjetivas da mixagem, como as preferências timbrísticas de acordo com o ouvinte, e discute-se sobre sua relação com os aspectos socioculturais, como pode ser observada na diferenciação de identidade sonora entre os diversos estilos musicais existentes. Paralelamente, no decorrer do texto é também estabelecida uma discussão sobre, até que nível de relação os aspectos técnicos (como a experiência do engenheiro de som ou a eficiência da plataforma de manipulação computacional) influenciam as questões subjetiva do processo da mixagem. Na pág. 48, são apresentados alguns aspectos referentes à influência da sensibilidade artística no processo de mixagem. Estes são aspectos normalmente associados às noções de manipulação sonora, que se estendem entre o conhecimento de aplicação e o manuseio das ferramentas computacionais à disposição do profissional de mixagem. E, a partir da referência de BAZIL [2008], na pág. 54, são evidenciados sete elementos que, na opinião do autor, servem como referência e parâmetro geral para a avaliação subjetiva de uma mixagem (como, por exemplo, a clareza e o equilíbrio).

Na seção 2.1, são apresentadas algumas considerações sobre a interpretação e o

aprendizado da mixagem a partir da reflexão de como funciona a relação de percepção das qualidades sonoras, e quais linhas de raciocínio podem ser utilizadas para a compreensão de algumas destas características (como, por exemplo, estimar o nível de aplicação de um efeito como *reverb* no áudio). Durante a apresentação dos 3 conceitos, propostos por IZHAKI [2012], para um engenheiro de som (visão, ação e avaliação) são mencionados alguns tópicos que esclarecem as diferenças nas ações realizadas dentro do estúdio, por um atuante de nível profissional e um de nível amador. Em suma, esses tópicos esclarecem que um bom engenheiro de som, entre outros atributos, obtém maior eficácia na mixagem de acordo sua habilidade de atingir o resultado próximo ao pré-idealizado mentalmente (como, por exemplo, noções prévias da forma de aplicação de um efeito, como *delay*, em um áudio gravado). Uma questão importante, citada ao final desta seção é a importância que deve ser dada, desde o início da atividade de mixagem, à saúde da audição e à prevenção de eventuais problemas que influenciam a qualidade da mixagem, tal como a fadiga auditiva. Acredita-se que, sobre essas questões de saúde, deve-se buscar discutir o máximo de vias de informação para conscientização, principalmente dos usuários menos experientes, como por exemplo: através de alertas informativos nas interfaces computacionais, como sugerido no sub-capítulo 4.4 (pág. 118).

A seção 2.2 é direcionada ao assunto sobre a análise de faixas de referência e sua utilização como ferramenta de produção, seja como fonte para imitação ou inspiração, ou simplesmente referência estética. Esse tópico foi escrito com a intenção de complementar as informações, apresentadas na seção anterior, sobre o processo de percepção auditiva das características sonoras, decifrando elementos e procedimentos em uma mixagem.

O sub-capítulo 2.3 comenta sobre a atividade de *layering* na mixagem que, apesar de ser um tópico específico, é fundamental para o trabalho com a relação de perspectiva entre dois ou mais sons que ocorram simultaneamente na cena em questão. Como mencionando em ALTEN [2002], a atividade de *layering* possibilita trabalhar as questões subjetivas, como a inteligibilidade de um som ou a divisão deles em camadas distintas, e transmitir eficientemente a mensagem, estabelecendo assim o foco ou ponto de vista estético (definição da hierarquia da importância dos sons na cena em questão).

Um desmembramento e classificação das técnicas utilizadas na atividade de *layering* (tais como o uso de diferentes aberturas de panorâmica para os sons de espectro frequencial próximos, os cortes com filtros em determinadas regiões, a utilização de compressores para a

redução das diferenças de dinâmica) podem ser um caminho para esclarecer algumas importantes questões sobre a mistura de sons em uma mixagem e, nesse processo, proporcionar a investigação de quais aspectos, e em quais níveis, estes dependem da ação e percepção humana. Tal investigação contribuirá como embasamento teórico e empírico para a discussão sobre a aplicação da automatização de tarefas nas interfaces computacionais, principalmente em relação a utilização do *Cross-Adaptive Effect*, comentada na seção 4.4 (pág. 118).

A seção 2.4 apresenta o conteúdo direcionado aos aspectos socioculturais relativos à mixagem. É a seção que comenta com maior foco a questão da diversificação das sonoridades, de acordo com os diferentes estilos musicais, épocas, métodos de captação, e o ambiente comunitário. São aqui agregadas observações que abrangem a questão expressiva desse tipo de conteúdo musical, como, por exemplo, a citação de GIBSON [2005] onde se refere à música como “... uma extensão da personalidade do indivíduo juntamente como a mixagem, que é uma extensão da música em si mesma” (pág. 64). Essa seção é importante para elucidar ao leitor de que a mixagem, como as outras artes, também incorpora os valores culturais de cada povo e região, como as preferências timbrísticas por exemplo.

A seção 2.5 foca na discussão de que a mixagem é um dos elementos que, no mercado fonográfico, compõem e legitimam um produto cultural perante as mídias de comunicação em massa, influenciando diretamente no nível de alcance e no índice de aceitação por parte do público consumidor. Esta seção introduz este tema a partir do conceito de indústria cultural [ADORNO 1999] e reprodutibilidade [BENJAMIN 1994]; explicando o contexto das padronizações sonoras no mercado musical, segundo a lógica do “clichê”. Paralelamente, são estabelecidos os pontos em que estes padrões incorporam determinados valores perante a sociedade e, nos casos mais influentes, são utilizados como instrumentos de manipulação das grandes massas. Em seguida, trata de como a gravação multicanal (e a constante evolução tecnológica no processo de pós-produção, a partir da década de 1970) proporcionou um gradual aumento de qualidade das produções, principalmente a partir de 1990, com a baixa no preço dos equipamentos e a ampliação do número de *home studios*. Sobre os reflexos dessa constante evolução dos processos de produção, como na mixagem e na masterização, ao fim dessa seção é realizada uma ponte para o tema de “guerra do *loudness*” (ou *Loudness War*), buscando contextualizar o leitor sobre como tais elementos influenciam a cultura, em função de valores pré-estabelecidos pelo mercado fonográfico.

O segundo capítulo é dividido em pequenos sub-temas, relacionados ao contexto geral da mixagem, e reúne um conteúdo mais abrangente, porém seletivo e informativo, aqui considerado importante para facilitar a compreensão dos assuntos mais específicos, introduzidos nos capítulos seguintes, como por exemplo a discussão no quarto capítulo sobre as interfaces de manipulações e suas futuras adaptações.

5.3 Discussão sobre o conteúdo do capítulo 3

O terceiro capítulo apresenta tópicos referentes às áreas de acústica e psicoacústica, relevantes em relação à atividade de mixagem musical, seja na utilização de um efeito (como o *reverb* sobre o som gravado de uma caixa de bateria), seja na preocupação com revestimentos e disposição dos objetos para adequação acústica da sala de mixagem, entre outras diversas situações. Podemos assinalar que, em muitos casos, o uso de ferramentas e a aplicação de conceitos de acústicas na mixagem exige, ao menos, certa experiência e/ou conhecimento técnico por parte do engenheiro de som. Por isso, buscou-se neste capítulo agregar fundamento teórico à pesquisa em mixagem para também inserir, e discutir com maior embasamento, os tópicos abordados no capítulo seguinte, relativos às interfaces de mixagem semi-automatizadas e as possibilidades de simplificação de algumas tarefas específicas dentro delas. Espera-se poder sugerir vias mais assertivas em relação aos fenômenos acústicos, no tratamento sonoro e na otimização dos processos de mixagem.

A seção 3.1 aborda os tópicos de acústica, considerados aqui mais relevantes para a atividade de mixagem. No início é dada a definição de som, onde são comentadas algumas de suas propriedades físicas, como por exemplo a transferência de energia durante sua propagação e as escalas de medição de intensidade sonora, cuja unidade é o decibel. Em seguida, o conteúdo do texto é direcionado às questões relativas às características da emissão e da propagação do som no ar, tal como o cálculo de sua velocidade de deslocamento em determinados ambientes e as possibilidades de interferência, construtiva ou destrutiva, das ondas sonoras. Com relação às possibilidades de mudança no comportamento do som durante sua propagação, a partir da pág. 80, são enumerados e descritos brevemente onze fenômenos acústicos característicos que podem ocorrer (tais como reflexão, difração e efeito doppler, entre outros). Estes ocorrem de acordo com cada situação física específica, e são também considerados relevantes para o tratamento de salas de mixagem, tema especificadamente

tratado na seção seguinte. Esta seção inicial é concluída com um breve esclarecimento sobre o funcionamento do processo de registro sonoro, que ocorre através da captação das vibrações acústicas por meio de um transdutor mecânico-elétrico, seja um microfone ou pela audição, através do ouvido, conforme comentado na seção 3.4 (pág. 95).

Acrescentamos aqui que uma das observações feita pela banca durante a defesa dessa dissertação, sugere que o trabalho poderia ter explorado com maior ênfase o tema da reverberação, visto que trata-se de um tópico de extrema importância na área da mixagem. Logo, espera-se poder, em futuras oportunidades, realizar um estudo mais aprofundado e focado sobre a relação da reverberação com a mixagem, de forma a agregar conteúdo e dar continuidade ao processo iniciado nesse trabalho.

Como a grande maioria das mixagens são realizadas em salas fechadas, com ou sem tratamento acústico, considerou-se essencial adicionar neste capítulo algumas observações sobre as características de propagação dos sons dentro desses ambientes, como a criação de ressonância e acúmulo de ondas sonoras estacionárias, comuns de serem detectadas nos cantos de salas. Assim, a seção 3.2 é direcionada a este tema, onde comenta-se alguns aspectos importantes para a obtenção de uma resposta sonora mais fiel em salas de pequeno a médio porte, em geral, de acordo com a finalidade do ambiente (sala de captação ou de referência). É aqui mencionando que certos aspectos da qualidade de um ambiente podem ser avaliados pela coleta e análise de algumas informações acústicas. Um exemplo é a análise gráfica, demonstrada na figura 3.2 (pág. 91), que traz a comparação do comportamento do som entre duas salas distintas, a partir da coleta de dados das reflexões acústicas e seus respectivos componentes espectrais.

Acredita-se que o material coletado nesses dois primeiros sub-capítulos avalia a associação existente entre os fenômenos acústicos e a mixagem, servindo como embasamento para futuros estudos e discussões mais aprofundadas que envolvam essas relações. Um exemplo é a hipótese, sugerida no sub-capítulo 4.4 (pág. 119), de aplicação de um sistema em interfaces de manipulação para a correção acústica de salas.

A seção 3.3 - “Psicoacústica na Mixagem” - é o momento no texto em que se inicia uma abordagem direcionada às questões que também se vinculam ao contexto de mixagem e acústica, porém vão além do fenômeno acústico em si, abrangendo aspectos relevantes da percepção auditiva e da interpretação subjetiva de suas características. Nesta seção, inicialmente são mencionadas algumas definições importantes para a compreensão do tema,

como os conceitos de: aspectos de “baixo nível” (timbre, *pitch*, *loudness*) e os aspectos de “alto-nível” ou contextuais (cognitivos ou afetivos). Num segundo momento, após discutir a interrelação entre tais conceitos, são citados e descritos os processos internos da audição binaural para a complementação da percepção da localização espacial de fontes sonoras, como o ITD e o ILD (pág. 93). A seção 3.3 é encerrada realizando uma breve menção sobre os temas de consonância e dissonância, citando algumas teorias e inferências existentes sobre tais assuntos.

Como uma espécie de seção complementar ao assunto da percepção psicoacústica, a seção seguinte, 3.4, aborda o tema dos limites da audição. Este é iniciado apresentando uma breve descrição sobre o sistema de audição humano e o funcionamento de suas 3 partes; o ouvido: externo, médio e interno. Em seguida, são citados alguns fatos históricos relativos ao início do estudo sobre os sons e a percepção destes, pelo ouvido humano, como: o ressonador de Helmholtz, na metade do séc. XIX; e posteriormente, a partir da década de 1930, o desenvolvimento dos primeiros modelos de curvas isofônicas - que buscaram representar graficamente os limites do espectro de frequências da audição, considerando os aspectos subjetivos e as características de resposta distintas para cada região.

Acredita-se que o tema abordado nos sub-capítulos 3.3 e 3.4 apresenta informações importantes para embasar a discussão, proposta no quarto capítulo, sobre a representação visual e percepção de localização espacial dos sons; e também a investigação da implementação desses conceitos nas interfaces automatizadas.

Na seção 3.5, a última deste capítulo, buscou-se agregar à esta dissertação algumas notas sobre as questões que giram em torno da discussão das diferenças entre o “som analógico” e o “som digital”. Também são brevemente citados alguns de seus impactos na indústria fonográfica, como, por exemplo, o surgimento dos formatos digitais comprimidos com baixas taxas de amostragem, como o MP3. A princípio são expostas as definições de cada modelo (analógico e digital), acompanhada da explicação dos processos de: registro, conversão e armazenamento. Em seguida são apresentadas algumas das vantagens e desvantagens de cada modelo, como o caso das taxas de perda de informação nas cópia dos arquivos digitais. Este tema é concluído com uma última observação sobre a preferência que alguns artistas têm em ser produzidos com o sistema analógico, mesmo diante da tendência do mercado em explorar os ambiente digital, onde são citadas algumas das dificuldades de fazê-lo atualmente, como a necessidade de espaço para uma certa quantidade de equipamentos

periféricos e o domínio técnico sobre esses.

5.4 Discussão sobre o conteúdo do capítulo 4

A seção 4.1 apresenta o tema, denominado aqui, das interfaces “(des)atuais”, a partir de uma discussão sobre as características e a eficiência dos modelos computacionais mais utilizados atualmente. Paralelamente, esta seção fala das futuras possibilidades de desenvolvimento de equipamentos para mixagem, como aquelas trazidas pelas abordagens visuais dentro das interfaces digitais de manipulação do som. Como citado, a evolução da tecnologia computacional, desde o início do século XXI, aumentou a capacidade de realização de um maior número de cálculos e tarefas simultâneas. Tal fato proporciona um novo ambiente para a observação e análise das ferramentas e metodologias utilizadas em maior escala atualmente, além de possibilitar, dentro da atividade de mixagem, o reconhecimento dos aspectos e pontos deficientes neste trabalho. Assim, é possível realizar o levantamento das adaptações que as futuras interfaces poderiam explorar e sugerir, em alguns casos, novas hipóteses sobre os caminhos de raciocínio para a execução de tarefas.

A seção 4.2 traz um diálogo mais aprofundado sobre o estudo das possibilidades de representação visual dos sons em função do tempo, dentro do espaço virtual. Este tema é introduzido com base na teoria sugerida em GIBSON [2005], conforme citada ao final da primeira parte deste capítulo. Inicialmente são apontados as evidências de associação entre: os aspectos físicos de propagação dos sons (ex: omnidirecional), os modelos de reprodução multi-canal (ex: estereofônica, *surround* 5.1) e as características da percepção da localização espacial, pelo sistema binaural. No decorrer desta seção, são mencionados alguns casos de aplicação bem-sucedida da relação entre som e imagem, em sistemas virtuais, como no caso dos *videogames*. Porém, foi observado que não aparenta haver ainda um modelo computacional, nos moldes apresentados por GIBSON, consistente quanto a representação dos fenômenos sonoros e suas respectivas modificações. Em um último momento, esta seção é encerrada com uma breve observação sobre o conceito de auralização. O autor considera que este é um tema pertinente, principalmente, pelo fato de apresentar uma linha de raciocínio interessante para a predição de comportamento dos fenômenos físicos em ambientes, como no caso a propagação dos sons, e que sua relação com o ambiente da mixagem deve ser

investigado de forma mais aprofundada em futuros trabalhos.

A suposição de novas possibilidades de trabalho com interfaces computacionais de mixagem exige, também, uma atenção especial em relação à adaptação dos fatores vinculados aos controles de manipulação dos parâmetros e seus processos internos. Assim, levando em consideração as tendências de desenvolvimento das interfaces computacionais de manipulação sonora, que foram discutidas na primeira parte do capítulo 4, a seção 4.3 introduz o assunto de automatização de tarefas, e da simplificação de processos comuns à mixagem. Trata-se de uma breve seção adicionada aqui como uma ponte textual para interligar os assuntos das seções anterior e posterior. O sub-capítulo 4.3 é estruturado pela reunião de fragmentos sobre a automatização da mixagem, citando outros trabalhos dessa mesma sub-área, a fim de esclarecer ao leitor as razões dessa investigação, e contextualizá-lo sobre o panorama atual das discussões em torno dessas adaptações às interfaces.

A seção 4.4 da sequência ao tema apresentado no sub-capítulo anterior, porém seu foco é detalhar questões mais específicas relativas ao estudo das novas possibilidades de aplicação da automatização em interfaces computacionais. Os principais objetivos desta seção foram:

- a) Definir quais tópicos, questões e aspectos da mixagem são considerados importantes para o estudo de aplicação da automatização em interfaces computacionais.
- b) Realizar um levantamento de como tais pontos se interrelacionam dentro dos processos e tarefas internas da mixagem, considerando as implicações técnicas dentro da metodologia atual.
- c) A partir de tais observações sobre as relações entre os aspectos e o manuseio dos controles dos processos envolvidos, sugerir hipóteses de como estes podem ser reconfigurados para os modelos das novas interfaces propostas.

Em relação à aplicação de automatização na mixagem, é estabelecido a priori quais são os fatores acústicos e quais são as suas respectivas combinações que estão envolvidas nos processos de manipulação sonora. No decorrer deste capítulo, foram citados e comparados alguns estudos de caso realizados em outras pesquisas sobre o mesmo tema. São relatados de alguns experimentos em princípio úteis, como os modelos de *cross-adaptive effect* em REISS [2011], e simultaneamente, apontadas as principais implicações e dificuldades de aplicação destes sobre o plano das interfaces de manipulação atuais. Um exemplo de problema discutido

e encontrado pelos pesquisadores trata da questão da velocidade de processamento computacional geral entre as etapas de: extração de informações do áudio, análise e interpretação das características, correlação com o banco de dados do *software* e processamento automático do áudio. Para cada situação específica citada, são questionadas e investigadas as hipóteses que sugerem uma possível solução para os problemas enfrentados nas tentativas de aplicação de automatização relatadas em outras pesquisas presentes na bibliografia. Conclui-se que, para essa etapa, a leitura mais precisa de algumas informações acústicas da matriz sonora original pode proporcionar maior assertividade em relação às operações de tratamento do som. A obtenção dessas informações pode ser feita por via dos mesmos métodos aplicados em descritores de áudio, possibilitando uma maior chance de êxito em modificações no som quanto à questão da percepção psicoacústica. Primeiramente, é preciso definir quais informações do áudio em tratamento que este software deverá ser capaz de extrair no decorrer da faixa, como por exemplo as oscilações do valor de centróide espectral e da intensidade sonora, e que, a partir de uma análise, serão determinantes para a metodologia de atuação automatizada em relação à distribuição espacial dos sons na mixagem. Em suma, para o trabalho automatizado com a espacialidade dos sons por parte da interface, deve-se considerar e associar:

- a relação da centroide espectral e suas variações durante o fenômeno sonoro.
- a relação dinâmica da faixa e suas adaptações de acordo com as curvas isofônicas.
- adotar um padrão pre-estabelecido para a hierarquia de camadas.

O quarto capítulo tem seu conteúdo finalizado em torno do diálogo acerca de uma suposta interface que possibilite o trabalho com a mixagem automatizada, o que poderá proporcionar um tratamento diferenciado aos sons distintos, buscando assim uma analogia visual na forma como os engenheiros de som costumam fazer intuitivamente, apenas com a ajuda da audição. Acredita-se que este material possa contribuir de forma significativa como embasamento em futuros projetos e investigações acerca do tema de interfaces automatizadas.

5.5 Considerações Finais

A pesquisa aqui descrita foi realizada no período de 30 meses e fomentada pela concessão de bolsa estudantil pela agência de fomento: CAPES, desde março de 2014 (últimos 18 meses). O trabalho traz um corpo extenso de estudos em múltiplas áreas do

conhecimento sobre a mixagem do som, tratando principalmente dos seus aspectos artístico e tecnológico. O objetivo principal dessa dissertação foi o de levantar e investigar, de forma mais detalhada, esses diversos sub-temas específicos que se associam e compõem o universo geral da mixagem. Buscou-se proporcionar um material, conciso e organizado, capaz de esclarecer ao leitor o que, de fato, é a mixagem e também de informar e contextualizar, de forma organizada, quais assuntos estão relacionados a ela e como, desde o seu surgimento, esta se insere na sociedade.

Acredita-se que o resultado mais importante dessa obra foi a compilação e a associação do conteúdo interdisciplinar, entre os demais temas vinculados a mixagem abordados nos sub-capítulos, em um único volume. Espera-se que as relações estabelecidas entre os tópicos e os respectivos textos possam servir como inspiração e embasamento teórico para os futuros trabalhos que necessitem explorar e investigar a mixagem por um viés mais completo. É possível observar que os temas abordados em cada sub-capítulo da dissertação englobam conteúdos mais extensos, e que podem servir como foco de estudo para outras pesquisas acadêmicas, como por exemplo um trabalho que estude sobre as salas de estúdio para mixagem de forma mais detalhada.

Observa-se que, dentre todo o conteúdo explorado, o quarto capítulo aborda questões de caráter inovador, e também mais complexas, que só puderam ser discutidas com a introdução das pré-noções, nas diversas áreas, estabelecidas nos capítulos antecedentes. Neste, buscou-se observar quais os dados que contribuem para a compreensão do contexto atual das interfaces de manipulação e inserir a hipótese do estudo sobre um modelo computacional capaz de realizar a mixagem sonora por meios de referência visual, dinamicamente alocada e em tempo real, além da investigação de sua real funcionalidade via automatização de processos. Espera-se que esse trabalho possa proporcionar uma base mais sólida para futuros trabalhos na área de interfaces automatizadas de mixagem. Algumas considerações propostas nessa parte, e hipóteses de soluções sugeridas, podem incentivar futuras investigações acerca do tema e, conseqüentemente, o possível desenvolvimento dessa área.

Diante das discussões, e dentre todas as áreas observadas, o assunto das interfaces computacionais e suas perspectivas de evolução aparenta ser um dos temas mais recentes e com campo mais promissor para investigação, experimentação e criação, na atualidade. Pelo o que foi observado, grande parte dos artigos utilizados como referencial teórico para este tema

foram publicados apenas nos últimos 10 anos e indicam, em suas respectivas considerações, uma tendência a maior evolução do estudo sobre interfaces computacionais de mixagem nos próximos anos. Pensando em futuras possibilidades, à nível de uma pesquisa institucional que exija um tema inovador, como uma tese de doutorado por exemplo, acredita-se que o material coletado e os avanços realizados nesse trabalho, podem servir como estrutura e base para propor um projeto dentro do modelo adequado.

Dentre algumas observações apontadas pela banca durante o exame de defesa dessa dissertação, no período de agosto de 2015, além do conteúdo abordado, a pesquisa poderia ter buscado acesso a opinião de profissionais conceituados e que atuam no ramo de mixagem atualmente ou o fizeram recentemente, para em um segundo momento, realizar uma comparação da visão destes com a dos autores utilizados como referência bibliográfica aqui.

Nessa mesma ocasião, também foi lembrado a necessidade de observarmos a quantidade de expressões coloquiais adaptadas e utilizadas no meio artístico para descrever aspectos ou determinar ações dentro da mixagem, como por exemplo em português: “tá batendo” , “som pressão”, “som magro”, “baixo parece uma nuvem”, entre outras. Seria interessante, em futuras oportunidades, catalogar e investigar o que cada uma dessas expressões realmente significa, e como cada uma delas se traduz tecnicamente, de forma a buscar uma discussão com maior clareza da dinâmica do que realmente ocorre nos ambientes de trabalho.

A oportunidade de ter tido contato com conhecimentos aprofundados nos assuntos acima referidos, e, posteriormente, a utilização destes para a criação e o desenvolvimento do tema desta dissertação de mestrado foi de imensa valia para o autor deste projeto; como experiência e aprendizado pessoal, além de propor beneficiar o meio acadêmico, com a catalogação de todo o material aqui estudado, e fomentando o futuro desenvolvimentos de pesquisas acadêmicas e desenvolvimentos de projetos na área da mixagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADORNO, Theodor. W. **A indústria Cultural**. In: COHN, Gabriel (Org.). Theodor W. Adorno. Trad. De Amélia Cohn. Coleção Grandes Cientistas Sociais. São Paulo: Ática, 1986.
- ADORNO, Theodor. W. **Textos Escolhidos**. Coleção “Os Pensadores” - Consultoria: Paulo Eduardo Arantes. Trad. Luiz João Baraúna. São Paulo: Nova Cultural, 1999.
- ADORNO, Theodor. W. **Indústria Cultural e Sociedade**. Seleção de textos: Jorge M. B. de Almeida. Trad. por Juli/Elisabeth Levy... [et al.], 2. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2004.
- ALTEN, Stanley R. **Audio in Media**. 6ª ed. Belmont, CA: Wadsworth, 2002.
- ALTEN, Stanley R. **Audio in Media**. 9ª ed. Belmont, CA: Wadsworth, 2011.
- ANSI. **American Standard Acoustical Terminology**. Nova Iorque: American National Standards Institute, 1960.
- BAALMAN, Marije A. **Spatial Composition Techniques and Sound Spatialisation Technologies**. Organized Sound, 15(3), pp. 209-218. Delft: 2010.
- BALLOU, Glen. **Handbook for Sound Engineers: The New Audio Cyclopedia**. 2nd ed, Howard Sams. Carmel. Indiana, 1991.
- BARRON, Michael. **Auditorium Acoustics and Architectural Design**. 2ed. Nova Iorque: Spon Press, 2010.
- BAZIL, Eddie. **Soundmixing: Tips And Tricks**. Norfolk: PC Publishing, 2008.
- BEARDSLEY, Roger. LEECH-WILKINSON, Daniel. **A Brief History of Recording to ca. 1950**. *CHARM - Research Centre for the History and Analysis of Recorded Music*. Londres: CHARM, 2009. Disponível em: <<http://goo.gl/Vf9FB2>> Acessado em 15 jun. 2015.

- BENJAMIN, Walter. **A Obra de Arte na Era de Sua reprodutibilidade Técnica.** *In:* _____ . “Magia e Técnica: Ensaio Sobre Literatura e História da Cultura.” p. 165-196. Tradução de Sérgio paulo Rouanet. São Paulo: Brasiliense, 1994.
- BRESSON, Jean. **Spatial Structures Programming for Music.** Paris: IRCAM, 2012.
- BROWN, C. Phillip; DUDA, Richard O. **A Structural Model for Binaural Sound Synthesis.** IEEE Transactions On Speech And Audio Processing, Vol. 6, No. 5. 1998.
- BURGESS, Richard J. **A Arte de Produzir Música.** Rio de Janeiro: Gryphus, 2002.
- CASAGRANDE, Fernanda Couto Guimarães. **Língua Falada e Língua Escrita: Uma Proposta Didática para as Aulas de Língua Portuguesa.** Anais do VIII Seminário de Pesquisa em Ciências-Humanas – SEPECH. Londrina: UEL, 2010.
- CHARLEBOIS, Pierre-Olivier. **Graphical Representation of Sound for the “Soundscape” Immersive Environment using PD-Gem (OpenGL) Framework.** Montreal: McGill, 2005.
- CLARO, Anderson. **Material: Tecnologia de Edificação I – Acústica de Auditórios.** Florianópolis: UFSC, 2008.
- CONNEL, John; GIBSON, Chris. **Sound Tracks: Popular Music, Identity and Place.** Londres: *Routledge*, 2004.
- CORDEIRO, Xênia Lacerda. **Da Invenção da Imprensa ao Livro Infantil: Um Enfoque Editorial.** Ciência da Informação, V.16, n.1. Brasília: 1987. Disponível em: <<http://goo.gl/Tib2qu>> Acessado em: 15 jun. 2015.
- CULLER, Jonathan. **Saussure.** Londres: Fontana, 1976.
- DANNENBERG, R. B. **An Intelligent Multi-Track Audio Editor.** in ICMC, pp. 89 - 94. Carnegie Mellon: CMU, 2007.
- DE MAN B; LEONARD, B; KING, R; REISS, J. D. **An Analysis and Evaluation of Audio Features for Multitrack Music Mixtures.** 15th *ISMIR - International Society for*

Music Information Retrieval Conference. Taiwan: ISMIR, 2014.

DE MARCHI, Leonardo. **A Angústia do Formato: uma história dos formatos fonográficos**. IN: E-Compós. Revista Eletrônica da Associação dos Programas de Pós-Graduação em Comunicação. Brasil. N.2. 2005

DEARLING, Robert; DEARLING, Celia. **The Guinness Book Of Recorded Sound**. Middlesex: Guinness Books, 1984.

DEUTSCH, Diana. **The Psychology Of Music**. Edited by Diana Deutsch, 3ed. San Diego: Elsevier Inc, 2013.

DUARTE, Rodrigo. **Teoria Crítica da Indústria Cultural**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2003.

EVEREST, F. Alton; POHLMAN, Ken C. **Master Handbook Of Acoustics**. 5ed. Nova Iorque: McGraw-Hill Companie, 2009.

EYERMAN, Ron; JAMISON, Andrew. **Social Movements and Cultural Transformation: Popular Music In The 1960s**. *Media, Culture & Society*: Vol. 17, págs. 449-468. Londres: Thousand Oaks and New Delhi, 1995.

FALCON, Jorge A. **Análise Através da Audição: Uma Abordagem Analítica Cognitiva**. DAPesquisa, No. 8, (2011b): 436-449. 2012.

FARINA, Angelo. et al. **Acoustic Quality of Theaters: Correlation Between Experimental Measures and Subjective Evaluation**. n.14. Itália: Instituto di Ingegneria dell'Università di Ferrara, 1994.

FERRAZ, Pedro M. R. G. **Masterização: a Derradeira Oportunidade Criativa na Produção Sonora?** Dissertação de Mestrado. Lisboa: Universidade Católica Portuguesa (UCP), 2012.

FERREIRA, Marcos R. G. **Fragmentação, Hibridismo e o Novo Consumo da Música**. MUSICOM 2011. Recife: FVB, 2011.

FORNARI, José. **Percepção, Cognição e Afeto Musical**. Capítulo do livro da ANNPPOM:

“Criação Musical e Tecnologias: Teoria e Prática Interdisciplinar”. Série Pesquisa em Música no Brasil. Vol 2. ISBN:978-85-63046-01-7. Goiânia, Editora ANNPPOM, 2010.

FORNARI, José. **A classificação timbrística através de seus aspectos sinestésicos**. Artigo publicado na Revista Música em Perspectiva, do Programa de Pós-graduação em Música da UFPR. Vol.6, n.1. 2013.

FREITAS, Verlaine. **Adorno & A Arte Contemporânea**. Rio de Janeiro: Zahar, 2008.

GASPAR, Pedro João. **O Milénio de Gutenberg: do desenvolvimento da Imprensa à popularização da Ciência**. Mestrado em Comunicação e Educação em Ciência. Portugal: Universidade de Aveiro, 2004.

GIBSON, David A. **Method and Apparatus for Using Visual Images to Mix Sound**. US 5812688 A, 22 set. 1998. Disponível em: <<http://www.google.com/patents/US5812688>> Acessado em: 05 mar. 2015.

GIBSON, David A. **The Art Of Mixing: A Visual Guide to Recording, Engineering and Productions**. 2ed. Boston: Artist Pro Publishing, 2005.

GORDON, Edwin E. **Teoria de Aprendizagem Musical – Competências, Conteúdos e Padrões**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2000.

HEBDIGE, DICK. **Sub-Culture: The Meaning Of Style**. Londres: Routledge, 1979.

HOLMES, Thom. **The Routledge Guide to Music Technology**. Nova Iorque: Routledge, 2006.

HOWARD, David M.; ANGUS, Jamie. **Acoustics and Psychoacoustics**. 3ed. Oxford: Focal Press, 2006.

HUBER, David Miles. **Modern Recording Techniques**. 7ed. Oxford: Focal Press, 2010.

HUBER, David M.; RUNSTEIN, Robert E. **Técnicas Modernas de Gravação de Áudio**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2011.

- HULL, Geoffrey P. **The Recording Industry**. 2ed. Nova Iorque: Routledge, 2004.
- HURON, David. **Tonal Consonance Versus Tonal Fusion in Polyphonic Sonorities**. *Music Perception*, Vol. 9, No 2, pp. 135-154. Ohio: OSU, 1991. Disponível em: <<http://goo.gl/ziH6fv>> Acessado em 15 jun. 2015.
- HURON, David. **Music Cognition Handbook: A Dictionary of Concepts**. Disponível online. *Last modified* 2000. Disponível em: <<http://csml.som.ohio-state.edu/Resources/Handbook/>> Acessado em 15 jun. 2015.
- HURON, David. **Sweet Anticipation: Music and The Psychology Of Expectation**. Cambridge, MA: MIT Press, 2007.
- IAZZETTA, F. ; FIGUEIREDO, F. L. ; MASIERO, B. S. **Parâmetros Subjetivos em Salas Destinadas à Prática Musical**. Anais do IV Congresso Ibero-Americano de Acústica, Guimarães, CD-ROM: id83, pp: 1-8. Portugal: 2004.
- IZECKSOHN, Sérgio. **Audio & MIDI: o Melhor dos Dois Mundos – Parte IV – Som Analógico e Digital**. Revista Backstage. HomeStudio, 1998.
- IZHAKI, Roey. **Mixing Audio: Concepts, Practices and Tools**. 2ed. Oxford: Focal Press, 2011.
- JACOBS, Lawrence; FELDMAN, Martin; BENDER, Morris. **The Persistence Of Visual Or Auditory Percepts as Symptoms of Irritative Lesions of The Cerebrum Of Man**. *Journal of Neurology*, v. 203, n.3, p. 211-218. Set. 1972.
- KATZ, Bob. **Mastering Audio: The Art and The Science**. Oxford: Focal Press, 2007.
- KILMER, Anne Draffkorn; CIVIL, Miguel. **Old Babylonian Musical Instructions Relating to Hymnody**. *Journal of Cuneiform Studies* 38, no. 1:94–98. JCS: 1986.
- KOELLREUTTER, H. J. **Contraponto Modal do Século XVI (Palestrina)**. Brasília, DF: Musimed Editora, 1996.
- LAVRY, Dan. **The Optimal Sample Rate for Quality Audio**. Lavry Engineering Inc, 2012.

- LAZZARINI, Victor E. Apostila: **Elementos de Acústica**. Maynooth: National University Of Ireland, 1999.
- LUDWIG, Artur C. **Room Acoustics**. Silcom: 1997.
- MACEDO, Frederico Alberto Barbosa. **O Processo de Produção Musical na Indústria Fonográfica: Questões Técnicas e Musicais Envolvidas no Processo de Produção Musical em Estúdio**. Revista Eletrônica de Musicologia Vol. XI. UDESC, 2007.
- MACIEL, Marcela Álvares. **Sinfonia da Arquitetura: A Busca da Poética Acústica na Concepção dos Espaços**. PROJETA 2003. Natal: UFRN, 2003.
- MANSBRIDGE, S; FINN, S; REISS, J. D. **An Autonomous System for Multi-Track Stereo Pan Positioning**. In *133rd Convention of the Audio Engineering Society*. São Francisco, CA: 2012.
- MARTINS, Lucinéia S. **A Produção Artística e Cultural Subordinada à Reprodução Sociometabólica do Capital**. XII Conferência IACR. Niterói: UFF, 2009.
- MENDES, Ricardo. Matéria: **Takes e mais takes...** Publicado em Revista Backstage Ed. 160, 2007. Disponível em: <<http://goo.gl/fVtsPV>> Acessado em: 15 jun. 2015.
- MENEZES, Florivaldo. **A Acústica Musical em Palavras e Sons**. Cotia: Ateliê Editorial, 2003.
- MILETTO, E. M; COSTALONGA, L. V; FLORES, E. F; FRITSCH, M. S; VICARI, R. M. **Introdução à Computação Musical**. Congresso Brasileiro de Ciência da Computação, SI xxxx. Edição Especial 39. Itajaí-SC: CBCC, 2004.
- MORTON, David L. **Sound Recording: The Life Story of Technology**. Westport: Greenwood Press, 2004.
- MOURA, Maria Dora. **O Tempo No Cinema e As Novas Tecnologias**. Ciência e Cultura - Vol.54 no.2 Out/Dez. ISSN 2312-6660. São Paulo: 2002.
- PACHET, F.; DELERUE, O. **On-the-fly Multi Track Mixing**. in 109th Audio Engineering

Society Convention: 2000.

PAIVA, José Eduardo R. **Breve Discussão Sobre Tecnologia e Criação Sonora**. In: XXXV Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação. Anais do ... Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação. Vol. 01. p. 01-15. Fortaleza, 2012.

PARKER, Sybil. P. **Acoustics Source Book**. Nova Iorque: McGraw-Hill Book Company, 1988.

PEIRCE, Charles S. **Semiótica**. São Paulo: Perspectiva, 2000.

PICCINO, Evaldo. **Um breve histórico dos suportes sonoros analógicos**. Revista Sonora. São Paulo: Universidade Estadual de Campinas / Instituto de Artes, vol. 1, n. 2: 2003.

POHLMANN, Ken C. **Principles Of Digital Audio**. 2ª ed. Indiana: SAMS, 1990.

REISS, J. D. **Intelligent Systems for Mixing Multichannel Audio**, 17th International Conference on Digital Signal Processing (DSP2011), p. 1-6, 6-8 July. Corfu, Grécia: 2011.

RUMSEY, Francis & MCCORMICK, Tim. **Sound and Recording: An Introduction**. 5ed. Oxford: Focal Press, 2006.

SCARABUCI, Marcelo & KAFURE, Ivette. **Digitalização e Conservação de Suportes de Som**. Revista Sonora, v. 2, n. 4, p. 2. Campinas: IAR, 2009.

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

SCHAEFFER, Pierre. **Solfège de l'objet sonore**. Paris : Seuil, 1967.

SCHAEFFER, Pierre. **Solfejo do Objecto Sonoro**. Tradução de António de Sousa Dias. Paris: INA – GRM – *Groupe de recherches musicales*, 2007.

SCHAFER, R. Murray. **A Afinação Do Mundo**. São Paulo: Ed. UNESP, 2001.

SCOTT, J. J.; KIM, Y. E. **Analysis of Acoustic Features for Automated Multi-Track Mixing**. *Proceedings of the 12th International Society for Music Information Retrieval Conference*, Miami, FL: ISMIR, 2011.

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO DE MINAS GERAIS. **Caderno de Informática: Curso de Produção Fonográfica**. Minas Gerais, BR: 2006. Disponível em: <<http://goo.gl/11TIWT>> Acessado em: 15 jun. 2015.

SELF, D; BRICE, R; DUNCAN, B; HOOD, J. L; SINCLAIR, I; SINGMIN, A; DAVIS, D; PATRONIS, E; WATKINSON; J. **Audio Engineering: Know It All**. Oxford,UK: Elsevier Inc. 2009.

SHANKLAND, R. S. **Acoustics of Greek Theatres**. *October*. P: 30-35. *Physics Today*: 1973.

SILVA, Daniel R. **Adorno e a Indústria Cultural**. Maringá: UEM, 2002.

SILVA, Pérides. **Acústica Arquitetônica & Condicionamento de Ar**. 5ed. Belo Horizonte: EDTAL – Empresa Termo Acústica LTDA, 2005.

SILVA, Leandro Aureliano da. **Filtros de Kalman no tempo e frequência discretos combinados com subtração espectral**. Dissertação (Mestrado em Processamento de Sinais de Instrumentação) - Escola de Engenharia de São Carlos, Univeridade de São Paulo. São Carlos: USP, 2007.

SILVA, Sérgio A. **Adorno, a Indústria Cultural e a Internet**. Reportagem - Revista Filosofia. Editora Escala, 2009.

SOUZA, Neigmar de. **Guitarra Elétrica: Um Ícone na Cultura Pop do Século XX**. Revista Vernáculo 2002 (5) p: 33-45. UFPR: 2002.

TALBOT-SMITH, M. **Sound Engineering Explained**. Oxford: Focal Press, 2002.

THIBODEAU, Gary A; PATTON, Kevin T. **Estrutura e Funções do Corpo Humano**. Traduzido para português. Manole: 2002.

THOMPSON, Daniel M. **Understanding Audio**. Boston: Berkley Pess, 2005.

THORESEN, Lasse; HEDMAN, Andreas. **Spectromorphological Analysis of Sound Objects: An Adaptation of Pierre Schaeffer's Typomorphology**. *Organised Sound*, 12, pp 129-141. The Norwegian Academy of Music: 2007.

VELHO, Otávio. **Globalização: antropologia e religião**. *Mana – Estudos de Antropologia Social*, vol. 3, n. 1. Rio de Janeiro: 1997.

VICKERS, Earl. **The Loudness War: Background, Speculation and Recommendations**. *Audio Engineering Society Convention*. Santa Clara, CA: STMicroelectronics, 2010.

VIEIRA, M. N. **Uma Introdução à Acústica da Voz Cantada**. *AcMUS – I Seminário Música, Ciência e Tecnologia*. Revista Vol. 1 pág. 70-79. São Paulo: 2004.

WHITE, P. **Automation For The People**. *Revista Sound on Sound*, vol. 23. October: 2008.

WOLFF, Marcus S. **Linguagens Musicais como Signos de Identidade no Contexto da Pós-Modernidade**. *Anais do III Encontro Regional Nordeste/ I Encontro Regional Norte da ABET*. Salvador, BA: 2012.

WORRAL, David. **Space in Sound: Sound Of Space**. *Organised Sound* 3(2): 93-99. Canberra: 1998.

ZAN, José Roberto. **Jovem Guarda: Música Popular e Cultura de Consumo no Brasil dos Anos 60**. *Música Popular em Revista*, ano 2, v. 1, p. 99-124, jul.-dez. Campinas: UNICAMP/UNIRIO, 2013.

INTERNET:

ABLETON. **Software Ableton Live**. Disponível em: <www.ableton.com> Acessado em: 26 mar. 2015.

ACOUSTIC-GLOSSARY. **Acoustic Glossary**. Disponível em: <<http://www.acoustic-glossary.co.uk/>> Acessado em: 20 set 2015.

APPLE. **Software Logic Pro**. Disponível em: <<https://www.apple.com/logic-pro/>> Acessado em: 26 mar. 2015.

AVID. **Software Pro Tools**. Disponível em: <<http://www.avid.com/BR/products/family/pro-tools/>> Acessado em: 26 mar. 2015.

BLOG: História e Arquitetura. **Teatro de Epidauro – Grécia**. Disponível em: <<http://goo.gl/sOtzQH>> Acessado em: 15 jun. 2015.

CITYU.EDU. *Article: Transmission Of Sound In Open Space*. Disponível em: <<http://personal.cityu.edu.hk/~bsapplec/transmis1.htm>> Acessado em: 15 jun. 2015.

Dr. AUDIO LABS. **Mastering FAQs**. Disponível em: <<http://goo.gl/qTl4MR>> Acessado em: 15 jun. 2015.

EARLEVEL ENGINEERING. **What is Aliasing**. Disponível em: <<http://goo.gl/hAAeyf>> Acessado em: 15 jun. 2015.

EDISON. **Tin-foil Phonograph**. Disponível em: <<http://edison.rutgers.edu/tinfoil.htm>> Acessado em: 15 jun. 2015.

EDISONMUCKERS.ORG. **Edison's Top Ten Uses for The Phonograph**. Disponível em: <<http://goo.gl/Bco50i>> Acessado em: 15 jun. 2015.

FEIRADECiencias.COM.BR. **Acústica I**. Disponível em: <<http://goo.gl/f6zflZ>> Acessado em: 15 jun. 2015.

FOLHA DE SÃO PAULO. Matéria: **João e Miles: No mesmo lugar, muito à frente**. Disponível em: <<http://goo.gl/nnOOfl>> Acessado em: 15 jun. 2015.

GENERAL ELECTRIC COMPANY. **General Electric Company**. Disponível em: <<https://www.ge.com/>> Acessado em: 15 jun. 2015.

GIML. **The Gordon Institute Of Music Learning**. Disponível em: <<http://giml.org/>> Acessado em: 15 jun. 2015.

HUM.UU.NL . **Basics of Acoustics 1**. Disponível em: <<http://goo.gl/fFUKvz>> Acessado em: 15 jun. 2015.

HYPERPHYSICS.PHY. **Equal-Loudness Curves**. Disponível em: <<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/sound/eqloud.html>> Acessado em: 15 jun. 2015.

IK MULTIMEDIA. **Plug-in ARC System 2**. Disponível em: <<http://www.ikmultimedia.com/products/arc/>> Acessado em: 26 abr. 2015.

IMAGE-LINE. **Software Fruity Loops**. Disponível em: <<http://www.image-line.com/flstudio/>> Acessado em: 26 mar. 2015.

INSTRUCTABLES. **Reconstruction Filters**. Disponível em: <<http://www.instructables.com/id/Audio-Delay-Module/step7/Reconstruction-Filter/>> Acessado em: 15 jun. 2015.

JORDI GRAUPERA WEBSITE. **Is Mixing an Art?** Disponível em: <<http://jordigraupera.cat/2010/is-mixing-an-art/>> Acessado em: 26 abr. 2015.

LEARNING ABOUT ELECTRONICS. *Article: What is Mono Recording?*. Disponível em: <<http://goo.gl/EHdO0T>> Acessado em: 15 jun. 2015.

LENNAR DIGITAL. **Sylenth1**. Disponível em: <<https://www.lennardigital.com/sylenth1/>> Acessado em: 15 jun. 2015.

LES-PAUL.COM. **Official Website**. Disponível em: <www.les-paul.com> Acessado em: 20 set 2015.

LIBRARY OF CONGRESS. **Content Creator Data Tool Released by NDIIPP Partner**. Disponível em: <<http://blogs.loc.gov/digitalpreservation/2011/12/content-creator-data-tool-released-by-ndiipp-partner/>> Acesso em: 20 out 2015.

MAXIMUM INTEGRATED. **Index – Signal-To-Noise Ratio**. Disponível em: <<http://goo.gl/pLXlxH>> Acessado em: 15 jun. 2015.

MCSQUARED.COM. **Room Mode Calculator**. Disponível em: <<http://www.mcsquared.com/modecalc.htm>> Acessado em: 15 jun. 2015.

MEMORY.LOC.GOV . *Article: The History of the Edison Cylinder Phonograph*. Disponível em: <<http://memory.loc.gov/ammem/edhtml/edcylldr.html>> Acessado em: 15

jun. 2015.

MIXINGCONSOLE.ORG . **Mixing Console History**. Disponível em: <http://www.mixingconsole.org/web/main/history/> Acessado em: 15 jun. 2015.

MUSICAUDIO.NET . Artigo: **Mixagem by SAE Institut**. Traduzido por: Germano Lins, 2004. Disponível em: <http://goo.gl/zXiQdD> Acessado em: 15 jun. 2015.

MUSICAUDIO.NET . Artigo: **14 Verdades Incômodas sobre o Áudio Analógico e Digital**. Março: 2012. Disponível em: <http://goo.gl/yZCGZD> Acessado em: 15 jun. 2015.

MUSICRADAR. **12 Sound Layering Tips and Tricks**. Disponível em: <http://goo.gl/WG4u9Z> Acessado em: 15 jun. 2015.

MUSICRADAR. **Técnicas de mixagem e efeitos by SAE Institut**. Traduzido por: Germano Lins, 2004. Disponível em: <http://goo.gl/EFv86I> Último acesso em 15 de junho de 2015.

NEW WORLD ENCYCLOPEDIA. **Bourges Cathedral**. Disponível em: <http://goo.gl/pUMuSz> Acessado em: 15 jun. 2015.

NEW YORK TIMES. *Article: Researches Play Tune Recorded Before Edison*. By Jody Rosen. Publicado em 27 de março de 2008. Disponível em: <http://goo.gl/XE1Vr2> Acessado em: 15 jun. 2015.

POETRYFOUNDATION.ORG. Poema: **Mary has a little lamb**. Disponível em: <http://goo.gl/x13fYZ> Acessado em: 15 jun. 2015.

PROPELLERHEADS. **Software Reason**. Disponível em: <https://www.propellerheads.se/reason>. Acessado em: 15 jun. 2015.

RECORDING MAG. **The Art And Science of The Mix**. By Bruce Kaphan. Disponível em: <http://goo.gl/Qnjz9g> Acessado em: 15 jun. 2015.

REVISTA VENDING INSIDE. Matéria: **Istoria Vendigului (IV)**. Disponível em: <http://vendinginside.ro/?p=657> Acessado em: 15 jun. 2015.

ROYAL ALBERT HALL. Matéria: **Explore Our History: Pre Opening**. Disponível em: <<http://www.royalalberthall.com/about-the-hall/our-history/explore-our-history/time-machine/pre-opening/>> Acessado em: 20 set. 2015.

SAGEAUDIO. Disponível em: <<http://goo.gl/HLw9OY>> Acessado em: 15 jun. 2015.

SFU.CA . **Equal-Loudness Contours**. Disponível em: <http://www.sfu.ca/sonic-studio/handbook/Equal_Loudness_Contours.html> Acessado em: 15 jun. 2015.

SIGGRAPH.ORG. **Introduction of Aliasing**. Disponível: <<http://goo.gl/PuUZlZ>> Acessado em: 15 jun. 2015.

SOS. Revista *Sound On Sound*. Article: **Using Reason's Spider Audio & Spider CV Devices**. Disponível em: <http://www.soundonsound.com/sos/aug06/articles/reasontech_0806.htm> Acessado em 03 mai. 2015.

SOS. Revista *Sound On Sound*. Article: **Q. Why is 88.2kHz the best sample rate for recording?** Disponível em: <<http://www.soundonsound.com/sos/jul12/articles/qanda-0712-1.htm>> Acessado em: 05 out 2015.

SÓ BIOLOGIA. **Audição em Mamíferos**. Disponível em: <<http://goo.gl/anlEk9>> Acessado em: 15 jun. 2015.

SÓ FÍSICA. **Refração da Luz**. Disponível em: <<http://goo.gl/Ean5Nr>> Acessado em: 15 jun. 2015.

STEIN, Leandro. VIEIRA, Glícia. QUADROS, Ruy. **A Dinâmica da Inovação na Indústria Fonográfica e as Transformações no Processo de Produção Musical**. Desafio Online, v. 2, n. III, Set/Dez. Campo Grande: 2014. Disponível em: <<http://www.desafioonline.com.br/wp-content/uploads/artigo-2-a-dinamica-da-inovacao-na-industria-fonografica.pdf>> Acessado em 15 de julho de 2015.

STEINBERG. **Software Cubase** . Disponível em: <<http://www.steinberg.net/en/products/cubase/start.html>> Acessado em: 15 jun. 2015.

STEINBERG. **Software Nuendo.** Disponível em: http://www.steinberg.net/en/products/nuendo_range/nuendo/start>. Acessado em: 15 jun. 2015.

UCLAN. **Course of Music Production.** *University of Central Lancashire, UK.* Disponível em: http://www.uclan.ac.uk/courses/ba_hons_music_production.php> Acessado em: 15 jun. 2015.

UNIME.IT . **Acústica.** Disponível em: <http://goo.gl/uCkwIk>> Acessado em: 15 jun. 2015.

UNSW. **University New South Wales.** Disponível em: <http://newt.phys.unsw.edu.au/jw/Helmholtz.html>> Acessado em: 15 jun. 2015.

USP. Universidade de São Paulo. **Projeto AcMus.** Disponível em: <http://gsd.ime.usp.br/acmus/>> Acessado em: 27 abr. 2015.

WAVES. *Article: Behind the J37 Tape.* Disponível em: <http://www.waves.com/behind-the-j37-tape>> Acessado em: 15 jun. 2015.

WIKIPEDIA. **Bourges Cathedral.** Disponível em: <http://goo.gl/Dt83w7>> Acessado em: 15 jun. 2015.

WIKIPEDIA. **Compressão com Perda de Dados.** Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Compress%C3%A3o_com_perda_de_dados> Acessado em: 15 jun. 2015.

WIKIPEDIA. **Escrita.** Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Escrita>> Acessado em: 15 jun. 2015.

WIKIPEDIA. **Fita Cassete.** Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Fita_cassete>. Acessado em: 15 jun. 2015.

WIKIPEDIA. **Fonautógrafo.** Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Fonaut%C3%B3grafo>> Acessado em: 15 jun. 2015.

WIKIPEDIA. **Jukebox.** Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Jukebox>> Acessado

em: 15 jun. 2015.

WIKIPEDIA. **Lord Rayleigh**. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Lord_Rayleigh>
Acessado em: 15 jun. 2015.

WIKIPEDIA. **Mary Had a Little Lamb (tradução)**. Disponível em:
<https://pt.wikipedia.org/wiki/Mary_Had_a_Little_Lamb> Acessado em: 15 jun. 2015.

WIKIPEDIA. **Orelha**. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Orelha>> Acessado em: 15 jun. 2015.

WIKIPEDIA. **Phon**. Disponível em: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Phon>> Acessado em: 15 jun. 2015.

WIKIPEDIA. **Piezoelétricidade**. Disponível em:
<<http://pt.wikipedia.org/wiki/Piezoelétricidade>> Acessado em: 15 jun. 2015.

WIKIPEDIA. **Reims Cathedral**. Disponível em:
<http://en.wikipedia.org/wiki/Reims_Cathedral#Interior> Acessado em: 15 jun. 2015.

YAMAHA PRO AUDIO. **The Merits Of Digital Sound**. Disponível em:
<<http://goo.gl/UwVYc8>> Acessado em: 15 jun. 2015.

YOUTUBE. **Diffração del Sonido en Teatro de Epidauro**. Disponível em:
<<https://www.youtube.com/watch?v=H7Td1Jk4zlo>> Acessado em: 15 jun. 2015.

GLOSSÁRIO

Aliasing - No processamento de sinal de áudio, *aliasing* é um efeito de distorção do sinal, que ocorre quando um som analógico tem uma conversão feita para digital com uma taxa de amostragem abaixo da componente em frequência mais alta deste sinal. Assim, para evitar a ocorrência de aliasing, a taxa de amostragem deve ser pelo menos duas vezes a maior que a componente em frequência mais alta deste áudio; a frequência de Nyquist. Ao se tentar reproduzir contendo uma componente em frequência maior do que a frequência de Nyquist ocorre um fenômeno chamado *aliasing* (ou *foldover*), em que as componentes acima da frequência de Nyquist são "espelhadas" ou "rebatidas" para a região grave do espectro de frequência. [IAZZETTA 2009, Áudio Digital].

Disponível em:

<http://www2.eca.usp.br/prof/iazzetta/tutor/audio/a_digital/a_digital.html>.

Cancelamento de Fase - Segundo MENEZES [2004, p: 204] o cancelamento de fase é a ocorrência de interferências destrutivas entre sinais sonoros, que podem anular algumas de suas componentes de frequência com fases opostas. Este pode ocorrer num ambiente com sons diretos e indiretos, provenientes das reflexões de uma mesma fonte sonora, que chegam ao receptor (os ouvidos do ouvinte ou a membrana de captação do microfone). No caso de uma diferença de fase em torno de 180°, a interferência pode anular o som completamente.

DAW - Sigla para *Digital Audio Workstation* ("Estação de trabalho com áudio digital") [ALTEN 2002, p: 476]

Decibel (dB) - Unidade logarítmica de variação do nível de pressão sonora (SPL). O valor de referência da escala dB SPL (equivalente a 0 dB), definido como o limite de percepção sonora humana, é da ordem do 20 uPa (micropascals) ou 0,00002 N/m² (Newtons por metro quadrado). É definida por ALTEN [2002, p: 476] como uma medida relativa e não-dimensionável, utilizada para definir a razão entre duas quantidades.

Edição - Processo de manipulação do áudio analógico ou digital, através de equipamentos e métodos específicos (como por exemplo: afinação, equalização, duração, entre outros) de modo a obter um resultado estético desejado. [MILLETO et al 2004, p: 21]

Fade – Aumento ou diminuição gradual do nível (intensidade) de um sinal de áudio durante o processo de monitoração ou edição, de modo a garantir que o som não inicie ou termine abruptamente. O termo *fade* é usado também em aparelhos de som de múltipla amplificação para descrever o balanço de nível entre os canais dianteiro e traseiro. [BALLOU 1991, p: 778]

Fader – Peça para manipulação do aumento ou diminuição gradual do nível de um sinal de áudio dentro de uma plataforma analógica ou digital (ver *fade*). [BALLOU 1991, p: 778]

Filter ou Filtro – Um filtro é um dispositivo ou algoritmo para a eliminação ou separação de faixas de frequência de um sinal de áudio. Algumas categorias conhecidas (em relação à faixa de filtragem do espectro de frequência do sinal de áudio) são: [BALLOU 1991, p: 665]

1) Passa-banda (*bandpass*): uma gama de frequências seleccionada é preservada e transmitido para a saída enquanto os valores acima e abaixo da faixa definida são suprimidos; ou, ao contrário, esse filtro também possibilita definir que uma faixa frequencial seleccionada seja suprimida e as frequências de valores que estão acima e abaixo, do intervalo determinado, são transmitidos.

2) Passa-alta (*highpass*): frequências acima de um valor definido e que se estendem ao infinito são transmitidas de acordo com a abertura do *cutt-off*.

3) Passa-baixa (*lowpass*): frequências abaixo de um valor definido e que se estendem ao infinito são transmitidas de acordo com o nível de abertura do *cutt-off*.

Frequência – Trata-se do número de períodos (repetições completas) por segundo nas oscilações de uma onda. Isto é, o número de repetições de um acontecimento em um segundo de tempo. A frequência é medida em ciclos por segundo, cuja a unidade é o Hertz (Hz). As ondas sonoras têm sempre a mesma frequência da fonte que as emitiu, independentemente do meio em que se propagam. [LAZZARINI 1999, p: 7]

Hertz (Hz) – Unidade de medida de frequência. A unidade 1 ciclo/segundo é denominada 1 Hertz (1 Hz). A frequência (f) da onda refere-se ao número de ciclos realizados por unidade de tempo. Assim, um som cuja frequência é de 200 Hz é uma onda periódica de pressão que completa cerca de 200 ciclos de vibração por segundo.

Horn - Captador sonoro utilizado para gravações no início do século XX por Thomas Edison [MORTON, 2004, p: 26] (Aparece no Capítulo 1, pág. 23)

Integridade Sonora – Refere-se a toda informação sonora do áudio gravado que se deseja preservar com fidelidade ao fenômeno acústico. Trata-se da quantidade de informação contida no áudio captado, que só é preservada quando este é re-transmitido sem compressão (ex: WAV) ou através de métodos de compressão sem perda de informação (*Lossless Compression*) (ex: FLCA – *Free Audio Lossless Audio Codec*). [SCARABUCI & KAFURE 2009]

Layering - Termo específico dos profissionais de mixagem relacionado à atividade específica de combinação de sons e criação de perspectiva entre os elementos da mesma cena. Quando dois ou mais sons ocorrem simultaneamente, a atividade de *layering* trata de garantir que estes permaneçam balanceados, fiéis à perspectiva e inteligíveis dentro da mixagem. [ALTEN 2002, p: 480]

Limiter – Um circuito utilizado em tocadores (*players*) e amplificadores, destinado a controlar o limite do volume do áudio durante os picos de sinal, via atenuação

automática. Este também previne sobrecarga acústica que pode ser causada por indesejadas modulações excessivas. [HOLMES 2006, p: 169]

Line (linha) – Entrada amplificada para canal na mesa de som, para o uso de instrumentos e microfones [HUBER 2010, p: 28].

Loudness – Grandeza psicoacústica que trata da percepção da intensidade sonora (volume).

Mascaramento Sonoro (*Masking*) - O mascaramento sonoro é um fenômeno psicoacústico que se refere à interferência na audibilidade de um som causada pela presença de outro som com certos aspectos semelhantes (como a frequência, a complexidade, e o tempo de duração). Mais especificadamente, o número de decibéis (dB) em que o nível de intensidade de um som (sinal) deve ser elevado acima de seu limiar de audibilidade, para que seja percebido na presença de um segundo som (*masker*), é denominado o mascaramento sonoro. [PARKER 1988, p: 315]

Masterização - É o processo final de uma produção musical. Esta é necessária para detectar e corrigir deficiências da mistura sonora, assim como para maximizar o potencial de uma faixa musical [FERRAZ 2012, p: iv]. Através de parâmetros como equalização, compressão, remoção de ruído, *de-essing*, edição, entre outros, o processo é realizado com a intenção de realçar informações importantes na faixa e reduzir as diferenças dinâmicas existentes nela. Dessa forma, é definido uma matriz padrão para que o áudio seja distribuído, copiado, e reproduzido com qualidade, na maioria dos aparelhos e sistemas de áudio.

Microfonação (*Miking*) - Atividade técnica de estúdios de gravação e montagens de palcos, que trata do posicionamento específico dos microfones para o direcionamento da captação, de acordo com a intenção do resultado sonoro almejado pelo responsável. A microfonação pode ser próxima ou distante da fonte sonora, ou ambas as posições

através da utilização de um número maior de microfones e a posterior combinação dos resultados. [ALTEN 2002, p: 308]

Mixagem - A ação dinâmica de: mesclar, moldar e equalizar por meio de técnicas e ferramentas de apoio, o som de um ou mais canais com o conteúdo de distintas fontes sonoras, de forma a alcançar um objetivo estético específico. [GIBSON 2005, p: 2-5]

Mixdown - Em termos mais abrangentes, trata-se da sessão final da mixagem, onde todos os sons são inseridos, ou adicionados, dentro do contexto musical; tratados e corrigidos, caso necessário; posicionados e combinados de acordo com o desejado, dentro das modalidades definidas (ex. mono, estéreo ou *surround* 5.1). [ALTEN 2002, p: 421/482]

Mono Recording - Gravação sonora realizada em apenas um canal (individual). Em contraste com a gravação estereofônica, aonde a gravação é realizada em dois canais separados (*Left/Right*). A gravação mono, como é conhecida, é a forma mais simples de gravação sonora. [ALTEN 2002, p: 82] [Matéria disponível em: <<http://goo.gl/ud65ZU>> Acessado em 15 jun. 2015]

Mute – Mutar. Atenuar o som abaixo do limite de sua percepção.

Overdubbing - Atividade de criação musical realizada normalmente por um cantor ou um instrumento solo juntamente com a reprodução de uma gravação (*playback*) compondo assim uma trilha (canal). Este é possibilitado pela escuta seletiva (via fone ou monitoração) dos instrumentos já captados em sessões anteriores. [MILETTO et al 2004, p: 4]

Oversampling - Conversão do áudio analógico em digital por meio de uma amostragem cuja taxa está muito acima do dobro da frequência de Nyquist deste sinal. Este é normalmente utilizado para melhorar sua resposta em frequências relativas ao espectro

audível humano, diminuindo a incidência de *aliasing* e distorção de fase.

Pista de Áudio - Uma pista de audio (em inglês: *audio channel* ou *audio track*) é um canal de comunicação (entrada e/ou saída) de áudio, em um dispositivo de processamento ou armazenamento. Este é um conceito utilizado em operações como gravações em diversos canais (*multi-track*) e *playback*. [ALTEN 2002, p: 82-83]

Parcial - É uma componente senoidal de um som, cujos parâmetros variantes no tempo são: amplitude, frequência e fase. O sinal sonoro mais simples possível é formado por um único parcial, cujo som equívale ao de um diapasão. Os parciais componentes de um som normalmente variam dinamicamente ao longo do tempo. Segundo a teoria de Fourier, todo sinal sonoro periódico pode ser representado por uma somatória finita de parciais. Se o sinal for aperiódico, a somatória é infinita.

Pitch – Grandeza psicoacústica que trata da percepção da frequência fundamental de um som. [BALLOU 1991, 35]

Playback – Reprodução do som, em arquivo de áudio analógico ou digital, registrado ou transmitido, em aparelho ou sistema de som, de modo que este possa ser escutado por ouvintes.

Psicoacústica – Ramos da ciência que estuda os processos subjetivos de sensação e percepção das grandezas acústicas.

Quantização (*sampling precision*) - Quantidade de gradações diferentes (níveis de quantização) de um som. Amostragem da intensidade sonora num dado instante. No padrão de áudio CD, o áudio é amostrado em 44100 amostras (ou pontos) por segundo (para cada canal) e cada amostra é quantizada em 65536 níveis, equivalente à resolução provida por 16 bits (onde cada amostra equivale a uma palavra binária de 16 bits).

Reprodução Sonora - Processo de converter uma gravação de áudio, registrada e armazenada em uma mídia de reprodução, como: cilindro, disco, fita, CD, filme ou em formato digital; em informação audível através de algum sistema de aparelhagem de som MORTON [2004, p: 198].

Take - Em termos de produção musical, define-se *take* como o áudio captado de uma performance específica em uma gravação (por microfonação ou por cabo ligado direto a mesa), disposto em uma pista de áudio e que, geralmente, é capaz de ser reproduzido e manipulado [MENDES 2007, p: 1-3]. Mesmo que o artista grave a mesma música diversas vezes, cada execução corresponderá a um *take* específico (que pode ser nomeado, enumerado, de acordo com a sessão). No caso dos *takes* de instrumentos ligados diretamente à mesa com pouquíssima ambiência, o ambiente artificial é uma alternativa e pode ser adicionado durante o processo de *mixdown*, por meio do processamento de sinal, utilizando ferramentas de efeitos, tais como *reverb* e *delay* [ALTEN 2002, p: 427].

Taxa de Amostragem (*sampling rate*) – Frequência do número de amostras por segundo do processo de amostragem de um sinal analógico para digital. As amostras são realizadas em intervalos fixos e regulares. O número de vezes por segundo em que se realiza a amostragem em uma unidade de tempo é a taxa de amostragem, geralmente medida em Hertz. Assim, dizer que a taxa de amostragem de áudio em um CD é de 44.100 Hz, significa que a cada segundo de som são tomadas 44.100 medidas da variação de voltagem do sinal (que são representadas em palavras binárias). Dessa maneira, quanto maior for a taxa de amostragem, mais precisa é a representação do sinal (e menos possibilidade da ocorrência de aliasing), porém é incerto o quanto uma taxa de amostragem em *oversampling* de fato contribui para a melhoria psicoacústica do áudio.
Fonte: <http://www2.eca.usp.br/prof/iazzetta/tutor/audio/a_digital/a_digital.html>.

SPL (*Sound-Pressure Level*) – Nível de Pressão Sonora. Esse fator, normalmente expresso na escala logarítmica dB, refere-se ao que é conhecido como pressão sonora. “o nível de pressão sonora (SPL) é a medida mais usual quando se fala em amplitude da onda

sonora, por duas razões: pela sensibilidade do ouvido às variações de pressão e pela facilidade na obtenção de seus valores” por meio de instrumentos de leitura. Os valores obtidos correspondem de forma mais assertiva, como escala mensurada, ao que realmente é percebido” [LAZZARINI 1999, p: 13]. Esse valor também pode ser expressado em RMS (*Root Mean Square*), ou potência média quadrática de uma onda sonora em um determinado intervalo de tempo.

Vazamento de Sinal de Áudio (*Signal Leakage*) - Dentro do contexto da gravação sonora, trata da captação de sons indesejados no registro feito em um canal. Este pode ocorrer por interferência de barulhos externos, ou especialmente, durante o registro de um conjunto musical se apresentando ao vivo, onde os instrumentos dividem o mesmo ambiente [HUBER 2010, p: 26].