UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

ESCOLA DE COMUNICAÇÕES E ARTES

Sandro Dalla Costa

RESTAURAÇÃO SONORA: UM ESTUDO SOBRE TÉCNICAS PARA RESTAURAÇÃO E EXPERIÊNCIAS REALIZADAS NO CINEMA

São Paulo

2013

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

ESCOLA DE COMUNICAÇÕES E ARTES

Sandro Dalla Costa

RESTAURAÇÃO SONORA: UM ESTUDO SOBRE TÉCNICAS PARA RESTAURAÇÃO E EXPERIÊNCIAS REALIZADAS NO CINEMA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Meios e Processos Audiovisuais, na linha de pesquisa em Práticas de Cultura Audiovisual, na Escola de Comunicações e Artes da Universidade de São Paulo como exigência parcial para a obtenção do título de Mestre em Meios e Processos Audiovisuais, sob a orientação do Prof. Dr. Eduardo Vicente.

São Paulo

2013

AGRADECIMENTOS

Aos meus Pais e irmãos,

Às pessoas que encontrei durante a minha vida, que me ajudaram a chegar até aqui:

Luciano Watase, Prof. Dr. Angelo Piovesan, Prof. Dr. Eduardo dos Santos Mendes, Prof. Dr. João Baptista Godoy de Souza.

Aos meus colegas do departamento de Cinema, Rádio e TV da Universidade de São Paulo, em especial a Guido Agovino, Chico Coca, Douglas Giudice, Marcelo Leite, Joel Yamaji, Paulo Staaks e Cláudio Roberto Couto.

Aos entrevistados Prof. Carlos Augusto Machado Calil, José Luiz Sasso e especialmente Luiz Adelmo Fernandes Manzano, a quem considero como amigo e referência de profissionalismo, competência e exemplo de dedicação na busca da excelência na área de som.

Aos meus amigos Éger Mastandréa, Henrique Furlan, Harry Guttman, Axel Cornils e Jota.

À minha esposa/namorada Guta Roim, pelo apoio e paciência.

E especialmente ao meu orientador, Prof. Dr. Eduardo Vicente, pela tranquilidade em que conduziu todo o processo, pela paciência em suportar as fases de desespero e pela amizade.

RESUMO

Este trabalho tem como proposta discutir a restauração sonora de filmes no Brasil. Através de entrevistas realizadas com profissionais da área de som que já participaram de diversos projetos com este objetivo, da pesquisa de textos sobre o assunto e da experiência do seu autor nessa área, o texto busca oferecer um panorama acerca das questões técnicas e dos procedimentos de trabalho envolvidos nas etapas da restauração sonora, bem como um histórico de alguns dos trabalhos já realizados e das principais dificuldades encontradas pelos profissionais que atuam nesse campo. Como resultado, o presente trabalho busca apresentar as diferentes filosofias de trabalho que tendem a ser assumidas para o processo de restauração sonora e como cada escolha pode afetar a originalidade e o conceito da obra.

Assim, mais do que na discussão teórica sobre a restauração, o viés desse trabalho incide na relação entre técnica e postura conceitual do restaurador, bem como no modo como essa relação afeta o resultado da restauração descrito pelas experiências práticas destes profissionais.

Palavras-chave: Restauração sonora, som, áudio, cinema, negativo de som, magnético.

ABSTRACT

This work aims at discussing movie audio restoration in Brazil. By means of interviews with audio professionals who have previously worked on such projects, research on writings about the subject, and the author's own experience in the field of sound restoration, this work tries to offer a panorama of the technical questions and operating procedures involved in sound restoration. It also offers a history of previously performed work and expounds the main difficulties faced by professionals working in this area. As a result, this study presents the different work philosophies that are most commonly adopted during the sound restoration process, and how each choice can affect the originality and conception of the work.

Thus, more than a theoretical discussion on restoration, this work concentrates on the relationship between the technique and the conceptual posture of the restorer, as well as the way this relationship influences the restoration results as described by these professionals practical experience.

Keywords: sound restoration, sound, audio, cinema, sound negative, magnetic.

SUMÁRIO

Introdução..... 7

Capítulo 1-Mídias utilizadas no cinema – problemas comuns.....16

1.1 –Deterioração das películas fotossensíveis.....23

1.2 –Deterioração de magnéticos.....30

Capítulo 2. Áudio digital e suas ferramentas.....34

2.1 –Áudio e o processamento digital.....34

2.2 – Softwares e plugins.....43

Capítulo 3. Restauração.....49

3.1 –Restauração Sonora.....52

3.2 –Ferramentas e procedimentos técnicos.....74

Conclusão.....84

Anexo I – Tabela das matrizes do projeto Joaquim Pedro de Andrade.....88

Anexo II – Sobre os entrevistados.....89

Anexo III – Algoritmos de plugins.....91

Referências.....96

SUMÁRIO DE FIGURAS

1.1. Trilhas de som analógicas nas películas fotossensíveis.....19

1.2. Sinal de cross-modulation em 400 Hz e 9 KHz.....21

1.1.1 Negativo de filme com processo de ressecamento.....25

1.1.2. Negativo de filme de nitrato.....26

1.1.3. Negativo de filme com presença de fungos.....28

1.1.4. Negativo de filme com emulsão dissolvida.....29

1.1.5. Imagem com emulsão estriada.....29

2.1.1. Demonstração de *aliasing*.....38

2.1.2. Demonstração de *dither*.....43

2.2.1. Print screen Pyramix.....45

2.2.2. Print screen Pro Tools.....46

2.2.3. Imagem Cedar.....46

2.2.4. Print Screen Waves WNS.....48

3.1.1. Fotograma do filme *"Maranhão 66"*.....57

3.1.2. Fotograma de Domingos de Oliveira no filme *"Cinema novo"*.....67

3.1.3. Fotograma de Sonia Braga no filme *"O casal"*.....69

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem por finalidade oferecer um estudo acerca da restauração sonora no meio cinematográfico no Brasil. Longe de ter a pretensão de esgotar o assunto, o foco de interesse deste trabalho estará na discussão dos processos atuais de restauração, abordando tanto seus aspectos técnicos quanto os princípios filosóficos que costumam nortear a atuação dos restauradores.

Com o advento da era digital, principalmente a partir do ano 2000, e a melhora exponencial dos computadores (processadores, capacidade de armazenamento, placas de som, algoritmos de softwares, etc.), a recuperação e a restauração de produtos audiovisuais de décadas passadas tornaram-se ainda mais viáveis. A garantia de que o trabalho de algum autor importante pode ser virtualmente eternizado, pelo menos no sentido de a obra poder existir indefinidamente, conservando a sua qualidade técnica atual, é um ganho para o patrimônio cultural do país. A importância disso tem um grande valor para a posteridade, já que possuímos uma vasta história fílmica no Brasil.

Porém, isso traz problemas que, como veremos mais adiante, podem não ser fáceis de sanar. As questões referentes à manipulação desses produtos audiovisuais geram debates sobre os limites até os quais a obra pode ser modificada. Até que ponto podemos manipular uma obra sem que se considere estar havendo uma intervenção direta na obra do autor? A simples digitalização desse material já inicia um processo de alteração da obra original? A escolha da matriz para restauração deve obedecer a critérios puramente técnicos ou o histórico da versão escolhida deve ser levado em consideração? O que, de fato, é uma "matriz original", já que é muito comum no cinema haver versões diferentes de um mesmo filme? Como balancear as questões de timbre, elementos sonoros, dinâmica e detalhes que de maneira irremediável são modificados conforme aplicação dos recursos técnicos disponíveis atualmente, com a fidelidade da obra? Como o restaurador deve trabalhar para que se chegue

a um resultado considerado pelos responsáveis pelo projeto como uma representação coerente da obra do autor?

A presente pesquisa baseou-se fortemente na experiência pessoal de seu autor, obtida desde janeiro de 2006 com a participação no projeto de restauração da obra de Joaquim Pedro de Andrade, e nas entrevistas de profissionais que realizaram trabalhos importantes na área em São Paulo, como a restauração das obras de Leon Hirszman, Glauber Rocha e Daniel Filho, entre outros.

Também foram utilizadas para este trabalho as referências estabelecidas por instituições nacionais e internacionais que atuam na preservação e na restauração de obras audiovisuais. As principais foram:

- *IASA - International Association of Sound and Audiovisual Archives*[1]:

Instituição criada oficialmente em 1969 em Amsterdã, Holanda, com a função de mediar uma cooperação internacional no sentido de preservar arquivos de som e documentos audiovisuais. A IASA possui membros em mais de 70 países, representando um amplo espectro de produções audiovisuais que compreendem uma gama eclética de arquivos sonoros musicais, históricos e folclóricos, produções teatrais, entrevistas e até arquivos sonoros com finalidade forense. A cada três anos os membros elegem um comitê executivo que supervisiona as atividades da IASA. Vários outros comitês, seções e grupos de trabalho são responsáveis pelo desenvolvimento dos trabalhos da IASA, que são de grande importância para informação e discussão, atendendo diversas áreas. Entre eles, podemos citar:

1- Força-tarefa de organização do conhecimento: tem por finalidade definir normas, padrões e sistemas, autômatos ou não, para a catalogação e documentação de mídias audiovisuais;

[1] Informações obtidas a partir do site da International Association of Sound and Audiovisual Archives. Disponível em: <www.iasa-web.org>. Acesso em jul. 2012.

2- Comitê de discografia: trata de padrões e recomendações práticas para coleções de gravações publicadas;

3- Comitê técnico: dedica-se a todos os aspectos técnicos de gravação, armazenamento e reprodução, incluindo novas gravações e tecnologia de migração;

4- Seção de arquivos nacional: considera questões de políticas de aquisições, depósitos legais e gerenciamento de grandes coleções;

5- Seção de arquivos de *broadcast*: manipula os arquivos de audiovisual de meios de comunicação (emissoras de televisão e de rádio);

6- Seção de arquivos de pesquisa: está ligada a questões especiais referentes a arquivos audiovisuais, como gravações feitas originalmente com finalidade de pesquisa;

7- Comitê de treinamento e educação: seu foco está em treinamento e educação relacionados a arquivos audiovisuais.

A IASA estabelece e faz recomendações práticas, a partir de princípios éticos e de estratégias de preservação, que auxiliam e dão uma diretriz para a melhor forma de cuidado com arquivos audiovisuais. Conforme a própria associação:[2]

> Preservation enables us to provide our successors with as much of the information contained in our holdings as it is possible to achieve in our professional working environment. It is the responsibility of an archive to assess the needs of its users, both current and future, and to balance those needs against the condition of the archive and its contents. [3]

Segundo a IASA, há quatro ações básicas que devem ser realizadas pelos arquivos de material audiovisual:

---

[2] Disponível em: <www.iasa-web.org>. Acesso em jul. 2012.

[3] "A preservação possibilita-nos prover nossos sucessores de tanta informação contida em nossos bens quanto é possível em nosso meio profissional. É responsabilidade de um arquivo avaliar as necessidades de seus usuários, tanto presentes quanto futuros, e encontrar um equilíbrio entre aquelas necessidades e as condições do arquivo e de seu conteúdo." Tradução do autor.

- Aquisição;

- Documentação;

- Acesso;

- Preservação.

Tendo como missão fundamental de um arquivo de guarda garantir o acesso aos materiais pelo público interessado, para atingir esse objetivo um esforço contínuo na preservação das informações destes materiais é vital.

Para os arquivos audiovisuais, preservar é garantir a integridade física e química desses arquivos. Além disso, o processo de reprodução precisa ser de igual ou melhor fidelidade do que os existentes quando os arquivos foram gravados. Isto é possível com a tecnologia atual, em que em muitos casos os equipamentos de reprodução recuperam mais informações do que era possível no momento da gravação do original.

A IASA define dois tipos de informação que um arquivo audiovisual carrega em seu histórico, são eles:

- Informação primária: consiste no arquivo audiovisual em si e;

- Informação secundária: é algum material associado à informação primária que pode ser disposta de diversas formas, tais como textos sobre o material, entrevistas com os envolvidos, catálogos sobre as versões, etc.

Essas informações são a herança do arquivo. A importância de cada uma delas varia dependendo do conteúdo, do tipo de suporte e das necessidades, presentes e futuras, dos usuários. No entanto, a informação secundária geralmente é de vital importância como complementação da informação primária, já que esta em muitos casos é transferida de seu suporte original para fins de preservação e pode haver a necessidade de sua validação.

- *FIAF - Fédération Internationale des Archives Du Film*[4]:

Fundada em Paris em 1938, é uma associação colaborativa entre os principais arquivos de cinemas do mundo, cujo propósito é garantir a conservação e a exibição de imagens em movimento.

Os objetivos da FIAF são:

- Manter um código de ética para a preservação de filmes e definir padrões práticos para todas as áreas de arquivos de filmes;

- Promover a criação de arquivos de imagens em movimento em países que não os possuam;

- Promover a cultura cinematográfica e a investigação histórica;

- Promover a formação e a especialização em conservação e técnicas de arquivamento;

- Garantir a disponibilidade permanente dos materiais de coleção de estudo e pesquisa à comunidade;

- Incentivar a coleta e a preservação de documentos e de materiais relacionados ao cinema;

- Desenvolver a cooperação entre os membros e garantir a disponibilidade internacional de filmes e documentos.

Os membros da FIAF refletem uma gama de instituições sem fins lucrativos, como cinematecas, departamentos de museus, entidades governamentais e universidades, por exemplo, e que estão envolvidos ativamente nas atividades de conservação e de preservação de filmes.

Assim como a IASA, a FIAF também define ações que devem ser feitas para a preservação de arquivos audiovisuais. São elas:

---

[4] Informações obtidas a partir do site da International Federation of Film Archives. Disponível em: <www.fiafnet.org>. Acesso em Jul. 2012.

- Aquisição: é importante na tarefa de preservação que se obtenha os materiais primordiais do filme, pois da importância dos elementos adquiridos dependerá a produção em questão. Idealmente, os negativos de imagem e de som, as cópias de primeira geração, os elementos de som analógico ou digital, além de uma cópia de apresentação são fundamentais para a guarda do filme.

- Conservação: significa diretamente salvaguardar e proteger os materiais de danos e de perda, e é a primeira tarefa para a preservação de um filme, garantir a conservação dos materiais originais e de forma alguma permitir que estes materiais sejam cortados ou editados. O fator mais importante deve ser a manutenção da umidade e da temperatura no armazenamento: para filmes novos, estima-se uma longevidade de 500 anos quando o manuseio é feito corretamente e quando eles são armazenados a uma temperatura de 5ºC e com a umidade relativa em 35%.

- Preservação: é a duplicação, cópia ou migração de um filme, analógico ou digital, para um novo suporte, principalmente quando o suporte original tem uma expectativa de vida limitada, ou quando não é possível saber sobre essa expectativa. A preservação tem por função primordial justamente prolongar a expectativa de vida e garantir o futuro acesso a esses materiais. Deve-se lembrar que uma cópia de um material analógico sempre terá diferença em relação ao original, sendo assim, cabe aos responsáveis pela preservação estarem atentos para que a cópia seja a mais fiel possível. As definições de *aspect ratio*[5] e *frame rate*[6], por exemplo, devem ser mantidas do material original.

- Restauração: é um termo amplo que pode significar tanto a migração do original para um novo suporte – utilizando os recursos técnicos disponíveis para minimizar ou disfarçar os problemas nos materiais originais – quanto a recriação do original a partir de materiais

---

[5] *Aspect ratio* está relacionado à proporção entre a largura e altura do enquadramento original.

[6] *Frame rate,* basicamente, é a taxa de quadros por segundo em que o áudio e o vídeo são reproduzidos.

incompletos ou de versões diferentes. O principal é que no processo de restauração, sempre há questões subjetivas que devem ser levadas em consideração, seja em relação aos critérios técnicos que serão utilizados, seja em relação ao conteúdo a ser restaurado, como a escolha de uma versão, por exemplo. Por isso, toda restauração deve ser amplamente documentada, para que no futuro possam ser determinadas quais foram as decisões tomadas durante o processo para a solução dos problemas existentes.

- Acesso: todos os tópicos anteriores existem para que essa etapa seja possível. Ela é o papel fundamental de um arquivo. Assim, é de responsabilidade dos arquivos criar políticas de acesso que não comprometam a integridade dos materiais, sejam matrizes de preservação ou cópias e, ao mesmo tempo, não restrinjam o acesso para a utilização adequada.

- Apresentação: para garantir uma apresentação coerente, os sistemas de projeção devem ter a capacidade de exibir o material de forma a manter a autenticidade, dando ao espectador uma experiência original. Com a evolução tecnológica, nem sempre isso é possível, porém, deve sempre ser almejado.

- *Cinemateca Brasileira*[7]:

Fundada em 1940, a partir do Clube de Cinema de São Paulo, em 1984, a Cinemateca foi incorporada ao governo federal como um órgão do então Ministério de Educação e Cultura, atualmente ligada à Secretaria do Audiovisual.

Ela é a instituição com o maior acervo de imagens em movimento da América Latina. Possui um laboratório para a restauração de filmes criado em 1977 e atuou como parceira nos projetos de restauração das obras de Glauber Rocha, Joaquim Pedro de Andrade e Leon Hirzman, entre outros.

[7] Informações obtidas a partir do site da Cinemateca Brasileira. Disponível em <www.cinemateca.gov.br>. Acesso em Jul. 2012

A Cinemateca Brasileira tem papel de inquestionável destaque na área de restauração de filmes no Brasil, sendo inclusive reconhecida pela FIAF como referência para as cinematecas latino-americanas.

Justificaremos, nesta dissertação, a ausência de um diálogo com a Teoria da Restauração de Cesare Brandi, tradicionalmente citada em trabalhos sobre restauração de obras audiovisuais. Como se sabe, a preocupação central de seu trabalho era a recuperação de obras artísticas e arquitetônicas danificadas durante a II Guerra Mundial.

Para Brandi, o restaurador deve evitar decisões baseadas no empirismo e em seu gosto pessoal sobre como seria a obra integral – o que Brandi denomina como "falso histórico". Isso pode ocorrer pelo fato do restaurador só estar conhecendo a obra em seu estado deteriorado. Para evitar esse tipo de erro, o restaurador deve acumular um vasto conhecimento técnico, estético e histórico sobre a obra e o período em que foi criada. Desse modo, "a restauração deve visar ao restabelecimento da unidade potencial da obra-de-arte, desde que isso seja possível, sem cometer um falso artístico ou um falso histórico, e sem cancelar nenhum traço da passagem da obra-de-arte no tempo" (BRANDI, 2004, p. 33). Embora eu entenda que Brandi apresenta ideias que, claramente, são partilhadas por todos os profissionais que foram entrevistados para essa dissertação, acredito que o estabelecimento de apenas um modelo do que seria o ideal para a restauração de uma obra audiovisual pode ser um tanto limitador, já que veremos neste trabalho diferentes filosofias que podem orientar a restauração de uma obra – realizada, em alguns casos, com a presença do seu realizador. Além disso, não nos preocupamos, nesse trabalho, em estabelecer qual seria o modo "correto" de restaurar o som de uma obra audiovisual, mas as opções disponíveis, os procedimentos de trabalho utilizados e a necessidade da presença no projeto de um profissional que coordene as decisões a serem tomadas em função da filosofia assumida.

Além disso, sendo o cinema um tipo de obra de arte que Walter Benjamin (1975) define como pertencente à era da reprodutibilidade técnica, ela não possui, segundo o autor, um original que representaria seu *hic et nunc* (aqui e agora). E de fato, como veremos em alguns dos exemplos apresentados nessa dissertação, é comum que no processo restauração sejam encontradas cópias ou fragmentos de cópias da obra que apresentem certas diferenças entre si e que obrigam a equipe de restauração a decidir quais entre elas serão utilizadas para a condução do trabalho. Assim, entendemos que nem sempre seja possível definir qual seria o "verdadeiro" original da obra e que tipo de decisão implica ou não na criação de um "falso histórico".

Essa dissertação foi dividida em 3 capítulos. No primeiro deles, *Mídias utilizadas no cinema – problemas comuns*, é apresentada uma descrição dos problemas que tendem a afetar as mídias cinematográficas e que devem ser enfrentados no processo de restauração. No segundo, *Áudio digital e suas ferramentas*, são apresentados características do áudio digital e os recursos técnicos utilizados no processo de restauro. Já o terceiro capítulo, *Restauração*, traz uma descrição dos procedimentos utilizados, das rotinas de trabalho estabelecidas e uma reflexão sobre as linhas filosóficas que tendem a orientar o trabalho de restauração sonora experimentadas pelo autor e os entrevistados.

CAPÍTULO 1 – MÍDIAS UTILIZADAS NO CINEMA - PROBLEMAS COMUNS

Desde a invenção do cinema, a mídia utilizada para a realização de filmes é a película fotossensível. As bitolas mais comuns são as de 8mm, 16mm, 35mm. Os materiais utilizados na fabricação dessa mídia mudaram com o passar do tempo, gerando problemas de natureza diferente em matrizes de materiais diferentes.

A película fotossensível em geral é muito frágil e sua conservação, se não houver condições ideais, é difícil, o que é agravado em um país como o Brasil, que possui um clima tropical. A fim de se garantir uma conservação adequada deve-se ter principalmente o controle de temperatura e de umidade relativa do ar, que variam dependendo do material em que a película é fabricada.

Em termos gerais, considera-se adequado um ambiente com umidade relativa entre 30% e 50% e temperatura entre 0°C e 4°C[8] como sendo o suficiente para desacelerar o processo de deterioração. Garantindo-se estas condições, é um suporte confiável, tanto que as matrizes de preservação de um filme normalmente são arquivadas em negativos.

Uma película fotossensível é formada basicamente por duas partes: uma base que é o *suporte*, fornecendo a sustentação física, e a *emulsão*, que é uma fina camada gelatinosa com o material fotossensível onde a imagem é formada; sua constituição é basicamente de grãos de prata para filmes preto e branco e de três camadas de corantes para filmes coloridos. Essas duas partes que formam a película fotossensível estão sujeitas a deterioração.

O suporte teve com o passar dos anos mudanças em sua constituição, principalmente com o intuito de garantir maior segurança e durabilidade. A seguir, descreveremos os materiais utilizados em sua fabricação e como o som se integra a este sistema na película fotossensível.

---

[8] ADELSTEIN, Peter Z. IPI Media Storage-Quick Reference. Image Permanent Institute. Second edition. 2009.

- *Nitrato de celulose:*

Foi o material criado em 1899 pela empresa *Kodak Company* como suporte para fotografias *still* e, com o advento do cinema, era a única opção disponível na época para a produção dos filmes. Utilizado principalmente até a década de 50, foi substituído por ser muito instável e inflamável, chegando até à combustão espontânea com a elevação da temperatura. Pode ser identificado pela expressão "NITRATE FILM", que é colocada ao longo de todo o negativo desde meados de 1920. O manuseio e a guarda de filmes nesse suporte requerem um cuidado extremo. Nesse material não foram fabricados negativos com bitolas de 8mm e 16mm.

- *Acetato de celulose:*

Também chamado de *safety film*, substituiu o nitrato de celulose principalmente por questão de segurança. Foi desenvolvido em 1909, mas introduzido pela *Kodak Company* para uso profissional somente no final da década de 1940. As principais dificuldades no início de sua utilização foram o alto custo e a baixa durabilidade. Foi sendo aprimorado com o tempo para melhorar a sua durabilidade, no início, até a década de 1940 fabricado com diacetato e após este período com o triacetato. A sua conservação é mais complexa por ser um material mais frágil e suscetível à ação do tempo. Pode ser identificado através da expressão "SAFETY FILM" disposta ao longo do negativo.

- *Poliéster:*

É outro suporte também considerado como *safety film*, foi introduzido na metade da década de 1950, porém sua utilização como suporte para filmes no Brasil difundiu-se mais a partir dos anos 90. Possui as melhores características em relação aos suportes anteriores: estabilidade química, durabilidade e maior facilidade de conservação.

- *Negativo de som:*

O som no cinema teve sua introdução como parte integrante de uma obra, com som direto[9] e podendo ser reproduzido sempre da mesma forma, em 1927, no filme *The Jazz Singer*.

Para o som analógico nas películas fotossensíveis temos basicamente dois tipos de pistas de som: o magnético e o ótico. As pistas em ótico ainda podem ser divididas em dois subtipos: área variável e densidade variável, sendo que este último caiu em desuso.

O som magnético constitui-se de uma faixa magnética que é disposta ao longo do negativo, como se fosse uma fita colada sobre o suporte da película fotossensível, com coloração amarronzada. A sua reprodução nos projetores é feita por uma cabeça de leitura de magnético, similar ao que se encontra em reprodutores de fitas magnéticas de som e vídeo.

Para o som ótico, há a diferença de que este é gravado junto à película fotossensível durante o *print*[10] do filme, então enquanto a imagem do filme é transferida à película, o som simultaneamente também é impresso. O som ótico com área variável aparece na película fotossensível como o *desenho de onda*[11] em alto contraste e o som ótico de densidade variável como linhas com uma variação de intensidade e de espessura. Na projeção, eles são lidos no projetor por uma luz que passa através da película fotossensível e os transforma em som, que é então reproduzido pelas caixas de som.

É importante ressaltar que tanto o som que está impresso na película quanto o magnético não correspondem à imagem impressa no fotograma imediatamente ao lado, o som precede a imagem. Isso se deve ao tempo que o projetor leva para ler este som e mais ainda para que haja uma continuidade suave, pois observa-se que enquanto a imagem em

---

[9] *Som direto* é o som captado no momento da filmagem, com a atuação original dos atores.

[10] Print é basicamente a impressão das imagens na película fotossensível, que neste caso o som é impresso simultaneamente.

[11] Ou *waveform*, é a representação gráfica do som.

movimento é formada por imagens estáticas que são substituídas rapidamente, no caso de cinema, em geral 24 vezes por segundo, o som apresenta uma continuidade que não pode ser quebrada.

Essa latência varia para o tipo de som, magnético ou ótico, e para a bitola da película fotossensível. Para o som magnético temos uma latência de 28 fotogramas para as bitolas de 35mm e 16mm. Para o som ótico temos uma latência de 20 fotogramas para 35mm e 26 fotogramas para 16mm[12].

Portanto, este conhecimento é importante, pois caso haja a necessidade de se cortar a película fotossensível, ter-se o cuidado para que o som impresso não seja afetado.

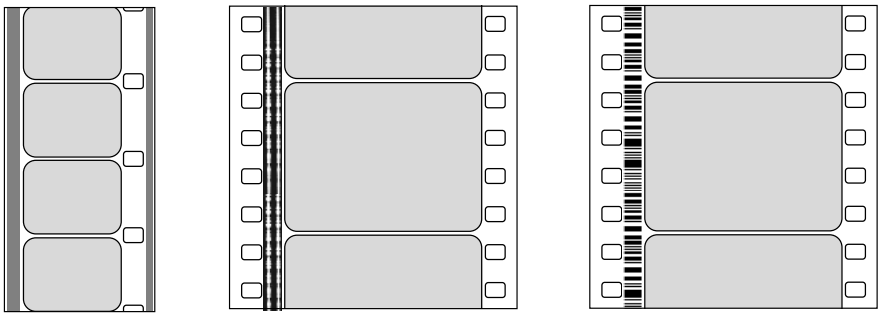

Figura 1.1. Representação das trilhas de som analógicas nas películas fotossensíveis. À esquerda, uma pista magnética em uma bitola de 16mm; no centro, a pista de área variável em uma bitola de 35mm; e à direita, a pista de densidade variável em uma bitola de 35mm. Fonte: *The Film Preservation Guide: The Basics for Archives, Libraries, and Museums.* National Film Preservation Foundation, 2004.

Não serão contempladas neste trabalho as questões relativas ao áudio digital 5.1[13], Dolby SR-D e DTS, mas a título de informação, no sistema Dolby SR-D, que é o mais comum atualmente na mixagem para os filmes brasileiros[14], o áudio está impresso na película

[12] *THE Film Preservation Guide: The Basics for Archives, Libraries, and Museums.* National Film Preservation Foundation, 2004.

[13] Sistema desenvolvido pela Dolby Laboratories, em que basicamente cria-se uma espacialização do som, com caixas de som distribuídas pela sala, com canais esquerdo, centro e direito posicionados frontalmente, surround esquerdo e surround direito posicionados nas laterais e *sub-woofer* para a reprodução de frequências graves.

[14] Os principais filmes brasileiros que chegam as salas de cinema atualmente têm sua mixagem realizada em Dolby SR-D que corresponde ao áudio digital 5.1 e seu equivalente analógico estéreo codificado chamado Dolby-SR. Porém, a projeção para o público se dá na maior parte das vezes em analógico, ou seja, em Dolby SR,

fotossensível no espaço entre as perfurações em pacotes de informação que são então reconhecidos por um equipamento acoplado ao projetor, decodificados e transmitidos para as caixas de som e no sistema DTS, que pode ser com o áudio 5.1, 6.1 ou 7.1, um CD com o áudio do filme é sincronizado, através de um sinal de *timecode*[15] impresso na cópia, com o filme em 35mm.

Há para o som ótico um teste para que se determine a melhor densidade de revelação da película fotossensível para que não haja distorções no som impresso, chamado teste de *cross-modulation.*

- *Cross-Modulation:*

O teste de *cross-modulation*, ou modulação-cruzada é uma ferramenta desenvolvida pela empresa *Kodak* para dar aos técnicos de som e fotógrafos a possibilidade de se determinar a melhor exposição de luz para a impressão da imagem e do som na película fotossensível, sem que isso seja feito de maneira empírica, havendo uma metodologia e uma base científica que garantam a qualidade máxima do material na impressão.

O funcionamento básico desse teste, para o som, se dá introduzindo um sinal eletrônico no sistema composto por duas freqüências puras e distintas, uma baixa e uma alta, onde a freqüência alta é modulada pela freqüência baixa, este é denominado *sinal de cross-modulation.*

Após o processamento do negativo, o técnico de som pode medir a distorção deste sinal com um equipamento específico, o analisador de modulação-cruzada, e determinar se o negativo foi ou não exposto adequadamente. E como o negativo de som deve então ser

---

que é uma versão derivada do áudio Digital 5.1 e que é ativado justamente quando a versão do áudio digital 5.1 impressa na cópia 35mm não consegue ser lida pelo projetor. No Dolby SR, a codificação estéreo presente na cópia 35mm transforma-se, após a decodificação, nos canais esquerdo, central, direito e surround (que passa a ser mono), logo um áudio 4.0. A esses canais soma-se o sub-woofer, que é gerado pelo próprio processador / decodificador Dolby, a partir de frequências abaixo de 120 Hz que são encontradas na banda sonora.

[15] Timecode neste caso, basicamente, é um sinal impresso ao longo da película para que o equipamento que está reproduzindo o CD com os áudios do filme possa estar sincronizado com a imagem do filme.

impresso, esse teste é realizado algumas vezes variando-se a intensidade de luz até se determinar a melhor configuração.

Normalmente as freqüências utilizadas no sinal de modulação-cruzada para este teste são diferentes para as películas de 16mm e 35mm, os valores correspondentes são[16]:

- 400 Hz e 4 KHz a 6 KHz para 16mm;
- 400 Hz e 6 KHz a 9 KHz para 35mm.

E a distorção máxima aceitável em uma gravação ótica é de[17]:

- entre 1% e 3% para 16mm;
- ≤ 1% para 35mm.

O sinal de cross-modulation está representado abaixo, conforme a figura 1.2.

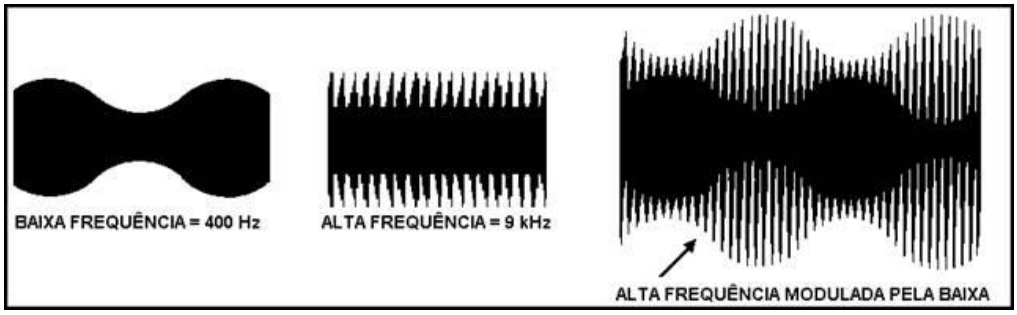

Figura 1.2. Imagem de um sinal de *cross-modulation*. Fonte: SASSO, José Luiz, *O negativo de som e o teste de modulação-cruzada.* 1984.

Lembrando que o som analógico na película fotossensível tem a sua forma de onda impressa, é essa forma de onda, com todas as variações de amplitude que o som de um filme pode ter, que será transformada e exibida. Logo, caso a película fotossensível seja sobre-exposta ou superexposta, haverá um erro na leitura deste som impresso que irá refletir na qualidade final do som do filme.

---

16 Fonte: SASSO, José Luiz, *O negativo de som e o teste de modulação-cruzada.* 1984.

17 Fonte: SASSO, José Luiz, *O negativo de som e o teste de modulação-cruzada.* 1984.

Os maiores problemas podem ser uma quantidade acentuada de distorção na sibilância[18] das palavras, além de uma redução na relação *sinal-ruído*[19] e a perda de fidelidade.

Cabe ressaltar que o teste de modulação-cruzada não era prática comum nos filmes brasileiros, quando muito era realizada a impressão de uma frase sibilante em diversas intensidades de luz para se determinar a melhor exposição de forma empírica, baseada na experiência do técnico de som.

***

A seguir, são apresentados os problemas mais gerais, normalmente relacionados à ação natural do tempo e à guarda inadequada dos suportes.

[18] Pode ser definido como uma palavra ou frase com preponderância nas letras "s" "ch", por exemplo, no qual se acentuam frequências médio-agudas.

[19] Relação sinal-ruído é a razão entre um sinal de referência e o ruído de fundo, quanto menor este sinal de referência pior a relação sinal-ruído e consequentemente haverá mais ruído de fundo no sinal.

1.1. DETERIORAÇÃO DAS PELÍCULAS FOTOSSENSÍVEIS

Os suportes e a emulsão de película fotossensível, além das mídias magnéticas deterioram-se. Existem três tipos bem definidos de causas para isso: a biológica, a química e a mecânica[20].

A deterioração biológica está ligada à proliferação de fungos, mofo e bolor, trazendo grande prejuízo à emulsão, afetando diretamente a imagem do fotograma. Está ligada diretamente à umidade relativa do ar, e também se espalha facilmente para materiais que estejam perto de algum outro material contaminado.

A deterioração química ocorre espontaneamente; a temperatura é o principal fator que acelera estas reações. Apesar de também haver a contribuição da umidade relativa do ar, seja no esmaecimento das camadas de cor ou na destruição física da película fotossensível e magnética, essa degradação inicia-se internamente nesses materiais.

A deterioração mecânica está relacionada à alteração física dos tamanhos e das formas dos materiais; neste caso, a umidade relativa do ar é também o principal fator responsável por esse problema. Por um lado, com a umidade muito baixa, igual ou inferior a 15%, os materiais ressecam. Por outro, quando a umidade está maior ou igual a 70% eles tendem a absorvê-la; então, se o armazenamento é realizado onde há uma grande variação de umidade, os materiais se expandem e contraem, causando sérios danos.

Também há as questões relativas ao manuseio inadequado, a equipamentos descalibrados e a ajustes errôneos que podem danificar as perfurações, cortar e amassar esses materiais. Porém, esses tipos de problema raramente inutilizam o negativo e podem ser reparados.

Abaixo, alguns dos problemas mais comuns encontrados nas películas fotossensíveis e magnéticas.

---

[20] ADELSTEIN, Peter Z. IPI Media Storage-Quick Reference. Image Permanent Institute. Second edition. 2009.

- *Ressecamento, encolhimento e abaulamento*[21]*:*

São as deformações que ocorrem nas películas fotossensíveis devido basicamente à perda de umidade. Os suportes de nitrato e acetato são os mais suscetíveis a esses problemas, uma vez que o poliéster tem uma resistência maior.

Normalmente esses problemas ocorrem em conjunto. Com a variação de umidade, o negativo resseca e encolhe. Porém, esse encolhimento não ocorre de maneira uniforme, causando uma diferença entre centro e bordas e o negativo, que fica com um aspecto retorcido, abaulado.

Esses problemas não são críticos do ponto de vista químico, mas fazem com que o negativo saia dos padrões dos aparelhos de reprodução, inviabilizando a reprodução e a telecinagem[22]. Em casos extremos, a restauração fica impossibilitada. Um filme ressecado perde a sua elasticidade, tornando-se quebradiço.

As bitolas de 8mm e 16mm acabam mais danificadas por sua área ser menor; um encolhimento de 0,8% para essas bitolas e de 1% para a bitola de 35mm já causa um prejuízo na projeção, enquanto um de 2% ou mais a degradação pode ser irrecuperável[23].

---

[21] CINEMATECA BRASILEIRA. Manual de manuseio de películas cinematográficas. São Paulo: Cinemateca Brasileira, 2001.

[22] Telecinagem se refere basicamente a digitalização da imagem a partir da película fotossensível.

[23] *THE Film Preservation Guide: The Basics for Archives, Libraries, and Museums.* National Film Preservation Foundation, 2004.

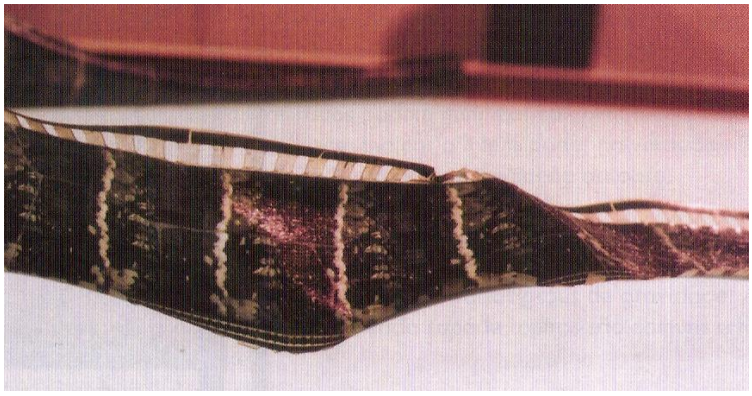

Figura 1.1.1. Película fotossensível em estágio avançado de ressecamento, encolhimento e abaulamento. Fonte: CINEMATECA BRASILEIRA. Manual de manuseio de películas cinematográficas. São Paulo: Cinemateca Brasileira, 2006.

- *Síndrome do vinagre*[24]*:*

Essa deterioração química atinge os filmes com suporte de acetato. Quando se inicia, esta deterioração é irreversível, não há como recuperar a película fotossensível ao seu estado original, mas com controle de temperatura e umidade relativa do ar pode-se retardar seus estágios de decomposição.

O primeiro estágio consiste na liberação de odor de ácido acético, que dá origem ao nome da síndrome. Neste ponto, não há alteração física no negativo, mas o processo de deterioração já está iniciado. Em uma segunda etapa, há a desplastificação do suporte, que perde sua rigidez e flexibilidade, além do encolhimento de maneira irregular e da acentuação do odor de ácido acético.

No terceiro estágio ocorre a cristalização, em que pequenos cristais esbranquiçados formam-se no suporte, deteriorando as imagens. A textura do negativo assemelha-se a papel.

O último estágio causa a perda completa do negativo; as espirais do rolo grudam e, como o negativo fica quebradiço, torna-se impossível desenrolá-lo. A emulsão dissolve-se com a ação acentuada do ácido acético e o material fica melado.

---

[24] CINEMATECA BRASILEIRA. Manual de manuseio de películas cinematográficas. São Paulo: Cinemateca Brasileira, 2006.

Além disso, o vapor de ácido acético liberado pode contaminar outros materiais próximos, principalmente se estiverem armazenados onde há pouca ventilação.

- *Hidrólise*[25]*:*

É a forma de deterioração mais violenta nos suportes de nitrato, que por suas características químicas possui grande poder de absorção de umidade.

Assim como a síndrome do vinagre, ela também ocorre em estágios. No primeiro, o negativo mela nas regiões em que a deterioração se inicia, normalmente das bordas para o centro. A imagem fica esmaecida, com uma descoloração da emulsão.

No segundo, a emulsão das partes afetadas do filme liquefaz-se e formam-se bolhas de gás, inutilizando a imagem do fotograma, além de exalar um odor nocivo.

Após isso, o negativo endurece, ficando empedrado. Nesse ponto, já não é possível desenrolar. Em seu estágio final, o negativo está totalmente esbranquiçado e quebradiço, perde toda a sua coloração e esfarela virando pó.

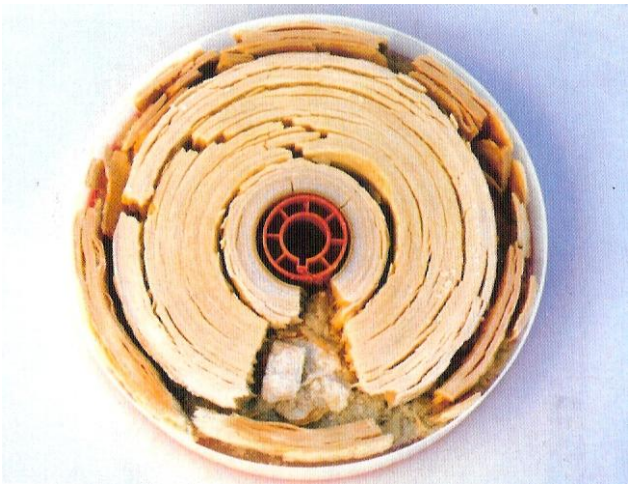

Figura 1.1.2. Negativo de filme de nitrato em seu estágio final de deterioração. Fonte: CINEMATECA BRASILEIRA. Manual de manuseio de películas cinematográficas. São Paulo: Cinemateca Brasileira, 2006.

[25] Idem, ibidem.

- *Danificação das perfurações*[26]*:*

Causada principalmente pela grifa dos projetores de filme. Os rolos dentados puxam o filme para que ele seja exibido e uma má regulagem da força neste ato causa o rompimento das perfurações.

Há também casos em que a perfuração é mastigada, ou seja, os dentes da grifa não encaixam na perfuração corretamente, danificando o suporte entre as perfurações. Em um rolo de negativo, esse tipo de problema não afeta a qualidade da imagem, que se mantém preservada, impossibilitando, no entanto, a exibição. A restauração nesses casos é feita manualmente.

- *Riscos*[27]*:*

Podem afetar tanto a emulsão quanto o suporte e ser intermitentes ou contínuos. Geralmente ocorrem no sentido horizontal do rolo de negativo, devido ao manuseio incorreto ou a problemas nos projetores, como o acúmulo de sujeira por exemplo. Com a digitalização dos fotogramas, existem atualmente diversos softwares capazes de remover este problema.

- *Sulfuração*[28]*:*

Ocorre quando a fixação e a lavagem do filme são inadequadas e a emulsão absorve resíduos químicos do processo. Pode ocorrer em toda película homogeneamente, dando-lhe um aspecto amarelado, ou em apenas algumas partes, criando manchas marrons.

- *Fungos e emboloramento*[29]*:*

Aparecem como pontos esbranquiçados e se propagam de forma geralmente circular. Costumam surgir simultaneamente em pontos distintos da película fotossensível, podendo

---

[26] CINEMATECA BRASILEIRA. Manual de manuseio de películas cinematográficas. São Paulo: Cinemateca Brasileira, 2006.
[27] Idem, ibidem.
[28] Idem, ibidem.

[29] Idem, ibidem.

mesmo atingir fotogramas inteiros. A falta de controle de umidade no ambiente de armazenamento é o principal catalisador deste problema.

Figura 1.1.3. Negativo de filme com presença de fungos. Fonte: CINEMATECA BRASILEIRA. Manual de manuseio de películas cinematográficas. São Paulo: Cinemateca Brasileira, 2006.

- *Excesso de umidade absorvida*[30]*:*

A emulsão tem por característica a absorção de água do ambiente. Além dos fungos e do emboloramento, com a absorção de água pela emulsão, a película fotossensível pode ter um inchamento, liquefazendo-se e destruindo a imagem.

[30] CINEMATECA BRASILEIRA. Manual de manuseio de películas cinematográficas. São Paulo: Cinemateca Brasileira, 2006.

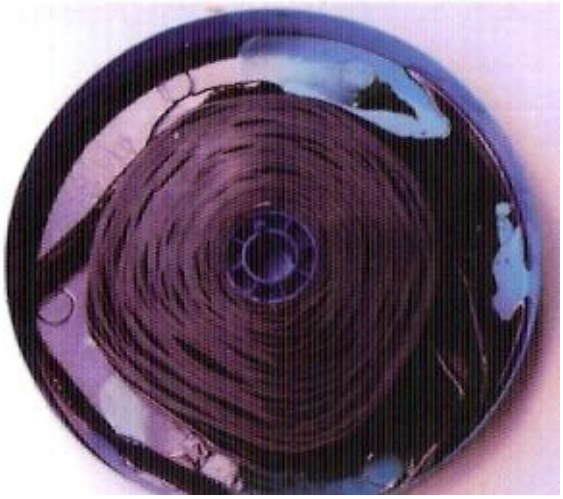

Figura 1.1.4. Negativo de filme com a emulsão dissolvida. Fonte: CINEMATECA BRASILEIRA. Manual de manuseio de películas cinematográficas. São Paulo: Cinemateca Brasileira, 2006.

- *Estriamento*[31]*:*

É causado principalmente pelo encolhimento acentuado do suporte pela perda de umidade. Como consequência, ocorre o enrugamento, que acaba sobrepondo partes do filme. Ocorre também nas mídias em magnético.

Figura 1.1.5. Imagem com emulsão estriada. Fonte: CINEMATECA BRASILEIRA. Manual de manuseio de películas cinematográficas. São Paulo: Cinemateca Brasileira, 2006.

[31] CINEMATECA BRASILEIRA. Manual de manuseio de películas cinematográficas. São Paulo: Cinemateca Brasileira, 2006.

- *Reticulação por cristalização*[32]:

Quando ocorre, está ligada à deterioração do suporte de acetato. Aparecem manchas com aspecto de cristal, em formas geométricas, em geral acompanhando o comprimento da película fotossensível.

1.2. DETERIORAÇÃO DE MAGNÉTICOS[33]

No final da década de 1940, a empresa *Ampex* desenvolveu o primeiro equipamento para reproduzir áudio baseado em fita magnética, o magnetofone. A partir daí, em 1956, a mesma empresa desenvolveu um equipamento de gravação de vídeo em fita magnética de duas polegadas, fabricada pela empresa *3M*. Na época, era muito caro, mas possuía a vantagem de poder ser reutilizado diversas vezes.

Nas décadas seguintes, diversos formatos de gravação, tanto de áudio quanto de vídeo, analógicos e digitais, inclusive de dados, utilizaram esse suporte. Atualmente, estima-se que mais de cem tipos diferentes de mídias magnéticas tenham sido desenvolvidas.

A fita magnética é um tipo de material com constituição diferente da película fotossensível. Sua estrutura consiste basicamente de uma base de poliéster, micropartículas metálicas, óxido de ferro mais comumente, e uma camada de carbono para sua proteção contra eventuais riscos e redução da fricção mecânica. Algumas fitas magnéticas de melhor qualidade possuem também um tratamento químico que auxilia, inclusive, na prevenção de fungos.

As mídias magnéticas podem gravar tanto sinais analógicos quanto digitais. Nos sistemas analógicos, o sinal é convertido em um impulso elétrico e gravado por meio de um alinhamento específico das partículas metálicas da fita magnética. Já nos sistemas digitais, o

---

[32] Idem, ibidem.

[33] BEREIJO, A. The conservation and preservation of film and magnetic materials (2): film materials, *Library Review*, Vol.53 No.6 pp323-31, 2004.

sinal é transformado em um código binário e então convertido em impulsos elétricos. Nos dois casos há a necessidade de contato físico da mídia com os cabeçotes do equipamento de reprodução/gravação.

O material analógico tem certa vantagem em relação ao digital nesse tipo de mídia, já que uma vez detectado algum problema, no analógico a possibilidade de recuperação do material, ou de parte dele, é mais viável do que no digital. Neste, uma vez corrompidos, os dados armazenados perdem-se inevitavelmente.

- *Conservação:*

A conservação de mídias magnéticas assemelha-se ao das películas fotossensíveis. Isso faz sentido se considerarmos que ambas são de base orgânica. O controle de temperatura e de umidade são fundamentais, porém questões como a qualidade da fabricação e a quantidade de vezes em que a fita magnética foi reutilizada para gravação ou reprodução também são fatores importantes que definem a sua durabilidade.

Outra forma para a conservação de mídias magnéticas é colocá-las seladas envoltas em plástico após um processo de secagem, e manter uma rotina de avançar e rebobinar essas fitas pelo menos a cada seis meses.

Além disso, o ideal é mantê-las em posição vertical, evitando deformações devido ao seu próprio peso. Fortes campos magnéticos também devem ser evitados; eles não causam problemas físicos ao suporte, mas causam um desarranjo e um desalinhamento nas partículas metálicas, apagando todo o material gravado nas fitas.

A durabilidade de uma mídia magnética e a sua utilização como formato para arquivamento é um assunto muito controverso. Para Wheeler (2002), por exemplo, ela pode chegar a centenas de anos se os suportes forem mantidos a uma temperatura de 5 °C com umidade relativa do ar por volta de 25%, mesmo sendo suscetíveis a campos magnéticos. Já

Volkmann (1967) é crítico quanto a isso, argumentando que, por ser de base orgânica, sua durabilidade é similar à de películas fotossensíveis.

Porém, os fabricantes normalmente estimam uma expectativa de vida de 25 anos em condições ambientais normais, ou seja, a 25 °C e umidade relativa do ar de até 90%. Obviamente, essa durabilidade varia muito em função das condições de guarda e de manuseio.

Existem algumas patologias que são encontradas em mídias magnéticas. Abaixo, segue uma breve descrição sobre as mais comuns.

- *Sticky-Shed syndrome*:

O poliuretano que compõe uma das camadas das fitas magnéticas tem a propriedade de absorver a umidade, reagindo quimicamente, como a hidrólise, alterando a sua estrutura molecular. O primeiro sinal desse problema é o aparecimento de um resíduo pegajoso na superfície da fita, que quando reproduzida faz com que este resíduo grude na cabeça de leitura do equipamento de reprodução.

- *Flacking off (descamação)*:

Na presença de umidade e de temperaturas inadequadas, as diferentes camadas que compõem a fita magnética se expandem e se contraem de maneira diferente. Esses movimentos descolam as partículas metálicas da base plástica da fita, podendo em alguns casos destruir completamente o conteúdo existente.

- *Fungos*:

Novamente, a umidade é a principal causadora desse problema. Os fungos podem inutilizar a fita e o seu conteúdo. Além disso, com a liberação de esporos, eles podem se espalhar para outras fitas que estejam no mesmo ambiente.

- *Meios de reprodução*:

As mídias magnéticas são muito sensíveis em relação aos mecanismos de reprodução. Um fator importante refere-se ao alinhamento das cabeças de reprodução, que no caso de alguma incompatibilidade com a gravação da fita, pode gerar instabilidades na reprodução do material gravado, causando, por exemplo, *drops*[34] de imagem para o vídeo e ruídos intermitentes para o áudio.

Porém, em geral isto somente afeta a reprodução do material e não o seu conteúdo. O ajuste de tensão das máquinas de reprodução é um segundo fator e, neste caso, erros no ajuste podem causar danos e deformações na mídia magnética. Geralmente a tensão é pré-determinada pelo fabricante e uma variação de 1% já é suficiente para fazer com que problemas físicos aconteçam.

As fitas magnéticas, principalmente fitas antigas e bastante reutilizadas, têm a característica de liberar o material de sua composição, partículas metálicas, durante a reprodução, sujando as cabeças de reprodução. Elas devem ser limpas[35], evitando-se assim interferências na reprodução e contaminação de outras fitas que porventura sejam reproduzidas no mesmo equipamento.

***

Neste capítulo foram apresentados os principais problemas nos materiais das mídias utilizadas na gravação/reprodução de som nos filmes, no capítulo a seguir trataremos das características do som no universo digital, onde atualmente é o universo que apresenta papel importante na restauração sonora.

[34] Um erro na leitura da fita magnética causa um defeito na imagem reproduzida, o material gravado está em boas condições, mas a reprodução é deficiente.

[35] Normalmente se utiliza álcool isopropílico para esta finalidade.

CAPÍTULO 2 - ÁUDIO DIGITAL E SUAS FERRAMENTAS

Atualmente, a utilização de computadores tornou-se imprescindível em diversas áreas, e isto também se aplica à restauração sonora. Esta parte do trabalho destina-se a descrever e discutir algumas ferramentas utilizadas na restauração, edição e masterização de som.

Além de softwares dedicados, a utilização de *plugins*[36] é fundamental para a obtenção de um resultado adequado no que se refere à restauração de som. Obviamente, não há possibilidade de se incluir nesse trabalho todas as opções atualmente disponíveis, por isso, trataremos aqui apenas alguns dos mais utilizados para facilitar o entendimento do que será discutido posteriormente, ao exemplificarmos a metodologia de trabalho em um processo de restauração sonora.

Começaremos descrevendo de maneira sucinta o processamento digital, ou seja, como a linguagem binária dos computadores reconhece, interpreta e reproduz algo que para nós é orgânico e natural como o som.

A onda sonora, que é um processo mecânico e físico, quando inserida no computador, transmutando-se em um código binário, torna-se algo virtual e manipulável de forma precisa e pontual, codificada de maneira que a sua reprodução e duplicação sejam sempre idênticas, não havendo nenhuma perda geracional.

2.1. O ÁUDIO E O PROCESSAMENTO DIGITAL

Principalmente a partir do ano 2000, com a capacidade de processamento e de armazenamento dos computadores aumentando exponencialmente, a manipulação de mídias - tanto de imagens em movimento como de áudio - tornou-se efetivamente uma realidade. Se pensarmos no som analógico como algo contínuo, na transdução para o digital temos valores

[36] São módulos complementares que adicionam funcionalidades atuando dentro dos *softwares*.

discretos, ou seja, a representação do som no meio digital dá-se por passos quantizados bem determinados. Isso traz algumas vantagens e desvantagens em relação ao som analógico.

Uma das principais vantagens é a não degradação do sinal. Em meios analógicos, a cadeia de processamento por onde o sinal passa também é analógica; há, portanto, características inerentes a cada equipamento da cadeia, que podem acarretar ruídos e distorção, por exemplo.

Essa característica do universo analógico é inevitável e depende muito da qualidade dos componentes e de sua fabricação. Esses ruídos e distorções analógicos propagam-se e somam-se, fazendo com que em cada etapa no processamento do sinal haja uma herança espúria, que acaba incorporada ao resultado final no processamento analógico.

Porém, como dito antes, o sinal digital é quantizado, e a qualidade de sua representação está diretamente ligada, entre outras coisas, ao espaçamento dessas pequenas amostras e em como o processamento computacional resolve, ou interpola, os pontos intermediários desta quantização. Isso já foi um problema até meados da década de 1990 devido a limitação tecnológica, mas atualmente a limitação encontra-se mais na falta de conhecimento técnico e de procedimentos do que propriamente na qualidade dos conversores.

Além disso, nos processadores analógicos o som flui em tempo real por seus componentes, não perdendo a sua característica de continuidade e, em equipamentos de qualidade, há um enriquecimento de harmônicos, mantendo o som com as suas características orgânicas.

Não será pretensão deste estudo debater a comparação qualitativa entre os universos analógico e digital; cada um apresenta suas características e devemos aprender a utilizar o que cada um tem de melhor a oferecer, além de entender as soluções que podem ser dadas a cada situação.

No caso deste estudo, é imutável o fato de que todas as matrizes utilizadas para a restauração sonora têm as suas origens no universo analógico e que necessariamente passam por um tratamento no universo digital. Além disso, não é incomum a volta ao mundo analógico após a finalização do processo de restauração sonora.

Os dois principais componentes para a representação da informação de áudio são a *taxa de amostragem*, ou *sampleamento*, e a *quantização*, ou *bit depht*. Eles estão relacionados respectivamente à frequência de amostragem e à amplitude de um sinal de áudio digitalizado.

As principais características do áudio digital serão descritas abaixo, começando pela teoria que deu início a isto.

- *Teoria de amostragem e freqüência de Nyquist*[37]*:*

A ideia de amostragem está relacionada a várias áreas do conhecimento. Diversos matemáticos contribuíram para a sua formulação, como o francês Augustin-louis Cauchy e o escocês E.T Whittaker, entre outros.

Porém, o engenheiro Harry Nyquist é considerado como o primeiro a organizar de forma coerente a aplicação da amostragem na área da comunicação. Em 1925, Nyquist publicou o seu trabalho: "*Certain Factors AffectingTelegraph Speed",* no qual provou que a quantidade de pulsos que um telégrafo poderia transmitir em uma linha por unidade de tempo é proporcional à largura de banda da linha.

Já em 1928, com o trabalho *"Certain Topics in Telegraph Transmission Theory"*, Nyquist complementou suas pesquisas provando que para uma total reconstituição do sinal emitido é necessária uma largura de banda de frequência proporcional à velocidade do sinal, e que a largura de banda mínima é igual à metade do número de elementos codificados por segundo.

[37] POHLMANN, Ken C. *Principles of digital audio*. 5.ed. New York: Mc Graw Hill, 2005.

É sabido que o ouvido humano tem a capacidade de distinguir frequências sonoras em um espectro de 20 a 22.000 Hz[38]. Se aplicarmos ao áudio digital a teoria de amostragem e frequência de Nyquist, que diz que a taxa de amostragem deve ser no mínimo o dobro da maior frequência do sinal digitalizado, concluímos que para não haver perdas perceptíveis na digitalização de um áudio analógico, a taxa de amostragem deverá ser, em teoria, de pelo menos 44 KHz. Ou seja, o conversor A/D (analógico/digital) deverá obter a cada segundo de áudio analógico 44.000 amostras.

Porém, em geral temos que o padrão é de 44.100 Hz[39], essa pequena diferença acontece somente para facilitar computacionalmente os cálculos, já que é possível fatorar este número em números pequenos mais redondos:

$$44100 = 2 \times 2 \times 3 \times 3 \times 5 \times 5 \times 7 \times 7$$

Uma observação que deve ser feita é que as amostras são tomadas pelo computador com igual espaçamento entre elas. Isso significa que no caso de 44100 amostras, o que o computador faz é dividir 1 segundo por 44100.

Isso implica que, para frequências altas, com comprimentos de onda menores, temos uma quantidade de amostras menor por período em relação às frequências mais baixas. Estas possuem comprimentos de onda maiores, chegando-se ao limite em que, respeitando-se a frequência de Nyquist, em uma frequência de 20000 Hz, temos apenas duas amostras na digitalização para representar essa frequência, o que não é uma representação fiel.

Resumindo, a teoria de Nyquist leva ao que é denominado *taxa de amostragem,* que é a quantidade de vezes que o computador retira uma amostra do som analógico para representá-lo como áudio digital. Sua unidade é o hertz (Hz), ou *vezes por segundo*. Atualmente os padrões são de 44.1 KHz para áudio com a finalidade de música para CD e

[38] Estes valores dependem de pessoa para pessoa e variam com a idade.

[39] Este valor é o padrão para o áudio de CDs de música.

48 KHz para áudio com a finalidade para cinema e vídeo. Entretanto, deve-se considerar que já existem pessoas trabalhando com múltiplos destes valores.

- *Aliasing:*

É uma deficiência dos processos de digitalização que se manifesta como uma distorção e está associada à não obediência à teoria de amostragem e à frequência de Nyquist.

Esse problema ocorre quando há frequências na digitalização que estão acima da determinada pela relação de Nyquist, fazendo com que o sistema interprete e assuma que aquela amostragem refere-se a uma outra frequência.

A figura 2.1.1 demonstra a situação:

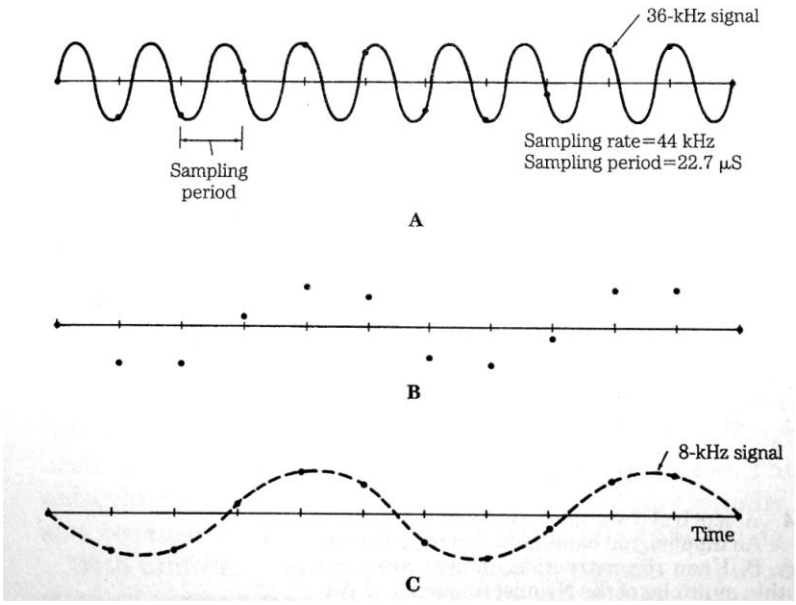

Figura 2.1.1. Demonstração de *aliasing*. Quando uma frequência é maior do que a metade da frequência de amostragem, o sistema é "enganado", No exemplo, uma frequência de 36 KHz é entendida pelo sistema como uma frequência de 8 KHz. Fonte: POHLMANN, Ken C. *Principles of digital audio*. 5.ed. New York: Mc Graw Hill, 2005.

Esse "mascaramento" de uma frequência não é um grande problema e é facilmente evitado limitando o espectro de frequências que serão digitalizados pelo sistema através de um *filtro passa-baixa*[40].

- *Quantização*[41]*:*

A quantização está diretamente relacionada aos valores da amplitude das formas de onda digitalizadas pelo sistema em um determinado tempo e é complementar à taxa de amostragem na caracterização de um som.

Sua acurácia é determinada pela resolução do sistema e a qualidade da conversão A/D (analógico/digital) depende dos finitos níveis quantizados do áudio digital em relação às infinitas possibilidades de amplitude de um áudio analógico. Assim, quanto maior o número de níveis quantizados, melhor será a representação digital da amplitude do áudio analógico.

Sua resolução é dada pela palavra binária em *bits*, em linguagem matemática, o comprimento da palavra binária (ou níveis quantizados) é obtido elevando o número de *bits* como expoente a base 2, pela seguinte fórmula: $N=2^n$, no qual N representa os intervalos da quantização e n, o número de *bits* da palavra binária.

Isso é exemplificado na tabela 1.

[40] Filtro passa-baixa, para este caso, limita quais as frequências serão consideradas pelo sistema, sendo então entendidas somente frequências que estarão abaixo do que for determinado. Por exemplo, configurando-se o filtro passa-baixa em 16 KHz, frequências acima desse valor não serão consideradas e portanto, o mascaramento do *Aliasing* será evitado.

[41] POHLMANN, Ken C. *Principles of digital audio*. 5.ed. New York: Mc Graw Hill, 2005.

$2^1 = 2$	$2^{14} = 16.384$
$2^4 = 16$	$2^{16} = 65.536$
$2^6 = 64$	$2^{18} = 262.144$
$2^8 = 256$	$2^{20} = 1.048.576$
$2^{10} = 1.024$	$2^{22} = 4.194.304$
$2^{12} = 4.096$	$2^{24} = 16.777.216$

Tabela 1: Valores de passos quantizados dados pelo número de bits utilizados em uma palavra binária.

Porém, mesmo com altos valores de *bits* e consequentemente, níveis quantizados menores, pode ocorrer que um determinado valor de amplitude de um som analógico esteja exatamente entre dois níveis de quantização. Neste caso, ocorre um *erro de quantização*, já que o sistema deverá optar pelo nível imediatamente inferior ou superior, e esses erros manifestam-se na forma de distorção, e são perceptíveis ou não dependendo do sinal digitalizado.

Existe uma relação entre a amplitude máxima do sinal e o máximo de erros de quantização, que é dada por *S/E*, em que *S* é a amplitude máxima e *E* é o máximo de *erros de quantização*. Esta razão é similar ao que chamamos de relação sinal-ruído em um sistema analógico.

Em termos gerais, temos que a cada *bit* adicional na palavra binária há uma redução de aproximadamente 6dB (decibéis) na relação S/E. Por exemplo, em uma digitalização com resolução de 24 bits, a relação S/E é de aproximadamente 144 dB, já em uma resolução de 16 bits temos a relação S/E com aproximadamente 96 dB, o que já é considerado aceitável para os padrões de música e até do cinema.

Colocando de outra forma, essa relação afeta a faixa dinâmica[42] do áudio digitalizado. Assim, em 24 *bits* a diferença entre o som de menor amplitude e o de maior amplitude de um mesmo arquivo de som será de 144 dB, enquanto em 16 bits esta faixa dinâmica será de 96 dB.

Para comparação, no som analógico a película de 35mm tem uma faixa dinâmica, em geral abaixo de 30 dB e o 16mm uma faixa dinâmica abaixo de 25 dB[43].

- *Distorção de Quantização:*

Como os erros de quantização colocados anteriormente são produtos de uma deficiência no processo de digitalização, alterando o sinal original, o seu efeito não pode ser colocado como ruído, sendo preferencialmente nomeado como distorção[44].

A percepção dessa distorção está relacionada à amplitude do sinal de entrada. Em música, por exemplo, em que em geral há uma constante alta amplitude do sinal de entrada, essa distorção é percebida como ruído branco[45], porém a sua origem varia de acordo com a intensidade e com a natureza do sinal de entrada.

A distorção de quantização também pode aparecer devido a um problema de *aliasing*, quando o sinal de entrada possui componentes acima do valor da frequência de Nyquist, que podem ser harmônicos das frequências do sinal de entrada.

- *Dither:*

É a solução para a distorção de quantização. Diretamente é um ruído aleatório, que soa com um chiado. Esse chiado é acrescido ao sinal que será digitalizado, na entrada, próximo à amplitude do LSB, ou *Less Significant Bit*; isso significa que em sinais com baixa amplitude,

---

[42] Faixa dinâmica é a relação entre o nível de áudio máximo e mínimo, ou seja, quanto menor a faixa dinâmica, menor deve ser a diferença entre o som com intensidade mais baixa e o som com intensidade mais alta.

[43] STEER, Maxwell. *A brief history of film dubbing*. 1995.

[44] POHLMANN, Ken C. *Principles of digital audio*. 5.ed. New York: Mc Graw Hill, 2005.

[45] som gerado a partir de todas as frequências do espectro auditivo soando simultaneamente, dando a sensação de um chiado.

em que a distorção de quantização torna-se mais comprometedora, esse ruído aleatório faz com que o menor sinal digitalizável pelo sistema esteja abaixo do menor nível da amplitude do som a ser digitalizado.

Em outras palavras, o *noise floor*[46] do sinal de entrada no sistema é modificado, ficando com um valor de amplitude abaixo do que o mínimo do som original que será digitalizado. O que aparentemente soa como paradoxal, já que se está adicionando um chiado no sistema – mesmo que inaudível – acaba sendo a solução mais eficiente para se evitar as distorções de quantização, principalmente nos casos de digitalização de sons com baixa amplitude.

O *dither* é também utilizado quando a resolução em bits de um áudio será diminuída do original para uma cópia, tudo no universo digital. Por exemplo, num procedimento em que um áudio com 16 bits de quantização é convertido para uma cópia em 8 *bits* de quantização, causa-se muita distorção de quantização, pois o sistema tem que "acomodar" todos os intervalos de amplitude de um áudio em 16 *bits* em intervalos de amplitude maiores na resolução de 8 *bits*, em que muitos pontos da amplitude do áudio original ficarão entre os intervalos.

O resultado obtido com a aplicação do *dither* está exemplificado na figura 2.1.2.

[46] Colocado neste contexto como o som com a menor amplitude reconhecida pelo sistema na digitalização de um som analógico.

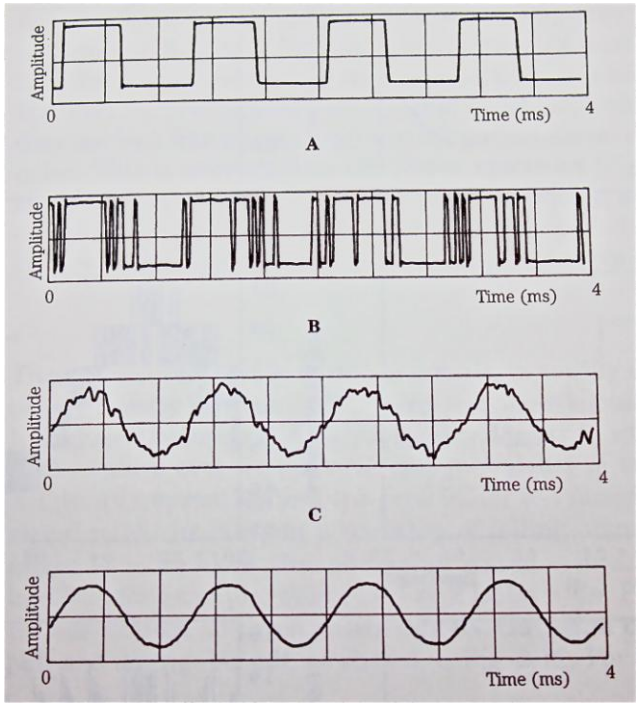

Figura 2.1.2. **Demonstração de *dither.*** *Dither possibilita a codificação de informação abaixo do bit significante mínimo (LSB).* ***A.*** *Uma frequência de 1 KHz com a amplitude de metade do LSB produz uma onda quadrada.* ***B.*** *Dither de um terço da amplitude de LSB adicionado a senoide antes da quantização.* ***C.*** *Modulação carrega a informação da onda senoidal, como visto após 32 médias.* ***D.*** *Modulação carrega a informação da onda senoidal, como visto após 960 médias. Fonte:* POHLMANN, Ken C. *Principles of digital audio*. 5.ed. New York: Mc Graw Hill, 2005.

2.2. SOFTWARES E PLUGINS

Atualmente existe uma infinidade de softwares e *plugins* de áudio. As mais variadas ferramentas para as mais diversas necessidades são encontradas no mercado. Não há nenhuma opção que seja uma ferramenta definitiva, em que o processamento solucione todas as questões referentes à restauração sonora.

A diversidade dos algoritmos[47] de programação e como eles se comportam com a diversidade infinita dos sinais de áudio e seus problemas fazem com que determinadas ferramentas sejam úteis em solucionar determinados problemas. Não é incomum que *plugins* desenvolvidos por diferentes empresas para uma finalidade específica tenham desempenho muito distinto em um mesmo sinal aplicado. Também não são incomuns algumas situações

[47] Algoritmo, basicamente, é a sequência de comandos empregada na programação de um software para a solução das questões aos quais o software se propõe. Portanto, mesmo softwares com a mesma finalidade possuem algoritmos diferentes, o que reflete na sua eficiência.

em que um *plugin* aplicado em um sinal de áudio tem um desempenho insatisfatório, mas quando aplicado a um outro sinal com um problema aparentemente similar, atenda as expectativas.

As escolhas dessas ferramentas é pessoal, cada técnico de som tem as suas preferências de acordo com as suas necessidades e seu hábito.

Abaixo, uma breve descrição de alguns softwares e *plugins* que são comumente utilizados nos procedimentos de restauração sonora.

- *Pyramix*[48]

Criado pela empresa *Merging Technologies*, atualmente na sua versão 8.0, este software multipista trabalha a partir de um hardware dedicado da própria empresa.

Algumas de suas características básicas são a capacidade de converter os arquivos para diversos *frame rates*[49], fazer *pull down* e *pull up*[50] para compatibilização de velocidades com vídeo e a exportação de suas sessões de edição para diversos formatos comuns a outros softwares, além da capacidade de manter em sua *timeline*[51] arquivos de áudio em diversos formatos simultaneamente.

Outra característica particular é que o *hardware* dedicado deste *software* é completamente digital, ou seja, suas entradas e saídas têm a capacidade de receber sinal

---

[48] Disponível em <www.merging.com>. Acesso em jan. 2013.

[49] Frame rate, basicamente, é a taxa de quadros por segundo que o áudio e vídeo são reproduzidos.

[50] *Pull down* e *pull up* estão ligados a velocidade do áudio em relação ao vídeo. Como em geral estes são gravados em equipamentos diferentes e com tratamento diferente na pós-produção, podem haver disparidades na velocidade que cada um é reproduzido, sendo necessário um ajuste de *pull* para corrigir isto. Na prática, *pull down* significa reproduzir o áudio a uma velocidade 0,1% mais lento que o áudio original, enquanto no *pull up* reproduz-se 0,1% mais rápido.

[51] *Timeline* refere-se à linha de tempo, janela básica nos *softwares* de edição de som e de imagem, em que são realizadas as edições do material.

AES/EBU[52] diretamente, sem a necessidade de conversores A/D (analógico/digital) e D/A (digital/analógico).

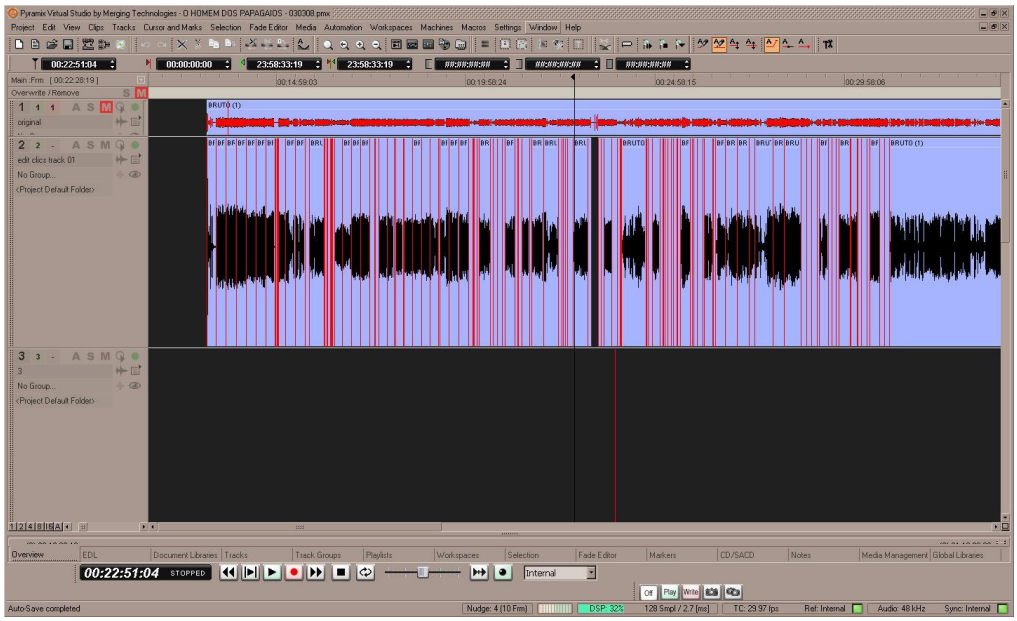

Figura 2.2.1. Print screen da timeline do software *Pyramix 5.1.13*.

- *AVID - Pro Tools*[53]

Este *software* é atualmente uma referência mundial em relação à gravação, edição e mixagem de som, tanto para música quanto para cinema.

Desenvolvido pela empresa *Digidesign* há mais de 20 anos, agora pertence à empresa *Avid Technology*. Em sua versão mais profissional, a sua arquitetura é também baseada em um *hardware* externo para processamento de *plugins* em tempo real e de entradas e saídas de áudio tanto analógicas quanto digitais.

O grande diferencial é a acessibilidade que permite, já que possui diversas versões - desde as mais simples e básicas até as mais profissionais e, portanto, com recursos mais avançados.

---

[52] AES/EBU é um formato de áudio digital desenvolvido pela Audio Enginnering Society (AES), juntamente com a European Broadcasting Union (EBU) em 1985, também chamado de AES3.

[53] Disponível em <www.avid.com>. Acesso em jan.2013.

Porém, todas as versões são compatíveis entre si, o que facilita o intercâmbio entre elas; além disso, nas versões mais profissionais é possível o intercâmbio com a maioria dos outros *softwares* do mercado.

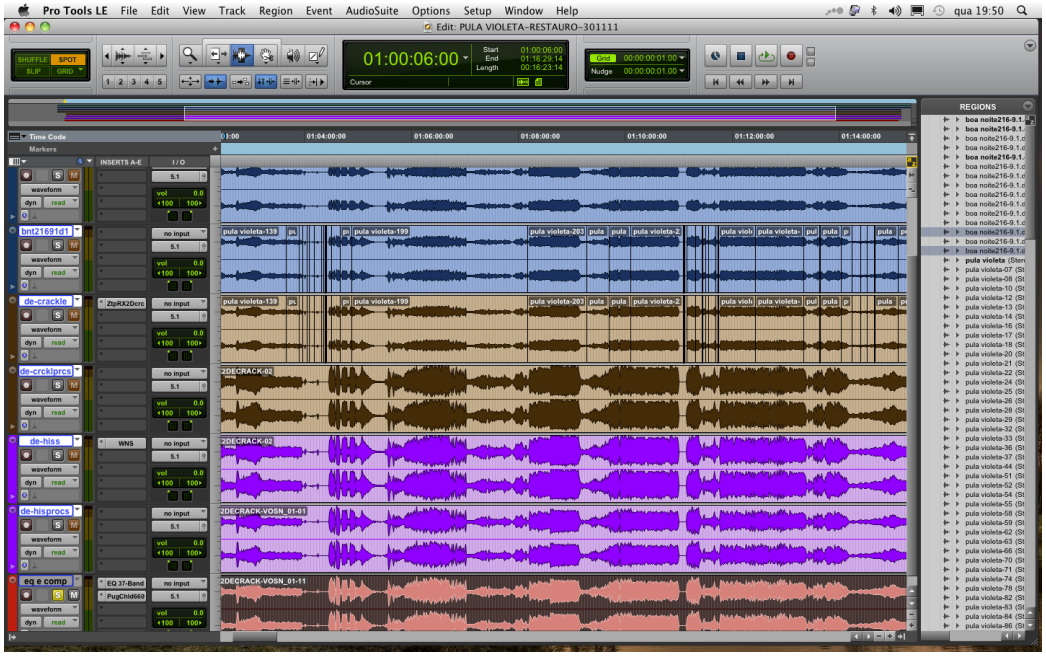

Figura 2.2.2. Print screen da timeline do software *ProTools 8.0.5*

- *Cedar Audio*[54]

Pode-se considerar a empresa Cedar Audio como uma das mais importantes no segmento de restauração sonora. Fundada em 1988 e com uma forte ligação com a Universidade de Cambridge, onde surgiu a partir de uma tese de doutorado em restauração de áudio digital, seu campo de atuação vai desde o cinema e a música até acervos de bibliotecas, além da restauração sonora com finalidade forense.

Figura 2.2.3. Frente do hardware Cedar declicker, retirada do site da empresa.

[54] Disponível em <www.cedar-audio.com>. Acesso em jan. 2013.

Até recentemente, seus produtos eram exclusivamente *softwares* ligados a *hardwares* dedicados, nos quais o som fluía em tempo real e a saída deste sistema era o sinal restaurado. Atualmente, existem também *plugins* específicos que operam dentro de *softwares* como *Pro Tools* e *Pyramix*, citados anteriormente.

- *Waves – WNS Noise Supressor*[55]

Esta empresa foi fundada em 1992 e tem sua origem em Israel e nos EUA. Ela é especializada em processadores de áudio para diversas necessidades, não apenas para restauração sonora.

O *plugin* apresentado para redução de ruído é utilizado principalmente em ruídos globais, ou para ruídos de fundo presentes em todo sinal de forma homogênea. Possui um *display* gráfico que auxilia na visualização das frequências que estão sendo afetadas.

Seu funcionamento básico necessita de uma amostragem do ruído que se deseja retirar do sinal de áudio. A partir disso, o *plugin* sugere uma curva de supressão deste ruído que o usuário pode alterar até que alcance o resultado que julgar adequado para a situação.

[55]Disponível em <www.waves.com>. Acesso em jan. 2013.

Figura 2.2.4. Imagem do *plugin* WNS Noise Supressor da empresa Waves, retirada do site da empresa.

Com isto, finalizamos esta parte do trabalho referente às questões mais técnicas. No capítulo seguinte, discutiremos a restauração sonora mais profundamente através de exemplos de projetos realizados, além dos limites na alteração das obras restauradas.

CAPÍTULO 3. RESTAURAÇÃO

Escrever sobre a restauração de imagem e de som de filmes no Brasil é uma tarefa complexa, já que os trabalhos realizados com este objetivo aconteceram no país, durante muito tempo, de maneira intermitente e pontual. Até meados da década de 90, tudo o que se referia à prática dessas restaurações ocorria em grande parte por louváveis iniciativas individuais de profissionais das cinematecas, principalmente da Cinemateca do Museu de Arte Moderna (RJ) e da Cinemateca Brasileira (SP), que se dedicavam a não permitir a extinção dessas obras.

Ainda assim, para este período utilizamos o termo restauração basicamente como uma duplicação[56]; todos os procedimentos realizados eram baseados em um certo empirismo, inclusive para driblar as limitações técnicas dos equipamentos disponíveis.

O apoio governamental era muito pequeno, e ainda hoje, mesmo com todo o esforço das cinematecas e com uma consciência da importância da preservação mais consolidada, não temos conhecimento se há por parte do Estado uma política definida para esta finalidade, o que percebemos são editais esporádicos que contemplam essa questão.

O primeiro laboratório para a restauração de películas no Brasil entrou em atividade no ano de 1977 na Cinemateca Brasileira, idealizado por Carlos Augusto Machado Calil, que retornava de Berlim após participar do segundo curso de verão realizado pela FIAF[57]. Esse laboratório, que está na ativa até hoje, foi montado primordialmente com equipamentos sucateados da empresa Rex Filmes, o que refletia a falta de equipamentos mais específicos para a finalidade de recuperação de filmes. O laboratório não dispunha, por exemplo, de uma

[56] Conceito estabelecido por Paul Read e Mark-Paul Meyer em que duplicar um filme torna-se fundamental para salvaguardar uma obra, causando alterações irreversíveis na obra original devido a questões fotoquímicas.

[57] BUARQUE, Marco Dreer. A experiência com restauração de filmes no Brasil. *Mosaico*, Rio de Janeiro, Cpdoc/FGV, v. 3, n. 5, 2011.

copiadora especial para filmes encolhidos, tendo que adaptar uma copiadora normal para essa finalidade[58].

Os dois primeiros filmes então duplicados por este laboratório, devido ao avançado estágio de deterioração, foram *"Rio 40 graus"* (1955), de Nelson Pereira dos Santos e, *"Agulha no palheiro"* (1953), de Alex Viany. Porém, para Calil os resultados alcançados não foram completamente satisfatórios, devido ao fato do contraste ter ficado muito duro[59], ou alto contraste[60].

Antes disso tivemos, fora do universo das cinematecas, o esforço individual da restauração do filme *"Limite"* (1931), de Mario Peixoto. O processo iniciou-se em 1959, quando Plínio Sussekind Rocha detectou o princípio da deterioração de uma cópia do filme em base de nitrato. A partir daí, Saulo Pereira de Mello é convidado para auxiliar na preservação do filme.

Saulo Pereira, então de posse desta cópia, e sem muito conhecimento específico na área de restauração de negativos, utiliza a sua experiência em processos fotográficos como base de seu trabalho, o que o leva a técnicas consideradas inadequadas atualmente, como a exposição ao sol dos negativos. De qualquer modo, com muito esforço e paciência, além de investimento financeiro particular e de uma pesquisa apurada, o filme pôde ter sua primeira exibição pública em 1978[61]. Mas vale observar que o filme ainda teve um segundo processo de restauração, já com técnicas atuais, iniciado em 2007 e finalizado em 2009 pela World Cinema Foundation[62], em parceria com Walter Salles Jr, a Cinemateca Brasileira, a Funarte, a ZZ Productions e a Arte France.

---

[58] Idem, ibidem.
[59] BUARQUE, Marco Dreer. A experiência com restauração de filmes no Brasil. Mosaico, Rio de Janeiro, Cpdoc/FGV, v. 3, n. 5, 2011.
[60] Alto contraste, basicamente, é quando a definição de uma imagem é aumentada, reforçando-se os tons claros e escuros.
[61] Idem, ibidem.
[62] Fundação de Martin Scorsese para a preservação de filmes com risco de desaparecimento.

Mas até este momento, estamos lidando aqui com a preservação sendo realizada no universo fotoquímico e de forma artesanal, no sentido de que todo o trabalho era realizado manuseando-se os materiais. Porém, principalmente a partir de 2000, temos a introdução das ferramentas digitais no processo, que mesmo ainda no início de seu desenvolvimento, vieram a viabilizar correções que antes eram impossíveis ou não atingiam um resultado satisfatório. Porém, este "poder" ilimitado na alteração dos fotogramas traz consigo questões éticas e conceituais fundamentais sobre os limites de uma restauração na alteração de uma obra.

É a partir deste período que passaremos a ter, no Brasil, a restauração de filmes de autores importantes do Cinema Novo, como Glauber Rocha (a partir de 2000), Joaquim Pedro de Andrade (a partir de 2004) e Leon Hirzman (a partir de 2006), sempre com a participação das famílias desses autores com papel de destaque.

E para essas obras a questão da restauração do som, foco deste trabalho, foi também considerada pelos realizadores.

É necessário citar também o trabalho do restaurador brasileiro João Sócrates de Oliveira, diretor da *Prestech Film Laboratories*, situada em Londres e que participou na restauração das imagens em movimento da obra de Glauber Rocha.

Um de seus trabalhos é com o filme *Cabiria*, do italiano Giovanni Pastroni, que possue duas versões: uma de 1914 e outra de 1931 sonorizada. O interessante aqui é que apesar de o som ótico já estar disponível na época da versão do filme sonorizada, este teve sua banda sonora realizada em discos de shellac, através do sistema *bixiophone*[63]. Esta opção se deu porque o filme havia sido rodado em 1914, a 16 fotogramas por segundo, e caso se optasse pelo som ótico, que é reproduzido a 24 FPS[64], haveria uma discrepância de velocidade

[63] DE OLIVEIRA, João Sócrates. *A restauração de cabiria - CABIRIA & CABIRIA - IL RISTAURO*. Tradução : Marcello G. Tassara. Torino, 20-21 marzo 2006.

[64] FPS – *Frames per second* (Quadros por segundo ou Fotogramas por segundo).

que afetaria o resultado sonoro do filme. Pastroni então optou finalizar esta versão sonorizada com velocidade de 20 FPS e redigiu um guia a ser seguido para o som do filme durante as exibições, neste guia ele determinava a velocidade do gramofone, que não era fixa ao longo do filme, e os momentos em que o som deveria ter sua intensidade aumentada ou diminuída.

Este filme possuí 14 rolos e 14 discos com a banda sonora correspondendo a cada um dos rolos, sendo que todos os volumes foram recuperados para a restauração, mas bastante deformados e com sinais de uso aparente devido ao desgaste dos sulcos, o guia sonoro também foi obtido e foi fielmente respeitado para a versão final restaurada do som do filme, finalizada em 2006.

Com esta primeira experiência descrita, discutiremos a seguir sobre alguns trabalhos de restauração sonora realizadas no Brasil, e finalizando com uma discussão a respeito dos procedimentos técnicos envolvidos.

3.1. Restauração Sonora

Como se vê, a restauração sonora de filmes pode ser considerada como algo bastante recente no Brasil. Segundo José Luiz Sasso[65], antes de 2005 o máximo que se fazia era corrigir alguns problemas com uma nova masterização, somente com equalizadores e uma atualização ou transferência de suporte quando este se apresentava em condições muito precárias, devido a uma preservação inadequada. Não havia o que é atualmente considerado pela FIAF[66] como uma restauração, com garimpagem de materiais, documentação dos processos e das etapas pelas quais o material é submetido, além da utilização de *hardwares*,

[65] SASSO, José Luiz. Entrevistador: Sandro Dalla Costa. São Paulo: 2011.

[66] Disponível em: <http://www.fiafnet.org >. Acesso em jul. 2012.

softwares, *plugins* e reedições de artefatos[67] presentes nas matrizes utilizadas e daqueles gerados a partir do processamento digital do áudio.

Segundo Luiz Adelmo Fernandes Manzano[68], antes de 2005 já havia tecnologia para a restauração digital de áudio, porém os custos de *hardwares*, *softwares e plugins* acabavam tornando impraticável a aplicação destas tecnologias nesta finalidade. Elas eram utilizadas quase exclusivamente na área musical, em que gravações antigas eram digitalizadas e tratadas para uma futura transferência para o CD.

No entanto, as formas de tratamento para música e para banda sonora de filmes em geral diferem na forma como esses materiais passam pela restauração, já que as músicas geralmente possuem uma dinâmica mais constante e com menos elementos do que a banda sonora dos filmes. Além disso, a maneira de abordagem do trabalho também é diferente.

Para Luiz Adelmo,

> ... então a referência que eu tinha era o processo que eu vivi nos anos 90, nas músicas e discos que eram aproveitadas do vinil para o CD, e a referência era tudo que puder tirar de chiado, puder limpar, tá valendo, então era muito limitado, era tirar todo aquele chiado e pronto...

Já para a banda sonora de filmes, as relações entre ambientes, músicas, ruídos e diálogos são bastante complexas e a maneira como cada um desses elementos deve ser tratado faz com que o trabalho apresente um desafio maior. Mas é claro que isso também varia de filme para filme.

O primeiro trabalho deste tipo, para Sasso, começa com a restauração do filme *Terra Em Transe* (1967), de Glauber Rocha, realizada entre 2005 e 2006. Naquele momento, havia um projeto de restauração de imagem e de som da obra de Glauber Rocha que estava sendo

---

[67] Artefato, neste contexto, refere-se a todo som não desejado, um subproduto presente no material e que deve ser tratado. Pode estar diretamente na matriz do som ou ser criado a partir de processamento digital.

[68] ADELMO, Luiz. Entrevistador: Sandro Dalla Costa. São Paulo: 2012.

realizado por Eduardo Escorel, como diretor técnico, Carlos Augusto Machado Calil, como curador do projeto, e com a participação da família de Glauber Rocha. O projeto já estava em andamento e Sasso acabou sendo incluído a partir de um pedido, por parte de Eduardo Escorel, para uma análise do material de som, pois a matriz utilizada, cedida pela Cinemateca Brasileira, trazia uma ficha que citava a empresa *Álamo*[69], onde Sasso havia trabalhado por muitos anos. Sasso foi, inclusive, o responsável pela geração da matriz em questão, ainda no final da década de 1980.

Essa matriz do som é considerada por Sasso como uma "pré-restauração" analógica, onde ele aplicou apenas o processador *noise-supressor* CAT.43 da Dolby Laboratories[70]. Ela foi feita para uma nova cópia do negativo de som do filme *Terra Em Transe*, que estava deteriorando-se rapidamente. E era esta mesma matriz que estava sendo utilizada para a restauração do som do filme. Até este momento não havia sido feita uma garimpagem dos materiais existentes para que se tivesse uma noção mais exata de qual seria a melhor opção para a restauração sonora do filme.

Segundo Sasso, esse procedimento de "garimpagem" é fundamental, pois fornece aos responsáveis pela restauração sonora um panorama mais completo sobre o que há disponível de matrizes para a realização do trabalho.

> ...no processo de restauração, a primeira coisa que você tem que fazer é garimpar, não interessa se você está na Cinemateca, no Arquivo Nacional, enfim, pedir para alguém fazer um levantamento de tudo o que tem daquele filme guardado, não interessa o que é, pode ter um rolinho pequeno, como pode ter pistas magnéticas em 17,5mm, 16mm ou 35mm, fitas de ¼, não tem como fugir disso[71].

---

[69] Empresa fundada em 1972 por Michael Stoll, que se destacou no cenário nacional, principalmente com trabalhos de dublagem. Fechou suas portas em maio de 2011.

[70] Equipamento de *hardware* para redução de ruído.

[71] SASSO, José Luiz. Entrevistador: Sandro Dalla Costa. São Paulo: 2011.

A partir daí, surgiram outras matrizes desse filme dentro da própria Cinemateca Brasileira, tais como o negativo original do filme, além do negativo de som com a pré-restauração feita na empresa *Álamo* no final da década de 1980. Porém, um outro equívoco de procedimento se apresentou neste momento para Sasso:

> ...aí eu descobri que ninguém estava positivando esses negativos, simplesmente telecinavam de qualquer jeito, transferiam para o Pro Tools e iam tirando chiado. Só que o negativo de som já tem uma distorção harmônica inerente, e já tem um chiado inerente, uma vez que você está numa área reversa do positivo, ou seja, o que é preto, é a base, é o áudio e quando você positiva dá o inverso, onde tem a área transparente fica tudo preto, e onde tem a área preta, que é onde tem o áudio gravado, fica tudo transparente. Nessa relação você já elimina um monte de distorção harmônica, como o chiado também some numa porcentagem de 30% a 40%. E, fazendo-se uma análise mais detalhada, pode-se ainda encontrar a densidade de revelação ideal entre o negativo e o positivo[72]...

Com isso, para chegar ao melhor material, Sasso pediu à Cinemateca Brasileira uma cópia de um pequeno trecho do filme, com uma frase sibilante, que foi exposto em várias densidades de exposição diferentes. Assim, auditivamente e de forma totalmente empírica, baseando-se em sua experiência como mixador e como conhecedor dos processos, determinou qual seria a melhor densidade de exposição[73] para a matriz a ser restaurada.

A importância do fato de o trecho escolhido ter um áudio sibilante dá-se pela facilidade de se ouvir onde há maior distorção; o "s" deve ter som de "s" e não de "ch" ou "sh", tal como num teste de *cross modulation*[74] feito de forma auditiva, por tentativa e erro.

A participação de Sasso nesse filme foi a de cuidar da parte analógica do processo e a de garimpar os materiais; a restauração sonora digital foi então finalizada nos Estúdios Mega, representado pela figura de Célio Dutra.

---

[72] SASSO, José Luiz. Entrevistador: Sandro Dalla Costa. São Paulo: 2011.

[73] Esta etapa é importante, pois com a densidade de exposição mal determinada o negativo de som pode ficar sub-exposto, causando a diminuição da relação sinal-ruído, ou super-exposto, causando perda de fidelidade.

[74] Ver capítulo 1, p. 20.

Essa breve descrição acerca da experiência de Sasso no filme *Terra em Transe* demonstra os cuidados que deveriam ser tomados em todos os casos de restauração sonora de filmes. A "garimpagem", ou a localização e a determinação dos materiais existentes do filme, além dos tratamentos que devem ser dados a esses materiais antes de se efetivamente entrar no universo digital refletem de forma positiva no resultado final, caso os procedimentos sejam realizados corretamente.

A partir disso, temos como ponto importante a implementação da filosofia de trabalho que será seguida durante um projeto de restauração sonora. A forma como será feita a restauração depende dos critérios adotados para o tratamento do material. Pode parecer óbvio que o objetivo a ser alcançado seja a não alteração conceitual da obra. Mas o processo é bastante complexo, envolve muitas variáveis, e questões éticas e históricas devem ser levadas em conta nas decisões a serem tomadas pelas pessoas responsáveis pelo projeto. Questões cujas respostas não são simples e nem óbvias.

Para ilustrar esse processo, vale citar uma situação que ocorreu no mesmo projeto de restauração dos filmes do Glauber Rocha, com o curta metragem *Maranhão 66* (1966), um filme institucional encomendado por José Sarney para celebrar sua posse como governador do Estado. Segundo Carlos Augusto Machado Calil[75], *Maranhão 66* seria a fonte inspiradora de Glauber Rocha para o filme *Terra Em Transe*. E foi justamente durante a montagem deste filme que Glauber deparou-se com a necessidade de uma cena de massa, com muitas pessoas, que não havia sido filmada. Como solução, ele extraiu esta cena de *Maranhão 66*. Assim, o próprio diretor, para resolver uma questão de montagem, cortou uma cena de seu filme anterior e a utilizou na montagem de *Terra Em Transe*, o que implicou na não circulação de *Maranhão 66*.

[75] CALIL, Carlos Augusto Machado. Entrevistador: Sandro Dalla Costa. São Paulo: 2012.

Figura 3.1.1. Fotograma da cena pertencente originalmente ao filme Maranhão 66 que Glauber rocha extraiu para colocar no filme Terra em Transe. Extraído do filme "Maranhão 66", de Glauber Rocha.

Durante o processo de restauração do filme *Terra em Transe*, Calil insistiu para que o filme *Maranhão 66* fosse incluído no mesmo DVD, como um extra, mas uma questão crucial apresentou-se: o filme *Maranhão 66* deveria ser reconstituído em sua forma original? Ou seja, o plano retirado pelo próprio diretor deveria ser recolocado no lugar ou deveria ser mantido o corte feito por Glauber Rocha?

Para Calil, a decisão foi de manter o plano no filme *Terra Em Transe*, copiá-lo e recolocá-lo no filme *Maranhão 66*, ao qual ele pertencia originalmente.

Segundo Calil[76]:

> ...o fato de o diretor ter naquele momento tomado uma decisão neste sentido, não me obriga a obedecê-lo. Eu posso restaurar o filme, porque o filme original era aquele, eu sabia que era aquele, todo mundo sabia que era aquele, e ele não negou o filme. Foi uma questão de necessidade no momento da montagem do filme *Terra Em Transe*: ele não tinha o plano, não tinha como filmar... ele estragou uma obra dele mesmo, nós restauramos como ela era. Portanto não estou traindo o Glauber Rocha...

[76] CALIL, Carlos Augusto Machado. Entrevistador: Sandro Dalla Costa. São Paulo: 2012.

No caso acima, a correção na obra ocorreu por uma alteração feita pelo próprio diretor, tornando a decisão mais delicada. Mas, como era um fato conhecido, foi de mais fácil solução. Porém, há casos conhecidos mais óbvios, mas que mesmo assim dependem de uma análise criteriosa por parte dos responsáveis pela restauração.

Como exemplo, temos a versão do mesmo filme, *Terra Em Transe,* lançada pela Globo filmes em VHS. Essa versão apresenta rolos trocados do filme, o que foi descoberto somente após o lançamento. Por acaso o responsável pelo lançamento em VHS desse filme foi Zelito Viana, o produtor do filme *Terra Em Transe*. Porém, havia sido feita uma cópia em 16mm onde ocorreu um erro do laboratório que não foi detectado, e esta cópia foi utilizada como matriz para o lançamento do filme em VHS.

Neste caso, não há como manter o que já feito, pois a restauração deve corrigir esse tipo de aberração. E isso não deve ser considerado como um fato histórico ou de interesse; trata-se de um erro técnico, uma falha ocorrida durante o processo de preparação do material. Assim, a partir da confirmação do erro, ele não deve ser propagado.

Segundo Calil[77]:

> ...não posso deixar, isso está errado, foi um erro do laboratório que o produtor não percebeu, então não é para deixar, é para repor, porque o filme original era em outra ordem, então que negócio é esse...aconteceu um problema durante o processo, o cineasta morreu e agora todo mundo vai ficar vendo o filme errado?...

Neste caso, por ser um filme conhecido e com vários pesquisadores especialistas, o erro pôde ser detectado e corrigido. Porém, há casos em que não existe uma documentação completa em que se possa afirmar com exatidão que a versão utilizada em uma restauração é aquela aprovada pelo diretor.

[77] CALIL, Carlos Augusto Machado. Entrevistador: Sandro Dalla Costa. São Paulo: 2012.

Este é o tipo de decisão em um processo de restauração que deve ser tomada embasada em quem possui maior conhecimento a respeito do autor e de sua obra. Por isso, segundo Calil[78], há a necessidade de todo projeto de restauração ter um curador, que é fundamentalmente a pessoa com conhecimento profundo acerca daquele autor e de sua obra e que, assessorado pelos membros de sua equipe, tomará as decisões últimas em relação à fotografia, ao som, aos materiais e às matrizes que serão utilizadas na restauração, etc.

Para filmes em que não se tem absoluta certeza a respeito de como a obra era originalmente, existe um procedimento comum em todo o mundo, chamado *editorial restoration,* ou restauração editorial. Trata-se de um trabalho analítico de comparação feito por um pesquisador ou por um grupo de pesquisadores que analisam plano a plano todas as versões disponíveis de um mesmo filme, além de matérias, entrevistas, roteiros, partituras; enfim, todo o material disponível acerca daquele filme até se chegar a um resultado que melhor represente a obra em questão. Este grupo chancela ou determina qual a versão mais completa daquele filme específico. Um exemplo famoso desse tipo de procedimento foi feito para o filme *Metropolis* (1926), de Fritz Lang.

Aliás, determinar qual a versão a ser restaurada de *Metropolis* foi um grande desafio, já que o filme possui aproximadamente três horas de duração na sua versão original, que foi exibida na Alemanha em sua estreia, e a partir daí sofreu diversos cortes para a distribuição pelo mundo.

Ennio Patalas, da Cinemateca de Munique, que pesquisou a respeito das partituras das músicas compostas originalmente para a exibição de estreia do filme, questiona sobre a ética do restauro, porque mesmo possuindo a partitura de trechos e de versões diferentes, qual o sentido de se utilizar essas partituras como se fossem da versão original?

---

[78] CALIL, Carlos Augusto Machado. Entrevistador: Sandro Dalla Costa. São Paulo: 2012.

Mesmo que se encontre algum trecho ou cena do filme, não quer dizer que eles façam parte da versão do diretor, pois pode tratar-se de sobra de montagem ou de alguma cena que foi excluída do filme pelo autor da obra[79].

Podemos citar ainda a versão colorizada de *Metropolis* (1984) com trilha musical produzida por Giorgio Moroder. Essa versão é bastante questionável em termos de restauração, já que, além da colorização, a trilha é baseada no *rock*, com a participação de músicos como *Freddie Mercury* e *Jon Anderson*, entre outros. Mas, ao mesmo tempo, ela atraiu muitas pessoas para o filme.

Voltando a trabalhos de restauração sonora de filmes brasileiros, temos também o importante projeto de restauração da obra de Joaquim Pedro de Andrade, que foi realizado a partir de 2004, e teve a família do cineasta como protagonista do projeto e a Cinemateca Brasileira, o grupo Teleimage/Casablanca e os estúdios Trama como parceiros. Mais especificamente na área do som, os responsáveis pelo projeto foram Henry Dupont, restaurador francês, e Luiz Adelmo, pesquisador e atual supervisor de som do estúdio Casablanca Sound, pertencente ao grupo Teleimage/Casablanca. Porém, antes do estúdio Casablanca Sound e, por consequência, de Luiz Adelmo serem incluídos no projeto, o estúdio Trama, na figura de Marcos Eagle, já tinha realizado um trabalho inicial de restauração.

Assim, quando Luiz Adelmo entrou no projeto, ele já estava em andamento, e apesar de sua experiência especificamente em restauro de som não ser grande, seu conhecimento técnico a respeito dos processos de som para cinema tornaram-no um parceiro fundamental de Henry Dupont no projeto.

[79] ADELMO, Luiz. Entrevistador: Sandro Dalla Costa. São Paulo: 2012.

Sobre isso, Luiz Adelmo diz:

> ... antes de oficialmente eu estar aqui no estúdio, nas primeiras visitas que eu fiz eu comecei a mexer no filme 'Brasília', fazendo testes de restauro, sem abusar porque era uma coisa desconhecida para mim. Então eu procurava trabalhar mais com filtragem de equalização, e quando efetivamente eu encontrei o Henry Dupont veio toda a novidade, vamos colocar uns princípios, vamos definir uma filosofia de trabalho...

No caso desse projeto, o princípio adotado foi o de se manter ao máximo a originalidade em relação ao áudio das matrizes utilizadas.

O que de início parece ser algo simples, na prática torna-se uma tarefa de complexidade acentuada. A variedade de versões de um filme e as matrizes utilizadas (negativos, positivos, magnéticos) requerem um processo de pesquisa apurado para que haja a garantia de que, além de se utilizar a matriz de restauração mais adequada, tenha-se a certeza de que se está utilizando a "versão do diretor" nesse processo.

Nesse quesito, Henry Dupont tem uma visão própria sobre a restauração sonora, já que os critérios levados em consideração por ele na escolha da matriz de restauração não são puramente técnicos. Melhor dizendo, não era necessariamente a matriz com melhor som, ou a que possuía menos artefatos, que se utilizava na restauração sonora do filme, pois ele considerou a questão da pesquisa, para que o som e a imagem representassem da melhor forma possível a obra como um todo e a época em que foram feitos esses filme.

Segundo Luiz Adelmo[80],

> ...então a opção do Henry, ela é mais histórica, mais investigativa, documentada, vamos dizer, no sentido de justificar um trabalho de pesquisa, que nessa parte ele se esmerava bastante... a primeira vez que o Henry veio no estúdio a gente ficou duas semanas trabalhando direto, ele tinha catálogos, pastas e tudo mais, com milhares de informações sobre cada versão do filme...

---

[80] ADELMO, Luiz. Entrevistador: Sandro Dalla Costa. São Paulo: 2012.

Neste ponto, Calil[81] tem uma opinião ligeiramente diferente,

> ...é preciso sempre buscar os melhores materiais, sem trair o projeto original. Veja bem, eu não estou introduzindo elementos novos, estou trabalhando com elementos dados, mas é que é caótica a maneira de fazer e conservar filmes, então você não pode ficar só pelo histórico, o histórico às vezes foi um erro cometido lá atrás...

De fato, a questão da qualidade técnica das matrizes disponíveis também é importante, e Henry Dupont possuía um conhecimento técnico muito apurado sobre cinema, mas isto era mais um item a ser levado em consideração para a determinação da matriz de trabalho.

Além disso, deve ser levado em consideração o fato de Henry Dupont ter uma visão de um restaurador francês, possivelmente tendo trabalhado em filmes europeus, nos quais a questão da preservação das matrizes e da documentação dos trabalhos estão em um estágio mais avançado em relação ao Brasil.

Para ilustrar como a questão é encarada na Europa, citamos a participação de Calil no II curso de verão da FIAF em 1976, realizado em Berlim. Na ocasião, ele questionou o engenheiro responsável pelo laboratório sobre quais tratamentos deveriam ser dados aos filmes em que já havia hidrólise do material, e ele simplesmente não conhecia o problema, pois não havia na Alemanha nenhum filme com hidrólise[82].

O único filme de Joaquim Pedro que fugiu à premissa rigorosa de se seguir o original foi *Macunaíma (1969)*, no qual a família do diretor optou por fazer uma versão com áudio 5.1[83], a partir de um filme com áudio originalmente em mono.

---

81 CALIL, Carlos Augusto Machado. Entrevistador: Sandro Dalla Costa. São Paulo: 2012.

82 BUARQUE, Marco Dreer. A experiência com restauração de filmes no Brasil. *Mosaico*, Rio de Janeiro, Cpdoc/FGV, v. 3, n. 5, 2011.

83 Sistema desenvolvido pela Dolby Laboratories, em que basicamente cria-se uma espacialização do som, com caixas de som distribuídas pela sala, com canais esquerdo, centro e direito posicionados frontalmente, surround esquerdo e surround direito posicionados nas laterais e *subwoofer* para a reprodução de frequências graves.

Sobre isso, Luiz Adelmo[84] deixa claro:

> ... eu faço questão de dizer que eu não tenho culpa nenhuma disso. O *Macunaíma* já tinha sido restaurado, e eu digo isso porque o *Macunaíma*, quando foi restaurado, teve aquela história de que convenceram a família a fazer um 5.1 a partir de um filme mono... Fizeram, e é uma coisa muito execrada, várias pessoas reclamaram, porque obviamente você vai ter um efeito sanfona, quando o cara não tá falando você abre o 5.1, quando entram os diálogos você joga tudo no centro[85]...

Essa situação ilustra bem as ponderações que Henry Dupont instituiu ao trabalho. Na questão sobre a imagem e o som serem partes do conjunto de uma obra, no caso específico do filme *Macunaíma*, utilizar um áudio que foi mixado mono originalmente e transformá-lo em uma mixagem 5.1, em um filme de 1969, não pode ser considerado um procedimento adequado. Primeiro, temos a questão da mixagem mono já conter todos os diálogos, ambientes, ruídos e músicas "encapsulados" em uma única pista. Além disso, no momento de distribuí-los pelos canais de um sistema 5.1 não há como separar esses elementos individualmente de maneira plena. Em segundo lugar, este áudio 5.1 não vai "colar" na imagem; em uma questão subjetiva e de percepção do espectador, o áudio vai parecer não pertencer àquela imagem que está sendo exibida. Portanto, a alteração da panoramização do áudio para filmes mono costuma ser algo desastroso e que foge à originalidade e ao conceito da obra.

Cabe ressaltar ainda que essa opção foi tomada pela família após a aprovação da restauração sonora por parte de Henry Dupont, que deveria ser a original, com o áudio em

---

84 ADELMO, Luiz. Entrevistador: Sandro Dalla Costa. São Paulo: 2012.

85 Em uma mixagem de som de filmes para um sistema de som 5.1, geralmente os diálogos são direcionados para a caixa de som posicionada no centro da tela. Tendo isto como referência, em um filme mono que se propõe a ter uma versão de seu som original em 5.1, sem a possibilidade de se separar os elementos sonoros do filme (ambientes, músicas, ruídos, etc), o que acontece é que sempre que houver diálogos, esse som com todos os elementos sonoros soando simultaneamente será direcionado à caixa de som central, e quando não houver diálogos, o som poderá ser distribuído para as outras caixas de som (esquerda, direita, surround esquerdo, surround direito e subwoofer), o que causará uma sensação de estranhamento ao espectador.

mono. Porém, no momento da finalização do som, antes deste ser transferido à cópia final, foi feita esta panoramização.

Por ter participado do processo de restauração sonora da obra de Joaquim Pedro de Andrade, tivemos a oportunidade de observar que, para o restante da obra do diretor, a filosofia de trabalho definida por Henry Dupont foi em geral seguida e algumas situações de dúvidas que ocorreram durante o trabalho foram sendo solucionadas.

Todo o material que foi utilizado para a restauração dos filmes e as matrizes que eram escolhidas por Henry Dupont e pela família de Joaquim Pedro passavam pela Cinemateca Brasileira e, em seguida, eram encaminhadas para os estúdios da Casablanca Sound, onde então iniciava-se a parte digital do processo de restauração sonora.

Com a imagem e o áudio em mãos, uma primeira checagem era feita, momento em que algumas dúvidas já apareciam.

No caso do filme *Os Inconfidentes* (1972), por exemplo, houve dúvidas em relação ao sincronismo no áudio que estava no filme, o que para Luiz Adelmo era muito estranho:

> ... vi lá os créditos e estava, "som direto: Juarez Dagoberto". Bom, som direto já é uma informação, "Juarez Dagoberto" é outra informação, ai chegou "montagem: Eduardo Escorel". Só que eu começo a assistir o filme e está fora de sincronismo e eu pensei, isso está errado, isso não é assim, o Eduardo Escorel não faria isso, e, além disso é som direto, mas o Henry insistia que tinha que se manter o sincronismo daquela matriz escolhida... [86]

Chegou-se ao ponto de se consultar Eduardo Escorel que, confirmando as suspeitas de Luiz Adelmo, garantiu que o filme estava em sincronismo, e se houvesse alguma coisa que não estivesse, seria no máximo em um fotograma. Entretanto, o filme estava com aproximadamente 10 fotogramas constantes de diferença.

---

[86] ADELMO, Luiz. Entrevistador: Sandro Dalla Costa. São Paulo: 2012.

Esse tipo de consulta é fundamental para um projeto de restauração com a filosofia de trabalho de Henry Dupont, pois neste caso ficou evidente que houve um erro em algum momento do processo, o que seria fatal para a garantia de que a restauração estivesse representando a obra em sua forma estritamente original.

Outro filme emblemático neste projeto foi o documentário *Cinema Novo* (1967), em que não se encontrou nenhuma matriz completa com qualidade que atendesse aos anseios técnicos e históricos unificados, e a busca pelas partes do filme foram do MAM[87] do Rio de Janeiro ao acervo da ZDF[88] da Alemanha.

A questão principal era que a versão obtida no acervo da ZDF era uma versão de banda internacional[89], e a narração do filme, feita originalmente pelo ator Paulo José, estava com dublagem em alemão.

A versão do MAM possuía a narração original em português, porém com uma qualidade técnica muito inferior à que se tinha na versão da ZDF, devido a uma preservação deficiente. Além disso, ela não estava completa.

Esse filme já possuía uma primeira versão com o áudio restaurado. Realizada por Marcos Eagle, no estúdio Trama, ela utilizava-se de um conceito diferente do definido agora por Henry Dupont, que era o de melhorar tudo que fosse possível - muito comum ao que se usa na restauração de músicas. Por consequência, as músicas ficaram mais encorpadas, e os detalhes do filme antes inaudíveis vieram à tona com um processamento pesado de *plug-ins* de restauração.

---

[87] Museu de Arte Moderna

[88] Zweites Deutsches Fernsehen, emissora pública de televisão alemã.

[89] Banda internacional se refere a mixagem completa do filme sem os diálogos originais, para serem dublados no idioma do país onde for ser exibido.

A partir dessa versão já restaurada anteriormente, a análise de Henry Dupont foi de que ela não apresentava um resultado que representasse a obra original, por estar demasiadamente processada, com características diferentes das matrizes utilizadas.

Mas ela serviu de referência para a remontagem do áudio do filme a partir das duas matrizes que se possuía, do MAM e da ZDF. Decidiu-se, nesse caso, por uma restauração em que se utilizaria a versão do MAM como base.

Apesar de parecer incoerente, uma vez que essa versão possuía inferior qualidade, fez-se isso seguindo fielmente os princípios determinados no início do trabalho, já que ela era a referência para o filme. Além disso, a versão da ZDF, por ser de banda internacional, possuía muitos elementos que estavam mais presentes, seja pela conservação, seja pela mixagem que difere para a banda internacional de filmes. Ou seja, para Henry Dupont, a versão do MAM tinha uma representatividade histórica mais importante do que a versão da ZDF, e este critério foi o mais importante para o embasamento de sua decisão. Se fosse utilizada a versão da ZDF, somente pelas suas características técnicas estarem em melhor condição, não estariam de acordo com a filosofia de trabalho implementada no início do projeto.

Por determinação de Henry Dupont, a versão da ZDF foi utilizada como complementação à versão do MAM. O trabalho de uniformização de todas essas matrizes diferentes foi um complicador a mais no processo, já que havia diferenças de velocidade das versões europeias, a 25 FPS[90] em relação à versão brasileira, a 24 FPS. Esse fato gerava problemas de sincronismo entre imagem e som, além diferenças de sonoridade, devido à qualidade diferente das cópias e de armazenamento do material e à mixagem.

Há algumas partes feitas na restauração sonora desse filme que fogem ao senso comum, mas que atendem às definições da filosofia de trabalho implementada. Como exemplo, temos a cena em que Domingos de Oliveira está com o gerente do banco Nacional,

[90] FPS – *Frames per second* (Quadros por segundo ou Fotogramas por segundo)

solicitando financiamento para um filme. No áudio da matriz utilizada, os diálogos estão baixos e distantes, quase incompreensíveis. Com as ferramentas de restauração disponíveis, melhorou-se muito a inteligibilidade e os pequenos detalhes sonoros existentes na cena vieram à tona.

Figura 3.1.2. Fotograma de Domingos de Oliveira pedindo financiamento para um filme junto ao gerente do Banco Nacional. Extraído do filme "Cinema Novo", de Joaquim Pedro de Andrade.

Uma versão foi feita dessa forma, mas seguindo os princípios filosóficos adotados, Henry Dupont ponderou que o trecho "passou do ponto", em outros termos, ficou demasiadamente limpo e claro. E então, voltou-se um pouco atrás na restauração, ficando mais próximo do áudio original.

No final, por se tratar de um filme importante na obra de Joaquim Pedro, todo o trabalho acabou recompensado pela qualidade do resultado alcançado. Afinal, tratava-se de um filme que praticamente já não existia, e com partes (de pior e melhor qualidade) espalhadas em diferentes países conseguiu-se um filme restaurado com qualidade tanto de som quanto de imagem. Todos os diálogos e depoimentos existentes originalmente foram recuperados, seguindo a obra do autor.

Mas em um caso Henry Dupont foi convencido a fugir um pouco a sua regra. No filme *"Garrincha, a alegria do povo"* (1963), a matriz escolhida estava com partes muito

deterioradas, com uma qualidade inaceitável, principalmente considerando a música erudita de Bach utilizada nos créditos finais.

Não se chegou, com o tratamento dado, a um resultado que agradasse aos responsáveis pelo projeto. Então, Alice de Andrade, filha do cineasta, disponibilizou o disco de vinil original, que pertencia a Joaquim Pedro, de onde foi extraída a música originalmente utilizada no filme. Esse pequeno detalhe foi decisivo para Henry Dupont permitir a substituição da música da matriz por uma versão digitalizada a partir deste disco de vinil.

Outro filme, do qual participamos do processo de restauração sonora foi *"O casal"* (1975), de Daniel Filho. É importante analisarmos esse trabalho especialmente pelo viés diferenciado que teve em relação às experiências anteriormente descritas.

Neste caso, o diretor não só está vivo e em atividade, como partiu dele a iniciativa de restaurar o trabalho e de acompanhar todo o processo, realizado em meados de 2008.

A matriz utilizada veio do próprio diretor e foi entregue em uma fita *betacam* digital[91], telecinada a partir do negativo original e com o som digitalizado a partir desta matriz. Portanto, não foi realizada uma etapa de garimpagem de materiais pela equipe de restauração sonora.

A filosofia de trabalho adotada nesse caso foi a de se melhorar o máximo possível a qualidade do som em relação ao som original, não somente eliminando os artefatos gerados pela ação do tempo, como também eliminando problemas de sincronismo e realizando edições em ambientes e efeitos a partir do som original. Além disso, diversos sons extras foram incorporados para deixar a sonoridade do trabalho mais atual.

Houve ainda a edição de ambientes e de efeitos, gravação de ruído de sala e até uma pequena fala, da personagem interpretada pela atriz Sonia Braga, gravada por Guta Roim, funcionária do estúdio Casablanca Sound, para complementar a banda sonora.

---

[91] Formato de gravação em fita de vídeo e áudio digital da empresa Sony.

Figura 3.1.3. Fotograma de Sonia Braga recebendo o resultado do exame de gravidez, com a palavra "obrigada" dublada no processo de restauração sonora. Extraído do filme "O Casal", de Daniel filho.

Com essa adição, uma nova mixagem precisou ser feita para o encaixe desses novos elementos sobre a mixagem original. Com isso, o filme, que originalmente tinha o áudio mono, passou a ser estéreo, o que consideramos não ter causado nenhum impacto profundo na sensação do espectador em relação ao filme. Porém, a sonoridade original da obra foi afetada e ela passou a ter uma maior complexidade de sons.

Através dos exemplos citados anteriormente, pelas experiências descritas de trabalhos realizados em restauração sonora, embasadas pelos depoimentos dos responsáveis por esses projetos, entendemos que é possível definir uma série de linhas de abordagem dos trabalhos de restauração de áudio no Brasil. Acreditamos que a definição dessas linhas pode auxiliar na compreensão sobre os caminhos que uma restauração sonora pode seguir.

Dividindo as filosofias de trabalho para a restauração sonora em três níveis, podemos descrevê-las da seguinte forma:

- ***Restauração "purista":***

Consiste em somente corrigir ao máximo os problemas causados pela ação do tempo, pela maneira como os materiais do filme foram armazenados e preservados e pelos problemas inerentes ao suporte utilizado.

Essa forma de trabalho é muito clara no projeto de restauração da obra de Joaquim Pedro de Andrade, no qual Henry Dupont foi muito rigoroso nesse sentido. A partir da definição da matriz a ser utilizada, nada poderia ser alterado, seja em relação a sincronismo, tanto dos diálogos quanto dos outros elementos do filme, seja em relação à adição de sons adicionais que modificassem a sonoridade e o conceito original da obra.

E nessa forma de restauração, deve-se ter um extremo cuidado na escolha da matriz, com uma pesquisa muito cuidadosa a respeito do histórico do filme e de seus materiais. Isso deve ocorrer anteriormente à restauração em si, para que não haja questões relevantes a serem definidas durante o trabalho.

Outro ponto importante são os procedimentos técnicos anteriores ao início da restauração sonora, na cópia ou na telecinagem do material. Esses procedimentos devem ser realizados com bastante cuidado e checados para que eventuais erros cometidos não se propaguem e comprometam a garantia da originalidade em relação à matriz escolhida. Portanto, o acompanhamento de profissionais experientes e com competência reconhecida deve acontecer durante toda essa fase.

Um erro primário, em relação ao sincronismo, quase ocorreu no já citado caso do filme *"Os Inconfidentes"*. Caso Luiz Adelmo não tivesse conhecimento da competência dos profissionais que participaram do filme, o erro no áudio transcrito teria se propagado, ficando a versão restaurada não condizente com a qualidade da matriz escolhida.

Vale acrescentar que no processo de restauração sonora em geral, e mais especialmente no purista, também é necessário entender a referência auditiva da época. As

características do som de filmes de outras épocas são diferentes das que temos atualmente. Obviamente, não estamos falando das propriedades físicas, mas da percepção das pessoas quanto ao dado sonoro. Sobre isso Sasso[92] diz:

> ... uma coisa ruim da restauração que, com todo respeito, a molecada não entendeu ainda é o seguinte: você tem que preservar as características da época, então não é porque você está restaurando o filme que ele tem que ficar com uma qualidade de um som digital de hoje, você tem que lembrar que chiado é som, ou seja, chiado faz parte e fazia parte do contexto do filme, aquilo era do suporte, da maneira como foi gravado...

Este é um cuidado que deve ser tomado principalmente por quem não viveu esta realidade, que pertence a uma geração mais atual, com outro nível de exigência em relação à qualidade do som. Luiz Adelmo[93] complementa:

> ... hoje você vai falar com pessoas que crescem ouvindo com *home theater* em 5.1 e tudo mais, a exigência delas, a referência delas vai ser uma, que não vai ser a mesma de quem cresceu ouvindo, se muito em estéreo, então a gente está muito no terreno do subjetivo...

O que fica claro é que a questão da experiência do espectador da época desses filmes deve estar na equação do processo de restauração sonora, para legitimá-lo no contexto sonoro da época.

- ***Restauração "híbrida":***

Essa forma de trabalho consiste basicamente na atuação de maneira semelhante ao que temos em uma restauração purista, mantendo-se a originalidade e o conceito do autor. Porém, é permitida a correção de problemas de pós-produção que, na época de realização do filme, não podiam ser solucionados. A sincronização de diálogos e de outros elementos e a edição de

---

[92] SASSO, José Luiz. Entrevistador: Sandro Dalla Costa. São Paulo: 2011.

[93] ADELMO, Luiz. Entrevistador: Sandro Dalla Costa. São Paulo: 2012.

“buracos” na trilha sonora do filme (utilizando-se de trechos do próprio filme) são exemplos de procedimentos típicos da restauração híbrida proposta.

Em relação ao Brasil, consideramos também como parte da “restauração híbrida” as correções das adaptações feitas pelo autor, no momento da montagem, para adequar o filme às condições de projeção. Isso ocorria porque não havia uma padronização das salas de cinema e normalmente projetava-se os filmes em rolos separados de 10 ou 20 minutos, e não em rolos emendados. Dessa forma, dois projetores eram utilizados, e os rolos de filme intercalavam-se entre os projetores. Citando Sasso:[94]

> ...a gente chama de *change over*[95] na projeção, porque os filmes eram projetados em rolos de 10 ou de 20 minutos e, quando ia chegando o final de um rolo, aparecia uma marquinha na tela, que às vezes era como se fosse um asterisco. Oito segundos depois, ele fazia a mudança de rolo... aqui no Brasil, o pessoal fazia até risco com ponta de prego!! Então como essa coisa de *change over* sempre dava problema, porque somente projecionista bom é que fazia corretamente, alguns cineastas quando o filme ia chegando no final de um rolo já não punham nada, nem diálogo, nem música, se muito era um ambientezinho, já sabia que iria dar problema na projeção, e nesse processo de restauração a gente pode rever isso...

Este é apenas um exemplo das muitas soluções próprias adotadas pelos projecionistas nas salas de cinema espalhadas pelo Brasil, que de alguma maneira eram antecipadas pelos autores já durante a montagem e a mixagem dos filmes, tentando prever a melhor forma para a exibição de suas obras.

Esta acaba sendo uma forma mais facilmente aceitável para a restauração sonora, já que em muitos casos essas imperfeições são na verdade artefatos gerados por uma falta de tecnologia melhor que possibilite um melhor acabamento e pelas condições de exibição muito precárias existentes; não são uma opção estética do autor.

---

[94] SASSO, José Luiz. Entrevistador: Sandro Dalla Costa. São Paulo: 2011.

[95] Basicamente, quando a exibição de um filme é realizada com dois projetores, sem haver emendas nos rolos do filme, e quando um rolo está terminando em um projetor, o projecionista tem que intercambiar para o segundo, fechando uma janela e abrindo outra.

Em geral, essas correções trazem o filme à condição que o autor desejava para a sua obra, mas que não eram de solução técnica fácil na época.

- ***Restauração "radical":***

Novamente, temos a inclusão das etapas descritas nos casos acima. Além disso, pode haver complementações à banda sonora do filme, como a adição de ambientes e efeitos, a gravação de ruído de sala[96] e até a inserção de falas faltantes na obra original.

Nesse caso, a presença do autor é importante, e caso ele já tenha falecido ou esteja impossibilitado, deve-se ao menos delegar as decisões a alguém - ou alguma comissão - com notória competência, que defina os limites das alterações sem que haja uma modificação conceitual da obra. Dessa forma, uma modificação estética acaba efetivamente ocorrendo, já que a sonoridade da obra será alterada. Porém, a identidade da obra deve ser mantida.

Para Calil[97], este tipo de trabalho pode ocorrer, mas o passado não deve ser simplesmente substituído.

> ... neste caso se deixa as duas versões, a versão como era da época e a versão modificada depois pelo diretor. É como um livro, um escritor pode reescrever o livro dele, não pode? Ele publica uma edição aos 30 anos, aí uma segunda edição sai quando ele tem 50, e ele fala: para um pouquinho, aqui tem umas coisas que eu não concordo mais. Muito bem, mas você não pode eliminar a primeira versão, então quem quiser estudar um dia vai ter essa referência...

[96] Também conhecido como "*foley*", por causa de Jack Foley, idealizador da técnica. Em linhas gerais, são os sons realizados pelos personagens, tais como passos, farfalhar de roupas e adereços, escritas, etc.

[97] CALIL, Carlos Augusto Machado. Entrevistador: Sandro Dalla Costa. São Paulo: 2012.

Sasso[98] tem opinião semelhante:

> ... você tem que ter as duas versões, a obra e o conceito da versão original restaurada dentro do conceito do filme na época e esta versão atualizada... porque você tem que dar a opção para o espectador e para o estudioso de cinema saberem como era aquela peça original, você não pode apagar isso da história...

Logo, fica claro que neste caso, a radicalização nos procedimentos de restauração sonora pode ser uma opção legítima, mas isto não deve significar a sobreposição da obra na sua forma original. Pois, mesmo partindo do próprio autor este conceito, a oportunidade para que as pessoas conheçam um filme com a sonoridade e com as opções feitas na época de sua produção, e até com seus defeitos, deve ser respeitada e garantida.

De qualquer forma, entendemos que essa forma de trabalho é muito complexa e polêmica, que os limites de alteração de uma obra são subjetivos e que os embates e discussões que isto causa não são de fácil conciliação.

***

Desta forma, finalizamos aqui esta descrição a respeito de alguns trabalhos realizados na restauração sonora de filmes e as filosofias de trabalho utilizadas, trataremos a seguir a questão da utilização das ferramentas disponíveis atualmente e os procedimentos técnicos que podem ser aplicados a uma restauração sonora.

3.2. Ferramentas e procedimentos técnicos

Todo o trabalho de restauração sonora tem as suas peculiaridades. As ferramentas e a maneira como elas são aplicadas em geral variam para cada filme e não há uma forma única de trabalho: um *plug-in* ou uma metodologia que poderia funcionar para um filme ou trecho

[98] SASSO, José Luiz. Entrevistador: Sandro Dalla Costa. São Paulo: 2011.

de filme, poderá em uma situação similar de outra produção não trazer um resultado satisfatório, sendo então necessário buscar outros meios para alcançar a solução desejada. Com o tempo, o técnico de restauração de som vai adquirindo experiência e vivenciando a diversidade de situações que se apresentam na restauração sonora de filmes. Os caminhos a seguir e a lógica de como solucionar os problemas apresentados ficam mais claros, com uma base consolidada de conhecimento técnico, que muitas vezes são obtidas de maneira empírica, aliada às experiências adquiridas nos sucessos e insucessos de projetos anteriores. Mas, de maneira geral, pode-se traçar uma cronologia de procedimentos que servem como um guia para o início do trabalho de restauração sonora.

A principal ferramenta para um técnico de som, de forma geral, não especificamente para a restauração sonora, é o ouvido. É necessário ouvir bem, não apenas no aspecto fisiológico; deve-se ter uma "cultura auditiva" apurada, ter assistido muitos filmes de épocas diferentes e entender as diferenças de sonoridade e ainda de que maneira a questão do áudio no cinema modificou-se e evoluiu com o passar dos anos. Isso é importante para dar ao técnico de som um melhor panorama sobre o trabalho.

Como procedimento no início da restauração sonora, após a garimpagem e a definição das versões do filme e das matrizes que estarão disponíveis para o trabalho, deve-se tentar obter toda a informação a respeito desse material, já que isso pode auxiliar na solução de questões durante o processo. Algumas dessas informações podem, inclusive, servir de documentação para o processo de restauração, como material secundário, segundo a *IASA* e ser acrescentadas à edição do filme restaurado. Algumas dessas informações podem ser:

- se o filme possui som direto, é dublado ou ambos;
- quem foi o técnico de som na gravação do som direto;
- em qual estúdio foi realizada a dublagem;

- quem foi o mixador;
- qual o laboratório de finalização;
- qual o técnico do laboratório de finalização;
- se existem pessoas que participaram da realização do filme que ainda estejam vivas e que possam auxiliar em caso de dúvidas.

A partir daí, é também importante ter o conhecimento da tecnologia utilizada na época em que o filme foi realizado, quais as limitações que existiam e quais soluções foram dadas para determinadas situações. Ainda mais pensando em um país como o Brasil, onde sabe-se que as condições técnicas tiveram condições precárias, bem como a formação dos profissionais, o que acarretava frequentes erros de procedimento. Sobre isso, Sasso diz:

> ... eu afirmo isso, não estou achando, estou afirmando, muitos dos problemas de som que a gente tem hoje no Brasil, dos filmes antigos, é por erro de procedimento...

Havia também uma questão cultural da época, em relação aos laboratórios, que implicava em uma deficiência nos negativos de som. Sobre isso, JLS[99] complementa:

> ... existia um conceito aqui no Brasil, e eu vivi este conceito, que o laboratório determinava a densidade de som do negativo. *Cross modulation* é uma expressão que ninguém usava aqui... então, meu maior problema de restauração de som, o que eu mais sinto, é a mediocridade do som ótico, porque realmente era qualquer nota...

Ainda para a parte técnica, deve-se também entender o universo do som analógico e como fazer este intercâmbio com o universo digital, já que é inegável que atualmente é neste universo que se realiza grande parte dos procedimentos de limpeza e de finalização da restauração sonora.

[99] Idem, ibidem.

Não é simplesmente uma digitalização de áudio, mas processamentos analógicos podem ajudar a trazer o material da melhor forma possível para o universo digital. Claro que esses procedimentos, feitos de maneira incorreta, também acarretam problemas que serão propagados a partir deste ponto, resultando em uma restauração sonora que não estará condizente com a matriz utilizada. Além disso, os equipamentos utilizados devem ter qualidade suficiente para não haver um efeito contrário, criando mais artefatos do que já existem no áudio original.

Um renivelamento do som é uma das etapas que podem ser feitas no analógico: colocar todos os rolos de um filme em um mesmo patamar de nível de áudio, pois desta forma é possível identificar o que é chiado, ruído, distorção, enfim, deixar muito claro quais são os artefatos que serão trabalhados na restauração sonora. Além disso, depois da conversão para o digital, esse renivelamento do som dá uma faixa dinâmica melhor para que os *plug-ins* de restauração atuem.

Também se podem aplicar filtros como *de-esser*[100] e equalizadores nesta etapa, para que o material a ser digitalizado já venha equalizado, com uma melhor homogeneização da sonoridade dos diferentes rolos ou dentro de um mesmo rolo, principalmente quando se está utilizando mais de uma matriz para a restauração sonora.

A equalização também pode ser usada para alterar uma característica de mixagem de filmes brasileiros, já que até pelo menos a década de 90, o som dos filmes, em geral, tem uma preponderância de frequências médio-agudas.

[100] Filtro utilizado para se amenizar a sibilância de falas, principalmente em palavras e frases com a letra "s" acentuada. Também existem *plug-ins* com essa função.

Sobre isso, Luiz Adelmo[101] diz:

> ...a resposta do ótico significava uma resposta média[102] absurda, e isso era também acompanhado por uma característica da mixagem. Na mixagem também se forçava para ter médias, para garantir que quando passasse em qualquer cinema as pessoas ouvissem, para garantir a compreensão principalmente dos diálogos...

Depois dos procedimentos da parte analógica ser concluídos, o som é então convertido para o digital e a partir daí todo o trabalho passa a ser realizado utilizando-se os diversos *softwares* e *plug-ins* para o processamento do áudio. No digital, as edições são facilitadas pela possibilidade da visualização da *forma de onda*[103]. Uma referência em vídeo do filme é também imprescindível, a fim de se evitar equívocos na restauração sonora.

Por todas estas razões, deve sempre haver uma escuta cuidadosa do material, pois é comum a adoção de formas diferentes de trabalho em diferentes trechos de um mesmo filme, já que em geral os problemas não são uniformes e cada trecho costuma ter as suas peculiaridades.

Normalmente, o trabalho do restauro em si começa com uma limpeza de *"clics"*[104], que é feita de forma manual, ouvindo o áudio do filme e, a cada momento que surgir um *clic,* redesenhando a *forma de onda* ou editando o trecho em uma operação de "copy/paste", a fim de cobrir o *clic* existente com um trecho do áudio original em que não haja este problema. Os trechos para cobertura deste artefato em geral são menores que um fotograma e estão próximos de onde ocorre o *clic*.

Não há alteração do áudio original no primeiro momento, apenas esta cobertura e substituição dos artefatos. A utilização de *plug-ins* neste início pode ser evitada, pois, para

---

[101] ADELMO, Luiz. Entrevistador: Sandro Dalla Costa. São Paulo: 2012.

[102] Neste caso, Luiz Adelmo refere-se à faixa de frequências médio-agudas.

[103] Ou *waveform*, é a representação gráfica do áudio visualizada nos softwares para edição de som.

[104] Trechos muito curtos, com duração menor que um frame, com forte transiente na forma de onda.

nós, mesmo em trechos curtos, o processamento digital de certa maneira deforma a *forma de onda* original, podendo causar artefatos digitais, ou seja, problemas que não existem no material original.

Obviamente, a edição manual de cada trecho leva mais tempo no processo de restauração sonora, sendo, portanto mais trabalhoso e exigindo bastante concentração para não se retirar elementos sutis que pertençam ao filme original. Essa duração mais longa do processo acaba ajudando na restauração sonora como um todo, pois como o restaurador de som é obrigado a ouvir cada trecho diversas vezes, ele acaba conhecendo melhor o filme, entendendo melhor a sua sonoridade e ouvindo particularidades e nuances de um modo que não seria possível em um direto e simples processamento de *plug-in.*

Com esta primeira etapa completada, dependendo dos critérios que serão utilizados, definidos antes do início do processo, faz-se o ressincronização dos elementos do filme. Nessa etapa, é comum a correção de sincronismo dos diálogos, o que em alguns casos não é fácil, pois muitos filmes foram completamente dublados. Isso normalmente foi feito a partir de métodos bem menos precisos que os atuais[105] e que dependiam muito da aptidão do ator/atriz. Por isso, é comum haver uma dificuldade maior para a edição dessas dublagens. Os outros elementos existentes no filme também devem ter seu sincronismo corrigido, como é o caso de batidas de portas, passos e automóveis, por exemplo.

Nesse ponto, o áudio do filme já deve estar livre de problemas graves de clics, buracos e ruídos diversos. Além disso, o sincronismo deve estar corrigido no que for possível. O que resta para ser tratado são os artefatos que somente podem ser retirados de forma satisfatória através de processamento digital por *plug-ins.*

[105] Atualmente o processo de dublagem feita nos *softwares* de gravação digital permitem edições e ajustes em tempos menores que um fotograma, o que na época não era possível, pois tudo era editado em moviola. Assim, o tamanho mínimo de uma edição era de um fotograma. Além disso, atualmente possui-se *plug-ins* para o sincronismo da dublagem com o som direto, o que aumenta a precisão. VocALign, da empresa SynchroArts é um exemplo.

As principais ferramentas para a retirada desses artefatos estão descritas abaixo. Além delas, temos também a aplicação de equalizadores para um ajuste final da sonoridade e, quando há necessidade, compressão de áudio para um equilíbrio da dinâmica do áudio do filme.

Em relação à sua natureza, os artefatos como *clics*, por exemplo, são definidos como *artefatos localizados*, enquanto os artefatos presentes continuamente no som, como *hiss* e *crackle*, por exemplo, são definidos como *artefatos globais*.

O *de-click* é a ferramenta para a eliminação de *clics*. Este é o procedimento que já foi realizado manualmente, portanto esse processamento deve ser utilizado somente para dar um melhor acabamento, pois é muito comum haver *clics* muito pequenos, ou que estão exatamente no meio das sílabas de uma palavra, em que a edição manual pode não alcançar um resultado satisfatório.

O *de-crackle,* por sua vez, é a ferramenta que elimina do áudio o ruído característico de ”fritura” que se apresenta na forma de pequenos estouros intermitentes e muito próximos. Em geral, a sua utilização deve ser muito cuidadosa e normalmente é realizada de trecho a trecho. Caso se exagere nesse processamento, pode-se perder elementos sutis existentes no filme e que estão em uma relação sinal-ruído muito pequena.

O *de-hum* não é um processamento utilizado frequentemente, mas há casos específicos em que ele atua corretamente. Seu princípio é o de retirar artefatos contínuos com sonoridade grave ou ruídos elétricos. Tais ruídos de baixa frequência estão em geral associados à frequência da corrente elétrica, que é de 60 Hz para o Brasil e de 50 Hz para Europa. Em diversas situações, esses artefatos podem ser retirados apenas com equalizadores, eliminando-se as frequências fundamentais desses ruídos.

O *de-hiss* ameniza o som que comumente definimos como “chiado”: uma faixa de frequências agudas, normalmente acima de 8 KHz, característica das fitas magnéticas. Este

processamento não é como um simples corte de frequências agudas, há uma análise do espectro do chiado que se quer eliminar e o *plug-in* atua nesse espectro pré-determinado.

O processamento deste *plug-in* para a restauração sonora de filmes é mais adequado se for realizado em trechos, pois, devido às nuances e à dinâmica do filme, o processamento pode mascarar ou danificar partes importantes da construção sonora. É uma questão de "cobertor curto". Se o áudio é processado demais, retiram-se mais artefatos, porém partes do filme também são afetadas. Se for processado menos do que o necessário, o artefato ainda se faz presente, mas os detalhes do filme em geral preservam-se. Logo, deve-se agir com parcimônia na utilização deste processamento.

A ordem em que são aplicados os *plug-ins* de restauração sonora no processamento digital afeta o resultado final. Há uma forma definida pela empresa Cedar Audio[106] que sugere que os *plug-ins* sejam aplicados na seguinte ordem: *de-click, de-crackle, de-hum e de-hiss*. Isto se deve à natureza desses artefatos. Um áudio com *clics* dificulta para que o *plug-in* de *de-crackle* e *de-hum* identifiquem esses artefatos, já que são ruídos globais; e, no caso de um processamento inicial do *de-hiss*, que também é um ruído global, ele pode mascarar os *clics* e *crackles* existentes no áudio, tornando difícil para que os plug-ins que eliminam estes problemas identifiquem esses artefatos.

Complementando, é fundamental em todo o trabalho de restauração, não importando a filosofia determinada, que seja mantido o histórico das etapas e dos processos a que o áudio original foi submetido, novamente seguindo os princípios de documentação idealizados pela *IASA* e *FIAF*. Além da questão documental, deve-se ter a chance de um retorno a alguns passos atrás, pois mesmo trabalhando de forma cuidadosa e com critérios bem definidos, em alguns momentos é difícil prever como tudo irá soar ao final da restauração. É muito comum

[106] Disponível em <http://www.cedar-audio.com>. Acesso em: jan. 2012.

que se precise retomar o processamento de algum ponto anterior para obter um resultado com maior qualidade final.

Como exemplo, voltamos ao *Cinema Novo*. Durante a restauração do filme, havia uma cena em que uma claquete era batida e Henry Dupont achou que este som ficou demasiadamente alterado com o processamento. Dessa forma, voltou-se a algumas etapas anteriores no processo e esse trecho foi refeito até que estivesse aprovado. Não cabe julgar o preciosismo em se tratando de uma simples batida de claquete, mas vale demonstrar o quanto é importante manter este histórico, pois num caso assim, provavelmente esse trecho teria que passar novamente por todas as etapas a partir do áudio original, até que se obtivesse a sonoridade que Henry Dupont desejava – o que consumiria muitas mais horas de trabalho.

Para o universo digital, isso é muito tranquilo e fácil, pois todos os *softwares* de edição de som permitem que se mantenham as versões anteriores de um determinado trabalho. Já no universo analógico, esse histórico é mais complexo. Mapear as configurações dos *hardwares* analógicos significa anotar de alguma forma[107] as configurações que eles apresentavam no momento do processamento, já que não é possível salvar essas configurações no próprio equipamento para posterior consulta.

A restauração sonora não é um processo milagroso, em que a partir de uma matriz completamente danificada chega-se a resultados com a sonoridade de obras atuais. Aliás, nem deve ser esse o objetivo. Mas com os processos descritos pode-se chegar a resultados realmente impressionantes. Filmes que estavam em via de extinção ou sem a possibilidade de exibição, podem novamente ser apreciados pelo público.

A descrição deste capítulo baseou-se na experiência de alguns projetos de restauração sonora de filmes nacionais realizados no país, o que é importante. Se observarmos o quão recentes foram esses projetos, veremos que há um longo caminho a ser percorrido pela

[107] Escrita, fotografia, tabelas, etc.

quantidade de obras que necessitam deste trabalho. Mas, com a crescente capacitação dos profissionais brasileiros e com o acesso a equipamentos de última geração, a perspectiva técnica é de se alcançar resultados que satisfaçam e representem de maneira honesta a cinematografia brasileira.

CONCLUSÃO

Esse estudo teve seu foco principalmente nas questões técnicas e práticas da restauração sonora. Ele acaba sendo o reflexo, em grande parte, de experiência pessoal do autor nessa área. Ele representa o conhecimento que obtive, muitas vezes por tentativa e erro, atuando ao longo de quase vinte anos em muitas das vertentes da área de som, como a gravação de música, a sonorização de shows musicais, a sonoplastia de rádio e de televisão e a edição de filmes, além do conhecimento informal que me foi transmitido por colegas e amigos.

A restauração sonora de filmes surgiu para mim com a indicação do Professor Dr. Eduardo Santos Mendes para que trabalhasse no projeto de restauração da obra do cineasta Joaquim Pedro de Andrade no estúdio Casablanca Sound. Onde iniciei em janeiro de 2006 sob a supervisão de Luiz Adelmo Manzano. Até este dia, meu conhecimento acerca desse assunto era praticamente nulo. Minha experiência na área de restauro tinha, até então, sido limitada a, no máximo, *"dar uma limpada"* em alguma música de vinil ou fita cassete digitalizada. Nada, enfim, que se aproximasse da importância do projeto em questão.

Infelizmente, não foi possível obter um depoimento de Henry Dupont para esse projeto. Seria muito importante ter uma visão dele sobre a sua filosofia de trabalho e a sua participação fundamental na restauração sonora da obra de Joaquim Pedro de Andrade. Porém, mesmo depois de inúmeras tentativas feitas por e-mail, com a ajuda de Luiz Adelmo, Henry Dupont preferiu não participar desta pesquisa, o que nos obrigou a descrever indiretamente os seus métodos e pensamentos. Aparentemente, Henry Dupont já não faz mais trabalhos relacionados à restauração de filmes.

A ideia deste estudo surgiu a partir da necessidade da definição de uma metodologia que representasse a realidade das experiências vividas por quem atua com a restauração

sonora no Brasil. Essa área, como já foi comentado aqui, é recente, mesmo para os profissionais que trabalham com som para cinema há décadas.

Colocar as situações já vivenciadas em algumas restaurações realizadas teve o intuito de trazer à tona questões e dúvidas que surgem durante uma restauração sonora, como elas foram solucionadas ou contornadas e, em trabalhos futuros, qual a linha de conduta que poderá ter o restaurador de som em todo o processo. Além disso, entendo que a parte documental é importante. Por isso, também foi uma preocupação fazer o registro de parte da história de algumas restaurações que já foram realizadas no Brasil e de como elas se desenvolveram tecnicamente, utilizando os depoimentos de quem efetivamente atuou nestes trabalhos.

Optei por iniciar esta dissertação com uma descrição mais técnica dos problemas que assolam as mídias que normalmente precisam ser restauradas, basicamente películas fotossensíveis e magnéticos, e como a qualidade da matriz ou das matrizes utilizadas afeta o resultado final. Isso ressalta a importância da conservação adequada desses materiais para a garantia futura de que hajam matrizes que representem nossas obras na sua melhor condição possível.

A transferência do universo analógico para o universo digital é a realidade atual para a realização de uma restauração sonora. Portanto, ter a compreensão dos procedimentos necessários para esta transferência, entendendo não somente a operação em si dos equipamentos, mas também os critérios que devem ser adotados é fundamental, pois de outra forma toda a parte digital na restauração estará comprometida. Cometer equívocos nessa primeira etapa traz como consequência uma propagação de erros e problemas.

No terceiro capítulo, tivemos a discussão da restauração sonora em si, com um breve histórico acerca dos trabalhos de restauração em geral realizados no Brasil, seguido de uma

descrição dos trabalhos de restauração sonora de que participei ou que tive conhecimento mais próximo.

Com a exemplificação de alguns desses trabalhos, ilustrados com algumas situações particulares de cada um, foi possível chegar a uma categorização sobre as filosofias de trabalho que podem ser empregadas na restauração sonora, o que ajudaria em um planejamento das etapas anteriores ao início do processo.

Porém, pelo que tenho vivenciado com os trabalhos que realizei posteriormente no estúdio Casablanca Sound, isso ainda não se reflete no mercado atual, em que não há um planejamento específico que contemple a questão do som, que normalmente é tratado como um apêndice do processo de restauração da imagem. O prazo necessário e as condições para realizar um trabalho com informações mais completas não é obtido, e a questão da garimpagem dos materiais e dos limites claros para a restauração sonora não são bem definidos.

O que é colocado pelos clientes em geral é *"melhorar tudo o que for possível"*, o que acaba sendo muito subjetivo. Além disso, quando realizada por profissionais inexperientes, a possibilidade de equívocos na restauração sonora é muito grande, pois como vimos, ela implica em muito mais do que operar um *software* e aplicar um *plug-in*. É preciso entender o autor e a sua obra, os conceitos e os problemas inerentes de um filme em sua época e fazer com que a obra restaurada não se descaracterize em relação ao momento em que foi concebida.

Neste ponto, ganham importância as figuras do curador, defendida por Calil, que deve definir claramente os limites do processo de restauração, e a do técnico de restauração com experiência e conhecimento, que dará um embasamento técnico ao que foi definido. Pois, para uma restauração, ainda mais no universo digital, em que num certo sentido "o céu é o limite",

podem-se aplicar dezenas de processamentos diferentes e de edições, o que fatalmente trará consequências ao filme restaurado.

O que vale ressaltar é que, principalmente no universo digital, não temos *"a restauração"*, mas *"uma restauração"*, e esta diferença é importante, pois nunca se pode prever se alguma matriz em melhor condição ou mais completa será um dia encontrada. Soma-se a isso o fato de que, mantendo-se o histórico do processo de restauração sonora, o original que foi restaurado terá cessado o seu processo de deterioração, ou seja, a condição em que o original se encontra atualmente será mantida, uma vez que não há degeneração no universo digital. Claro que, com isso, temos a questão da preservação desses materiais digitais, que não foi abordada por este estudo, mas que é um assunto ainda controverso e impreciso, principalmente se pensarmos em preservação de longo prazo[108].

Ao final deste estudo, o que se espera é que ele dê ao leitor um panorama geral sobre a restauração sonora no Brasil, que sirva como uma porta de entrada para entender como foi a abordagem em alguns projetos, como estes foram realizados e quais os desafios nesse trabalho, além de poder ser útil como fonte de informação para pessoas que tenham interesse em mergulhar nesse universo.

[108] CINEMATECA BRASILEIRA. *O Dilema digital*. Science and Technology council, 2009

ANEXO I – TABELA COM A DESCRIÇÃO DAS MATRIZES UTILIZADAS NO PROJETO DE RESTAURAÇÃO DE JOAQUIM PEDRO DE ANDRADE.

nº	Filme	Duração	Cód.	Materiais	Descrição Conteúdo	Nº cópias	data fab.
1	Mestre de Apipucos	8 min	MA_V1	Beta SP	REFERENCIA DE IMAGEM OK / Cartelas / Cenas de Passagem	COZ 05388-02_A / 076751 / SP01679Z	13.09.04
			MA_V2	Beta SX	Mestre Sozinho / Mestre + Poeta Juntos	? / SP01679Z	21.09.04
					Áudio SPIRIT Rolo Único - Sonorizado CH 3,4	COY 07950-01	29.01.05
			MA_V3	Beta dig.	Áudio SPIRIT Rolo Único	COY 07668-05	
					REFERENCIA DE IMAGEM ITK2 Sonorizado CH 3,4 em 20.05.05	NOX 05388-02A	
2	Poeta do Castelo	10 min	PC_V1	Beta SP	REFERENCIA DE IMAGEM OK / Cartelas / Cenas de Passagem	COZ 05388-02_B / 076751 / SP01679Z	13.09.04
			PC_V2	Beta SX	Poeta Sozinho / Mestre + Poeta Juntos	? / SP01679Z	21.09.04
			PC_V3	Beta dig.	Áudio SPIRIT + Sonorizado CH 3,4 em ???	COY 07668-04	29.01.05
				Beta dig.	REFERENCIA DE IMAGEM ITK2 - Sonorizado CH 3,4 em 20.05.05		
3	Couro de Gato	12 min	CG_V1	Beta Dig.	REF. IMAGEM Editada - R 1 e 2 - AUDIO REST CH 3,4 (22.2.05)	INICIO:1A=COZ 04557-03 / FINAL: 2A=COZ00578-03	29.01.05
			CG_V2	Beta SP	Cópia de CV1 - Para carregar áudio restaurado?	INICIO:1A=COZ 04557-03 /FINAL: 2A=COZ00578-03	06.09.05
			CG_V3	Beta Dig.	Ref. de imagem - versão editada - R. 1/2	INICIO:1A=COZ 04557-03 / FINAL: 2A=COZ00578-03	s/ data
			CG_V4	Beta Dig.	Ref. de imagem - versão editada - R. 2/2	FINAL: 2A=COZ00578-03	s/ data
			CG ???	Beta SX	Beta da confusão - DESCONSIDERAR		01.12.03
			CG_V5	Beta SX	Ref. Som Matriz ITK2 / Som complemento ITK2	COZ: 04557-03 / COZ 00578-03	
			CG_V6	Beta Dig	REFERÊNCIA IMAGEM DEF - Rolo Único - Contratipo Alemão		14.09.05
			CG_V7	Beta SX	Áudio Rolo 1, 2 + créditos	Contratipo Alemão	09.09.05
			CG_DAT1/2	DAT x 2	Versão Francesa / Banda Internacional - Alemanha	Som do contratipo Alemão	s/ data
4	Garrincha, alegria do pov	59 min	GA_V1	Beta dig.	Áudio Spirit - R 1,2,3	COZ 07944-01 / COZ 00579-01	21.11.04
			GA_V2	Beta SX	Áudio Spirit - R 1,2,3 - cópia de parte da GA_V1	COZ 00579-01	21.11.04
			GA_V3	Beta SX	Áudio Spirit - R 1,2,3 - cópia de parte da GA_V1	COZ 07944-01	21.11.04
			GA_V5	Beta Dig.	REFERENCIA DE IMAGEM - Contratipo		
			GA_DAT1	DAT	Transcrição Fitas 1/4 LC Barreto	?	08.09.05
5	O padre e a moça	90 min	PM_V1	Beta Dig.	REFERÊNCIA DE IMAGEM R 1 até 10 + MATRIZ SOM REST	COZ 05454-01	03.11.04
6	Brasilia, Contradições...	23min	BR_V1		REFERÊNCIA DE IMAGEM + SOM RESTAURADO		
7	Cinema Novo	30 min	CN_V1	Beta. Dig.	REFERÊNCIA DE IMAGEM + AUDIO RESTAURADO CH. 3,4	Contratipo ZDF ?	25.04.05
			CN_V2	Beta SX	IMAGEM ZDF + Audio MAM (aberto) / Audio ZDF (25fps)	Contratipo ZDF ? + Cópia MAM ?	21.09.04
			CN_V3	Beta SX	IMAGEM MAM + Audio MAM	Cópia MAM?	13.03.05
			CN_V4	Beta SP	Cópia REF. IMAGEM para Som	Contratipo ZDF ?	08.09.05
nº	Filme	Duração	Cód.	Materiais	Descrição Conteúdo	Nº cópias	data fab.
			CN_V5	Beta SX	Cópia REFERÊNCIA DE IMAGEM + AUDIO RESTAURADO CH. 3,4	Contratipo ZDF ?	16.08.05
8	Linguagem da Persuasao	12 min	LP_V1		REFERÊNCIA DE IMAGEM + SOM RESTAURADO		
			LP_DAT1A	DAT	Complemento de Áudio	07421-03	29.11.03
			CD-ROM				
9	Os Inconfidentes	100 min	IN_V1		REFERÊNCIA DE IMAGEM		
			IN_V2	Beta SX	MATRIZ DE ÁUDIO - SPIRIT - Rolo 1, 2, 3, 4 - duplos	COZ 00579-01 - Cinemateca Portuguesa	26.09.04
			IN_V3		Complementos de Áudio SPIRIT - Rolos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	COZ 04896-02	30.03.05
10	Guerra Conjugal	90 min	GC_V1	Beta SX	REFERÊNCIA DE IMAGEM - Rolos 1, 2, 3, 4, 5	COZ 01926	30.11.03
			GC_V2	Beta SX	Áudio SPIRIT - R 1, 2	COZ 07560-01	02.12.03
			GC_V3	Beta SX	Áudio SPIRIT - Rolos 3, 4, 5	COZ 07560-01	02.12.03
11	Vereda Tropical	18min	CD-ROM				
12	O Aleijadinho	22min	AL_V1	Beta SX	REFERÊNCIA DE IMAGEM + Som Restaurado		16.08.05
			AL_V2	Beta SX	Áudio SPIRIT - Rolos 1, 2, 3	COY 07553-01	02.12.03
			AL_V3	Beta dig.	Áudio SPIRIT - Rolos 1, 2, 3 + Som Restaurado CH 3 + 4 (10.3	COY 07553-01	29.01.05
					REFERÊNCIA DE IMAGEM ITK2	NOX 02367-08	

ANEXO II – SOBRE OS ENTREVISTADOS – CURRÍCULO RESUMIDO

- **Luiz Adelmo Fernandes Manzano:** é bacharel em Comunicação Social com habilitação em Cinema pela Escola de Comunicações e Artes da Universidade de São Paulo. Realizou pela ECA/USP Mestrado e Doutorado, tendo como tema o som cinematográfico. Seu trabalho de Mestrado deu origem ao livro "Som-Imagem no Cinema", publicado pela Editora Perspectiva / SP (Coleção Debates).

  Sócio da produtora Crug Filmes, é realizador e produtor, sendo mais conhecido pela sua atuação na área de som para cinema. Sound designer, mixador e editor de som, trabalhou em diversos filmes, tais como "O Palhaço" (2011), "O Mundo em 2 Voltas" (2007) e "O Homem que Copiava" (2003). É coordenador do estúdio de som Casablanca Sound, além de ministrar cursos e oficinas e escrever para revistas e sites especializados.

  Na área de restauração, coordenou juntamente com Henri Dupont a restauração da obra de Joaquim Pedro de Andrade. Coordenou e participou também a restauração de filmes como “Tudo Bem”, de Arnaldo Jabor, “A Moreninha”, de Glauko Mirko Laurelli, além dos filmes de Roberto Pires, Alexandre Robatto Filho e Heitor Capuzzo.

- **José Luis Sasso:** Iniciou sua trajetória trabalhando na *Arte Industrial Cinematográfica – AIC*, de 1968 a 1972, quando então foi para a *Fundação Padre Anchieta - TV Cultura* como editor, montador e técnico em mixagem de filmes da própria emissora. De 1976 a 1993 trabalhou na *Álamo Cinematografia e Som*, como gerente técnico, onde saiu para então fundar a empresa *JLS Facilidades Sonoras*, atuando no ramo de sonorizações, gravações, mixagens, consultoria e projetos.

Até o final de 2012 possuía no currículo de mixador mais de 350 filmes longas-metragens, 400 filmes curtas-metragens e 150 filmes médias-metragens.

Possui um trabalho importante na área de restauração, atuando junto a Cinemateca Brasileira como consultor técnico e restaurador de som em diversas ocasiões, inclusive nos projetos de restauração de Glauber Rocha, Leon Hirzman entre outros.

- **Carlos Augusto Machado Calil[109]:** Tem graduação em Cinema e Física pela Universidade de São Paulo, tendo em 1976 participado do *II FIAF Summer School*, foi o coordenador de restauração de filmes da Cinemateca Brasileira de 1974 a 1979, além de exercer diversas funções na mesma instituição com o passar dos anos. Possuí vínculo com a Universidade de São Paulo como professor colaborador desde 1987 nas áreas de *história do audiovisual* e *legislação e mercado audiovisual* e é diretor da Secretaria Municipal de Cultura da cidade de São Paulo desde 2001.

  Teve também diversos cargos no Ministério da Cultura e na Secretaria da Cultura do Governo do Estado de São Paulo.

  Foi o curador da obra de Glauber Rocha, participando inclusive do projeto de restauração de seus filmes.

[109] Fonte: Lattes, consultado em jan.2013.

ANEXO III - PRINCÍPIOS MATEMÁTICOS DE PLUG-INS DE RESTAURAÇÃO

A ideia deste anexo é citar alguns dos conceitos matemáticos ligados à restauração sonora. Deve-se entender que não há mágica por trás desse processo e que as ferramentas utilizadas para isso não são milagrosas, mas que é imensa a complexidade do processo de localização e tratamento de todos os problemas que podem aparecer em uma fonte sonora, tanto as degradações localizadas (*clics, crackles, thumbs*) quanto as globais (*hiss, hum*). Além disso, a engenharia dos algoritmos dos *softwares* e *plug-ins* de restauração tem processos matemáticos e estatísticos pesados, mostrando as dificuldades relacionadas a esse assunto.

No universo analógico também já se trabalhavam formas de restauração, principalmente em mídias magnéticas, porém, elas eram muito mais restritas. No caso de fitas, o processo resume-se basicamente a cortar e colar, retirando *clics* manualmente e colando trechos com fundo "limpo", além de filtrar com equalizadores a fim de minimizar *hiss* e ruídos globais, já que estas mídias, com gravações analógicas, costumam ter uma resposta precária em altas frequências.

Aparelhos para a retirada de *clics*, em que o som percorre um circuito eletrônico em tempo real, também foram utilizados. Esses aparelhos resumem-se basicamente a um filtro passa-alta[110], para a detecção dos *clics*, e um filtro de passa-baixa[111], para mascarar seu efeito. Porém, estas metodologias analógicas sozinhas não alcançam resultados satisfatórios para o nível de exigência atual, de maneira que não há como fazer uma restauração sonora sem que se utilize, mesmo que não exclusivamente, o universo digital.

---

[110] Filtro em que se determina a frequência a partir do qual o sistema reproduzirá, para este filtro serão reproduzidas as frequências acima da determinada.

[111] Filtro em que se determina a frequência a partir do qual o sistema reproduzirá, para este filtro serão reproduzidas as frequências abaixo da determinada.

1. Modelagem de sinais de áudio

Processadores de sinal diversos utilizam a modelagem matemática como base de seus algoritmos. Nos *plug-ins* de restauração sonora isso se confirma e a qualidade do processamento está ligada à forma como a modelagem interpreta e ajusta os dados, já que em um sinal de áudio, principalmente para filmes, temos falas, músicas, ambientes, que estão na maioria dos casos soando simultaneamente, dificultando a identificação e a localização dos problemas existentes e que se quer retirar.

Um dos principais modelos matemáticos utilizados é o chamado *autorregressivo* (AR), que também é utilizado em diversas outras aplicações em que haja processamento de séries temporais. Nesse método, o valor atual de um sinal é representado como uma soma ponderada dos valores do sinal anteriores (P) mais um termo de ruído branco (e[n]), segundo a equação abaixo:

$$\mathrm{s[n]} = \sum_{i=1}^{P} s[n-i]a_i + e[n]$$

Equação 1. Equação geral do modelo autorregressivo.

Esse modelo é basicamente uma forma de pré-edição linear, ou seja, faz com que o sistema analise o sinal prevendo o sinal seguinte, pelo fato de uma onda sonora não ser estacionária. Esse modelo é aplicado em blocos de amostras e o tamanho dos blocos depende do sinal analisado.

Os artefatos localizados podem em geral estar presentes no áudio em duas situações: eles podem estar adicionados ao sinal de “fundo” ou podem estar substituindo por completo o áudio original. Os dois casos devem ser tratados de forma diferente. O caso de adição é o mais simples. Iremos chamá-lo de modelo aditivo, e ele pode ser expresso matematicamente da seguinte forma:

$$x[n] = s[n] + i[n].v[n]$$

Equação 2. Equação geral para um modelo aditivo.

Onde s[n] é o áudio original (equação 1), i[n] é o artefato e v[n] é sempre 0 ou 1: quando um artefato é detectado, seu valor é 1, caso contrário é 0, o que faz o segundo termo da equação 2 tornar-se irrelevante.

Nesse caso, a qualidade do sinal de saída estará ligada aos critérios do modelo estatístico utilizado na detecção de amostras do sinal que não se adequam ao sinal de fundo.

Alguns utilizam a mesma lógica dos processadores analógicos, com um filtro passa-alta, mas para isso deve-se considerar que, além do áudio original possua pouca informação em alta frequência, o que em geral acontece na maioria dos áudios a serem restaurados, os artefatos estão presentes em todo o espectro. Desta forma, o artefato é isolado e pode ser detectado com maior facilidade. Obviamente, esse método falha quando o áudio original possui informação em frequências altas e/ou os artefatos estão em apenas alguma faixa do espectro.

O teorema de Bayes para probabilidades, que também é utilizado nos modelos matemáticos de processamento de sinal, apoia-se no fato de se poder incorporar conhecimentos prévios, que muitas vezes podem ser subjetivos, para a determinação de um resultado, algo que não é aceito nos conceitos probabilísticos frequentista e clássico[112].

Porém, para eventos que ocorram aleatoriamente, como em geral são os artefatos encontrados nos sinais a serem restaurados - mas que possuem um comportamento médio

[112] Teoria Frequentista: A Probabilidade de um acontecimento, associado a certa experiência aleatória, é a frequência relativa esperada desse acontecimento, ou seja : O quociente entre o número de vezes que o acontecimento se realiza ao fim de *n* repetições da experiência e o número (*n*) de repetições.

Teoria Clássica (Lei de Laplace): A probabilidade de um acontecimento associado a uma certa experiência aleatória é dada pelo quociente entre o número de casos favoráveis ao acontecimento e o número de casos possíveis.

bem conhecido - esse teorema encaixa-se, já que o sistema deve ser capaz de interpretar este comportamento e tomar decisões baseadas nestas informações.

Outros métodos tentam incorporar informações prévias do sinal e dos artefatos em algum método de detecção e substituição por interpolação do artefato por sinal limpo, utilizando o modelo autorregressivo como base.

Até este ponto, colocamos a matemática envolvida para artefatos localizados. Para artefatos globais, como o *hiss,* por exemplo, o tratamento matemático é diferente, já que eles estão sempre somados ao sinal original e a sua detecção e remoção estão ligadas a uma análise do espectro para uma subtração do sinal original.

Um parâmetro encontrado em muitos *plug-ins* de redução de ruído é o FFT, ou *Fast Fourier Transform*, que é uma ferramenta matemática utilizada justamente para a análise do espectro. Basicamente, o FFT é um aparato matemático que relaciona duas variáveis diferentes.

$$f(t) = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty} F(\omega)e^{i\omega t}d\omega$$

Equação 3. Equação de síntese da transformada de Fourier.

Em nosso caso, o tempo é associado à frequência e, para que se consiga utilizar este método, uma amostra pura do ruído global que se quer remover é necessária para que o algoritmo do *plug-in* analise esse espectro e saiba o que subtrair do sinal.

Obviamente, as frequências existentes no espectro do artefato também estão presentes no sinal original. Logo, a experiência do restaurador, bem como a quantidade de artefato presente na relação sinal-ruído, são fundamentais para o resultado final, que nem sempre é satisfatório.

Mas foram descritas aqui, e de forma muito sucinta, apenas algumas formas para o tratamento de sinal degradado. Um estudo mais amplo dos modelos matemáticos e estatísticos

empregados para esta finalidade fogem do foco deste trabalho, sendo esta breve apresentação apenas uma complementação para o estudo apresentado.

REFERÊNCIAS:

ADELMO, Luiz. Entrevistador: Sandro Dalla Costa. São Paulo: 2012.

ADELSTEIN, Peter Z. IPI *Media Storage-Quick Reference.* Image Permanent Institute. Second edition. 2009.

ÁVILA, Flávio Rainho. Algoritmos baseados em modelos bayesianos para restauração de sinais de áudio. 2008. 99p. Dissertação de Mestrado. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2008.

BENJAMIN, Walter. A obra de arte na época de suas técnicas de reprodução. In: *Benjamin, Habermas, Horkheimer, Adorno,* São Paulo, Ed. Abril, 1975, (Col. Os Pensadores).

BEREIJO, A. The conservation and preservation of film and magnetic materials (2): film materials, *Library Review*, Vol.53 No.6 p323-31, 2004.

BRANDI, Cesare. *Teoria da restauração*. Cotia: Ateliê, 2004

BUARQUE, Marco Dreer. *A experiência com restauração de filmes no Brasil. Revista Mosaico.* Edição 5, ano III. Rio de Janeiro.

CALIL, Carlos Augusto Machado. Entrevistador: Sandro Dalla Costa. São Paulo: 2012.

CEDAR audio. Disponível em: <www.cedar-audio.com>. Acesso em: jan.2011.

CINEMATECA BRASILEIRA. *Manual de manuseio de películas cinematográficas – procedimentos utilizados na cinemateca brasileira*. São Paulo, Imprensa Oficial, 2006.

CINEMATECA BRASILEIRA. *O Dilema digital*. Science and Technology council, 2009

COELHO, Maria Fernanda Curado. *A Experiência Brasileira na Conservação de Acervos Audiovisuais - Um Estudo de Caso*. Tese de Mestrado – Escola de Comunicações e Artes – ECA/USP. São Paulo. 2009

DIGIDESIGN. Disponível em: <www.digidesign.com>. Acesso em: dez.2011.

DIRKS, Tim. The Jazz Singer Review. Filmsite. Disponível em: <http://www.filmsite.org/jazz.html>. Acesso em: dez.2012.

DO VALLE, Sólon. *Restauração de gravações*. Rio de Janeiro, Música & Tecnologia, 2003.

DOLBY Laboratories. Disponível em: <http://www.dolby.com>. Acesso em: fev.2012.

EASTMAN Kodak Company. *Cross-Modulation Distortion* – Testing for the Motion Picture Laboratory. Kodak, 2001.

FIAF Technical Comission. Preservation best Practice. 2009. Disponível em: < http://www.fiafnet.org/pdf/uk/Best%20Practice%20FINAL%20EN.pdf>. Acesso em: jul.2012.

FIAF/VOLKMANN, Herbert. *The La conservation dês films.* Brussels*:* FIAF, 1967.

GODSILL, Simon; RAYNER, Peter. Digital audio restoration. London: Springer, 1997.

HOLMAN, Tomlinson. *Sound for film and television*. Boston: Focal Press, 1997.

INTERNATIONAL Association of Sound and Audiovisual Archives. Disponível em: <http://www.iasa-web.org>. Acesso em: jul. 2012

INTERNATIONAL Association of Sound and Video Archives. IASA-TC 03 The Safeguarding of the Audio Heritage: Ethics, Principles and Preservation Strategy Version 3. December 2005. http://www.iasa-web.org/downloads/publications/TC03_English.pdf. Acesso em: jul. 2012.

MACKENZIE, Donald. Sound Recording with the Light Valve. Ball System Technical Journal, 8: 1. January 1929 pp 173-183.

MANZANO, Luiz Adelmo F. *Som: restauração e peculiaridades do projeto JPA*. 2007

MERGING Technologies. Disponível em: <www.merging.com>. Acesso em: dez. 2011.

MUSEU DE ASTRONOMIA E CIÊNCIA AFINS. MAST Colloquia-Vol. 9 – Conservação de Acervos. Rio de Janeiro. 2007.

NATIONAL FILM PRESERVATION FOUNDATION. *The Film Preservation Guide*-The Basics for Archives, Libraries and Museums. 2003.

PEREIRA, Ana Luiza. Finalização em película 35mm. Disponível em: <http://www.rocambole.org/artigos/Finalizacao_em_pelicula_35mm.html>. Acesso em: Nov. 2012.

POHLMANN, Ken C. *Principles of digital audio*. New York: Mc Graw Hill, 5.ed., 2005.

SASSO, José Luiz. Entrevistador: Sandro Dalla Costa. São Paulo: 2011.

SASSO, José Luiz. *O negativo de som e o teste de modulação-cruzada.* 1984.

SLIDE, Anthony. *Nitrate won't wait – A history of film preservation in the United States*. Jefferson, NC: McFarland Classics, 2000

DE OLIVEIRA, João Sócrates. *A restauração de cabiria - CABIRIA & CABIRIA - IL RISTAURO*. Tradução : Marcello G. Tassara. Torino, 20-21 marzo 2006.

SOUZA, Carlos Roberto de. *A Cinemateca Brasileira e a Preservação de filmes no Brasil.* Tese de Doutorado – Escola de Comunicações e Artes – ECA/USP. São Paulo. 2009.

STEER, Maxwell. *A brief history of film dubbing.* 1995.

REILLY, James M. *IPI Storage Guide for Acetate Film.* Rochester, NY: Image Permanent Institute. 1996.

WAVES. Disponível em: <www.waves.com>. Acesso em: fev. de 2012.

WHEELER, Jim. *Videotape Preservation Handbook*. 2002. Association of Moving Image Archivists Online. Disponível em: <http://www.amianet.org/publication/resources/guidelines/WheelerVideo.pdf>. Acesso em: Nov. 2012.

WYATT, Hilary; AMYES, Tim. *Audio Post Production for Television and Film*, Third Edition: An introduction to technology and techniques. EUA: Focal Press, 2005.