

**Universidade Federal da Paraíba
Centro de Informática
Programa de Pós-Graduação em Computação, Comunicação e Artes**

LUCAS LIMA BRANDÃO

**SUPORTE AO APRENDIZADO DE MÚSICA BASEADO EM GRAVAÇÕES USANDO
FERRAMENTAS DE CÓDIGO ABERTO**

**João Pessoa
Maio/ 2020**

Lucas Lima Brandão

**SUPORTE AO APRENDIZADO DE MÚSICA BASEADO EM GRAVAÇÕES USANDO
FERRAMENTAS DE CÓDIGO ABERTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Computação, Comunicação e Artes (PPGCCA) da Universidade Federal da Paraíba como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Computação, Comunicação e Artes na linha de pesquisa Arte Computacional.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Coelho Freire Batista

Coorientador: Prof. Dr. Alexandre Magno e Silva Ferreira

João Pessoa
Maio / 2020

Catálogo na publicação
Seção de Catálogo e Classificação

B817s Brandao, Lucas Lima.

SUPORTE AO APRENDIZADO DE MÚSICA BASEADO EM GRAVAÇÕES
USANDO FERRAMENTAS DE CÓDIGO ABERTO / Lucas Lima

Brandao. - João Pessoa, 2020.

80 f. : il.

Orientação: Carlos Eduardo Coelho Freire Batista.

Coorientação: Alexandre Magno e Silva Ferreira.

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CI.

1. Música. Código aberto. Técnicas de gravação. I.
Batista, Carlos Eduardo Coelho Freire. II. Ferreira,
Alexandre Magno e Silva. III. Título.

UFPB/BC

Lucas Lima Brandão

**SUPORTE AO APRENDIZADO DE MÚSICA BASEADO EM GRAVAÇÕES USANDO
FERRAMENTAS DE CÓDIGO ABERTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Computação, Comunicação e Artes da Universidade Federal da Paraíba como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Computação, Comunicação e Artes na linha de pesquisa Arte Computacional.

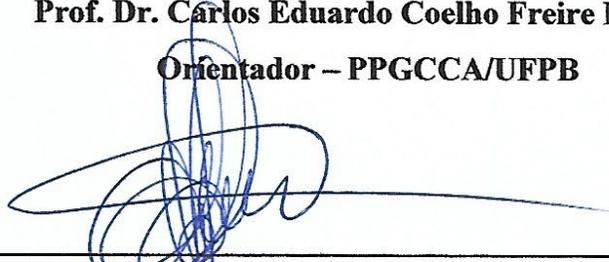
A banca considera o presente trabalho final: aprovado

Data: 29/ maio / 2020



Prof. Dr. Carlos Eduardo Coelho Freire Batista

Orientador – PPGCCA/UEPB



Prof. Dr. Alexandre Magno e Silva Ferreira

Coorientador – PPGCCA/UEPB

Prof. Dr. Cleisson de Castro Melo

Membro externo

Prof. Dr. Tiago Maritan Ugulino de Araújo

PPGCCA/UEPB

Dedico este trabalho a minha família e amigos, pelos exemplos importantes de conduta e sem os quais a luta cotidiana se tornaria demasiadamente árdua.

AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa só foi possível graças ao suporte, apoio e inspiração fornecidos por amigos, professores, colegas de trabalho e de minha família.

Antes de tornar-se real através do ingresso no Programa de Pós-Graduação em Computação, Comunicação e Artes (PPGCA) da Universidade Federal da Paraíba, este trabalho foi pouco a pouco estimulado por meus grandes amigos e colegas de trabalho, Ricardo Paiva e Cleber Moraes, a quem serei eternamente grato.

A paz e a tranquilidade para executar um estudo dessa magnitude foi atingida por possuir apoio incondicional dos colegas de trabalho Ricardo Paiva e Mosar Nogueira. Eles realizaram, como sempre, um trabalho de excelência na minha ausência mantendo em ordem o estúdio do Departamento onde estamos alocados e nossos projetos de extensão frutíferos e vivos.

Os Professores Carlos Eduardo Coelho Freire Batista e Alexandre Magno e Silva Ferreira também contribuíram muito com o desenvolvimento desta jornada e o fizeram de forma inspiradora, assertiva e clara. Isto tornou a experiência enriquecedora e não há como mensurar o quanto admiro e respeito o esforço desses cientistas e docentes.

Finalizo meus agradecimentos com uma menção feliz aos meus salvadores Adriano Leão e Fiorella Svetlosak e Célia Menezes, à minha família e aos meus amigos, sem os quais esta aventura teria se tornado desnecessariamente árida e congratulo colegas de curso por termos formado um grupo coeso neste percurso.

RESUMO

O crescente acesso às tecnologias educacionais e a adoção destas ferramentas em sala de aula se configuram como possíveis estratégias pedagógicas para a comunidade acadêmica. Este trabalho descreve o processo de construção prática e teórica de um método dedicado à criação de material de *Lecture Recording* (gravação do conteúdo de uma palestra, conferência ou seminário) para cursos em práticas interpretativas em música, realizado inteiramente com *softwares* de código aberto. No quesito prático, destaca-se a otimização de um sistema operacional de código aberto Linux para atuar em conjunto com técnicas de gravação e uma estação de trabalho em áudio digital chamada *Ardour*, com a finalidade de auxiliar o ensino. O método descrito vem sendo utilizado pelo Grupo de Pesquisa em Performance e Pedagogia do Trombone em gravações junto a atividades educativas da Universidade Federal da Paraíba. Durante o processo foram utilizadas técnicas de gravação diversas, como padrões de captação estéreo e microfonação de acento para a obtenção do resultado, que possui sonoridades distintas e adaptadas às formações musicais de cada apresentação. Todas as captações ocorreram sem instabilidade do ponto de vista computacional. Com a divulgação dos resultados e materiais criados para propagação e replicação desta ação, pretende-se ampliar a discussão sobre a utilização de sistemas de gravação de código aberto na criação de material didático para música.

Palavras-chave: Música. Código aberto. Técnicas de gravação.

ABSTRACT

The growing access to educational technologies and the adoption of these tools in the classroom configure themselves as possible pedagogical strategies for the academic community. This work describes the practical and theoretical process used to construct a method of creating Lecture Recording material for courses in interpretive practices in music conducted entirely with open source software. In practical terms, the optimization of an open source Linux operating system stands out to work together with recording techniques and a digital audio workstation called Ardour in order to assist teaching. The described method has been used by the Trombone Performance and Pedagogy Research Group in recordings with educational purpose at the Federal University of Paraíba. During the process, several recording techniques were used, such as stereo microphone techniques and accent microphones to obtain the result, which has distinct sounds adapted to the musical formations of each performance. All recordings took place without computational instability. With the dissemination of the results and materials created for the propagation and replication of this action, it is intended to expand the discussion on the use of open source recording systems in the creation of didactic material for music.

Keywords: Lecture recording. Music. Open source. Recording techniques.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Ciclo regulador	18
Figura 2 - Fluxograma do método tradicional de gravação de som.....	23
Figura 3 - Fluxograma do método tradicional de gravação com conversão para formato digital.....	23
Figura 4 - Fluxograma do método de gravação “ <i>mix in the box</i> ”	24
Figura 5 - Padrões polares de captação	26
Figura 6 - Fluxograma da otimização do <i>Linux Mint</i> para gravação de som	45
Figura 7 - Fluxograma da criação da imagem de disco do <i>Linux Mint</i> otimizado	46
Figura 8 - Posicionamentos dos padrões estéreo e microfones de acento	48
Figura 9 - Foto de parte do equipamento de gravação utilizado	49
Figura 10 - Interface de <i>plug in Calf</i> de equalização	50
Figura 11 - Interface de mixagem com lista de comentários e presets de equalização	51
Figura 12 - Página de edição com sessão completa e execução de fades	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Lista de artigos	37
Tabela 2 - Configurações das gravações	47

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1. Objetivo Geral.....	14
1.2. Objetivos Específicos.....	15
2. METODOLOGIA	17
3. ESTADO DA ARTE.....	22
3.1. Breve histórico da evolução dos métodos de gravação.....	22
3.2. Técnicas de gravação.....	25
3.3. Áudio como material didático.....	29
3.4. Gravação de apresentação/palestra	31
3.5. Revisão de literatura	31
4. PROTOTIPAÇÃO	40
4.1. Ferramentas de código aberto e motivos de escolha	40
4.2. Ferramentas de áudio <i>Linux</i> e replicabilidade da solução.....	43
5. EXPERIMENTOS E RESULTADOS	47
6. CONCLUSÃO	53
REFERÊNCIAS.....	56
APÊNDICES	60
ANEXOS	80

1. INTRODUÇÃO

O aumento do acesso às tecnologias e a incorporação das chamadas novas Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) são uma realidade na vida prática, seja dentro ou fora das salas de aula. A popularização de dispositivos computacionais - como celulares, *tablets* e computadores pessoais - aliada à evolução das redes comunicacionais converge para criação, manipulação e propagação de mídias digitais de forma cada vez mais eficiente, ampla e difundida para diversas finalidades, entre elas a educacional.

No que diz respeito ao cenário educativo, O’Callaghan (2015, p.2) afirma que “as universidades sofrem pressão para adoção de opções mais eficientes e acessíveis ao estudante”. Sendo assim, no contexto do ensino de música, é evidente que o uso de ferramentas que permitem comunicação através de som gravado e codificado como sinal de áudio digital configura-se como uma opção de baixo custo computacional e dotada de facilidade de transmissão.

O presente trabalho visa descrever a prototipação e execução de um novo método de *lecture recording* que une a otimização do sistema operacional de código aberto *Linux* a técnicas de gravação para auxiliar na formulação de material pedagógico para cursos em práticas interpretativas em música.

De acordo com o Dicionário de Cambridge¹ (2020), o conceito de *lecture*² corresponde a “uma conversa com um grupo de pessoas sobre um assunto” (tradução do autor), o que em português poderia ser entendido como “palestra”. Porém, no contexto de educação musical, apresentações e recitais podem ser enquadrados como experiências educativas no sentido de se configurarem como oportunidades para trocas coletivas sobre um determinado tópico, técnica ou estética musical.

O material didático de apoio ao aprendizado musical pensado nesta pesquisa foi baseado no conceito de *lecture recording* - traduzido no decorrer deste trabalho pelo autor como “gravação de apresentação/palestra”- e tem por objetivo ser um instrumento de suporte online para as instituições de ensino. De acordo com O’Callaghan (2015), “a gravação de apresentação/palestra faz uso de tecnologias para criar material que envolvem apenas áudio ou áudio combinado com vídeo ou outra mídia como PowerPoint”³ (tradução do autor).

¹ CAMBRIDGE DICTIONARY. Disponível em: <<https://dictionary.cambridge.org/us/dictionary/english-portuguese/lecture>>. Acesso em: 3 abr. 2020.

² *Lecture (noun): a talk to a group of people about a subject*

³ “*Lecture recordings are technologies involving audio only, or audio combined with video or other media such as PowerPoint*” (O’CALLAGHAN, 2015, p. 2)

Para realizar as gravações, a pesquisa elegeu ferramentas de código aberto, que precisaram ser reconfiguradas para o uso específico deste trabalho. As otimizações necessárias foram executadas não só através da interface gráfica, mas também por linhas de comando através de um Terminal. Tendo em vista a complexidade de interação neste último caso, pois requer um conhecimento técnico mais profundo de programação, observou-se que isto poderia vir a afastar profissionais e alunos da área de música. Para facilitar a superação desta barreira técnica e ao considerar a imprescindibilidade de disposição de recursos, treinamentos adequados e tempo hábil para adaptação ao uso de tecnologias de gravação (O'CALLAGHAN, 2015), a pesquisa oferece como parte de solução técnica um sistema operacional *Linux* já devidamente otimizado para este fim.

A predileção por ferramentas de código aberto é favorável às instituições públicas em níveis logísticos, técnicos e financeiros na medida em que agrega valor ao aprendizado dos alunos e permite o aumento das possibilidades de uso por docentes ao estruturarem uma solução de apoio ao ensino integrada. Tais ferramentas possuem inúmeras vantagens sendo as mais relevantes para este trabalho: maior autonomia e controle das configurações para uso voltado para áudio, a viabilidade de uso e padronização das configurações mesmo em máquinas com configurações de hardware mais modestas, economia de tempo e recursos, uma vez que equipamentos e licenças de software são necessariamente submetidas ao processo de pregão, e, por fim, aumento da vida útil dos equipamentos, graças a padronização de configuração tanto dos computadores, quanto das placas de som.

Os processos licitatórios demandam um tempo precioso para as ações de implementação de tecnologia no auxílio à educação. Logo, ao oferecer um método baseado no uso de programas de código aberto e gratuitos, este estudo tem o potencial de oferecer subsídios para utilização da estrutura computacional já existente, tornando a implementação dessas ações de suporte céleres, menos burocráticas e mais econômicas.

A predileção por ferramentas de código aberto é favorável às instituições públicas em níveis logísticos, técnicos e financeiros, pois as compras, sejam de equipamentos ou de licenças de *software*, necessariamente são submetidas ao processo de pregão; o que demanda um tempo precioso para as ações de implementação de tecnologia no auxílio à educação. Logo, ao oferecer um método baseado no uso de programas de código aberto e gratuitos, este estudo tem o potencial de oferecer subsídios para utilização da estrutura computacional já existente, tornando a implementação dessas ações de suporte céleres, menos burocráticas e mais econômicas.

Para se executar gravações que contenham formações musicais distintas e alunos de diversos níveis, faz-se necessário o uso de técnicas de gravação com intuito de explorar a captação

a fim de obter sonoridades específicas. O som é a percepção humana de vibrações e rarefações num meio físico que ocorre entre 20 e 20000 ciclos por segundo (20Hz-20kHz⁴). Ao ser convertido por equipamentos de gravação em sinal elétrico e armazenada como mídia, é chamada de áudio. (VALLE, 2009; BARTLETT, B.; BARTLETT, J., 2009).

Durante a evolução dos equipamentos e métodos de gravação, ele foi armazenado em diferentes suportes, como cilindros de metal, de cera, fitas eletromagnéticas e, mais recentemente, formato digital (VALLE, 2009; BARTLETT, B.; BARTLETT, J., 2009). A descrição detalhada das técnicas utilizadas é contributiva no sentido de transmutar-se em guias que permitem explorar a mídia de forma didática.

Esta pesquisa pretende abordar, portanto, a execução e as estratégias de replicabilidade de um novo método de gravação realizado a partir da otimização de um sistema operacional *Linux* para uso em áudio profissional. Como foco, pretende-se dar suporte à criação de material didático que contribua pedagogicamente para o ensino nos cursos de música.

Ligado ao Programa de Pós-Graduação em Comunicação Computação e Artes (PPGCCA-UFPB)⁵ e aplicado junto ao Grupo de Pesquisa em Performance e Pedagogia do Trombone, este estudo possui um carácter interdisciplinar justificável pela confluência de três grandes áreas. No campo da Comunicação, aborda o emprego de Tecnologias de Informação e Comunicação em sala de aula; no das Artes, enfatiza o uso dessas tecnologias como auxílio ao aprendizado e à performance musical; e no da Computação, pretende estreitar a relação de docentes e discentes com os métodos de gravação baseados em tecnologias de código aberto.

1.1. Objetivo Geral

O intuito amplo do trabalho apresentado é, por meio do estabelecimento de uma rede colaborativa, propor um método para construção de material didático *end-to-end*⁶, que use guias e diretrizes estruturadas para a realização de gravações de palestra/aula com *softwares* de código aberto em cursos de música de instituições de ensino superior. Como contribuição prática, pretende

⁴ O número de ciclos que ocorrem dentro de um segundo (frequência) é medido em *Hertz* (MILES HUBER; RUNSTEIN, 2005, p. 37).

⁵ PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM COMPUTAÇÃO, COMUNICAÇÃO E ARTES - PPGCCA. Disponível em: <<https://sigaa.ufpb.br/sigaa/public/programa/portal.jsf?id=3128>>. Acesso em: 3 fev. 2020.

⁶ *End-to-end* - de ponta a ponta, pois leva em consideração o contexto de otimização do sistema operacional, do método de gravação do projeto, da configuração da *DAW*, das montagens das gravações e do material final.

criar orientações didáticas e material de apoio que considerarão os *stakeholders*⁷ envolvidos. Como contribuição à comunidade acadêmica, intenta reportar de forma rigorosa toda a investigação, o levantamento de dados, as modificações realizadas e o detalhamento de *software* e *hardware* utilizados de forma a estruturar o conhecimento sobre a construção desse tipo de solução.

1.2. Objetivos Específicos

- Mapear o estado da arte sobre o uso de *softwares* livres em gravação e sua utilização na realização de gravações de palestra/aula, com foco em utilização no ensino superior;
- Definir critérios para seleção de um sistema operacional *Linux* e *DAW*⁸ baseados em *softwares* livre de acordo com os parâmetros estabelecidos junto aos *stakeholders*;
- Realizar adaptações técnicas necessárias ao funcionamento das ferramentas selecionadas;
- Analisar as otimizações executadas em configurações diferentes de *hardware* e as possibilidades de seu uso para criação de material didático;
- Criar diretrizes com base em teorias de gravação e produção que facilitem a replicabilidade e construção dos resultados junto ao corpo discente, docente e técnico das instituições públicas de ensino de nível superior;
- Realizar um número representativo de gravações de palestra/aula e documentar os processos e conhecimentos empíricos junto ao corpo docente da UFPB em diferentes contextos;
- Incrementar o conhecimento sobre o método de gravação de palestra/aula proposto, criando documentos online, que organizem a teoria em conjunto com as práticas de gravação através do modelo de Comunidades de Práticas de todo material gravado e disponibilizado pelo projeto;
- Realizar junto a especialistas e docentes que participarem das gravações de palestra/aula na UFPB avaliação da validade e da qualidade dos resultados obtidos;
- Tornar públicos os resultados obtidos, as soluções desenvolvidas, os materiais didáticos criados e os manuais de uso com o intuito de criar um repositório sistematizado de material de estudo sobre captação e edição de áudio para fins educacionais com o uso de *softwares* livres.

⁷ *Stakeholders* - Pessoas afetadas pelas decisões, baseadas em evidências, bem como aquelas que podem contribuir para sua construção, são consideradas partes interessadas ou *stakeholders* em um projeto, essas ajudam a traçar parâmetros, necessidades e aspectos de avaliação do projeto. (DRESCH *et al*, 2015).

⁸ *DAW* - *Digital Audio Workstation* - *Softwares* de produção e gravação de áudio.

Na sequência desta introdução será apresentada a metodologia adotada no decorrer deste trabalho. A seção seguinte, “O estado da Arte”, discutirá aspectos técnicos e conceituais referentes a som, áudio, gravação, além da utilização destes como ferramentas pedagógicas e uma breve revisão de literatura acerca do tema. O quarto excerto, intitulado “Prototipação”, abordará a descrição de como foram elencadas e executadas as alterações no sistema proposto. A quinta parte, “Experimentos e Resultados”, discorre sobre as gravações e seus resultados. Por fim, a sexta e última parte trará as conclusões deste trabalho e possíveis extrapolações percebidas para reforço dos estudos sobre os conceitos abordados.

2. METODOLOGIA

A presente pesquisa se dedicou à otimização das configurações de um sistema operacional de código aberto para a execução de gravação de apresentação/palestra com foco na área musical. Como parte integrante do Programa de Pós-Graduação em Comunicação Computação e Artes (PPGCCA-UFPB), ela estabeleceu parceria com o Grupo de Pesquisa em Performance e Pedagogia do Trombone, *stakeholder* inicial do projeto e primeiro beneficiado pela implementação do método. Entre os objetivos estabelecidos com o grupo, elencam-se: o levantamento das necessidades dos alunos, o delineamento de parâmetros para o desenvolvimento de um protótipo de sistema operacional voltado para gravação de som e o registro das apresentações em si.

O uso da Informática e sistemas de informação permeia praticamente todas as atividades humanas; porém, no que diz respeito ao campo das artes, é comum a adaptação de *softwares* para necessidades específicas por artistas e tecnólogos que possuam acesso e trânsito entre as áreas. Isto acaba por realçar o aspecto interdisciplinar desta pesquisa, tendo em vista que o campo de estudo das tecnologias de gravação, bem como o de melhorias em sistemas de informação e computação, são intrinsecamente interdisciplinares (ZAMBONI, 1998; RATTERMAN, 2013; WIERINGA, 2009). Levando-se isto em consideração, torna-se necessário que a metodologia de pesquisa se adeque e possua flexibilidade.

O *Design Science Research* (DSR) é um método orientado pela solução de problemas que se utiliza da *Design Science* como base epistemológica. Esta visa construir e avaliar de forma fundamentada e operacionalizada, a partir do entendimento do problema, artefatos que permitam mudar situações alterando-as para estados melhores ou desejáveis. Pode-se afirmar que a DSR tem como característica o fato de aproximar o conhecimento da prática em projetos que se caracterizam por produzir conhecimento científico enquanto produzem artefatos úteis (DRESCH et al, 2015; WIERINGA, 2009).

De uma forma abstrata pode-se dizer que problemas de ordem prática possuem soluções, enquanto questões de conhecimento possuem respostas. Quando uma pesquisa visa resolver problemas de ordem prática é comum que se mude o mundo de acordo com as necessidades levantadas junto aos *stakeholders*. Porém, para alterar o estado do conhecimento não é obrigatório que se mude o mundo, apenas que se construa conhecimento. Para isso a DSR atua em duas frentes: a primeira é a da relevância, onde, em um ambiente construído por pessoas, pela própria organização e pela tecnologia disponível, buscam-se soluções para problemas práticos. A segunda é a do rigor, onde a análise de teorias, artefatos e base de conhecimento existente geram a construção de frameworks, modelos, instâncias, métodos entre outras possibilidades de resultado

como forma de ampliar a base do conhecimento sobre um determinado assunto (DRESCH et al, 2015; WIERINGA, 2009).

Os problemas de ordem prática podem ser resolvidos no sentido de criar alguma coisa nova para a sociedade ou melhorar e ressignificar soluções já existentes no intuito melhorar a experiência dos usuários. Há alguns modelos que têm intenção de regular como se deve conduzir esse tipo de pesquisa, uma das opções se chama ciclo regulatório. Este atua como um organograma que de forma lógica orienta a resolução de problemas de ordem prática (DRESCH et al, 2015; WIERINGA, 2009).

O ciclo regulatório é utilizado em diversas áreas como engenharia mecânica e de sistemas, sistemas de informação, arquitetura, e práticas psicológicas com pequenas variações. Sua dinâmica começa com a investigação do problema prático, levantamento de diretrizes junto aos *stakeholders* no intuito de especificar possíveis soluções, validação e implementação destas (WIERINGA, 2009). No trabalho aqui apresentado, o primeiro *stakeholder* foi o Grupo de Pesquisa em Performance e Pedagogia do Trombone que, atuando através de sua linha de pesquisa em tecnologia, ajudou o pesquisador no sentido de traçar os parâmetros iniciais do sistema operacional e das otimizações necessárias à distribuição *Linux* para que esta funcionasse de forma satisfatória como método de gravação de apresentação/palestra.

Este ciclo pode ser repetido inúmeras vezes e é possível fazê-lo ampliando situações de uso, modificando o número e critérios dos *stakeholders* e formas de avaliação, de modo a aperfeiçoar a pesquisa o máximo possível desde que haja tempo hábil para a execução da mesma (DRESCH et al, 2015; WIERINGA, 2009). O resultado deve ser avaliado de forma a reiniciar o ciclo buscando o aperfeiçoamento da solução prática proposta como mostrado na imagem a seguir (Figura 1) (DRESCH et al, 2015; WIERINGA, 2009):

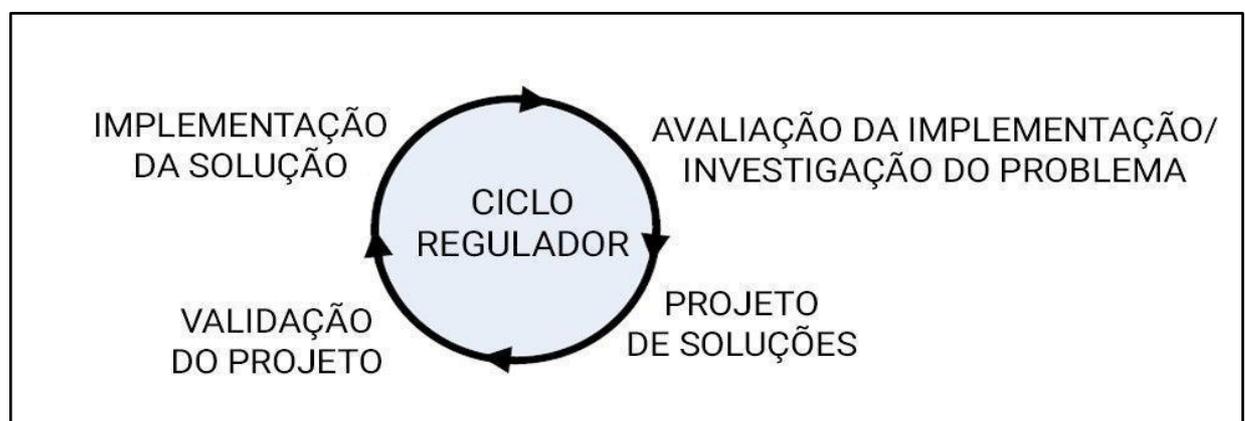


Figura 1- Ciclo regulador
(Fonte: Imagem do autor baseada em WIERINGA, 2009)

Na fase de Projeto de Soluções deve-se ter atenção ao seu significado - por vezes interpretado de forma otimista - pois só após a implementação e validação é que as soluções poderão ser julgadas como efetivas. Esta etapa deve ser encarada como definição de um modelo para alcance de objetivos específicos, estabelecidos junto aos *stakeholders*, a partir de meios e soluções sugeridas pelo pesquisador, que podem ser diagramas, sketches, modelos matemáticos, modelos em escala e, no caso do presente trabalho, protótipos (WIERINGA, 2009).

O protótipo do projeto se dedicou à otimização de uma distribuição *Linux* para gravação de áudio obedecendo o conceito de gravação de apresentação/palestra. Para tanto, empreenderam-se pesquisas em duas fontes de informação: na literatura disponível acerca do tema e junto à comunidade online de áudio usuária de *Linux*. Esta análise contribuiu para a seleção das ferramentas adequadas ao propósito, para a definição dos métodos adotados nas modificações do sistema e para as configurações de módulos de sistema. Os motivos de escolha atenderam a vários parâmetros técnicos e ergonômicos estabelecidos com base em critérios recolhidos junto ao *stakeholder*. Os processos realizados para sua execução se encontram na seção “Prototipação”, conforme será exposto a seguir.

A fase posterior do ciclo de regulatório foi a validação do projeto, na qual questionou-se se as especificações iriam, de fato, aproximar os *stakeholders* dos seus objetivos quando implementadas. Observaram-se três parâmetros nesta fase, sendo eles:

- Validade interna: esse design implementado no contexto do problema de pesquisa satisfaz os critérios definidos na investigação?
- *Trade-Offs*: como propostas ligeiramente diferentes implementadas neste contexto satisfizeram esse critério?
- Validação externa: esta proposta utilizada em contextos diferentes também solucionaram os critérios estabelecidos (WIERINGA, 2009).

As fases de Implementação da solução e Avaliação da implementação possuem significados diferentes a depender do tipo de solução proposta pela pesquisa. É importante notar que o processo de solução de problemas práticos não necessariamente precisa obedecer a sequência fixa de acontecimentos estabelecidos no ciclo regulatório; este passa a representar efetivamente um modelo de reconstrução racional do processo de construção da solução de um problema prático. O que em alguma medida é uma lista de tarefas que parte do problema até a implementação construída de forma a justificar as melhorias obtidas para outros agentes (WIERINGA, 2009).

Como resultado parcial e parte do planejamento, elencam-se a concepção e prototipação de uma primeira versão de um arquivo de imagem de disco (.iso)⁹ que contém o sistema pré-configurado, as ferramentas de *software* necessárias à realização do método proposto, além de um manual de instalação (APÊNDICE A). Arquivos de imagem de disco criam cópias de sistemas ou de arquivos, o que facilita a replicação das otimizações em diferentes máquinas e, conseqüentemente, amplia o alcance da pesquisa. Foram descritos os processos de otimização, de replicabilidade e as gravações com detalhes de execução em seção à parte do texto. Os resultados iniciais foram testados com diferentes *hardwares*, configurados de forma idêntica em quatro gravações analisadas e validadas para uso como material didático pelo Grupo de Pesquisa em Performance e Pedagogia do Trombone.

Os problemas de ordem prática investigaram, portanto, as necessidades dos *stakeholders* e avaliaram soluções aplicáveis com o intuito de atingir resultados satisfatórios ou melhorias do cenário anterior. Desta maneira, é possível afirmar: a partir das necessidades organizacionais observadas e em conjunto com os problemas de interesse do pesquisador, a DSR visa a construção de artefatos ao mesmo tempo que deve construir e fortalecer a base de conhecimento existente (DRESCH et al, 2015; WIERINGA, 2009).

Como crítica, pode-se apontar algum questionamento quanto a sua cobertura de atuação, uma vez que ela atua em duas frentes: a dos conhecimentos de ordem prática e a dos problemas de conhecimento. Esta interação entre os tipos de problema deve ser analisada com o intuito de se obter trabalhos que resolvam problemas de ordem prática e ampliem a base de conhecimento (WIERINGA, 2009).

Ambas as classes de problemas são desafiadoras e solucioná-las é gratificante, porém, elas possuem características particulares no que diz respeito às diferenças de abordagem metodológica e avaliativa. As questões de ordem de conhecimento envolvem aplicar critérios independentes das necessidades dos *stakeholders* construindo conhecimento que não possua viés e, que através do rigor científico, possa atingir construção de conhecimento. Os problemas de conhecimento, por contraste, não necessitam alterar o mundo, mas, sim, o conhecimento sobre mundo (DRESCH et al, 2015; WIERINGA, 2009).

O presente trabalho fundamentou sua investigação na busca de soluções através da tecnologia para a resolução de determinado problema. Nesse caso, o exame do problema surgiu a partir da investigação das propriedades dessa tecnologia e o design passou por novas formas de

⁹ .iso- Arquivo inicializável regida pelo padrão internacional ISO 9660, que possibilita instalação em computadores de uma cópia exata do sistema operacional.

uso para atingir novos objetivos (WIERINGA, 2009). Há de se evidenciar também a possibilidade de que novos pesquisadores adequem o uso do método de gravação otimizado às suas necessidades específicas, o que torna a pesquisa ainda mais relevante quando se trata de soluções que usem a DSR como metodologia (WIERINGA, 2009).

Ao propor uma abordagem que une duas classes de problemas - os de cunho prático e os de conhecimento -, cria-se uma estrutura chamada de "*nested problem structure*" ou estrutura aninhada de problemas, a qual, por um lado, soluciona um problema prático com apoio e participação de *stakeholders*, e, por outro, retroalimenta a comunidade acadêmica através da solução de problemas de conhecimento (WIERINGA, 2009).

Fazendo uso das duas frentes da DSR, este trabalho expõe, portanto, uma proposta de solução de ordem prática ao realizar e fornecer, por um lado, as otimizações em um sistema operacional *Linux* para áudio profissional, e, por outro, as gravações de recitais da turma 2019.2 dos cursos de Metais e Oboé do departamento de Música da Universidade Federal da Paraíba. No que diz respeito ao campo do conhecimento, citam-se como contribuições a revisão de literatura, arcabouço teórico a ser apresentado na próxima seção, as descrições das otimizações do sistema operacional e das técnicas de gravação utilizadas no Laboratório de Música Aplicada-LAMUSI¹⁰.

¹⁰LABORATÓRIO DE MÚSICA APLICADA - LAMUSI. Disponível em: <<http://www.ccta.ufpb.br/lamusi/author/adeildovieira>>. Acesso em: 2 mar. 2020.

3. ESTADO DA ARTE

Esta seção apresenta o estado da arte da pesquisa, os conceitos utilizados em sua construção, bem como a revisão de literatura. Ambos serviram de guia para a construção teórica e conceitual do trabalho.

3.1. Breve histórico da evolução dos métodos de gravação

O campo de estudos dos métodos de gravação possui aproximadamente 160 anos de história e é considerada interdisciplinar desde sua criação. Os programas de engenharia de áudio reconhecem este modelo e reforçam sua importância para o estudante da área, que pode acessar experiências de diversos campos como música, cultura, engenharia elétrica, entre outras (RATTERMAN, 2013).

Ao se dedicar à história do assunto, encontra-se o primeiro aparelho a ser considerado: o *phonautogram*, cuja tecnologia permitia gravar ondas análogas, mas sem possibilidade de reprodução. Essa evolução continua até o cilindro fonográfico de Edison, em 1877, capaz de realizar ambas as funções. Estes procedimentos analógicos foram os responsáveis por fomentar o início da indústria de equipamentos tanto de gravação quanto de reprodução. Sua qualidade seguiu sendo aprimorada até o advento de novas tecnologias baseadas no uso da eletricidade e no desenvolvimento dos gravadores de fita magnética, o que se deu em meados da Segunda Guerra Mundial. Com isso, observa-se o estabelecimento de um padrão de mercado na área de gravação por, aproximadamente, 50 anos (RATTERMAN, 2013).

O gravador de fita magnética foi amplamente utilizado como modelo de gravação até o fim da década de 90, e ainda é usado nos dias de hoje (RATTERMAN, 2013; RUMSEY; MCCORMICK, 2009; MILES HUBER; RUNSTEIN, 2005). Este processo consiste na transformação de uma energia mecânica em elétrica, isto é, as vibrações das partículas de ar geradas por um instrumento acústico são captadas por microfones ou captadores e transduzidas em sinais elétricos. Os sinais são modificados através de periféricos como pré-amplificadores, compressores e equalizadores, e armazenados em forma de padrões magnéticos em uma fita (Figura 2) (RATTERMAN, 2013; VALLE, 2009; EVEREST; POHLMANN, 2009; RUMSEY; MCCORMICK, 2009; MILES HUBER; RUNSTEIN, 2005). As possibilidades oferecidas a partir deste modelo de gravação abrem caminhos para criação de novos instrumentos e inovações estéticas.

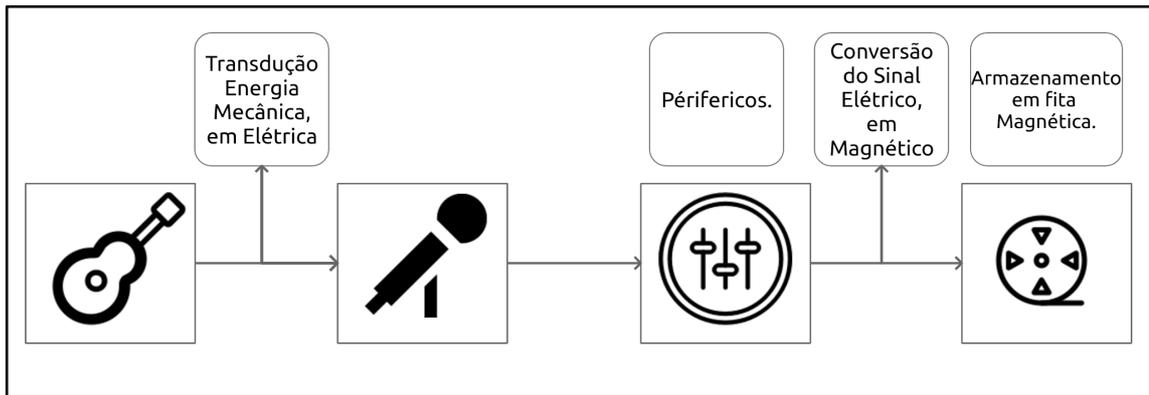


Figura 2 - Fluxograma do método tradicional de gravação de som
(Fonte: Imagem do autor)

Por volta de 1975, algumas companhias começaram a desenvolver formatos de gravação digitais. A popularização dessa tecnologia se deu principalmente após o surgimento do *Compact Disc*, que se estabeleceu como padrão de mercado na década de 90. Foi necessária mais uma década para que o poder de processamento necessário para a gravação multipista digital se tornasse real e acessível (RATTERMAN, 2013; EVEREST; POHLMANN, 2009; RUMSEY; MCCORMICK, 2009; MILES HUBER; RUNSTEIN, 2005).

A característica marcante desse momento (Figura 3) é a coexistência do método tradicional de gravação com o surgimento/aperfeiçoamento de sintetizadores e outros componentes de auxílio computacional, além da conversão desses fonogramas em formatos de distribuição digital.

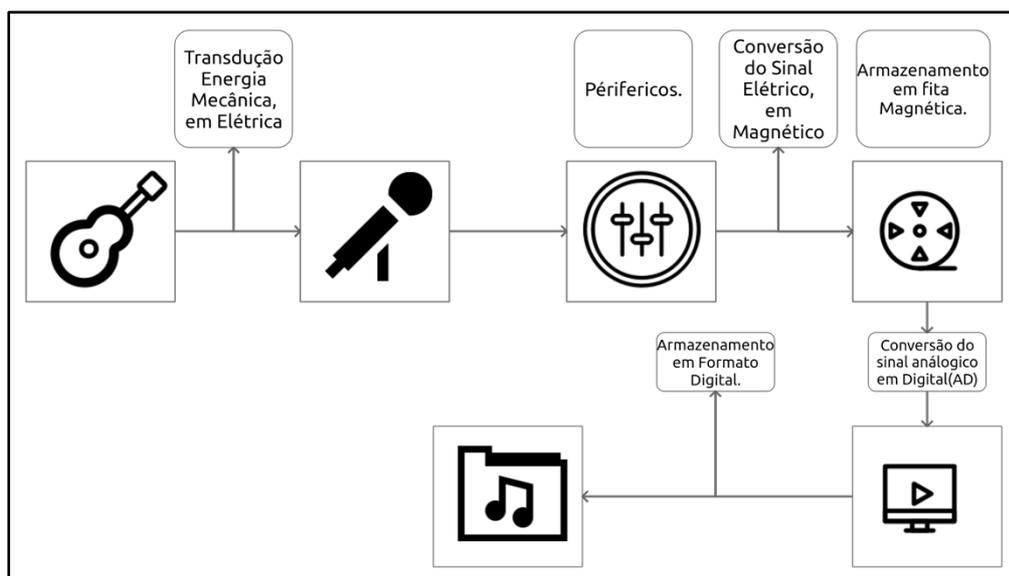


Figura 3 - Fluxograma do método tradicional de gravação com conversão para formato digital
(Fonte: Imagem do autor)

Sistemas profissionais de áudio comumente usam conversores externos para realizar a transformação do sinal captado de analógico para digital. Essas placas têm como outras funções amplificar o sinal elétrico criado pelos microfones e alimentar os que precisam de energia com

phantom power, como os microfones condensadores (RUMSEY; MCCORMICK, 2009; EARGLE, 2005; VALLE, 2009; MILES HUBER; RUNSTEIN, 2005; BARTLETT, B.; BARTLETT, J., 2009).

Em relação ao avanço das tecnologias, é comum que formas distintas de trabalho coexistam no mercado. Porém, é importante ressaltar que o aumento do poder de processamento dos computadores e o surgimento, evolução e barateamento das *DAW* como *Pro Tools*¹¹, *Logic Pro X*¹², *Cubase*¹³ e *Ableton Live*¹⁴, entre outras, favorecem a criação de um novo fluxo de trabalho conhecido como “*mix in the box*”¹⁵ (Figura 4). Como executa a gravação inteiramente utilizando o computador, o “*mix in the box*” acaba por baratear o processo de gravação, edição e mixagem, facilitando cada vez mais o acesso a esse tipo de procedimento. Assim, professores, alunos, músicos, produtores e estudantes de comunicação passam a ter possibilidade de contato com esse tipo de tecnologia de gravação (VALLE, 2009; RUMSEY; MCCORMICK, 2009; MILES HUBER; RUNSTEIN, 2005).

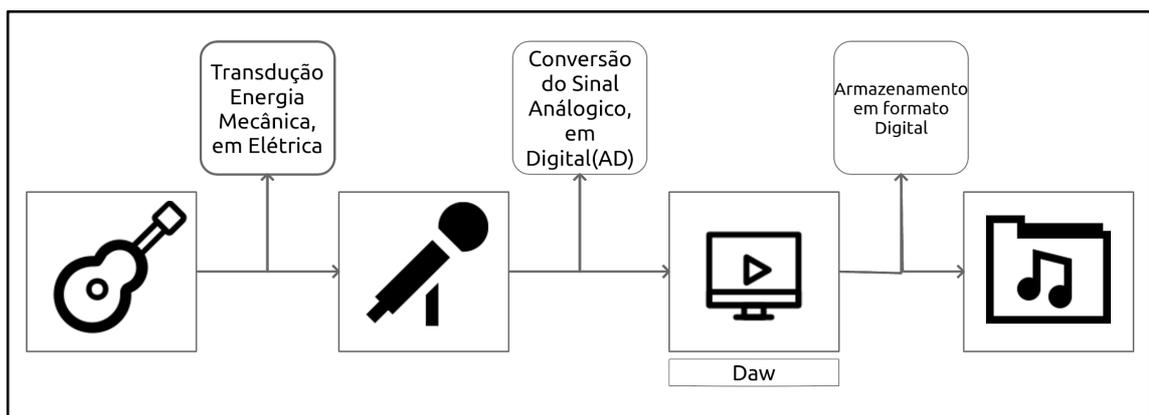


Figura 4 - Fluxograma do método de gravação “*mix in the box*”
(Fonte: Imagem do autor)

O presente projeto optou por focar no formato de produção chamado de “*mix in the box*” pela possibilidade de desenvolver o aprendizado de captação, mixagem e distribuição de áudio com qualidade profissional a baixo custo. Com isso, a pesquisa visou não só aumentar o conhecimento e capacidade técnica dos docentes, discentes e técnicos envolvidos, mas também

¹¹ <https://www.avid.com/pro-tools>

¹² <https://www.apple.com/logic-pro/>

¹³ <https://new.steinberg.net/cubase/>

¹⁴ <https://www.ableton.com/en/live/>

¹⁵ *Mix in the box*- “mixagem na caixa” em tradução livre, expressão que dá nome ao processo de gravação, edição e mixagem de áudio inteiramente realizado no computador.

fornecer experiência similar a do mercado de trabalho da área, além de maximizar o uso da estrutura computacional instalada na unidade de ensino superior.

3.2. Técnicas de gravação

O conceito de som refere-se a um fenômeno que abarca visões complementares e indispensáveis aos interessados em áudio e música. Para alguns autores, quando considerado um movimento de onda no ar ou em outro meio elástico, o som é um estímulo; quando considerado uma excitação do sistema auditivo, é uma sensação (EVEREST; POHLMANN, 2009). Para Valle (2009, p. 9), “no sentido técnico, entende-se por áudio qualquer fenômeno no qual ocorram 20 a 20 mil ondas por segundo. O ouvido humano é capaz de perceber sons que contenham números de ondas por segundo dentro dessa faixa”.

A primeira parte do sistema de gravação é o microfone, um transdutor que converte energia acústica em energia elétrica. Ele pode ser categorizado segundo o material utilizado para sua construção e o padrão polar de captação (RUMSEY; MCCORMICK, 2009; EARGLE, 2005; VALLE, 2009; MILES HUBER; RUNSTEIN, 2005; BARTLETT, B.; BARTLETT, J., 2009).

Em relação a sua construção, são variados os materiais e as tecnologias empregadas: carvão, fita metálica, cristal. Porém, os mais comuns - e por isso os escolhidos para a execução do projeto - são os de bobina móvel conhecidos como microfones dinâmicos e os microfones eletrostáticos a capacitância ou condensadores (RUMSEY; MCCORMICK, 2009; EARGLE, 2005; VALLE, 2009; MILES HUBER; RUNSTEIN, 2005).

Os dinâmicos possuem uma bobina que vibra com as rarefações ou compressões do ar gerando um sinal elétrico por indução magnética, portanto, não precisam de alimentação elétrica para funcionar e tendem a ter uma resposta menos sensível ou “mais dura”. São versáteis, duráveis, confiáveis, trabalham bem em situações climáticas adversas como calor, frio, umidade, e com instrumentos de grande pressão sonora como guitarras ou percussão. Podem ser usados para minimizar os harmônicos agudos de metais e madeiras quando possuem respostas de frequência mais plana (RUMSEY; MCCORMICK, 2009; EARGLE, 2005; VALLE, 2009; MILES HUBER; RUNSTEIN, 2005).

Os microfones condensadores ou a capacitor operam de acordo com um princípio eletrostático e são formados por duas placas metálicas, sendo uma fixa e outra móvel, separadas por um isolante. Conforme as variações de compressão e descompressão do ar movimentam a placa móvel, esta muda a capacitância do microfone. Em física elétrica, a quantidade de carga (q), medida em *coulombs*, é o produto entre a diferença de potencial elétrico (v), medido em *volts*, e a capacitância (C), medida em *farads*, matematicamente expresso por $q = v \cdot C$. Assim é constituído

o sinal de saída de áudio desses microfones (RUMSEY; MCCORMICK, 2009; EARGLE, 2005; VALLE, 2009; MILES HUBER; RUNSTEIN, 2005).

Para que estes funcionem é preciso alimentá-los com uma fonte de corrente contínua conhecida como *phantom power*, que normalmente consiste em uma tensão de 48v fornecida pela placa de som externa ao sistema de gravação. Por possuírem diafragmas extremamente leves e flexíveis, tendem a ter resposta de frequência mais suave, som detalhado e com presença de agudos; quando em padrão polar Omni são propensos a ter excelente resposta de graves, mostrar os transientes de forma precisa e limpa, sendo preferidos para captação de instrumentos acústicos (RUMSEY; MCCORMICK, 2009; EARGLE, 2005; VALLE, 2009; MILES HUBER; RUNSTEIN, 2005).

Os microfones também podem ser classificados de acordo com suas características de captação ou padrão polar (Figura 5) (RUMSEY, MCCORMICK, 2009; EARGLE, 2005; VALLE, 2009; MILES HUBER; RUNSTEIN, 2005; BARTLETT, B.; BARTLETT, J., 2009):

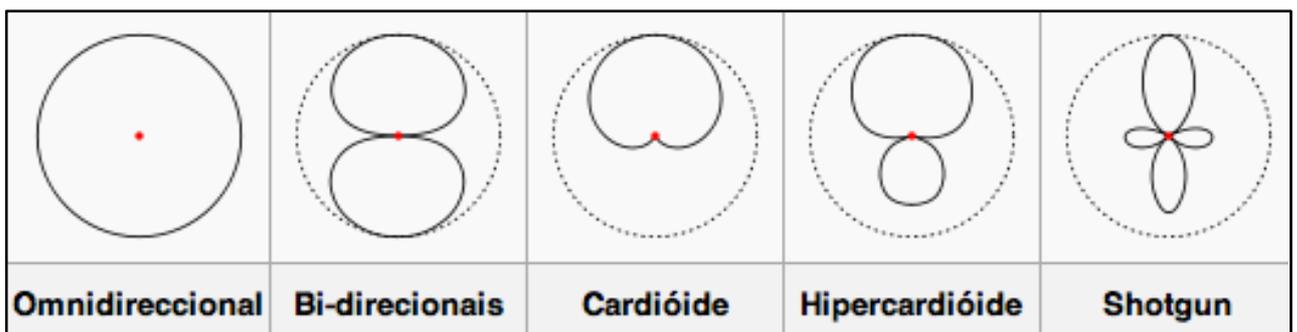


Figura 5 - Padrões polares de captação
(Fonte: imagem do autor baseada em MILES HUBER; RUNSTEIN, 2005)

- Omnidirecionais - Captam o som em todas as direções com a mesma intensidade e são muito usados em palestras, mesas redondas, além de ambiências ou grupo de instrumentos;
- Bidirecionais - Captam o som igualmente no eixo da cápsula (0° e 180°), rejeitando o som que chega a 90° e a 270° ;
- Cardióides - Captam com maior eficácia os sons emitidos à frente. Conforme a fonte sonora se desloca do eixo central, sua captação é reduzida. Desta forma, sons vindos de trás não são captados ou são captados com pequena intensidade;
- Supercardióides ou Hipercardióides - São uma variação do padrão cardióide. Possuem ângulos de captação mais fechados na frente e alguma capacidade de captação de sons traseiros, o que confere ao som maior realidade sonora, tendo em vista a percepção das reflexões do ambiente;

- Shotguns - São uma variação dos supercardióides. Captam sons emitidos à frente e sons traseiros em alguma medida, o que resulta em realidade sonora por conta da captação das ambiências. Porém, como suas câmaras de interferências acústicas localizadas nas laterais anulam os sons recebidos nos lados, isso confere uma angulação mais fechada do que os hipercardióides. Por isso, são comumente mais utilizados em captações de som direto para audiovisual.

Em relação às escolhas realizadas nas gravações deste projeto, elas foram embasadas na literatura sobre gravação de som, bem como na experiência do autor na área, que inclui produção executiva e coordenação técnica do festival MIMO¹⁶ entre 2009 e 2012, participação como técnico assistente nas gravações de registro sonoro em campo do Inventário dos Cocos do Nordeste (IPHAN/MINC), em 2010, no estado da Paraíba, e atuação como Tecnólogo em Áudio Digital do Departamento de Mídias Digitais¹⁷ na UFPB¹⁸ a partir de 2013, além de intensa atuação na área de gravação e produção fonográfica desde 2008.

Todas as gravações do projeto foram concebidas para que sejam reproduzidas em padrão estéreo, isto é, com duas fontes sonoras. O aperfeiçoamento deste sistema ao longo da evolução histórica e o relativo baixo custo para implementação acarretaram o estabelecimento do estéreo como padrão de reprodução doméstica de música e áudio (RUMSEY; MCCORMICK, 2009).

No que diz respeito às técnicas de gravação, a pesquisa adotou as mesmas que seriam aplicadas em caso de uso de *softwares* de sistemas proprietários¹⁹, isto é, utilizou microfones, padrões de captação estéreo, placas de som externas²⁰, estruturação de ganho da gravação e também técnicas básicas de edição e mixagem para obter os resultados finais.

Durante a fase de prototipação, o projeto empregou dois padrões de captação estéreo: X/Y e ORTF²¹ (ANEXO A). O primeiro é baseado na utilização de pares coincidentes, ou seja, dois microfones cardióides direcionais dispostos de modo a formar um ângulo de 90°, favorecendo a convergência das cápsulas para um mesmo ponto (RUMSEY; MCCORMICK, 2009).

Esta montagem proporciona, por um lado, a vantagem de captar uma imagem estéreo rica em detalhes na lateral, mas, por outro, pode apresentar respostas inadequadas de frequência dos

¹⁶MIMO. Disponível em: <<https://mimofestival.com/brasil/>>. Acesso em: 5 maio 2019.

¹⁷DEMID/UFPB. Disponível em: <<http://www.cchla.ufpb.br/ccmd/index.php>>. Acesso em: 6 jan. 2020.

¹⁸ UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA - UFPB. Disponível em: <<https://www.ufpb.br/>>. Acesso em: 8 abr. 2020.

¹⁹ É quando um *software* para computadores é licenciado com direitos exclusivos para o produtor do mesmo.

²⁰ Equipamento que ligado a um computador realiza a transdução do sinal elétrico transmitido por um microfone em sinal digital, que passa a ser armazenado, editado e mixado em um programa, no computador.

²¹ *Office de Radiodiffusion et Télévision Française* - Técnica de posicionamento de microfones desenvolvida pela Organização Francesa de *Broadcast* (EARGLE, 2005, p. 179)

instrumentos localizados no centro da captação, pois estes podem não ser representados em fase²² (RUMSEY; MCCORMICK, 2009). No padrão de captação X/Y a imagem estereofônica é “um sistema baseado em intensidade que usa somente a amplitude para determinar direção”²³ (MILES HUBER; RUNSTEIN, 2005, p. 144).

Já o ORTF é baseado no princípio de pares semicoincidentes, isto é, dois microfones cardioides com ângulos de 110° e suas cápsulas a uma distância de 17cm. A disposição desta maneira acrescenta “[...] uma pequena diferença de tempo entre os canais gravados que pode ajudar a delimitar melhor os transientes de som e aumentar a espacialidade de uma gravação”²⁴ (RUMSEY; MCCORMICK, 2009, p. 498). Logo, são convenientes para apresentar uma outra forma de representação de espacialidade estéreo, alcançada através da diferença de fases entre o som dos dois microfones.

Avaliações subjetivas de gravações feitas pela Universidade de Iowa demonstram uma predileção deste tipo de captação pelos *performers* graças à exatidão do senso de espaço. Além disso, ele apresenta ótima compatibilidade com headphone. Como ponto de crítica atribui-se a sensação de diferença de fase entre as fontes (RUMSEY; MCCORMICK, 2009).

Ao se usar microfones para executar gravações, sejam elas de um discurso ou de música erudita, é importante efetuar o processo de estruturação dos ganhos em um primeiro momento. Esta técnica deve ser realizada considerando o nível de entrada de PFL²⁵. Em ambientes digitais é ideal que as gravações sejam feitas mantendo-se o nível de entrada de 6-10 db abaixo da amplitude máxima permitida, pois, assim se evita possíveis problemas de distorção digital. É fundamental ressaltar a necessidade de atenção em relação ao volume real a ser executado na gravação, uma vez que é comum os músicos aumentarem a intensidade de suas performances entre a passagem de som e a gravação propriamente dita (RUMSEY; MCCORMICK, 2009; EARGLE, 2005).

Microfones extras foram empregados, quando possível, nas gravações do projeto com o objetivo de cumprirem a função complementar de microfones de acento ou de ponto. Tendo em vista a dificuldade recorrente de se manter o equilíbrio tonal em ambientes com muitos músicos sendo captados ao mesmo tempo, a utilização de microfones extras serve para reforçar o sinal de certos instrumentos e para controlar a presença de solistas/instrumentos com pouca amplitude ou

²² Duas ondas sonoras encontram-se em fase quando seus semiciclos coincidem, somando-se exatamente no mesmo local no tempo e espaço (RUMSEY; MCCORMICK, 2009).

²³ “X/Y stereo miking is an intensity-dependent system that uses only the cue of amplitude to discriminate direction.”

²⁴ “Near-coincident’ pairs of directional microphones introduce small additional timing differences between the channels which may help in the localization of transient sounds and increase the spaciousness of a recording”.

²⁵ PFL - *Pre fader listen* - ou “escutar antes do fader”, diz respeito ao volume captado antes de haver alguma influência da mixagem desses faders num sistema de gravação digital ou analógico.

que precisem de “reforço” por estarem em locais prejudiciais à captação. Este tipo de disposição deve ser executado de forma a manter a sonoridade o mais natural possível (MILES HUBER; RUNSTEIN, 2005).

Uma vez transferido para o computador, o processamento do áudio captado no projeto - tanto para fins de edição quanto de mixagem - foi executado com as ferramentas disponíveis no sistema otimizado pela pesquisa.

O universo de gravação tem uma linguagem própria e isso é uma de suas características mais marcantes. A área tem como particularidade ainda o fato de ser intrinsecamente interdisciplinar: a conexão entre arte e o rigor da engenharia deve transitar entre as qualidades de um estudante de gravações de áudio (RATTERMAN, 2013; GRASSIE; CLARK, 2015; BIELMEIER, 2014).

Possui em seu formato tradicional de ensino e transmissão de conhecimento a necessidade de experiência de campo, a grande importância do período de estágio e a relação pedagógica entre mestre-e-aprendiz no desenvolvimento de habilidades de gravação. Este aprendizado é, portanto, baseado na troca de conhecimentos e sua aplicação na prática (RATTERMAN, 2013; GRASSIE; CLARK, 2015; BIELMEIER, 2014).

3.3. Áudio como material didático

Historicamente, a adoção de mídias para fins educacionais tem início a partir da primeira transmissão radiofônica da British Broadcasting Corporation (BBC) para escolas na década de 1920; já a televisão, passou a difundir conteúdos nos anos 60 (BATES, 2017). Desde então, é notável como o advento tecnológico tem modificado as relações entre professores e alunos, e também entre os alunos e o conhecimento em si. Para Bates (2017, p. 49), ele “está levando a grandes mudanças na economia, na nossa forma de nos comunicarmos e relacionarmos com os outros, e cada vez mais no modo como aprendemos”.

Considerando esta perspectiva, é possível afirmar que os modelos de ensino - antes dependentes exclusivamente da presença do tutor e de recursos como oralidade e texto escrito - vêm evoluindo, adotando ferramentas de consumo multimídia²⁶ e alterando os conceitos de educação, aprendizado e ensino (LIESHOUT, 2001). A aprendizagem online tem influenciado modelos de aula presencial no campus e propiciado novos modelos de design de ensino e

²⁶ O conceito de multimídia é bastante vasto e pode ter diferentes significados, desde um sistema onde uma máquina possui processadores específicos para mídias, até uma visão computacional que abarca aplicações de múltiplas modalidades como texto, imagens, desenhos, animações, sons (LI, 2014).

aprendizagem (BATES, 2017). Considerando que a educação passa por modificações em níveis globais e tem como ponto principal a relação entre tutores, alunos e conhecimentos, faz-se necessário examinar a relação entre as mídias e os novos métodos educacionais.

Ainda sob a ótica da educação e dos novos modelos instrucionais, Bates afirma:

A aprendizagem online pode incorporar uma gama de diferentes mídias: texto, imagens, áudio, vídeo, animações e simulações [...] e o uso de diferentes mídias também permite mais individualização e personalização da aprendizagem atendendo melhor aos alunos com diferentes estilos e necessidades. (BATES, 2017, p. 254)

O áudio é usado como ferramenta de ensino há bastante tempo em diversos suportes e contextos, como DVD, *podcast*²⁷ e gravações de apresentação/palestra. Dentre suas vantagens, é possível elencar a fácil combinação com outras mídias, em contraponto, cita-se a necessidade de uma capacidade técnica mínima para execução de uma gravação de áudio (BATES, 2017).

Em relação à evolução da tecnologia de gravação, pode-se dizer que “antes de 1976, toda gravação musical era executada em gravadores analógicos de fita magnética [...]. Comparado com os gravadores analógicos, os gravadores digitais e sua mídia tendem a ser menores e de menor custo” (BARTLETT, B.; BARTLETT, J, 2009, p. 165). Para se executar a transformação do sinal de áudio analógico para o digital, tradicionalmente se usa o algoritmo PCM²⁸ como forma de obter formatos de distribuição. Os mais comuns são *WAV* e *AIFF* (com arquivos de extensão *.wav* e *.aiff* respectivamente), caracterizados pela ausência de compressão e perdas (BARTLETT, B.; BARTLETT, J., 2009, p. 169).

Embora tenham se tornado padrão de distribuição de áudio digital justamente pela alta qualidade, estes formatos exigem certo desempenho computacional, tanto em relação à disponibilidade de internet, quanto ao espaço para armazenamento no disco rígido. Para ilustrar, basta considerar que um arquivo de música com 3 minutos de duração, gravado com a resolução de 44.1kHz e 16bits, consome aproximadamente 32MB em formato *.wav*. O mesmo arquivo caso comprimido numa razão de 10:1 consumiria apenas 3.2MB, ou seja, seu tempo de download e necessidade de espaço para armazenamento, seria diminuído em dez vezes (BARTLETT, B.; BARTLETT, J., 2009).

²⁷ Podcast - um programa de rádio armazenado em formato digital que você pode baixar da internet e reproduzir em um computador ou em um MP3 *player*. (CAMBRIDGE DICTIONARY. Disponível em: <<https://dictionary.cambridge.org/us/dictionary/english-portuguese/podcast>>. Acesso em: 3 abr. 2020, tradução do autor).

²⁸PCM – Corresponde à “abreviação de *Pulse Code Modulation*, um método de conversão de analógico para digital no qual a amplitude instantânea de uma forma de onda analógica é medida [...] milhares de vezes por segundo, e a cada medição é atribuído um valor binário de um determinado número de *bits*” (BARTLETT, B.; BARTLETT, J, 2009, p.583, tradução do autor).

A era dos aparelhos portáteis inicia com o desenvolvimento da fita cassete décadas atrás e avança até os *players* digitais (HÄRMÄ, 2004). Neste sentido, pode-se afirmar que as “características pedagógicas do áudio têm permanecido notavelmente constantes” (BATES, 2017, p. 288). Posteriormente, com a massificação do uso do telefone móvel, o consumo de áudio tende a se dar primariamente via fones de ouvido (HERRE, 2014), o que contribui para a importância das ferramentas de ensino baseadas em áudio. A adoção de implementações do uso de material didático como a gravação de apresentação/palestra pode se dar por iniciativas individuais ou como parte de políticas de estratégia de inclusão digital da instituição (O’CALLAGHAN et al, 2015).

3.4. Gravação de apresentação/palestra

É fundamental ressaltar a relevância do projeto na medida em que instrumentaliza e capacita discentes, docentes e técnicos para o trabalho na área de produção fonográfica com ênfase em gravação de áudio/palestra. Atentando-se para o fato de o mercado privilegiar profissionais que já possuam experiência na área (FISHER, 2015), é evidente que as soluções criadas e difundidas pelo projeto servem como incentivo, economizam tempo e contribuem para inserção no mercado. Por isso, pode ser um diferencial na atuação dos agentes envolvidos no campo educacional.

Atuar em outras perspectivas do uso de áudio torna-se opção valiosa para as instituições de ensino por se tratar de ferramenta versátil, facilmente combinável com outras mídias, possuir baixo custo computacional e grande facilidade de transmissão (BATES, 2017; O’CALLAGHAN et al, 2015).

A dependência de *softwares* pagos e a falta de preparo da comunidade acadêmica na utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação podem ser uma barreira na utilização de gravações como material de apoio na sala de aula. As universidades deveriam utilizar modelos de aprendizagem baseados em ferramenta online e adotar planos de implementação formal, com modelos de gestão, metas claras de desenvolvimento, desenvolvimento de funcionários e integração destas ferramentas junto às atividades pedagógicas (O’CALLAGHAN et al, 2015).

3.5. Revisão de literatura

O desenvolvimento deste método para criação de material de gravação de apresentação/palestra voltado para a área de música consistiu em uma investigação sistemática com a intenção de defender teorias e resolver problemas (DRESCH et al, 2015). O exame do estado da arte do presente trabalho foi executado em duas etapas: uma pesquisa exploratória e, na sequência, um mapeamento semi-sistemático. As revisões de literatura têm a função de criar mapas

e guias que sirvam como estudo secundário e apoiar a confecção da pesquisa através do cuidado rigoroso e do planejamento para identificar lacunas a serem preenchidas (DRESCH et al, 2015).

Durante a primeira fase, foi estabelecido como recorte a busca por artigos cujos textos se enquadrassem nos critérios definidos junto ao *stakeholder*. Incorporaram-se ao rol de leituras os artigos das revistas *Audio Engineering Society (AES)*²⁹ e uma revisão sistemática sobre gravação de palestra/aula da *Education and Information Technologies*³⁰.

A *AES* contribuiu para o embasamento teórico de modo a ser uma das fontes de informação sobre áudio. As duas últimas edições de convenções da *AES* sobre *Audio Education*, em 2013 e 2015, resultaram na publicação de 53 artigos no total. Após a análise dos resumos com o propósito de identificar as aproximações com o tema, elegeram-se 3 trabalhos para serem lidos na íntegra e incluídos no escopo da pesquisa. Da *Education and Information Technologies*, foi selecionada uma revisão sistemática acerca do uso de gravação de apresentação/palestra no ensino superior.

A segunda etapa, o mapeamento semi-sistemático (MS), teve como propósito atualizar a base conceitual sobre o uso de gravação de apresentação/palestra no ensino de música e propôs as seguintes questões:

- Questão de Pesquisa 01 (QP1) - Qual estado da arte da utilização do conceito de gravações de apresentação/palestra?
- Questão de Pesquisa 02 (QP2) - Como este é usado no ensino de música?

A estratégia adotada durante este processo privilegiou as palavras-chaves “‘*lecture recording*’ AND *music*’ no período entre 2017 e março de 2020 nos sistemas de busca (*string*) de quatro bases científicas: Capes, *Springer*, *Scopus* e *IEEE* - referências nos campos de computação, interdisciplinaridade e educação.

Inicialmente, foram examinados artigos que apresentassem em seu resumo, palavras-chaves ou conclusão pelo menos uma das palavras presentes na *string* de busca e se configurassem como estudos primários, publicados em periódicos em língua portuguesa ou inglesa. Este levantamento atingiu um total de 270 estudos, sendo 6 advindos da Capes, 251 da *Springer*, 12 da *Scopus* e 1 da *IEEE*. Destes, 9 cumpriram os parâmetros citados e por isso entraram na seleção para serem lidos na íntegra; porém, ao se realizar a revisão, percebeu-se que 3 eram repetidos, restando apenas 6 artigos a serem incluídos na concepção do estado da arte.

²⁹THE AES E-LIBRARY. Disponível em: <<http://www.aes.org/e-lib/>>. Acesso em: 20 fev. 2020.

³⁰EDUCATION AND INFORMATION TECHNOLOGIES. Disponível em: <<https://www.springer.com/journal/10639>>. Acesso em: 3 mar. 2018.

O número díspar dos resultados obtidos entre as bases de pesquisa se deu em grande parte pelo caráter interdisciplinar da pesquisa. Para se manter o rigor e padronizar o escopo de busca junto às bases, é necessário que se use os mesmos critérios. Na Scopus, as áreas de artes e humanidades, necessárias para o desenvolvimento deste trabalho, se encontram circunscritas à inclusão da área das ciências sociais. Ao se acrescentar esta área em outras bases de pesquisa, identificou-se um grande número de artigos não relacionados ao tema, o que explica o número de artigos atingido pelo escopo da busca.

O corpus, apresentado a seguir na Tabela 1, possui 10 artigos: a revisão sistemática, os 3 da *AES* utilizados na fase exploratória e os 6 resultantes do MS; todos devidamente compilados. O material foi organizado para compor um resumo, encontrado na sequência do texto.

No que diz respeito às pesquisas do MS, é importante frisar que seus dados, quando quantitativos, não devem ser comparados de forma meramente cartesiana uma vez que as pesquisas são, por vezes, relacionadas a áreas de conhecimentos diferentes, além de possuírem abordagens metodológicas diversas. A análise se torna eficaz no sentido de apontar tendências e até mesmo percepções de diferentes áreas, em relação ao uso da modalidade gravações de apresentação/palestra, como apoio didático ao ensino.

Um breve resumo da abordagem de cada artigo será disposto previamente aos dados de cada um deles com o intuito de clarificar que área e aspectos foram abordados por cada estudo com dados quantitativos.

O primeiro artigo investigou como os estudantes de psicologia educacional organizaram seu aprendizado por meio de diferentes abordagens, que incluíam a utilização de gravações como materiais de suporte pedagógico. O estudo e sua metodologia definiram três perfis de grupos de alunos: o primeiro, com 416 pessoas (68.1%), assistiram a quase todas as gravações; o segundo, com 120 (19.6%), preferiu não usar o material; e o terceiro, com 75 (12.3%), usou apenas eventualmente. Não foi percebida diferença em relação às notas do segundo e terceiro; porém, os alunos do primeiro grupo tiveram rendimentos melhores: a porcentagem de reprovação foi menor (9.9%) quando comparada com os grupos 2 e 3, 26.7% e 25.3%, respectivamente (LUTTENBERGER et al, 2017).

Ao se medir efetividade do uso de material de gravações de apresentação/palestra, pode-se inferir em uma crítica metodológica referente à comparação entre as aulas ao vivo e as exibições das lições gravadas. Na realidade, em instituições de ensino superior é recorrente que haja a combinação desses fatores, somados, inclusive, a outros tipos de material como leituras; o que

fornece ao aluno a possibilidade de escolha, adequação às suas necessidades de aprendizado (LUTTENBERGER et al, 2017) e de exercício de autonomia pedagógica.

Assim, os resultados apontaram que a existência de abordagens alternativas é importante para que se considere as preferências e as habilidades dos estudantes. *Podcasts* educacionais, especialmente quando em turmas de números elevados de participantes, obtêm um resultado positivo (LUTTENBERGER et al, 2017).

O segundo trabalho tratou de uma pesquisa no campo de educação em higiene dental. Analisou a performance de um sistema específico, chamado *tegrity*³¹, elencando dois tipos de perfis pedagógicos: um mais tradicional, no qual a lição gravada é exibida posteriormente, e uma sala de aula invertida, que conta com a apresentação da gravação prévia, estimulando a construção das hipóteses por parte dos estudantes de forma ativa (HAVNER et al, 2018).

A coleta dos dados foi realizada durante um período relativamente longo, de 2008 a 2012, e apresentou uma taxa de responsividade alta, de 82%. De acordo com a pesquisa, a utilização das gravações não impactou a assiduidade dos discentes, os estudantes afirmaram que a disponibilidade das gravações foi importante por permitir o acesso à informação e que contribuiu para o aprendizado. Em linhas gerais, os resultados obtidos corroboraram com a percepção de que a presença e uso de materiais gravados de apresentação/palestra são de fundamental importância no auxílio de revisões, estudos de conceitos e reposição de lições perdidas (HAVNER et al, 2018).

O terceiro artigo examinou junto a 295 estudantes de sociologia da educação o uso da gravação em formato de vídeo e concluiu que, naquele contexto, a qualidade do material foi essencial para o engajamento dos alunos através das TICs (SEIFERT, 2019). De acordo com o autor, a utilização desta ferramenta se mostrou como uma eficiente opção aos estudantes na medida em que proporcionou a escolha dos métodos como forma de integração com as aulas.

Ainda segundo o estudo, esses materiais podem promover não só uma adaptação a diferentes ritmos, prazos e localizações, mas também facilitar a experiência de alunos com alguma dificuldade de aprendizagem, além de revitalizar assuntos considerados menos atrativos, pois demonstram conceitos, processos, eventos históricos ou fenômenos naturais de forma mais interessante. O trabalho defendeu ainda que o uso dessa modalidade de TIC pode ajudar a instituição a complementar aulas presenciais, criar cursos híbridos e até mesmo à distância (SEIFERT, 2019).

³¹ TEGRITY. Disponível em: < <http://help.tegrity.com/>>. Acesso em: 29 mar. 2020.

As pesquisas analisadas também mostraram percepções em comum de natureza qualitativa. Embora haja um aumento no número de estabelecimentos que adotaram as gravações como recurso educativo, em parte graças à percepção positiva em diversos estudos (O'CALLAGHAN et al, 2015; DRAPER et al, 2018; LUTTENBERGER et al, 2017; SEIFERT, 2019; HAVNER et al, 2018), aproximadamente apenas 10% das instituições de ensino superior implementaram seu uso de forma sistemática (O'CALLAGHAN et al, 2015).

A respeito disso, alguns obstáculos podem servir de explicação para este cenário: a necessidade de investigação mais a fundo acerca da eficácia das gravações, a dependência de *softwares* pagos e a falta de preparo da comunidade acadêmica na utilização destas TICs. O custo alto e necessidade de treinamento ainda são razões poderosas para que este artifício ainda não se encontre amplamente difundido (O'CALLAGHAN et al, 2015; ABDULSALAM, 2017; DRAPER et al, 2018).

Um dos pontos críticos em relação às escolhas das ferramentas a serem usadas na gestão de atividades de aprendizado online é a relação custo-benefício (O'CALLAGHAN et al, 2015; FANG et al, 2018). A criação de material de gravação de apresentação/palestra envolve custos fixos (câmeras, microfones, computadores, *softwares*) e não-fixos (material humano responsável pela geração deste material). Nesse sentido, existem inúmeras tentativas de automatizar parte do processo com a finalidade de torná-lo mais acessível (FANG et al, 2018).

Tendo-se em vista a finalidade de equilibrar melhor essa relação, são necessários investimentos prévios em conteúdo, infraestrutura, desenvolvimento de habilidades dos instrutores e equipe técnica apta a criar material de alta qualidade, interativo, adequado às necessidades dos alunos e professores, passível de ser reutilizado. Para tanto, é imprescindível que as Universidades disponham de tempo e treinamento, fundamentem sua gestão em planejamento formal, modelos de gestão, metas claras, desenvolvimento de funcionários e integração destas ferramentas junto às atividades pedagógicas (O'CALLAGHAN et al, 2015; DRAPER et al, 2018).

Por outro lado, seja por iniciativa individual ou diretriz institucional, os professores têm de procurar por soluções capazes de equilibrar recursos pedagógicos e tecnológicos, criando ambientes de aprendizado online efetivos. A adoção de métodos de gravação de apresentação/palestra pode surgir como catalisador de acesso à tecnologia ao mesmo tempo que gera ambiente de construção de conhecimento efetivo por adequar-se a realidade de professores, alunos e instituição (O'CALLAGHAN et al, 2015; FANG et al, 2018; LUTTENBERGER et al, 2017; SEIFERT, 2019).

A adaptação pedagógica pode acontecer de várias formas como classes invertidas, métodos de aprendizagem híbrida, conexões entre aulas e comunidades de prática que adequem o

uso das TICs de forma a incorporá-las aos currículos (O'CALLAGHAN et al, 2015; NIXON et al, 2015).

Pesquisadores de mídias sociais e de educação musical sugerem que plataformas de mídia social online e comunidades de prática podem gerar um framework de trabalho que inclui o aprendizado e a geração de conhecimento através da experiência de participação, interação social e reflexões. A ideia é que o aprendizado evolua de participações periféricas até a participação plena como meio de adquirir conhecimentos relacionados a gravação (NIXON et al, 2015).

Ainda sobre estes agrupamentos, é possível afirmar que quanto mais os estudos sobre áudio são discutidos em seminários, mais comumente as decisões tomadas pelos estudantes refletem métodos e práticas empregados pela comunidade de pesquisa de áudio (LEFFORD; BERG, 2013). Ao se criar parcerias colaborativas permite-se o desenvolvimento das habilidades em diferentes áreas de conhecimento. O engajamento mútuo, o repertório compartilhado e a união de empreendimento são aspectos marcantes desse tipo de parceria (NIXON et al, 2015).

As comunidades se tornam, assim, forte ferramenta do ponto de vista conceitual, visto que gera o acúmulo de experiência necessário à construção de conhecimento, bem como outros fatores, como empregabilidade de seus alunos (DAVIS; PARKER, 2013; LEFFORD; BERG, 2013). Uma vez que a velocidade de mudança nas formas e possibilidades de se produzir áudio na era digital é muito maior, os profissionais recém-formados provavelmente terão de estar em constante reciclagem para se manterem atualizados (LEFFORD; BERG, 2013).

A Lista de Artigos localizada abaixo (Tabela 1) apresenta os artigos analisados durante esta pesquisa com suas respectivas informações e identificação referente ao pertencimento ou não às áreas de *STEM*³². A coluna “Conceito” agrega estudos que corroboram algumas percepções positivas sobre o material de apoio em forma de gravação e objeto de mídia como: o controle da velocidade de reprodução, a duração de escuta, a reposição de lições perdidas, o auxílio a revisões e a possibilidade de repetição de conceitos - procedimentos impossíveis em situações de aprendizagem ao vivo, tendo em vista as muitas variáveis que influenciam o processamento das informações (LUTTENBERGER et al, 2017; HAVNER et al, 2018; DRAPER et al, 2018; O'CALLAGHAN et al, 2015; SEIFERT, 2019).

³²*STEM* - *Science, Technology, Engineering and Math*, acrônimo em inglês usado para designar as quatro áreas do conhecimento: Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática e que hoje tem a função não só de identificar as quatro áreas, mas também de interligá-las, incentivando a aprendizagem interdisciplinar.

Tabela 1 - Lista de artigos

Fase exploratória						
Título	Fonte	Ano	Autor	STEM	Não-STEM	Conceito
Creativity and communities of practice: Music technology courses as a gateway to the industry	Proceedings of the AES International Conference	2013	DAVIS, R; PARKER, S		x	
From practice to research and back again: Research skills in audio engineering	AES 50th International Conference	2013	LEFFORD, M Nyssim; BERG, Jan		x	
Interdisciplinary Benefits: Encouraging Creative Collaboration	AES 26th UK Conference on Audio Education	2015	NIXON, Peter et al		x	
*The use of lecture recordings in higher education: a review of institutional, student, and lecturer issues.	Education and Information Technologies	2015	O'CALLAGH AN, Frances V. et al		x	x
Mapeamento semi-sistemático						
Título	Fonte	Ano	Autor	STEM	Não-STEM	Conceito
The Promise of Andragogy and Experimental Learning to Improve Teaching of Nutrition Concepts to Culinary Arts Students	Journal of Food Science Education	2017	ABDULSALA M, N. et al		x	
Different patterns of university students' integration of lecture podcasts, learning materials, and lecture attendance in a psychology course	Education and Information Technologies	2017	LUTTENBER GER, Silke et al		x	x
*Lecture recording: A new norm	The Law Teacher	2018	DRAPER, Michael J.; GIBBON, Simon; THOMAS, Jane		x	x
Building a smart lecture-recording system using MK-CPN network for heterogeneous data sources	Neural Computing and Applications	2018	FANG, Chiung Yao et al	x		
Relationships Between Course Capture Systems and Student Performance in	Journal of dental hygiene: JDH	2018	HAVNER, Carly J. et al		x	x

Dental Hygiene Education						
Two pedagogical models of video integration in multiparticipant courses	Journal of Educators Online	2019	SEIFERT, Tami		x	x

A partir dos recursos utilizados para esta pesquisa, há vários estudos que reforçam os resultados positivos alcançados pelo método de gravação quando em uso pelas *STEM* (O'CALLAGHAN et al, 2015; ABDULSALAM, 2017; DRAPER et al, 2018). Por outro lado, até a conclusão desta, não foram encontrados trabalhos acerca da implementação de métodos para gravação de apresentação/palestra com a finalidade de criar material didático para música.

Portanto, é notória a necessidade de estudos que se dediquem à utilização de gravação de apresentação/palestra em programas com currículos de outra natureza, adaptando esta técnica para outros tipos de linguagem (DRAPER et al, 2018). É nesse sentido que o método proposto se torna relevante interdisciplinarmente ao convergir as áreas de Comunicação, por evidenciar o uso de TICs; das Artes, por ter sido elaborado visando o auxílio em práticas interpretativas em música, e, por fim, da Computação, adotada para tornar possível sua otimização e replicabilidade.

Para aqueles que optem por usar material audiovisual, em especial vídeos e gravações de apresentação/palestra, há uma enorme possibilidade de aparelhos e métodos capazes de realizar tais atividades com níveis distintos de automação, qualidade e adequadas às estruturas imaginadas pelos educadores. Essa variedade pode tornar árdua a iniciação de novatos na área devido a necessidade de adequação a essas novas linguagens (O'CALLAGHAN et al, 2015; FANG et al, 2018; HAVNER et al, 2018).

A similaridade do método proposto com os sistemas tradicionais de gravação é salutar para o ensino de música na medida em que permite lidar com captação de mais de uma fonte sonora, comum em apresentações com formações musicais distintas. Tendo em vista que os registros de recitais se transmitem em experiências de aprendizado, a aplicação do método promove não só o acompanhamento de evolução técnica dos músicos, mas também a geração de conteúdo didático para a aula de música e o auxílio à performance do próprio aluno, seus colegas e professores.

Através da audição das gravações, os estudantes podem retroceder determinado trecho quantas vezes forem necessárias, aumentar ou diminuir a velocidade de reprodução para perceber características de sua execução, assim como diminuir a relevância de variáveis como nervosismo, iluminação e presença de público no entendimento acerca da sua atuação.

Além disso, contribui na constituição material institucional ao servir de registro da apresentação de caráter público³³ dos estudantes e de portfólio individual aos aprendizes. Por fim, cumpre a função de objeto de estudo para técnicas de edição, mixagem e criação de materiais distribuíveis em formato digital e online para equipes que queiram replicar o método.

Para que o engajamento com materiais gravados cresça é condição *sine qua non* que as tecnologias de gravação de apresentação/palestra sejam apresentadas como opções viáveis na fase de implementação (LUTTENBERGER et al, 2017; HAVNER et al, 2018; DRAPER et al, 2018; SEIFERT, 2019).

³³Informação presente em: PPP BACHARELADO EM MÚSICA. Arquivo indisponível em: <<http://www.cta.ufpb.br/demus/contents/documentos/ppp-bacharelado-em-musica-2008.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2020.

4. PROTOTIPAÇÃO

Esta seção do texto trata das bases que fundamentam o protótipo do método de gravação de apresentação/palestra proposto envolvendo as ferramentas de código aberto gratuitas, as ferramentas de áudio usadas e as formas de replicabilidade propostas.

A gravação de apresentação/palestra pode ser descrita como o uso de tecnologias para criação de material didático ao suporte de aula que envolve apenas áudio, áudio combinado com vídeo, ou outra mídia. O áudio, enquanto ferramenta didática, possui como vantagens o baixo custo computacional, a facilidade de transmissão e de consumo (O'CALLAGHAN et al, 2015; ABDULSALAM, 2017).

4.1. Ferramentas de código aberto e motivos de escolha

Para que se entenda o conceito de *software* livre, é importante conhecer o alicerce teórico que fundamenta o licenciamento dos programas. Não há uma só visão sobre como estas ferramentas devam ser distribuídas ou licenciadas; pelo contrário, são inúmeras as alternativas de regular a interação entre os programadores e usuários. Dentre as possibilidades de licenciamento de código aberto encontram-se a *GNU Public License*³⁴, *MIT*³⁵, *BSD*³⁶, *Academic Free License*³⁷, *Latex Project Public License*³⁸, além de outras, cada uma com características específicas de uso no tocante às permissões de modificação, distribuição e consumo dos *softwares* aderentes.

O *software* livre torna-se, portanto, uma questão de liberdade não necessariamente ligada à gratuidade, sendo possível ao usuário executar, copiar, distribuir, estudar, alterar e melhorar o *software* em questão. O *Ardour*³⁹ é um *DAW* distribuído sobre a licença *GNU Public License v2* que pode ser executado em múltiplas plataformas como *Linux*, *Mac Os X* e *Windows*. Ele permite realizar gravações, edições, mixagens e masterizações de projetos de áudio e *midi*.

Os recursos presentes neste *software* de gravação e mixagem permitem realizar gravação de apresentação/palestra com qualidade profissional e com compatibilidade multiplataforma. Quando instalado em sistemas operacionais *Linux*, o *Ardour* pode ser instalado gratuitamente. O preço para acesso a licença plena do *software* em outros sistemas operacionais de sua versão mais recente até a conclusão deste trabalho, a 5.12, começa com assinaturas de um dólar por mês, com direito a *downloads* de atualizações e suporte, ou a compra da versão atual por pagamento único

³⁴ <https://www.gnu.org/licenses/gpl-3.0.en.html>

³⁵ <https://opensource.org/licenses/MIT>

³⁶ <http://www.linfo.org/bsdlicense.html>

³⁷ <https://opensource.org/licenses/AFL-3.0>

³⁸ <https://www.latex-project.org/lppl/>

³⁹ ARDOUR. Disponível em: <https://community.ardour.org/download_form>. Acesso em: 3 jul. 2018.

de quarenta e cinco dólares, que prevê suporte e atualização até que o *software* mude de versão (ARDOUR, 2018).

O *Pro Tools* é considerado o *DAW* padrão de mercado (BARTLETT, B.; BARTLETT, J., 2009). Sua licença para estudantes custa, atualmente, 299 dólares⁴⁰. Isto significa que a montagem de um laboratório com 25 máquinas para uma turma padrão de 50 alunos que dividam as máquinas teria um valor aproximado de U\$ 7475 somente para a regulamentação do uso de *softwares* de *DAW*. Esse custo pode ser ainda maior se considerado o tempo de tramitação em instituições de ensino via pregão de compra.

Por outro lado, a adoção do *DAW* Ardour em conjunto com sistemas operacionais de código aberto reduz o investimento a zero ao mesmo tempo que mantém um padrão de excelência na realização de gravações de apresentação/palestra. Essa conjuntura acaba por tornar interessante para instituições públicas que haja o conhecimento e desenho de estratégias que suportem o uso de *softwares* de código aberto para fins educativos.

O método executado pela pesquisa aplicou a perspectiva do *mix in the box* privilegiando apenas *softwares* livres e capacitando alunos e docentes de música para realizar gravações de seu material lançando mão das técnicas de gravação e mixagem utilizadas no mercado. Tal escolha se deu por estar alinhada aos parâmetros estabelecidos junto ao *stakeholder* inicial do projeto, que ajudou a definir as características necessárias ao método de gravação de apresentação/palestra proposto, a saber:

- Ter maior autonomia em relação às customizações das configurações para uso profissional em áudio, o que implica em maior controle por parte dos usuários;
- Executar as modificações em máquinas mais modestas através da padronização de configurações;
- Promover aumento de tempo de uso dos *hardwares*, sejam os computadores ou das placas de som, uma vez que é comum a perda de suporte de software em atualizações nos sistemas proprietários;
- Otimizar o fator tempo, tendo em vista a dispensa de longos processos licitatórios;
- Economizar recursos;
- Utilizar o material computacional já disponível na estrutura do departamento;

⁴⁰AVID-FOR-EDUCATION/EDUCATORS#HOW-TO-BUY. Disponível em: <<https://www.avid.com/avid-for-education/educators#How-to-Buy>>. Acesso em: 2/07/2019.

- Realizar gravação de apresentação/palestra com excelência em áudio para ajudar no desenvolvimento dos alunos instrumentistas, gerando material pedagógico de apoio ao aprendizado e à performance;
- Em paralelo, aproximar alunos e docentes das possibilidades de uso de tecnologia de *software* livre como ferramenta de registro e didática.

O uso específico de *softwares* de código aberto se deu inicialmente devido a adequação dessas soluções em relação ao seu uso na esfera pública. Tendo em vista que material gerado é de qualidade, torna-se possível evitar longos processos licitatórios de aquisição de licença de *softwares* pagos, ampliando o uso da estrutura instalada; enquanto facilita atividades de aprendizado e performance. Outro aspecto interessante desse material é garantir maior segurança jurídica a alunos e professores detentores de material documental de recitais, que são apresentações de caráter público.

O foco é criar um material de apoio à aula e performance, bem como ajudar os envolvidos a melhorar a qualidade de seus portfólios de apresentações. Dentro dessa perspectiva, o primeiro passo é escolher o sistema operacional a ser usado. Sistemas operacionais têm, de forma resumida, duas funções: uma é fornecer aos programadores e usuários um conjunto de recursos abstratos claros para que possam interagir com o *hardware*, a outra é gerenciar os recursos de *hardware* da máquina (TANENBAUM, 2010).

Enquanto sistema operacional para computador pessoal, o *Linux* é amplamente utilizado por desenvolvedores de *software*, administradores de sistema, estudantes e, no caso da presente pesquisa, estudantes de música e tecnologia (DALHEIMER, 2006). Em um primeiro momento, foram analisadas as opções já existentes de sistemas operacionais que trabalhassem com otimizações para multimídia ou audiovisual como o *Ubuntu Studio*⁴¹, o *Xiva*⁴² ou o *Kxstudio*⁴³, por exemplo. Estes sistemas possuem algumas das otimizações necessárias para sistemas de gravação de áudio, porém, ao analisar formas de deixar o sistema mais estável, foi percebido que poderiam ser executadas outras melhorias.

Os processos de otimização para gravações de áudio utilizados pelo grupo de pesquisa poderiam ser implementados em qualquer distribuição *Linux* graças ao padrão *POSIX*⁴⁴, uma

⁴¹ <https://ubuntustudio.org/about-ubuntustudio/>

⁴² <http://xivastudio.org/>

⁴³ <https://kx.studio/>

⁴⁴ *POSIX (Portable Operating System Interface)* corresponde a uma família de padrões estabelecidos com a finalidade de permitir a portabilidade dos códigos-fontes, promovendo a compatibilidade entre sistemas operacionais. É especificado pela *IEEE Computer Society*, o Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos estadunidense. (POSIX, 2020)

interface e um ambiente padrão com um interpretador de comandos e programas utilitários comuns, capaz de garantir a manutenção de compatibilidade entre diferentes sistemas operacionais. Ou seja, ele determina como o programador deve escrever seu código para que o *software* seja compilado e executado pela grande parcela dos sistemas operacionais derivados do *Unix* (*FreeBSD*, *Mac OS X*, *QNX*, *Solaris*, etc.).

Como medida de validação da usabilidade e consequente facilitação de implementação do método, optou-se por analisar as distribuições *Linux* mais usadas fazendo uso do site *distrowatch*⁴⁵. O *Linux Mint* foi a segunda distribuição mais baixada no mundo em 2018, 2019 e, em 2020, continua como a terceira mais baixada segundo o site. Ele é um sistema moderno, elegante, de código aberto e que funciona com o pacote completo de multimídia a partir da instalação. Também é baseado no *Debian* e no *Ubuntu*, e por isso tem um grande repositório de aplicativos (LINUX MINT, 2018). Por ter uma interface gráfica bem elaborada e familiar, foi o eleito para ser a base do método de gravação do projeto. O Sistema oferece a possibilidade de trabalho com gravações de áudio usando a *DAW Ardour* e com auxílio do servidor de áudio *QJackctl*⁴⁶ de forma gratuita e nativa.

4.2. Ferramentas de áudio *Linux* e replicabilidade da solução

O foco na escolha do sistema operacional da pesquisa foi inicialmente pensado junto ao Grupo de Pesquisa em Performance e Pedagogia do Trombone. Como parâmetro inicial, levou em consideração o uso de um sistema operacional que possuía *LTS*⁴⁷, de forma que o projeto e seus resultados possuam maior longevidade, podendo ser usados como ferramentas de apoio ao ensino de música, em especial na esfera pública de nível superior.

Através de um *shell script*⁴⁸ presente no site *Linux Musicians*⁴⁹, foi possível realizar algumas etapas da otimização para gravação de som do projeto. A pesquisa encontrou um repositório de uma aplicação chamada *realtimeconfigquickscan*⁵⁰, cuja finalidade era propor sugestões de melhorias em sistemas *Linux* baseados em *Debian* para atividades de gravação de som.

⁴⁵DISTROWATCH. Disponível em: <<https://distrowatch.com/>>. Acesso em: 2 abr. 2020.

⁴⁶QJACKCTL. Disponível em: <<https://qjackctl.sourceforge.io/>>. Acesso em: 8 mar. 2020.

⁴⁷ *Long term Support* - É uma política de gestão de ciclo de suporte a *softwares*, onde versões estáveis são mantidas por um tempo maior.

⁴⁸ *Shell script* nome dado a um arquivo que será interpretado por algum programa tipo [Shell](#).

⁴⁹ LINUXMUSICIANS. Disponível em: <<https://linuxmusicians.com/>>. Acesso em: 7 mar. 2020.

⁵⁰REALTIMECONFIGQUICKSCAN. Disponível em: <<https://github.com/raboof/realtimeconfigquickscan>>. Acesso em: 5 fev. 2019.

O uso do sistema otimizado pela pesquisa demonstrou estabilidade plena, tendo sido usado por todos os usuários envolvidos sem reservas e sem nenhuma experiência de crash ou *xrun*⁵¹ reportados. Foram executadas até o presente momento quase todas alterações nas máquinas da pesquisa que a aplicação sugeria no *Linux Mint19*⁵². Algumas foram realizadas via interface gráfica, enquanto outras via linha de comando no Terminal⁵³. (REALTIMECONFIGQUICKSCAN, 2019; DALHEIMER, 2006).

As alterações realizadas diretamente via interface gráfica foram: o download na biblioteca de aplicações do *Mint* de um gerenciador de performance do processador chamado *Cpu governor*, responsável por controlar os clocks de processamento durante a realização das gravações, e o acréscimo do usuário *admin* no grupo de áudio mas configurações do sistema.

Já as alterações realizadas via terminal se encontram descritas em detalhes no Apêndice A e consistem em checagem e alterações, quando necessárias, de parâmetros de pastas do sistema. Como exemplo, elencam-se a alteração da velocidade de *Swap*⁵⁴, a verificação do parâmetro 'noatime' do sistema de arquivos, a verificação do parâmetro “*sysctl inotify max_user_watches*”, a checagem do acesso ao timer de eventos de alta precisão e a capacidade de relógio em tempo real para priorizar processos com o *chrt*.

Para Dalheimer (2006, p. 10), “*kernel* é a essência do próprio sistema operacional; é o código que controla a interface entre programas do usuário e dispositivos de *hardware*, a programação de processos para conseguir multitarefa e muitos outros aspectos do sistema” (tradução do autor). O *LowLatency Kernel* é uma das modificações sugeridas pelo *realtimeconfigquickscan* e consiste em um *kernel* que prioriza a baixa latência otimizando o processamento de atividades em paralelo (UNIX UNIVERSE, 2020).

A mudança para o *LowLatency Kernel* não foi realizada no primeiro momento, pois os servidores de áudio, como o *QJackctl*, podem apresentar conflitos de driver caso esteja sendo usado o *ALSA*⁵⁵ para a conexão da placa de som (DALHEIMER, 2006). Em testes recentes a

⁵¹ “Um “*xrun*” pode ser um *buffer underrun* ou um *buffer overrun*. Nos dois casos, um aplicativo de áudio não era rápido o suficiente para fornecer dados ao *buffer* de áudio do *ALSA* ou não era rápido o suficiente para processar dados do *buffer* de áudio do *ALSA*. Normalmente, os *xruns* são audíveis como ruído” (XRUN-ALSA, 2020).

⁵² Disponível no endereço: http://bit.ly/Iso_Mint_Audio

⁵³ Janela de programação em *shell* presente no *Linux* (WARD, 2015).

⁵⁴ Quando as aplicações precisam de mais memória física do que a efetivamente instalada na máquina, é possível alocar arquivos entre a memória *RAM* e o *hard drive*. Esse processo é recomendado quando a máquina possui pouca memória *RAM* (DALHEIMER, 2006), o que é muitas vezes o caso dos computadores que a pesquisa irá usar.

⁵⁵ *ALSA* significa *Advanced Linux Sound Architecture*. É um conjunto de drivers de *hardware*, bibliotecas e utilitários que fornecem funcionalidade de áudio e *MIDI* para o sistema operacional *Linux* (ALSA, 2020).

instalação do *LowLatency Kernel* foi incorporada com sucesso e estabilidade ao *Linux Mint* alterado pelo pesquisador; porém, essa melhoria ainda não foi incorporada à imagem de disco da otimização.

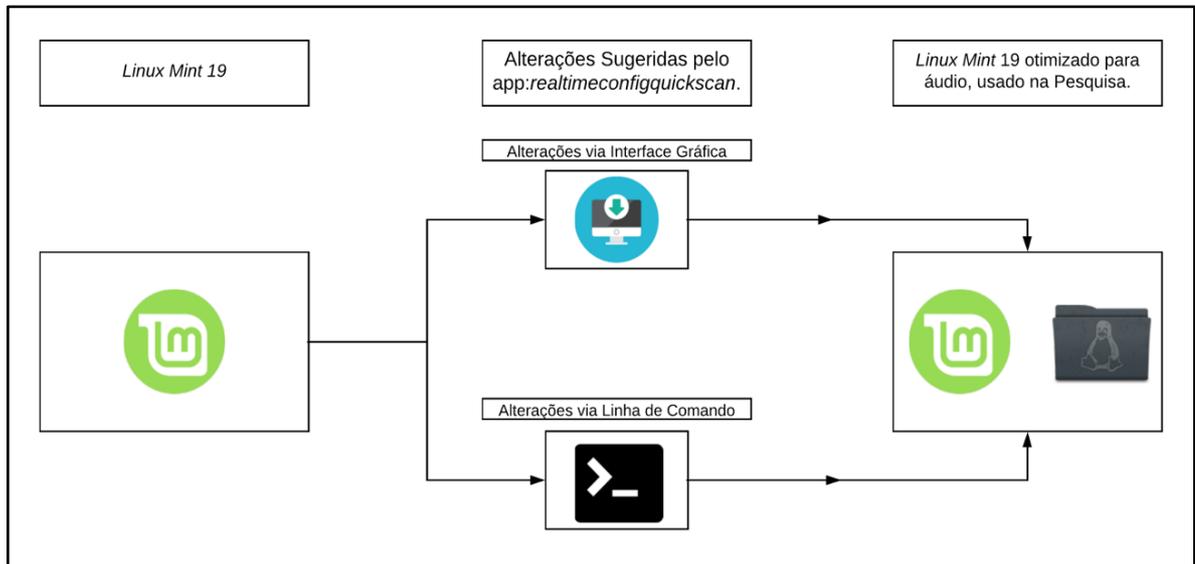


Figura 6 - Fluxograma da otimização do *Linux Mint* para gravação de som
(Fonte: Imagem do autor)

A inserção de um usuário é particular e específica para cada sistema de interação e exige deste um certo grau de aprendizado (BARBOSA; SILVA, 2010). Portanto, é possível afirmar que a interação deve acontecer de forma a garantir a melhor relação de docentes, discentes e técnicos com o método de gravação.

Embora possa ser replicada seguindo-se o processo executado, a otimização anterior pode vir a afastar os usuários por ser realizada, em parte, através de mecanismos baseados em interface de linha de comando. Em busca do aprimoramento de suas soluções, a pesquisa se dedicou a implementar melhorias no sentido de replicar todas as alterações executadas de forma mais direta.

Utilizou-se um aplicativo para *Ubuntu* chamado *Pinguy Builder*⁵⁶, que cria um arquivo inicializável de imagem de disco (.iso) capaz de instalar uma cópia do sistema em outros computadores; quer dizer, executa um backup das preferências de sistema para manutenção de laboratórios, computadores pessoais ou por motivo de segurança. Este foi usado para a criação da versão do *Linux Mint*, que possui todas as configurações prévias e ferramentas propostas.

Esta possibilidade de replicação torna-se interessante pois possibilita facilitação didática para o uso e instalação, bem como permite a unificação de configurações presentes no sistema

⁵⁶PINGUY BUILDER. Disponível em: <<https://pinguyos.com/2018/05/pinguy-builder-updated-license-change/>>. Acesso em: 7 mar. 2020.

proposto em qualquer máquina. A figura 7 mostra como é construída essa proposta de replicação do sistema.

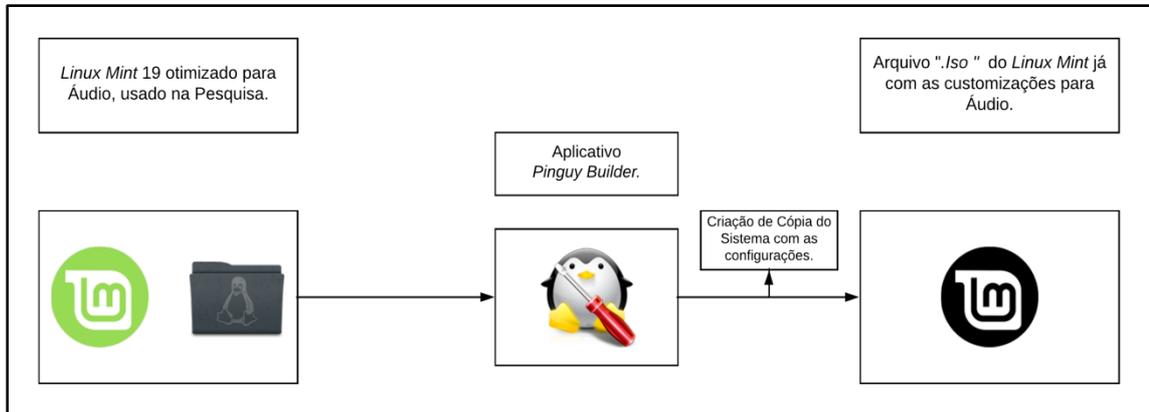


Figura 7 - Fluxograma da criação da imagem de disco do *Linux Mint* otimizado
(Fonte: Imagem do autor)

5. EXPERIMENTOS E RESULTADOS

Quatro gravações realizadas para fins avaliativos na fase de prototipação das otimizações e comprovação da estabilidade do sistema operacional *Linux Mint* da pesquisa encontram-se descritas no Apêndice B. Nas máquinas foram utilizadas duas placas externas de processamento de áudio cujas configurações se encontram no Apêndice D e passam a ser referidas a partir de agora como:

- PLACA 01 – *Behringer Umc 404hd*;
- PLACA 02 – *Presonus Audiobox 1818vsl*.

Ambas estavam à disposição do Grupo de pesquisa para a execução da fase de prototipação do projeto. Nos testes foram utilizados 3 computadores cujas características são:

- PC 01: processador *Intel Pentium Dual CPU T3200*, 2.00 GHz de *clock*, 3.6GB de memória, disco rígido 150GB, sistema operacional otimizado para áudio da pesquisa, *Linux Mint 19*;
- PC 02: *Quad core AMD A6-3420M APU*, 1.4 GHz de *clock*, *Radeon HD Graphics*, 15.2 GB de memória, disco rígido 460 GB, sistema operacional otimizado para áudio da pesquisa, *Linux Mint 19*;
- PC 03: *Dual core AMD 7300 APU*, 2 GHz de *clock*, 7 GB de memória, disco rígido 500 GB, sistema operacional otimizado para áudio da pesquisa, *Linux Mint 19*.

As gravações, ocorridas entre maio de 2018 e janeiro de 2019, correspondem a etapas educacionais ou concertos de caráter didático e foram realizadas usando as combinações a seguir:

Tabela 2 - Configurações das gravações

GRAVAÇÃO	PC	PLACA DE SOM
III Encontro de Trombonistas da Paraíba	PC 01	PLACA 01
Grupo de Metais NE	PC 02	PLACA 02
Recital de formatura Marcel Marques Amorim	PC 01	PLACA 02
Projeto Bone Brasil	PC 03	PLACA 01

Todas foram geradas em padrão estéreo, formato de reprodução doméstica de música e áudio (RUMSEY; MCCORMICK, 2009). O projeto usou dois padrões de captação estéreo: o primeiro com pares coincidentes, chamado XY, e o segundo, com pares semicoincidentes,

denominado ORTF. Microfones extras foram colocados quando possível nas gravações do projeto no intuito de cumprirem a função de microfones de acento ou de ponto (Figura 8).



microfones de acento
(Fonte: imagem do autor)

Depois da primeira fase de prototipação e comprovada a estabilidade computacional do sistema operacional utilizado no projeto, o material gravado foi avaliado junto ao *stakeholder*. Após consenso sobre a qualidade dos resultados, foi realizada uma segunda rodada para criação de arquivos de apresentação/palestra do semestre 2019.2 dos cursos de Metais e Oboé.

Esta segunda fase realizou os processos de gravação, finalização e divulgação de resultados junto ao corpo docente e discente envolvido. Foram executados registros de quatro recitais: dois da Turma de Oboé, com o Professor Ravi Shankar Magno⁵⁷, e dois da Turma de Metais com os Professores Alexandre Magno e Silva⁵⁸ (trombone), Ayrton Müzel Benck⁵⁹ (trompete), Cisneiro Soares de Andrade⁶⁰ (trompa), Gláucio Xavier da Fonseca⁶¹ (trompete) e Iris Ângela Vieira⁶² (tuba).

Como os alunos participantes possuíam diversos níveis e formações musicais distintas, variadas técnicas e sonoridades foram exploradas. Na turma de Oboé, a maioria dos alunos se

⁵⁷LATTES. Ravi Shankar Magno Viana Domingues. Disponível em: <<http://lattes.cnpq.br/6600367757849624>>. Acesso em: 7 mar. 2020.

⁵⁸LATTES. Alexandre Magno e Silva Ferreira. Disponível em: <<http://lattes.cnpq.br/5336146660627915>>. Acesso em: 7 mar. 2020.

⁵⁹LATTES. Ayrton Müzel Benck Filho. Disponível em: <<http://lattes.cnpq.br/3221018476819806>>. Acesso em: 7 mar. 2020.

⁶⁰LATTES. Cisneiro Soares de Andrade. Disponível em: <<http://lattes.cnpq.br/4295677729362692>>. Acesso em: 7 mar. 2020.

⁶¹LATTES. Gláucio Xavier da Fonseca. Disponível em: <<http://lattes.cnpq.br/8766923687501989>>. Acesso em: 7 mar. 2020.

⁶²LATTES. Iris Ângela Vieira do Nascimento Cavalcanti. Disponível em: <<http://lattes.cnpq.br/7514447556248017>>. Acesso em: 7 mar. 2020.

apresentou acompanhada pelo piano, mas, em algumas ocasiões, também por cravo, instrumentos populares de chorinho como cavaco, violão e pandeiro; além de peças solo. A turma de Metais - composta pelos instrumentos tuba, trombone, trompa e trompete - contou com piano na maioria das apresentações, e também uso de *playback*⁶³, peças solo e um grupo de tuba.

O registro dos recitais foi executado com equipamentos pertencentes ao Grupo de Pesquisa em Performance e Pedagogia do Trombone, seus parceiros e do próprio pesquisador. Uma boa parte do material foi transportado em um baú de motocicleta de 46 litros de capacidade volumétrica, conforme a seguir (Figura 9):



Figura 9 - Foto de parte do equipamento de gravação utilizado
(Fonte: imagem do autor)

Eram transportados neste recipiente um multicabo de 12 canais, a PLACA 01, os microfones do grupo de pesquisa e do pesquisador, além de um *notebook*⁶⁴. Essa configuração “enxuta” resulta em uma unidade móvel e compacta de gravação de material didático em áudio, o que aumenta a capilaridade de alcance do projeto. Desta forma, poderão ser viabilizadas duas futuras atividades da continuação dessa pesquisa: a execução de futuras gravações em outras instituições e a capacitação de equipes interessadas em replicar o método proposto.

Para a obtenção de resultados eficazes, é crítico que a disposição destes materiais em ambiente online se dê de forma consistente (SEIFERT, 2019). No atual projeto, estabeleceu-se o prazo de uma semana para a entrega dos materiais, o que foi devidamente respeitado, exceto na primeira gravação, por conta de problemas técnicos.

⁶³ *Playback* é um substantivo que corresponde à reprodução de sons gravados anteriormente ou imagens em movimento.

⁶⁴ *Intel Core™*: i7-8550U CPU @ 1.80GHz × 4 e 8GB DDR4 SDRAM 2400 Mhz de memória RAM, com o sistema operacional da pesquisa instalado.

A totalidade dos recitais foi distribuída online junto às turmas através de links em documentos *.pdf*⁶⁵ enviados aos docentes. Os endereços continham duas pastas: uma com a duração total da sessão, isto é, o bloco de todas as apresentações em sequência, e outra com as performances individuais dos alunos para que cada um pudesse ouvir a sua apresentação em separado. Todos os arquivos foram enviados em versões com e sem mixagem a fim de estimular a percepção acerca do emprego das ferramentas de edição e mixagem de áudio.

Neste mesmo documento, junto aos links, foi enviada em outra pasta a sessão do *Ardour* com os *presets* de mixagem - fazendo uso da suíte *Calf studio gear*⁶⁶ (Figura 10) de *plugins open source* - para que discentes, docentes e funcionários interessados em replicar o método pudessem ouvir como a mixagem e a edição foram realizadas. A partir disto, tem-se por objetivo a disponibilidade de uso dos processos executados como ponto de partida de novos *presets*, aumentando, assim, o repositório de soluções do método, ou seja, os *presets* de equalização (Figura 11) se tornam mais completos na medida em que mais gravações são realizadas. Além disto, na interface gráfica, há uma área para comentários (Figura 11) dos canais gravados, na qual consta a informação referente aos microfones usados em cada peça e em cada formação musical.



Figura 10 - Interface de *plug in Calf* de equalização
(Fonte: Imagem do autor)

⁶⁵ O *Portable Document Format* é um formato de arquivo desenvolvido pela *Adobe* na década de 1990 para apresentar documentos, incluindo formatação de texto e imagens, de maneira independente do *software* aplicativo, *hardware* e sistemas operacionais.

⁶⁶ CALF STUDIO GEAR. Disponível em: <<https://calf-studio-gear.org/>>. Acesso em: 2 fev. 2020.

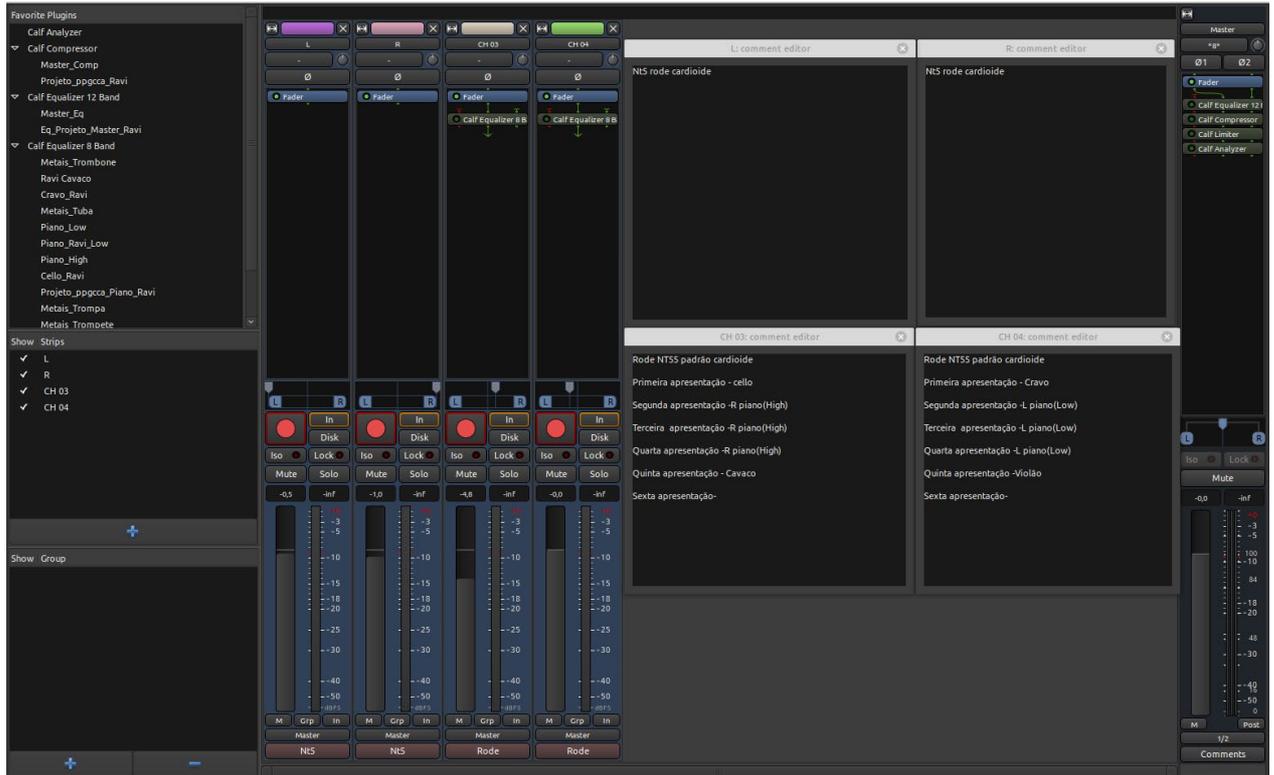
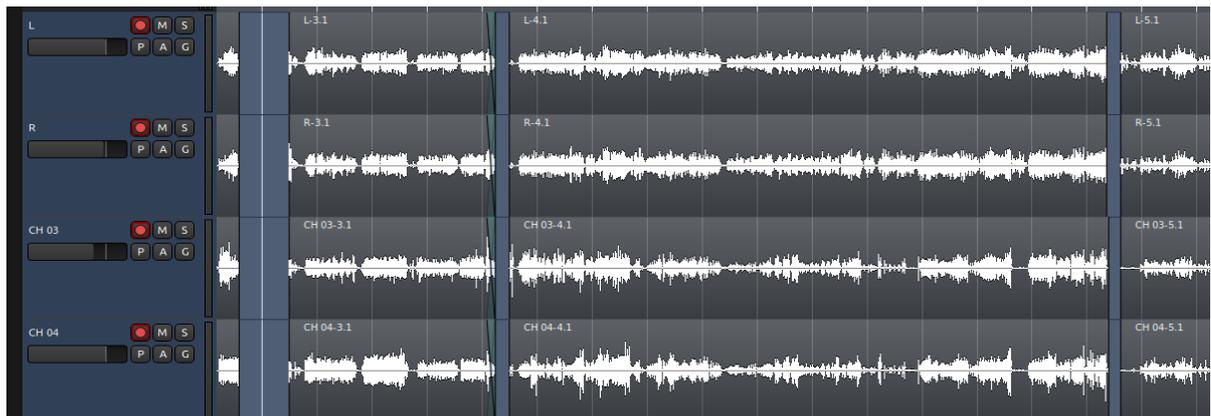


Figura 11 - Interface de mixagem com lista de comentários e *presets* de equalização
(Fonte: Imagem do autor)

Em relação à edição (Figura 12), durante o trabalho, foram utilizadas as ferramentas simples de corte e ferramenta de *fade*⁶⁷. A primeira serviu para criar um arquivo para cada apresentação, enquanto a segunda para tornar a transição de entrada e de saída de cada apresentação mais suave.



⁶⁷ Ferramentas de *fade* existem em *DAW* e podem ser usadas em faixas individuais ou finalizadas. Elas possuem curvas e formatos variados e criam transições de volume onde o *Fade out* caracteriza-se por uma transição do volume estabelecido na faixa até o silêncio, e o *Fade in* do silêncio ao volume da faixa (BARTLETT, B.; BARTLETT, J., 2009).

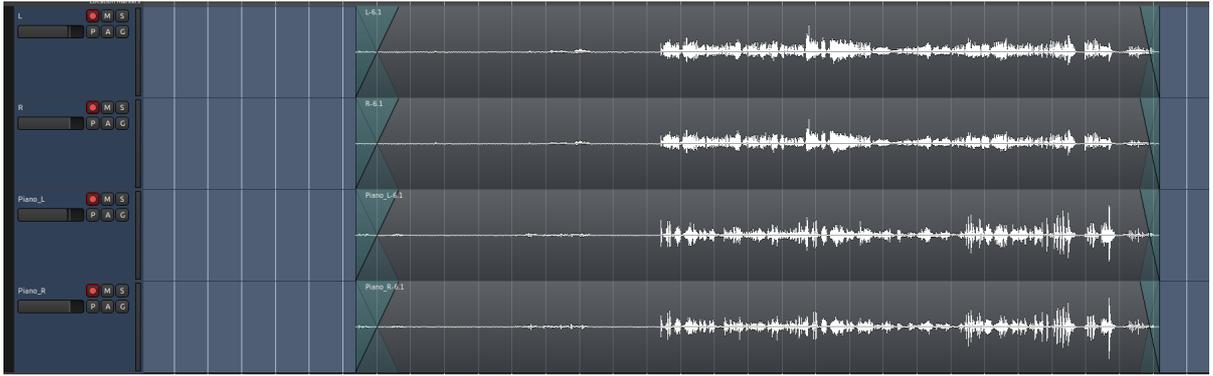


Figura 12 - Página de edição com sessão completa e execução de *fades*
(Fonte: Imagem do autor)

Cada dia de registro dos recitais contabilizou aproximadamente 7 horas de duração, considerando-se o tempo necessário para deslocamento, montagem, execução e desmontagem do material necessário à realização das gravações. Assim, foi empregado um total de 28 horas na criação de todo o material deste relevante acervo de apoio ao ensino, que contou com diferentes formações e níveis de performance musicais.

Ao todo foram 32 apresentações, 72 fonogramas de gravação de apresentação/palestra, 36 com mixagem e 36 sem mixagem e quatro sessões de gravações do *DAW Ardour* com *presets* de equalização, anotações de canais e arquivos brutos. Estes materiais, as descrições detalhadas das gravações e os links com os registros dos quatro recitais encontram-se disponíveis no Apêndice C deste trabalho.

6. CONCLUSÃO

A popularização das novas Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) no contexto educacional incentiva o manuseio e a transmissão de mídias digitais em uma escala cada vez maior. Considerando a necessidade de estratégias pedagógicas eficientes e acessíveis, é fundamental ressaltar a importância do uso de áudio digital em forma de gravação como uma opção de baixo custo e adaptável às necessidades da comunidade acadêmica.

O presente trabalho apresentou o embasamento teórico e descreveu a prática da prototipação, validação e uso em sala de aula do sistema operacional *Linux Mint 19* em conjunto com técnicas de gravação e a estação de trabalho em áudio digital *Ardour* para criação de material de gravação de apresentação/palestra para práticas interpretativas em música. O método foi proposto tendo o Grupo de Pesquisa em Performance e Pedagogia do Trombone da Universidade Federal da Paraíba como consultor e beneficiário do projeto.

O uso de sistema de código aberto se deu devido a grande adequação dessas soluções em relação ao seu uso na esfera pública. É possível com uso dessas tecnologias evitar longos processos licitatórios de aquisição de licença de *softwares* pagos, ampliando o uso da estrutura instalada; enquanto facilita atividades de aprendizado e performance. Isto torna a adoção destes célere, econômica em recursos e tempo. Outro aspecto interessante é que, por possuir código aberto, é possível que se implementem melhorias em versões futuras como novos arquivos de instalação, programação de distribuição automática dos arquivos gerados e outros tipos de automatizações criadas via programação que tornem seu uso mais eficaz.

Para realização deste projeto, efetivou-se, inicialmente, um levantamento da literatura acerca do tema gravação de apresentação/palestra em bancos de dados científicos, a partir do qual constatou-se a consolidação desta prática em áreas as ligadas às *STEM* e uma concordância no sentido de indicar ser necessário investimentos em conteúdo, infraestrutura, desenvolvimento de habilidades dos instrutores e capacidade da equipe técnica para criação de material de alta qualidade. Por outro lado, em áreas não ligadas às *STEM*, as discussões sobre a inclusão de tecnologias na gravação de apresentação/palestra foram identificadas em menor número. Diante disso, defende-se não só a realização de mais estudos para aferir engajamento e eficiência das técnicas aplicadas, mas também que estes considerem as percepções de discentes, docentes e equipe técnica.

A adoção dessas tecnologias possui inúmeras possibilidades pedagógicas, desde a composição do conteúdo didático online da instituição, a implementação de salas de aula híbridas, ou até mesmo a combinação com as pedagogias tradicionais enquanto material de estudo.

Fazendo uso das duas frentes da DSR, este trabalho contribuiu na solução de problemas de conhecimento ao descrever em detalhes o processo de otimização profissional para áudio do Sistema Operacional utilizado e sua construção conceitual, executada inteiramente com *softwares* de código aberto, de baixo custo e com facilidade de replicação.

Em relação aos problemas de ordem prática, colaborou de modo a executar e distribuir de forma online os arquivos dos registros de apresentação/palestra dos recitais do semestre 2019.2 dos cursos de Metais e Oboé, totalizando 32 apresentações, 72 fonogramas de gravação de apresentação/palestra (36 com mixagem e 36 sem) e 4 sessões de gravações com *presets* e anotações; todos executados em parceria com o Laboratório de Música Aplicada-LAMUSI, na Sala Radegundis Feitosa, junto ao departamento de Música da UFPB.

Considerando que profissionais de ensino e alunos devem ter acesso a recursos, treinamento e tempo adequado para adaptação ao uso de tecnologias de gravação (O'CALLAGHAN et al, 2015), é notória a contribuição do presente trabalho ao propor a adoção de um método de gravações de apresentação/palestra para criação de material pedagógico, e de treinamento para toda a comunidade acadêmica interessada em replicar a metodologia. Há também a possibilidade de adequação do método otimizado por outros pesquisadores às suas necessidades específicas, o que torna a pesquisa relevante (WIERINGA, 2009) no sentido de ajudar e estimular outras áreas a adotarem esta solução.

No tocante à área de música, o conteúdo abordado por esta dissertação pode facilitar a criação de conteúdo interativo, adequado às realidades dos alunos e professores, passível de ser reutilizado e de fornecer *feedback* de performance aos mesmos, propiciando um ambiente de construção de conhecimento efetivo. Ao se servir do registro das apresentações - que possuem caráter público - aprendizes, tutores e a própria instituição são beneficiados na construção de um acervo que pode enriquecer as situações de aprendizagem musical de forma presencial, e ajudar a compor estratégias de complementação de material para sala de aula ou até mesmo abastecimento de conteúdo de plataforma online.

Dentro do escopo para trabalhos futuros, sugere-se o levantamento de dados em duas frentes. Na primeira, presume-se uma ampliação do objeto no sentido de implementar o método em parceria com outras turmas, instrumentos e formações junto ao Departamento de Música da Universidade Federal da Paraíba. Este alargamento deve ser planejado para que ocorra em um período de maior abrangência, permitindo uma investigação acurada, com dados qualitativos e quantitativos sobre as percepções de pesquisadores, discentes, equipe técnica e docentes a respeito do emprego das soluções aqui criadas e discutidas.

Assim, propõe-se a aplicação do método por três anos com o objetivo de, por um lado, aumentar o acervo da pesquisa, e, por outro, recolher uma quantidade relevante de material a partir de entrevistas que investiguem a percepção e engajamento de discentes, docentes e equipe técnica sobre o uso e eficácia desse material de apoio, sua influência no aprendizado de música, na qualidade das apresentações e como material de acervo institucional. O levantamento das impressões da comunidade acadêmica será organizado e compilado com o objetivo de traçar as percepções sobre a adoção deste tipo de material de apoio para cursos em práticas interpretativas de música. Ressalta-se que o curso em questão poderia usar o material de forma didática *in loco*, bem como documentar suas atividades práticas para uso online.

Os dados coletados deverão embasar a construção da segunda etapa, que se dedicará ao uso do material de forma didática na divulgação do método e sua aplicação em outras instituições, formando uma rede tecnicamente capacitada. Esta atividade pode se dar de forma presencial e/ou online, o que aumenta consideravelmente o alcance dos resultados da pesquisa e suas contribuições.

Ao se compilar todos os dados gerados pelas duas frentes, idealmente como parte de um projeto de doutorado, pretende-se traçar estratégias para criação de material de apoio didático em áudio. Esta ação também visa colaborar com a sociedade e demais pesquisadores ao aumentar o conhecimento sobre esse conceito em áreas não relacionadas às *STEM*, investigando melhor as reais contribuições do método e sua eficácia para o ensino de música. Planejar estratégias e melhorias para criação de material didático em música é tarefa constante para os que prezam pela área. Inserir esta atividade em moldes que sejam sustentáveis, replicáveis e adaptáveis à realidade das instituições de ensino superior, públicas e privadas, foi força motriz e ponto central do esforço de construção deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- ABDULSALAM, Nadine. et al. The Promise of Andragogy and Experimental Learning to Improve Teaching of Nutrition Concepts to Culinary Arts Students. *Journal of Food Science Education*, v. 16, n. 2, p. 54–61, 2017.
- ACADEMIC FREE LICENSE (“AFL”) V. 3.0. Disponível em: <<https://opensource.org/licenses/AFL-3.0>>. Acesso em: 10 mar. 2020.
- ALSA. Disponível em: <<https://alsa.opensrc.org/ALSA>>. Acesso em: 2 mar. 2020.
- ARDOUR. Disponível em: <https://community.ardour.org/download_form>. Acesso em: 3 jul. 2018.
- AVID-FOR-EDUCATION/EDUCATORS#HOW-TO-BUY. Disponível em: <<https://www.avid.com/avid-for-education/educators#How-to-Buy>>. Acesso em: 2/07/2019.
- BARBOSA, Simone; SILVA, Barbosa. *Interação Humano-Computador*. [S.l.]: Elsevier Brasil, 2010. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=qk0skwr_cewC>.
- BARTLETT Bruce; BARTLETT Jenny. *Practical Recording Techniques*. 5th ed. Boston: Elsevier/Focal Press, 2009.
- BATES, Tony. Educar na era digital: design, ensino e aprendizagem. 1 ed. *Artesanato Educacional, Associação Brasileira de Educação a Distância*, . São Paulo: 2017. Disponível em: <http://abed.org.br/arquivos/Educar_na_Era_Digital.pdf>.
- BIELMEIER, Doug. Apprenticeship Skills in Audio Education: A Comparison of Classroom and Institutional Focus as Reported by Educators. *Audio Engineering Society Convention 137*, n. 1, p. 1–7, 2014. Disponível em: <<http://www.aes.org/e-lib/browse.cfm?elib=17424>>.
- BSD LICENSE DEFINITION. Disponível em: <<http://www.linfo.org/bsdlicense.html>>. Acesso em: 25 fev. 2020.
- CALF STUDIO GEAR. Disponível em: <<https://calf-studio-gear.org/>>. Acesso em: 2 fev. 2020.
- CAMBRIDGE DICTIONARY. Disponível em: <<https://dictionary.cambridge.org/us/dictionary/english-portuguese/lecture>>. Acesso em: 3 abr. 2020.
- CAMBRIDGE DICTIONARY. Disponível em: <<https://dictionary.cambridge.org/us/dictionary/english-portuguese/podcast>>. Acesso em: 3 abr. 2020.
- DALHEIMER, Matthias Kalle; WELSH, Matt. *Running Linux 5th Edition*. [S.l.: s.n.], 2006. Disponível em: <http://www.amazon.com/s/ref=nb_sb_noss?url=search-alias%3Daps&field-keywords=9780596007607>.
- DAVIS, Robert; PARKER, Steven. Creativity and communities of practice: Music technology courses as a gateway to the industry. *Proceedings of the AES International Conference*, p. 185–190, 2013. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=>>>.
- DEMID/UFPB. Disponível em: <<http://www.cchla.ufpb.br/ccmd/index.php>>. Acesso em: 6 jan. 2020.
- DISTROWATCH. Disponível em: <<https://distrowatch.com/>>. Acesso em: 2 abr. 2020.
- DRAPER, Michael J.; GIBBON, Simon; THOMAS, Jane. Lecture recording: A new norm. *The Law Teacher*, v. 52, n. 3, p. 316–334, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/03069400.2018.1450598>>.
- DRESCH, Aline; LACERDA, Daniel Pacheco; ANTUNES, José Antônio Valle. *Design Science Research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia*. Porto Alegre: bookman, 2015.
- EARGLE, John. *The microphone book*. 2a ed. Oxford: Elsevier, Focal Press, 2005.

EDUCATION AND INFORMATION TECHNOLOGIES. Disponível em: <<https://www.springer.com/journal/10639>>. Acesso em: 3 mar. 2018.

EVEREST, F. Alton; POHLMANN, Ken C. *Mater Handbook of Acoustics*. 5ª ed. [S.l.]: McGrawhill, 2009. v. 7.

FANG, Chiung Yao et al. Building a smart lecture-recording system using MK-CPN network for heterogeneous data sources. *Neural Computing and Applications*, v. 31, n. 8, p. 3759–3777, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s00521-017-3328-6>>.

FISHER, Dave. Audio Education – A Personal View. *AES 26th UK Conference on Audio Education*, p. 1–8, 2015.

GRASSIE, Colin; CLARK, Fraser D. An Integrated Approach to Teaching Electroacoustics and Acoustical Analysis to Music Technology Students. *AES 26th UK CONFERENCE: Audio Education*, p. 53–68, 2015.

GNU GENERAL PUBLIC LICENSE. Disponível em: <<https://www.gnu.org/licenses/gpl-3.0.en.html>>. Acesso em: 15 out. 2019.

HÄRMÄ, Aki et al. Augmented reality audio for mobile and wearable appliances. *AES: Journal of the Audio Engineering Society*, v. 52, n. 6, p. 618–639, 2004.

HAVNER, Carly J. et al. Relationships Between Course Capture Systems and Student Performance in Dental Hygiene Education. *Journal of dental hygiene: JDH*, v. 92, n. 5, p. 6–13, 2018.

HERRE, Jürgen et al. MPEG-H audio-The New standard for universal spatial/3D audio coding. *AES: Journal of the Audio Engineering Society*, v. 62, n. 12, p. 821–830, 2014.

KXSTUDIO. Disponível em: <<https://kx.studio/>>. Acesso em: 3 abr. 2019.

LABORATÓRIO DE MÚSICA APLICADA - LAMUSI. Disponível em: <<http://www.cta.ufpb.br/lamusi/author/adeildovieira>>. Acesso em: 2 mar. 2020.

LATEX PROJECT PUBLIC LICENSE. Disponível em: <<https://www.latex-project.org/lppl/>>. Acesso em: 10 maio 2019.

LATTES. Alexandre Magno e Silva Ferreira. Disponível em: <<http://lattes.cnpq.br/5336146660627915>>. Acesso em: 7 mar. 2020.

LATTES. Ayrton Müzel Benck Filho. Disponível em: <<http://lattes.cnpq.br/3221018476819806>>. Acesso em: 7 mar. 2020.

LATTES. Cisneiro Soares de Andrade. Disponível em: <<http://lattes.cnpq.br/4295677729362692>>. Acesso em: 7 mar. 2020.

LATTES. Gláucio Xavier da Fonseca. Disponível em: <<http://lattes.cnpq.br/8766923687501989>>. Acesso em: 7 mar. 2020.

LATTES. Iris Ângela Vieira do Nascimento Cavalcanti. Disponível em: <<http://lattes.cnpq.br/7514447556248017>>. Acesso em: 7 mar. 2020.

LATTES. Ravi Shankar Magno Viana Domingues. Disponível em: <<http://lattes.cnpq.br/6600367757849624>>. Acesso em: 7 mar. 2020.

LEFFORD, M Nyssim; BERG, Jan. From practice to research and back again: Research skills in audio engineering. *AES 50th International Conference*, p. 1–12, 2013.

LI, Ze-Nian; DREW, Mark S.; LIU, Jiangchuan. *Fundamentals of Multimedia*. Segunda ed. [S.l.]: Springer, 2014. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-05290-8>>.

LIESHOUT, Mark Van; EGYEDI, Tineke M; BIJKER, Wiebe E. *Social Learning Technologies The introduction of multimedia in education*. New York: Ashgate Publishing, 2001.

LINUX MINT. Disponível em: <<https://linuxmint.com/about.php>>. Acesso em: 10 dez. 2018.

LINUXMUSICIANS. Disponível em: <<https://linuxmusicians.com/>>. Acesso em: 7 mar. 2020.

LUTTENBERGER, Silke et al. Different patterns of university students' integration of lecture podcasts, learning materials, and lecture attendance in a psychology course. *Education and Information Technologies*, v. 23, n. 1, p. 165–178, 2017.

MILES HUBER, David; RUNSTEIN, Robert E. *Modern Recording Techniques*. Sixth Edit ed. [S.l.]: Elsevier, Focal Press, 2005.

MIMO. Disponível em: <<https://mimofestival.com/brasil/>>. Acesso em: 5 maio 2019.

MIT LICENSE. Disponível em: <<https://opensource.org/licenses/MIT>>. Acesso em: 7 mar. 2020.

NIXON, Peter et al. Interdisciplinary Benefits: Encouraging Creative Collaboration. *AES 26th UK Conference on Audio Education*, 2015.

O'CALLAGHAN, Frances V. et al. The use of lecture recordings in higher education: A review of institutional, student, and lecturer issues. *Education and Information Technologies*, 2015.

PINGUY BUILDER. Disponível em: <<https://pinguyos.com/2018/05/pinguy-builder-updated-license-change/>>. Acesso em: 7 mar. 2020.

POSIX. Disponível em: <<https://pubs.opengroup.org/onlinepubs/9699919799/>>. Acesso em: 16 mar. 2020.

PPP BACHARELADO EM MÚSICA. Arquivo indisponível em: <<http://www.cta.ufpb.br/demus/contents/documentos/ppp-bacharelado-em-musica-2008.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2020.

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM COMPUTAÇÃO, COMUNICAÇÃO E ARTES - PPGCCA. Disponível em: <<https://sigaa.ufpb.br/sigaa/public/programa/portal.jsf?id=3128>>. Acesso em: 3 fev. 2020.

QJACKCTL. Disponível em: <<https://qjackctl.sourceforge.io/>>. Acesso em: 8 mar. 2020.

RATTERMAN, Jeffrey. Recording History in Audio Education. *AES 135th Convention*, p. 1–9, 2013.

REALTIMECONFIGQUICKSCAN. Disponível em: <<https://github.com/raboof/realtimeconfigquickscan>>. Acesso em: 5 fev. 2020.

RØDE Stereo Bar. Disponível em: <<http://www.ode.com/accessories/sb20>>. Acesso em: 21 abr. 2020.

RUMSEY, Francis; MCCORMICK, Tim. *Sound and Recording*. 6a ed. Oxford: Elsevier, Focal Press, 2009. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780240521633000051>>.

SEIFERT, Tami. Two pedagogical models of video integration in multiparticipant courses. *Journal of Educators Online*, v. 16, n. 1, 2019.

TANENBAUM, Andrew S. *Sistemas Operacionais Modernos*. 3a Edição ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2010.

TEGRITY. Disponível em: <<http://help.tegrity.com/>>. Acesso em: 29 mar. 2020.

The AES E-library. Disponível em: <<http://www.aes.org/e-lib/>>. Acesso em: 20 fev. 2020.

- UBUNTU STUDIO. Disponível em: <<https://ubuntustudio.org/about-ubuntustudio/>>. Acesso em: 10 maio 2019.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA - UFPB. Disponível em: <<https://www.ufpb.br>>. Acesso em: 8 abr. 2020.
- UNIX UNIVERSE. Disponível em: <<https://unixuniverse.com.br/linux/generic-low-latency-real-time>>. Acesso em: 14 mar. 2020.
- VALLE, Solon Do. *Manual Prático De Acústica*. Terceira e ed. Rio de Janeiro: [s.n.], 2009.
- XIVA STUDIO. Disponível em: <<https://xivastudio.org/>>. Acesso em: 22 jun. 2019.
- WARD, Brian. *How LINUX Works*. Segunda ed. São Francisco: no starch press, 2015.
- WIERINGA, Roel. *Design science as nested problem solving*. p. 1, 2009.
- XRUN-ALSA. Disponível em: <<https://alsa.opensrc.org/Xruns>>. Acesso em: 1 jul. 2020.
- ZAMBONI, Silvio. *A Pesquisa em Arte: Um paralelo entre arte e ciência*. 1. ed. Campinas. SP: Autores Associados, 1998.

APÊNDICES

APÊNDICE A – PRÉVIA DE MANUAL DE INSTALAÇÃO E USO INICIAL DO LINUX MINT PPGCCA-ÁUDIO

Instalação:

- Realizar o download do arquivo de imagem .iso disponível no endereço: <http://bit.ly/PPGCCA-AUDIO>;
- Criar um *pen drive bootable*⁶⁸ que contenha a .iso;
- Ligar o computador, entrar na BIOS e selecionar o boot a partir do referido pen drive⁶⁹;
- Aguardar o carregamento do sistema, que deverá exibir a seguinte tela:

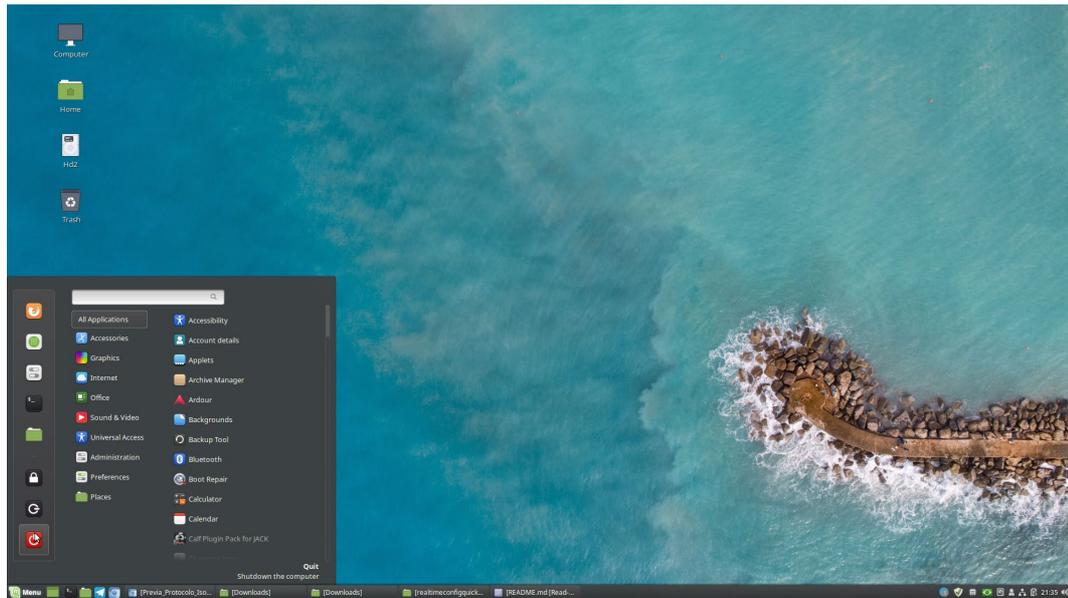


- Clicar no ícone de CD onde está escrito “Install PPGCCA 19”;
- Dar continuidade ao processo de instalação⁷⁰;
- Ao término da instalação, desligar o computador através do seguinte menu:

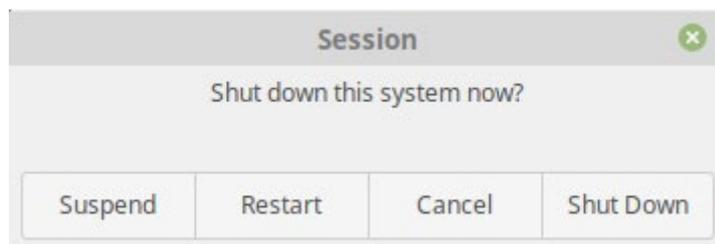
⁶⁸ Sugere-se usar o programa *Unetbooting* disponível no site: <https://unetbootin.github.io/> para esta finalidade.

⁶⁹ Tutorial “Como configurar o BIOS para inicializar a partir do CD ou DVD” disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=6i16HtZnQvw>

⁷⁰ Ao final do procedimento, caso haja uma mensagem de erro referente a instalação do GRUB (gerenciador de *boot*), o usuário pode marcar a opção de continuar, pois há uma solução automática para este problema (programa *Boot Repair*: <https://sourceforge.net/p/boot-repair/home/Home/>)



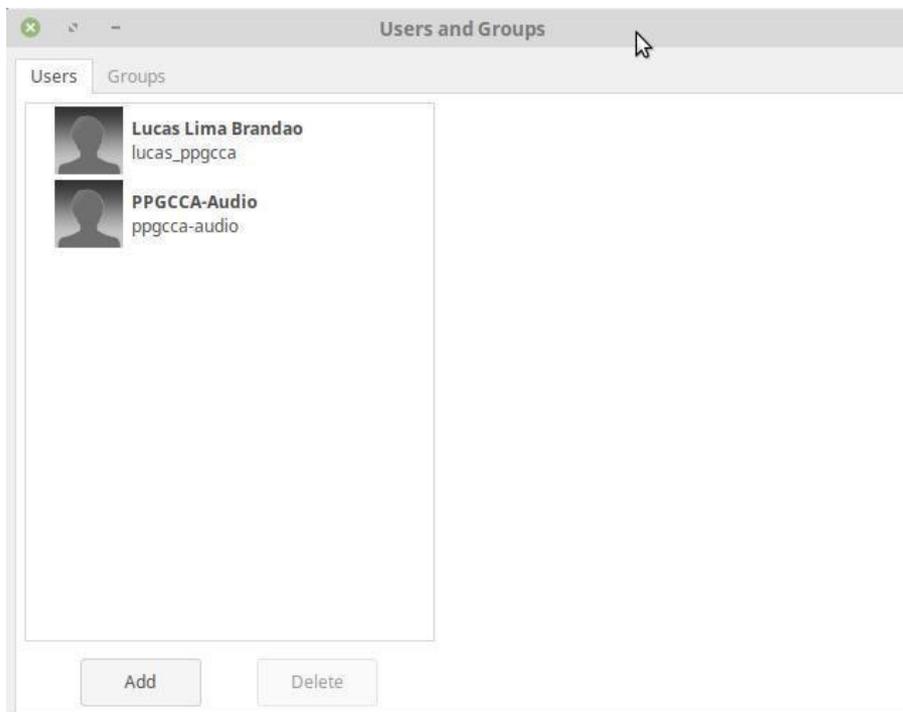
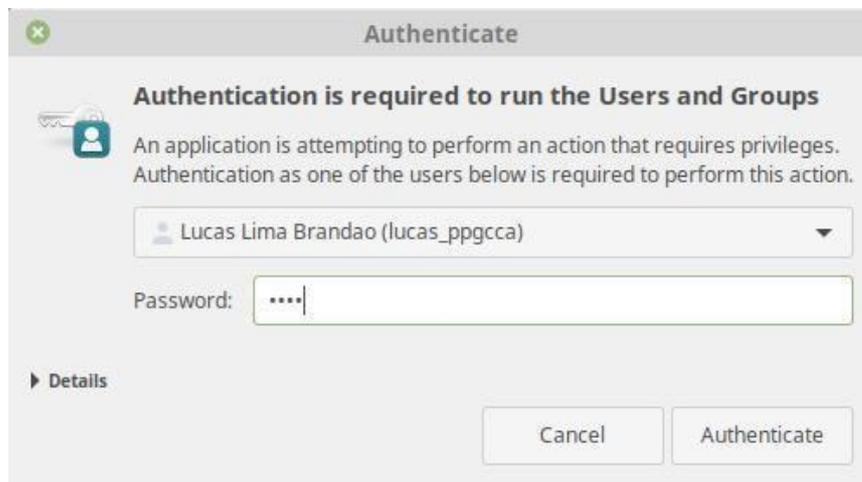
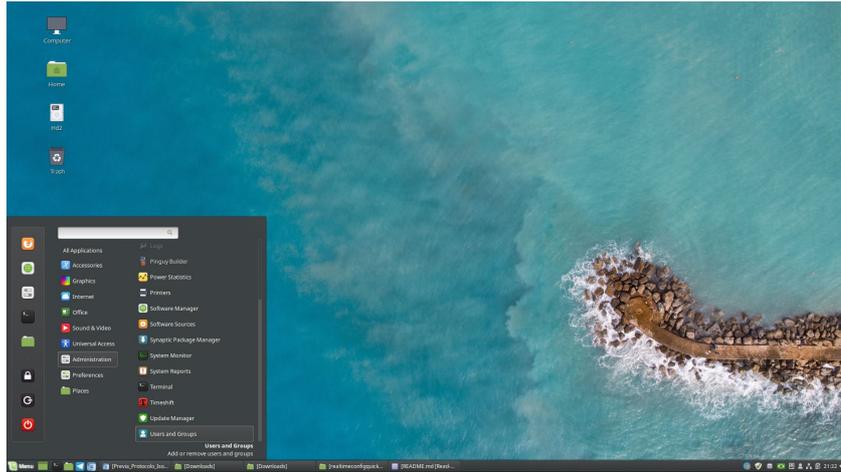
- Selecionar a opção *Shut Down*;

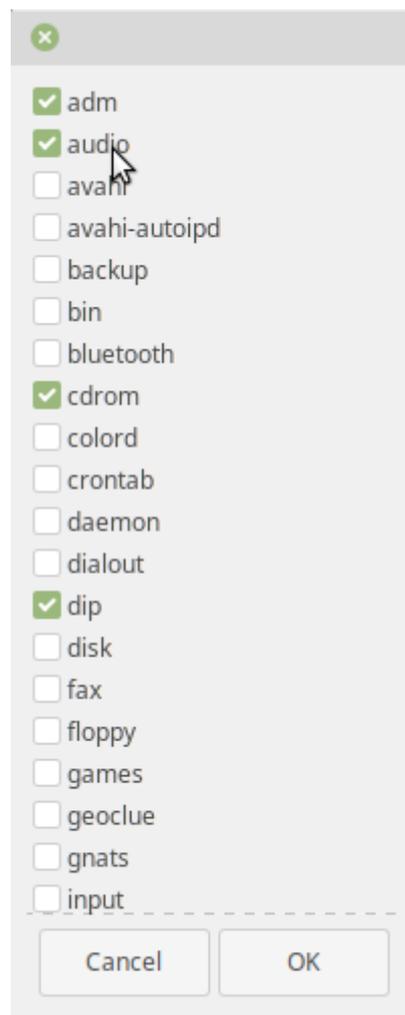
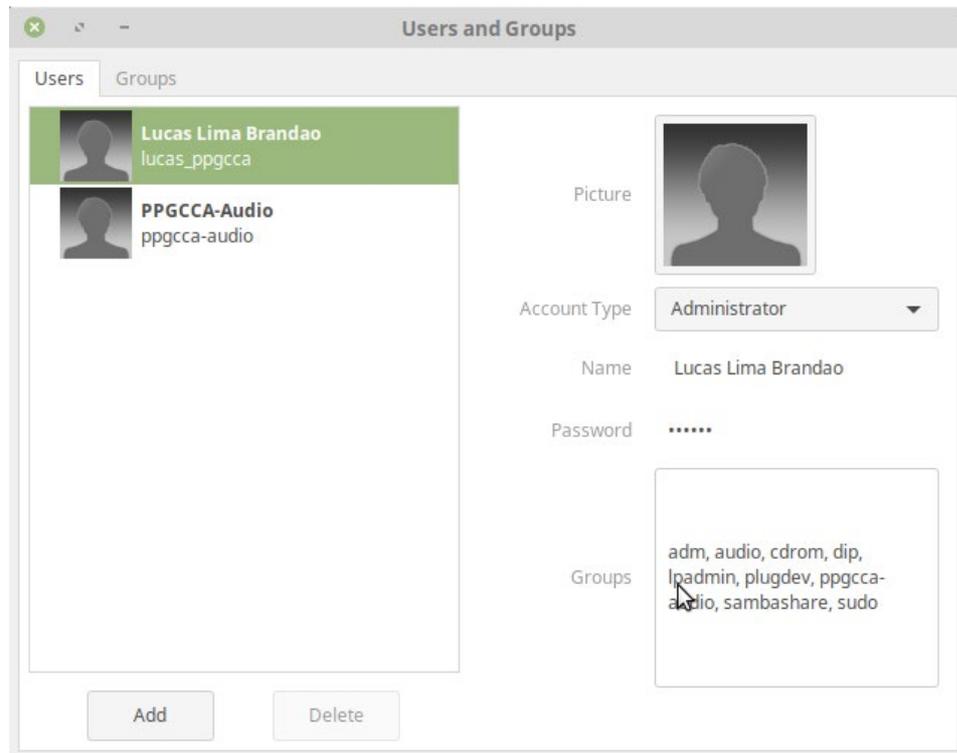


- Ao ligar novamente o computador, aparecerão as opções de sistema operacional disponíveis. O usuário deverá selecionar o sistema recém instalado para concluir o procedimento de otimização.

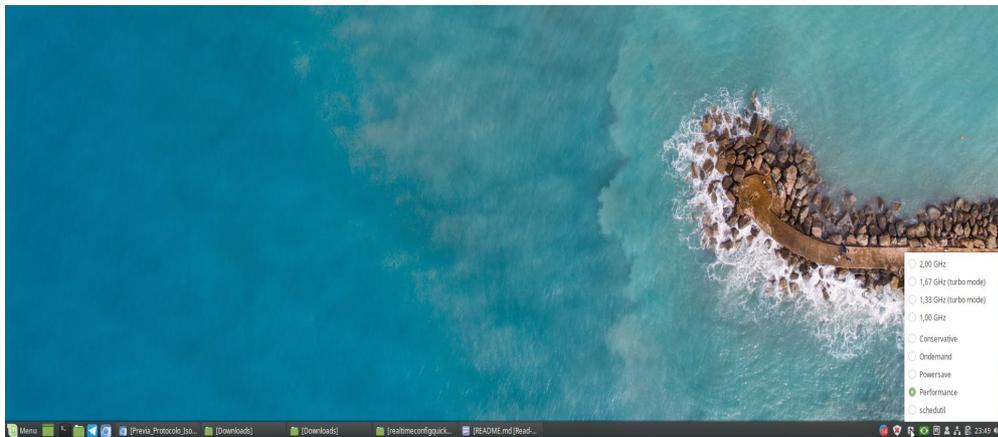
Utilizando o sistema:

- Acessar a aba *Users and Groups* do sistema através do menu *Administration* seguindo as instruções abaixo para acrescentar o usuário *Admin* o grupo *audio*;

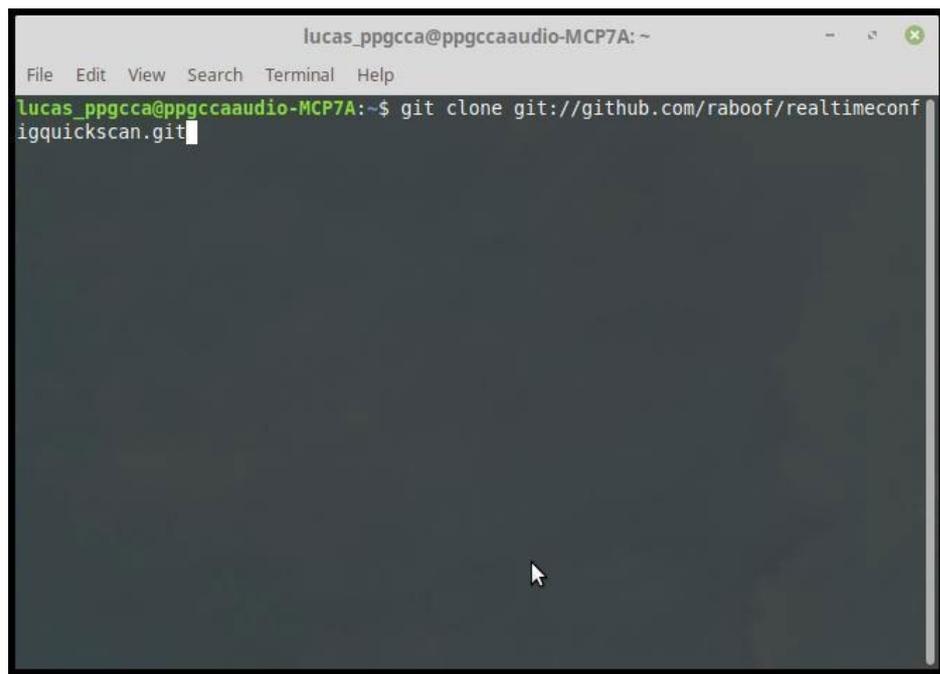




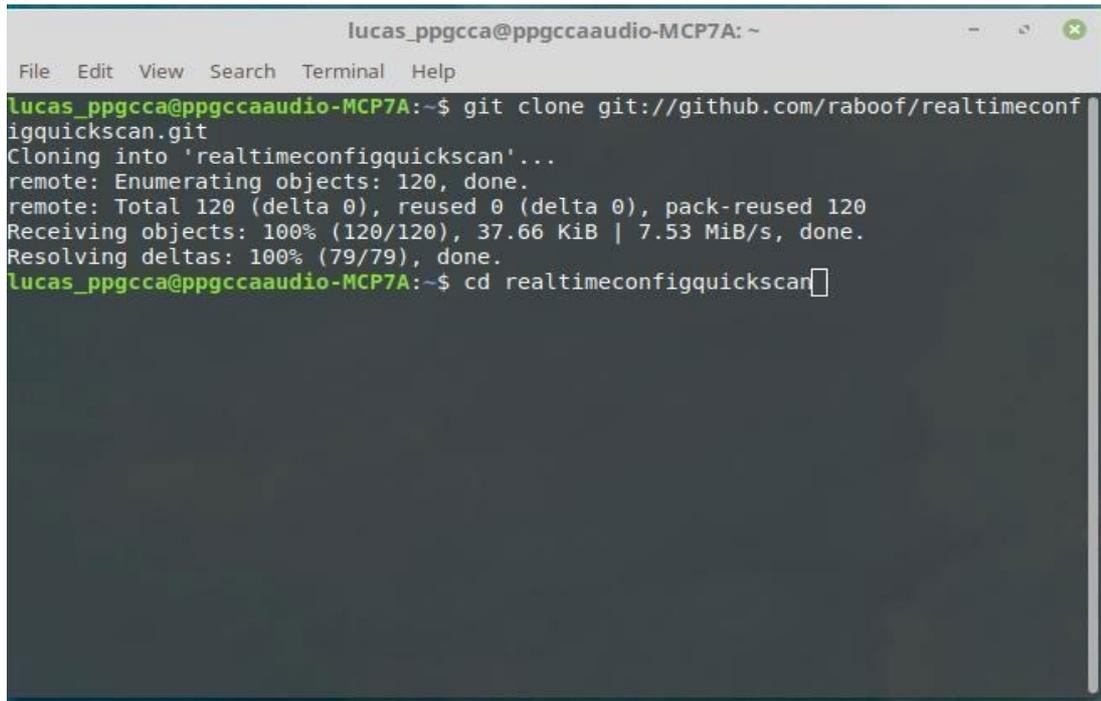
- Reiniciar o computador, logar novamente com o usuário Admin e realizar o update de sistema;
- Configurar o indicador de processamento no modo “Performance”, conforme exemplo abaixo:



- Abrir o Terminal e digitar o primeiro comando: `git clone git://github.com/raboof/realtimeconfigquickscan.git`

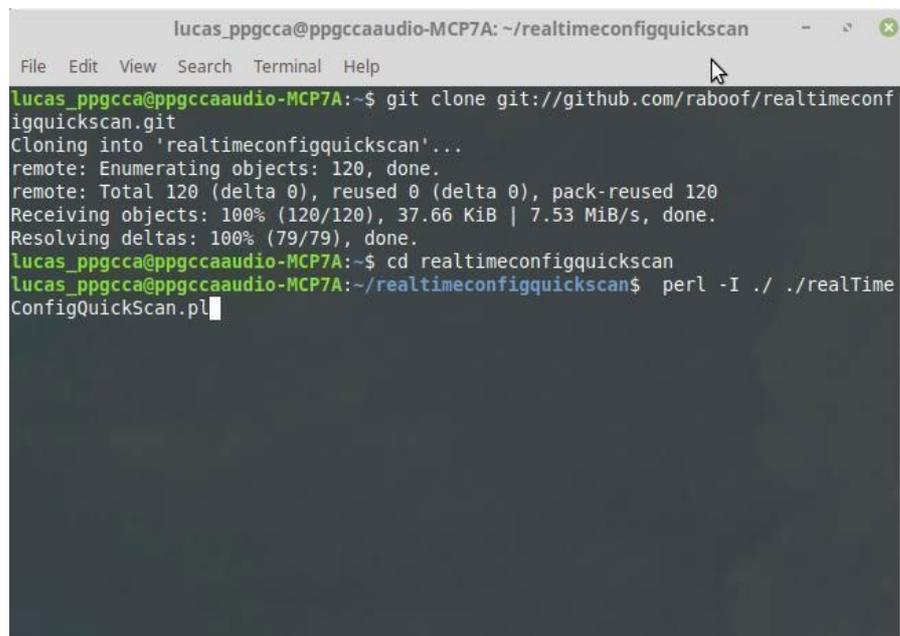
A screenshot of a terminal window titled 'lucas_ppgcca@ppgccaudio-MCP7A: ~'. The terminal has a menu bar with 'File', 'Edit', 'View', 'Search', 'Terminal', and 'Help'. The command prompt shows the user 'lucas_ppgcca@ppgccaudio-MCP7A' and the command 'git clone git://github.com/raboof/realtimeconfigquickscan.git' being entered. The cursor is at the end of the command line.

- Digitar o segundo comando: `cd realtimeconfigquickscan`



```
lucas_ppgcca@ppgccaaudio-MCP7A: ~  
File Edit View Search Terminal Help  
lucas_ppgcca@ppgccaaudio-MCP7A:~$ git clone git://github.com/raboof/realtimeconf  
igquickscan.git  
Cloning into 'realtimeconfigquickscan'...  
remote: Enumerating objects: 120, done.  
remote: Total 120 (delta 0), reused 0 (delta 0), pack-reused 120  
Receiving objects: 100% (120/120), 37.66 KiB | 7.53 MiB/s, done.  
Resolving deltas: 100% (79/79), done.  
lucas_ppgcca@ppgccaaudio-MCP7A:~$ cd realtimeconfigquickscan
```

- Digitar o terceiro comando: `perl -I ./ ./realTimeConfigQuickScan.pl`



```
lucas_ppgcca@ppgccaaudio-MCP7A: ~/realtimeconfigquickscan  
File Edit View Search Terminal Help  
lucas_ppgcca@ppgccaaudio-MCP7A:~$ git clone git://github.com/raboof/realtimeconf  
igquickscan.git  
Cloning into 'realtimeconfigquickscan'...  
remote: Enumerating objects: 120, done.  
remote: Total 120 (delta 0), reused 0 (delta 0), pack-reused 120  
Receiving objects: 100% (120/120), 37.66 KiB | 7.53 MiB/s, done.  
Resolving deltas: 100% (79/79), done.  
lucas_ppgcca@ppgccaaudio-MCP7A:~$ cd realtimeconfigquickscan  
lucas_ppgcca@ppgccaaudio-MCP7A:~/realtimeconfigquickscan$ perl -I ./ ./realTime  
ConfigQuickScan.pl
```

- Conferir o resultado obtido com as informações abaixo:

```

Scan.pl
== GUI-enabled checks ==
Checking if you are root... no - good
Checking filesystem 'noatime' parameter... 4.15.0 kernel - good
(relatime is default since 2.6.30)
Checking CPU Governors... CPU 0: 'performance' CPU 1: 'performance' - good
Checking swappiness... 10 - good
Checking for resource-intensive background processes... none found - good
Checking checking sysctl inotify max_user_watches... >= 524288 - good
Checking access to the high precision event timer... readable - good
Checking access to the real-time clock... readable - good
Checking whether you're in the 'audio' group... yes - good
Checking for multiple 'audio' groups... no - good
Checking the ability to prioritize processes with chrt... yes - good
Checking kernel support for high resolution timers... Could not find kernel configuration - undetermined
Kernel with Real-Time Preemption... Could not find kernel configuration - undetermined
Checking if kernel system timer is high-resolution... Could not find kernel configuration - undetermined
Checking kernel support for tickless timer... Could not find kernel configuration - undetermined
== Other checks ==
Checking filesystem types... ok.
** Set $SOUND_CARD_IRQ to the IRQ of your soundcard to enable more checks.
    Find your sound card's IRQ by looking at '/proc/interrupts' and lspci.

```

- Caso todos os status apareçam como *good*, significa que o processo de otimização está completo;
- O status *Checking CPU Governors... CPU 0: 'performance' CPU 1: 'performance'* pode aparecer como *undetermined* caso o *boot* do sistema esteja sendo executado a partir de uma máquina.

APÊNDICE B – RELATÓRIO DE GRAVAÇÕES: PROTOTIPAÇÃO

1. Gravação 01: III Encontro de Trombonistas da Paraíba

Nos dias 23/05 e 24/05 de 2018 foi realizado o III Festival Paraibano de Trombonistas na sala de concertos Radegundis Feitosa, sediada no Centro de Comunicação Turismo e Artes da Universidade Federal da Paraíba. O evento, oferecido pela Associação de Trombonistas da Paraíba, contou com a apresentação de grupos de sopro, participação de solistas nacionais e estrangeiros.

Durante o evento, todas as apresentações foram gravadas com o intuito de executar o registro das apresentações, bem como testar a estabilidade do sistema de gravação, o que foi comprovado. Do ponto de vista de técnicas de gravação empreendidas, foram utilizados diferentes padrões de captação estéreo para criar duas sonoridades distintas, que servirão de material didático ao método proposto, e microfones de ponto ou acento, um para o solista e um para a Percussão.

Gravação 01	PC	Placa de Som	Par estéreo	Mic de ponto 01	Mic de ponto 02
23/05/18	PC 01	Placa 01	XY	Solista	Percussão
24/05/18	PC 01	Placa 01	ORTF	Solista	Percussão

2. Gravação 02: Grupo de Metais NE

No dia 29/10/2018 realizou-se a gravação do Grupo de Metais NE na Universidade Federal da Paraíba. Realizado em conjunto com o Grupo de Pesquisa em Performance e Pedagogia do Trombone, o evento contou com a apresentação do Grupo Metais NE na sala de concertos do Centro de Comunicação Turismo e Artes.

Esta apresentação também foi gravada com os objetivos de realizar o registro da apresentação, bem como testar a estabilidade do sistema de gravação, novamente comprovada.

Em relação às técnicas de gravação, foram utilizados dois padrões de captações estéreo: um mais afastado (XY) e um próximo ao regente, o ORTF. Somados a esses pares estéreo foram acrescentados microfones de ponto ou acento, um para o Bumbo, um para o over da Bateria, um de reforço para as Tubas e um de reforço para as Trompas.

Os microfones de ponto foram escolhidos baseados na forma como a banda soava ao ser captada na sala Radegundis Feitosa. Como Bumbo e Bateria possuíam menos projeção do que a Percussão, receberam microfones de ponto. A Tuba, por ser um instrumento grave e possuir uma amplitude menor do que Trompetes e Trombones, também recebeu um microfone de ponto. Visto

que as Trompas projetam o som na direção oposta aos outros instrumentos, também receberam um microfone de ponto a fim de aumentar a percepção de articulação do instrumento.

Gravação 02	PC	Placa de Som	Par estéreo 01	Par estéreo 02	Mic de ponto 01	Mic de ponto 02	Mic de ponto 03	Mic de ponto 04
29/10/18	PC 03	Placa 02	XY	ORTF	Bumbo	Over Bateria	Ponto Trompa	Ponto Tuba

3. Gravação 03: Recital de formatura Marcel Marques Amorim

No dia 05/10/2018 aconteceu na Universidade Federal da Paraíba o Recital de Formatura de Marcel Marques Amorim. O evento, oferecido pelo Departamento de música, contou com a apresentação de Marcel Marques Amorim acompanhado de Piano na sala de concertos Radegundis Feitosa, no Centro de Comunicação Turismo e Artes.

Esta apresentação também foi gravada com os objetivos de realizar o registro da apresentação, bem como testar a estabilidade do sistema de gravação, novamente comprovada.

Referente às técnicas de gravação, adotou-se o padrão de captação estéreo e os microfones de ponto ou acento, um para o solista e um para o Piano.

Gravação 01	PC	Placa de Som	Par estéreo	Mic de ponto 01	Mic de ponto 02
05/10/18	PC 01	Placa 01	XY	Solista	Piano

4. Gravação 04: Projeto Bone Brasil

Entre os dias 08 e 11 de janeiro de 2019, aconteceu no Teatro da EMESP, o Festival de Trombonistas “Projeto Bone Brasil”. O evento foi promovido pelos músicos Carlos Freitas, integrante da OSUSP e professor da EMESP, Ricardo Santos, integrante da Orquestra Sinfônica Brasileira, e Raphael Paixão, trombonista da OSUSP, com apoio da Associação Brasileira de Trombonistas. O festival reuniu solistas nacionais e estrangeiros e contou com concertos de música de câmara para Trombone além de grupos de música popular que destacavam o Trombone como instrumento solista.

Nos quatro dias, todas as apresentações foram gravadas com o intuito de realizar o registro das apresentações, bem como testar a estabilidade do sistema de gravação, o que foi comprovada.

No que diz respeito às técnicas de gravação, foram utilizados diferentes padrões de captação estéreo para criar duas sonoridades distintas, que servirão de material didático ao método proposto, e microfones de ponto ou acento, um para o solista e um para o Piano.

Gravação 04	PC	Placa de Som	Par estéreo	Mic de ponto 01	Mic de ponto 02
08/01/19	Pc 02	Placa 01	XY	Solista	Piano
09/01/19	Pc 02	Placa 01	XY	Solista	Piano
10/01/19	Pc 02	Placa 01	XY	Solista	Piano
11/01/19	Pc 02	Placa 01	XY	Solista	Piano

APÊNDICE C – RELATÓRIO DE GRAVAÇÕES: SEGUNDA FASE

A segunda etapa de gravações foi executada com equipamentos pertencentes ao Grupo de Pesquisa em Performance e Pedagogia do Trombone, seus parceiros, membros e do próprio pesquisador; que por vezes transportou boa parte do material em um baú de motocicleta de 46 litros de capacidade volumétrica, conforme figura a seguir:



Foto de parte do equipamento de gravação utilizado
(Fonte: Imagem do autor)

Eram transportados neste recipiente um multicabo de 12 canais, a PLACA 01, os microfones do grupo de pesquisa e do pesquisador, além de um notebook⁷¹. Tal configuração acaba por ser interessante ao criar uma unidade móvel, compacta e autônoma de gravação de material didático em áudio. Isto aumenta a capilaridade de alcance do projeto, uma vez que facilita duas futuras atividades da continuação dessa pesquisa: a execução de futuras gravações em outras instituições e a capacitação de equipes interessadas em replicar o método proposto.

As gravações em questão serão descritas na sequência e contaram com alunos de diversos níveis e também formações musicais distintas, o que faz com que um número interessante de técnicas e sonoridades tenham sido exploradas. Todas foram executadas na Sala Radegundis

⁷¹ Intel Core™: i7-8550U CPU @ 1.80GHz × 4 e 8GB DDR4 SDRAM 2400 Mhz de memória RAM, com o sistema operacional da pesquisa instalado.

Feitosa junto ao departamento de Música da Universidade Federal da Paraíba usando técnicas de gravação e o sistema otimizado com a *DAW Ardour*. A sessão do *Ardour* presente nos links carrega os presets de equalização, que em conjunto com a descrição torna possível a replicação da mixagem.

Gravação 01: recital da turma de Oboé

No dia 13/12 de 2019 aconteceu a primeira das gravações da fase final deste projeto de mestrado na Sala Radegundis Feitosa do Departamento de música da Universidade Federal da Paraíba. O evento gravado foi o recital da turma de Oboé com o professor Ravi Shankar Magno⁷².

Todas as gravações deste dia ocorreram sem instabilidade do ponto de vista computacional. Em relação às técnicas de gravação, no padrão de captação estéreo XY foi utilizado um par de microfones Røde NT55⁷³. Um microfone de acento ou ponto modelo Sennheiser e614 foi utilizado para captar o piano das apresentações que foram realizadas neste recital com o acompanhamento deste instrumento.

O Recital 13/12/19 teve 10 apresentações, que acrescentaram 22 materiais de áudio ao projeto somados a sessão de mixagem, disponíveis nos links a seguir:

- http://bit.ly/Recital_Ravi_13_12_19_Com_Mixagem
- http://bit.ly/Recital_Ravi_13_12_19_Sem_Mixagem
- http://bit.ly/Recital_Ravi_13_12_19_Sessão_Ardour

Gravação 01	Mic de ponto 01
Apresentação 01	Não utilizado
Apresentação 02	Não utilizado
Apresentação 03	Não utilizado
Apresentação 04	Não utilizado
Apresentação 05	Piano

⁷²LATTES, Ravi Shankar Magno Viana Domingues. Disponível em: <<http://lattes.cnpq.br/6600367757849624>>. Acesso em: 7 mar. 2020.

⁷³ Este microfone possui cápsulas de captação cardióide e omnidirecional. Nas gravações o padrão utilizado foi o cardióide.

Apresentação 06	Não utilizado
Apresentação 07	Piano
Apresentação 08	Não utilizado
Apresentação 09	Piano
Apresentação 10	Piano

A seguir, alguns registros das gravações realizadas:



Gravação 02: recital da turma de Oboé

No dia 28/02 de 2020 aconteceu a segunda gravação da fase final deste projeto de mestrado na Sala Radegundis Feitosa do Departamento de música da Universidade Federal da Paraíba. O evento gravado foi o recital da turma de oboé com o professor Ravi Shankar Magno.

Todas as gravações deste dia ocorreram sem instabilidade do ponto de vista computacional. Do ponto de vista das técnicas de gravação, as seis apresentações deste dia foram realizadas usando o padrão de captação estéreo XY com um par de microfones Røde NT5. Dois microfones de acento ou ponto modelo Røde NT55 foram utilizados para captar instrumentos que auxiliaram as apresentações que foram realizadas neste recital.

O Recital 28/02/20 possui 6 apresentações, que acrescentaram 14 materiais de áudio ao projeto somados a sessão de mixagem, disponíveis nos links a seguir:

- http://bit.ly/Recital_Ravi_28_02_20_Com_Mixagem
- http://bit.ly/Recital_Ravi_28_02_20_Sem_Mixagem
- http://bit.ly/Recital_28_02_20_Sessão_Ardour

Gravação 02	Mic de ponto 01	Mic de ponto 02
Apresentação 01	Violoncelo	Cravo
Apresentação 02	Piano Agudo	Piano Grave
Apresentação 03	Piano Agudo	Piano Grave
Apresentação 04	Piano Agudo	Piano Grave
Apresentação 05	Cavaquinho	Violão
Apresentação 06	Cavaquinho	Violão

A seguir, registros das gravações realizadas:



Gravação 03: recital da turma de Metais

No dia 12/03 de 2020 aconteceu a terceira gravação da fase final deste projeto de mestrado na Sala Radegundis Feitosa do Departamento de música da Universidade Federal da Paraíba. O evento gravado foi o recital da turma de metais sob a orientação dos Professores (as) Iris Ângela Vieira⁷⁴ (tuba), Alexandre Magno e Silva⁷⁵ (trombone), Cisneiro Soares de Andrade⁷⁶ (trompa), Ayrton Müzel Benck⁷⁷ e Gláucio Xavier da Fonseca⁷⁸ (trompete).

Todas as gravações deste dia ocorreram sem instabilidade do ponto de vista computacional. Do ponto de vista das técnicas de gravação, as seis apresentações deste dia foram realizadas usando o padrão de captação estéreo XY utilizando um par de microfones Røde NT5. Dois microfones de acento ou ponto modelo Røde NT55 foram utilizados para captar instrumentos que auxiliaram as apresentações que foram realizadas neste recital.

O Recital de 12/03/20 possui 8 apresentações, que acrescentaram 18 materiais de áudio ao projeto somados a sessão de mixagem, disponíveis nos links a seguir:

- http://bit.ly/Recital_Metais_12_03_20_Com_Mix
- http://bit.ly/Recital_Metais_12_03_20_Sem_Mix
- http://bit.ly/Recital_Metais_12_03_20_Sessão_Ardour

Gravação 03	Par estéreo	Mic de ponto 01	Mic de ponto 02
Apresentação 01	Trombone	Não utilizado	Não utilizado
Apresentação 02	Trombone	Piano Grave	Piano Agudo
Apresentação 03	Trombone	Piano Grave	Piano Agudo
Apresentação 04	Trompete	Piano Grave	Piano Agudo
Apresentação 05	Trompete	Não utilizado	Não utilizado

⁷⁴LATTES. Iris Ângela Vieira do Nascimento Cavalcanti. Disponível em: <<http://lattes.cnpq.br/7514447556248017>>. Acesso em: 7 mar. 2020.

⁷⁵LATTES. Alexandre Magno e Silva Ferreira. Disponível em: <<http://lattes.cnpq.br/5336146660627915>>. Acesso em: 7 mar. 2020.

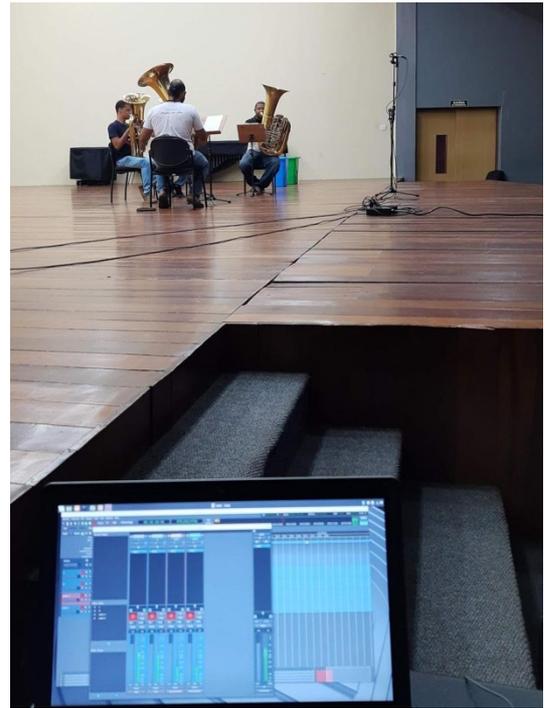
⁷⁶LATTES. Cisneiro Soares de Andrade. Disponível em: <<http://lattes.cnpq.br/4295677729362692>>. Acesso em: 7 mar. 2020.

⁷⁷LATTES. Ayrton Müzel Benck Filho. Disponível em: <<http://lattes.cnpq.br/3221018476819806>>. Acesso em: 7 mar. 2020.

⁷⁸LATTES. Gláucio Xavier da Fonseca. Disponível em: <<http://lattes.cnpq.br/8766923687501989>>. Acesso em: 7 mar. 2020.

Apresentação 06	Tuba	Não utilizado	Não utilizado
Apresentação 07	Trompete	Piano Grave	Piano Agudo
Apresentação 08	Trompete	Piano Grave	Piano Agudo

A seguir, registros das gravações realizadas:



Gravação 04: recital da turma de Metais

No dia 13/03 de 2020 aconteceu a quarta gravação da fase final deste projeto de mestrado na Sala Radegundis Feitosa do Departamento de música da Universidade Federal da Paraíba. O evento gravado foi o recital da turma de metais sob a orientação dos Professores (as) Iris Ângela Vieira (tuba), Alexandre Magno e Silva (trombone), Cisneiro Soares de Andrade (trompa), Ayrton Müzel Benck e Gláucio Xavier da Fonseca (trompete).

Todas as gravações deste dia ocorreram sem instabilidade do ponto de vista computacional. Do ponto de vista das técnicas de gravação, as oito apresentações deste dia foram realizadas usando o padrão de captação estéreo XY utilizando um par de microfones Røde NT5. Dois microfones de acento ou ponto modelo Sennheiser e614 foram utilizados para captar instrumentos que auxiliaram as apresentações que foram realizadas neste recital.

O Recital de 13/03/20 possui 8 apresentações, que acrescentaram 18 materiais de áudio ao projeto somados a sessão de mixagem, disponíveis nos links a seguir:

- http://bit.ly/Recital_Metais_13_03_Com_Mix
- http://bit.ly/Recital_Metais_13_03_Sem_Mix
- http://bit.ly/Recital_Metais_13_03_Sessão_Ardour

Gravação 04	Par estéreo	Mic de ponto 01	Mic de ponto 02
Apresentação 01	Trompa	Piano Grave	Piano Agudo
Apresentação 02	Trompa	Piano Grave	Piano Agudo
Apresentação 03	Trombone	Não utilizado	Não utilizado
Apresentação 04	Trompete	Piano Grave	Piano Agudo
Apresentação 05	Trompete	Piano Grave	Piano Agudo
Apresentação 06	Trompete	Piano Grave	Piano Agudo
Apresentação 07	Trompete	Piano Grave	Piano Agudo
Apresentação 08	Trompete	Piano Grave	Piano Agudo

A seguir, registros das gravações realizadas:



APÊNDICE D – CONFIGURAÇÃO DAS PLACAS DE ÁUDIO

Placa 01 - Behringer UMC 404HD

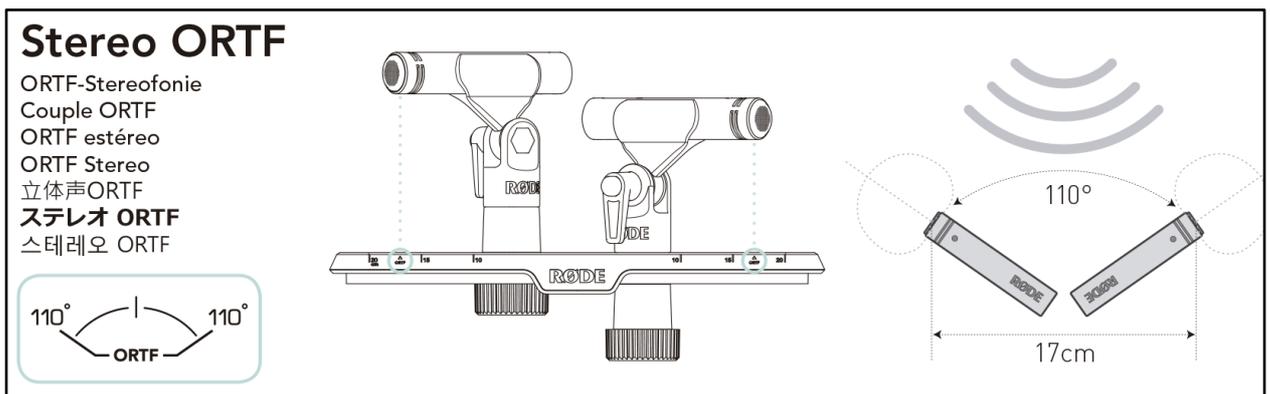
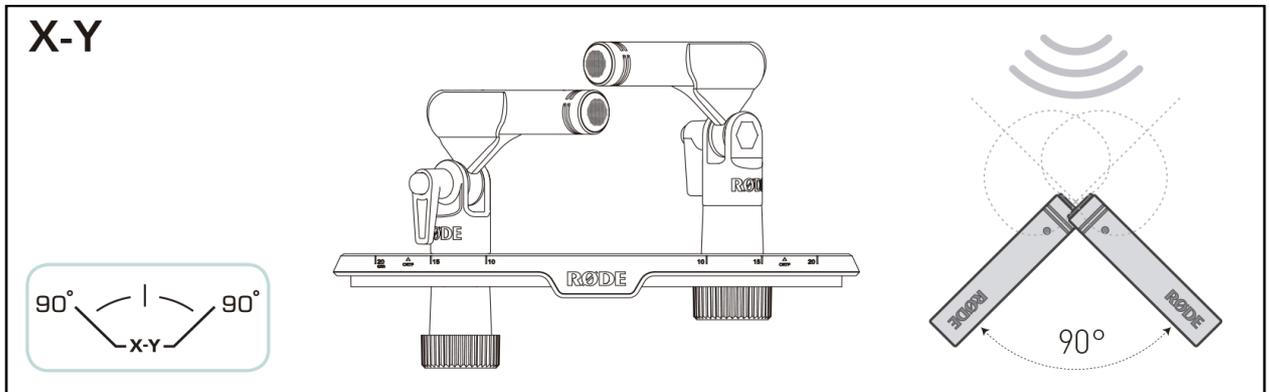
Interface 4x4 USB 2.0;
Conexão MIDI in/out;
Resolução 24 bits/96kHz para qualidade de áudio profissional
4 entradas combinadas (P10 e XLR) e 4 saídas (XLR, P10 e RCA)
Phantom Power nos 4 canais
Saída de fone para monitoração.
Chaveamento para níveis de sinais LINE/INST e PAD de Atenuação.

Placa 02- Presonus AudioBox 1818VSL

Interface 18×18 USB 2.0
Resolução 24-bit/96 kHz
8 entradas Combo XLR com pré-amps Class A XMAX e Phantom power 48V
8 saídas TRS
Controles individuais de entrada de sinal com 0 a +35 dBu de amplitude de ganho
Saída de fone ouvido com controle de volume
Knob de Saída de volume Geral
LED sync Power/USB
LED indicador de clipagem de sinal em cada canal
LED medidor de sinal LR de 7 segmentos
Entrada e saída de 8 canais ADAT optical
2 canais estéreo de entrada e saída S/PDIF coaxial
Saída de fone de ouvido estéreo ¼”
1 saída BNC word-clock
MIDI In/Out
Conversores profissionais A/D/A (+114 dBu amplitude dinâmica)
Compatível com ASIO, Core Audio, Direct Sound (Windows XP), Windows Audio
Rack 1U
Construção e Knobs em metal
Peso 2.1 kg
Fonte 12 VDC incluída

ANEXOS

ANEXO A – PADRÕES DE CAPTAÇÃO ESTERÉO



(Fonte: Manual de montagem de microfones da barra estéreo, RØDE, 2020)