

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE INFORMÁTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM COMPUTAÇÃO

FLÁVIO MIRANDA DE FARIAS

**Suporte para a criatividade musical cotidiana: mixDroid Segunda
Geração**

Dissertação apresentada como requisito parcial
para a obtenção do grau de Mestre em Ciência
da Computação.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Soares Pimenta

Porto Alegre
2015

CIP – CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

Farias, Flávio Miranda de

Suporte para a Criatividade Musical Cotidiana: mixDroid
Segunda Geração [manuscrito] / Flávio Miranda de Farias. – 2015.

15 f.:il.

Orientador: Marcelo Soares Pimenta.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande
do Sul. Programa de Pós-Graduação em Computação. Porto
Alegre, BR – RS, 2015.

1.mixDroid. 2.Criatividade Musical 3.Música cotidiana. I.
Pimenta, Marcelo S.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitor: Prof. Carlos Alexandre Netto

Vice-Reitor: Prof. Rui Vicente Oppermann

Pró-Reitor de Pós-Graduação: Prof. Vladimir Pinheiro do Nascimento

Diretor do Instituto de Informática: Prof. Luís da Cunha Lamb

Coordenador do PPGC: Prof. Luigi Carro

Bibliotecária-Chefe do Instituto de Informática: Beatriz Regina Bastos Haro

AGRADECIMENTOS

Agradeço e dedico a meus pais, colegas de pesquisa e amigos que deram suporte para toda esta minha trajetória tanto em minha estada em Porto Alegre quanto em minha vida em Rio Branco e inclusive ao meu amigo Damián Keller pela sua colaboração desde o início da minha vida acadêmica.

RESUMO

Atualmente é comum ver jovens e adultos utilizando das novas tecnologias digitais para atividades musicais como entretenimento. No entanto, a maioria limita-se somente ao papel de ouvinte, munidos de seus players de som, dificilmente ousando criar suas próprias composições ou sons, às vezes pelo custo de aplicações pagas, outras vezes pela complexidade inerente a aplicações voltadas a músicos. Esta pesquisa foi focada em simplificar a prática musical voltada ao público leigo e descompromissado. Quando se trata de software voltado a este nicho, não existem muitos disponíveis. Neste trabalho utilizamos conceitos e técnicas da Música Ubíqua para preencher esta lacuna: foi desenvolvido o protótipo mixDroid 2G CS, que propicia recursos para criação de mixagens em dispositivos móveis. Com este protótipo foram realizados testes com alunos de uma instituição de nível técnico em informática, utilizando equipamentos portáteis como celulares e tablets Android. Neste volume, serão apresentados conceitos e definições técnicas do mixDroid 2G CS, assim como dois experimentos com usuários reais. Com base nos resultados dos experimentos, analisamos as implicações dos perfis dos produtos criativos e o desempenho dos sujeitos e indicamos as limitações e as perspectivas abertas para seu uso em atividades criativas, discutindo a sua viabilidade e possíveis aplicações futuras.

Palavras-Chave: MixDroid 2G CS. Computação Musical. Música Ubíqua.

Support for everyday musical creativity: mixDroid Second Generation

ABSTRACT

Nowadays, it is common to see young people and adults using new digital technologies for music production as entertainment. However, most people are only listeners, hardly ever daring to create their own compositions or sounds because of the cost and the complexity of the programs targeted for musicians. The purpose of this research is to simplify music production for the public without musical experience. In this study, we used concepts and techniques of Ubiquitous Music to solve various problems: a prototype software called mixDroid 2G CS was developed, which uses a new interaction metaphor for mixing sonic content on mobile devices. Tests were conducted with students of an institution devoted to technical courses in computer science. Targeting the use of portable devices, the Android system was used on a variety of cell phones and tablets. In this volume, I will present concepts and the technical description of mixDroid 2G CS, including two experiments with real users. Based on the results of the experiments, I analyzed the implications of the creative's products profiles and the subjects' performance during the tasks, and indicated the limitations and perspectives for its use in creative activities, discussing the feasibility of its application in future projects.

Keywords: MixDroid 2G CS. Computer music. Ubiquitous music.

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 2.1 - MixDroid 1G em celular e tablet.</i>	16
<i>Figura 2.2 - MixDroid 1G na tela principal.</i>	16
<i>Figura 2.3 - Editor Audacity.</i>	17
<i>Figura 2.4 – FreeSound.</i>	18
<i>Figura 2.5 - Apps do Google Play.</i>	19
<i>Figura 2.6 - Exemplo de código Csound.</i>	25
<i>Figura 3.1 - MixDroid 2G em celular e tablet.</i>	27
<i>Figura 3.2 - MixDroid 2G na tela principal.</i>	27
<i>Figura 3.3 - Pastas inicialmente criadas pelo sistema.</i>	28
<i>Figura 3.4 - Arquivos de mixagem gravados pelo usuário.</i>	29
<i>Figura 3.5 - Conteúdo de um arquivo XML gerado pelo MixDroid 2G.</i>	30
<i>Figura 3.6 - Tela Inicial.</i>	31
<i>Figura 3.7 - Tela Principal.</i>	31
<i>Figura 3.8 - Tela de Configurações.</i>	31
<i>Figura 3.9 - Exemplo das configurações em Inglês - US.</i>	33
<i>Figura 3.10 - Exemplo das configurações em Português - BR.</i>	33
<i>Figura 3.11 - Exemplo de aplicação de filtro em csound.</i>	35
<i>Figura 3.12 - Diagrama comparativo das arquiteturas básicas das duas versões.</i>	36
<i>Figura 3.13 - Diagrama de Classes reduzido do mixDroid 2G CS.</i>	38
<i>Figura 3.14 - Diagrama das APIs do mixDroid 2G CS</i>	38
<i>Figura 3.15 - Diagrama de hierarquia as telas.</i>	39
<i>Figura 3.16 - Diagrama de sequência para execução sonora.</i>	40
<i>Figura 3.17 - Diagrama de sequência para gravação sonora.</i>	41
<i>Figura 3.18 - Diagrama de sequência para mudança de configurações.</i>	42
<i>Figura 3.19 - Diagrama de caso de uso do usuário.</i>	43
<i>Figura 3.20 - Diagrama de AFD para cenários de gravação de mixagem.</i>	44
<i>Figura 4.1 - Galaxy S4, Toshiba AT7-C8,Samsung I5500 Galaxy 5,Google Nexus 7, Motorola Milestone e Star S5 Butterfly.</i>	49
<i>Figura 4.2 - Sujeito do experimento utilizando o mixDroid 2G CS em tablet.</i>	52
<i>Figura 4.3 - Perfil dos sujeitos.</i>	53

<i>Figura 4.4 - Preenchimento online dos formulários ISE-NAP e CSI-NAP.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 4.5 - Principais questões do formulário CSI-NAP V.5.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 4.6 - CSI-NAP mixDroid 1G.....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 4.7 - CSI-NAP mixDroid 2G.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 4.8 - Principais questionamentos do formulário de teste de comparação PRICE-NAP V.1.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 4.9 - Sujeitos preenchendo formulário de avaliação das mini composições feitas com Audacity, mixDroid 1G e 2G.</i>	<i>62</i>
<i>Figura 4.10 - Resultado do formulário de teste de comparação PRICE-NAP.</i>	<i>63</i>

LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 2.1 - Distribuição mundial de equipamentos móveis por seguimento (Milhares de unidades).....</i>	<i>21</i>
<i>Tabela 2.2 - Distribuição mundial de equipamentos móveis por Sistema Operacional (Milhares de unidades).....</i>	<i>22</i>
<i>Tabela 3.1 - Tabela expositiva de características da primeira e da segunda geração de mixDroid.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabela 4.1 - Equipamento utilizado durante o estudo comparativo mixDroid 1G, mixDroid 2G CS.</i>	<i>49</i>
<i>Tabela 4.2 - Amostras sonoras (Miranda Sounds).....</i>	<i>51</i>
<i>Tabela 4.3 - Perfil dos sujeitos.....</i>	<i>53</i>
<i>Tabela 4.4 - CSI-NAP mixDroid 1G.....</i>	<i>58</i>
<i>Tabela 4.5 - CSI-NAP mixdroid 2G.....</i>	<i>59</i>

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CS	Csound, linguagem de programação musical textual e interpretada.
IDE	Plataforma de desenvolvimento
IFAC	Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Acre
Java	Linguagem de desenvolvimento Orientada a Objetos
SDK	Kit de desenvolvimento
SQL	Linguagem responsável pela comunicação com bancos de dados
UFAC	Universidade Federal do Acre
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
XML	eXtensible Markup Language

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	11
2.	FUNDAMENTOS E TRABALHOS RELACIONADOS	14
2.1.	Mixers como suporte à criatividade musical.....	14
2.2.	MixDroid 1G.....	15
2.3.	Outros mixers que podem ser utilizados em atividades criativas	17
2.4.	Outros trabalhos relacionados a interatividade e música.....	19
2.5.	Definição das arquiteturas a serem usadas no sistema do projeto.....	21
2.6.	Linguagem e tecnologias utilizadas no projeto usada no projeto.....	22
2.6.1.	Tecnologia Csound.....	24
2.6.2.	Linguagem Csound	24
2.6.3.	Csound para Android	26
2.7.	Ferramentas de desenvolvimento	26
3.	MIXDROID 2G	27
3.1.	Protótipo MixDroid 2G.....	27
3.2.	Características da segunda geração software	28
3.3.	Layout do mixDroid 2G.....	31
3.4.	Suporte à tradução de linguagem	32
3.5.	MixDroid 2G e tecnologias	33
3.6.	C-Sound no mixDroid 2G CS.....	34
3.7.	Comparativo entre as versões	35
3.8.	Modelagem do sistema mixDroid 2G CS	37
3.9.	Cenário de uso do mixDroid 2G CS	43
4.	EXPERIMENTOS	47
4.1.	Interação com os aplicativos.....	48
4.1.1.	Ferramentas	48
4.1.2.	Amostras sonoras	50
4.1.3.	Experimentos	51
4.1.4.	Sujeitos.....	52
4.1.5.	Métodos e procedimentos	54
4.1.6.	Atividades	56
4.1.7.	Resultados obtidos no primeiro experimento	58
4.2.	Comparativo de uso	60
4.2.1.	Experimento, método, local e sujeitos.....	60
4.2.2.	Sobre o experimento	60
4.2.3.	Resultados obtidos no segundo experimento	63
5.	CONCLUSÃO.....	65
	REFERÊNCIAS	68
	ANEXO <DIAGRAMA DE CLASSES>.....	71
	APENDICE – PRODUÇÃO BIBLIOGRAFICA	72

1. INTRODUÇÃO

Atualmente é comum ver jovens e adultos utilizando das novas tecnologias digitais para obter lazer por meio da música. No entanto, a maioria limita-se somente ao papel de ouvinte, munidos de seus tocadores de som, dificilmente ousando criar suas próprias composições ou sons, às vezes pelo custo de aplicações pagas, outras vezes pela complexidade que a música profissional necessita, e até mesmo pela intimidação de outras pessoas que podem desmotivar a criação do produto de seu trabalho não profissional, como visto em Keller, Farias et al. (2014a).

Como forma de facilitar as práticas criativas musicais nos jovens, foi desenvolvido o protótipo MixDroid 2G. A proposta era tornar mais simples e amigável o acesso à atividade musical, tendo como foco específico não as atividades profissionais, mas as possibilidades do dia a dia (como por exemplo, as filas de banco, ônibus, ou o sofá de casa) para criar música como forma de relaxamento e diversão. Os avanços atuais em Tecnologia da Informação (TI), em particular Computação Ubíqua¹ e Computação Musical (CM), notadamente na área denominada Música Ubíqua (UM) (KELLER, PIMENTA e LAZZARINI, 2014c), tornaram possível propor uma nova abordagem para suprir este nicho carente de ferramentas que possibilitem a prática criativa no cotidiano.

Segundo Coulouris, Dollimore, et al. (2011) em sua publicação, no princípio a relação entre computação ubíqua¹, e computação móvel, era que, a segunda era pertencente a primeira. Com a miniaturização e a conectividade sem fio, os dispositivos se tornam menores e estão sendo incorporados em nosso cotidiano. Hoje em dia temos sistemas computadorizados compostos por vários sensores e tecnologias capazes de nos proporcionar suporte computacional para múltiplas atividades, inclusive atividades criativas.

Na música ubíqua vem sendo abordado o problema do suporte à criatividade aplicando três estratégias experimentais (KELLER, FARIAS, *et al.*, 2014b): (1) estudos das atividades prévias ao produto criativo, (2) estudos das atividades realizadas durante a geração do produto, (3) estudos de aferição dos resultados obtidos (KELLER, PIMENTA e LAZZARINI, 2013a). A primeira categoria abrange os estudos de design

de suporte tecnológico para atividades criativas (LIMA, KELLER, *et al.*, 2012) (PIMENTA, MILETTO, *et al.*, 2012). O foco desse tipo de pesquisa é entender as implicações das decisões de design e as demandas e o impacto nos recursos materiais e sociais utilizados durante o processo criativo. A segunda categoria é ativamente desenvolvida na área de interação humano-computador e envolve a observação das ações dos participantes durante atividades criativas, com ênfase nos aspectos funcionais e utilitários do suporte à interação (KELLER, BARREIRO, *et al.*, 2010) (KELLER, E., *et al.*, 2013b) (RADANOVITSCK, KELLER, *et al.*, 2011) (PINHEIRO, PIMENTA, *et al.*, 2012) (PINHEIRO, KELLER, *et al.*, 2013) (PIMENTA, FLORES, *et al.*, 2013) (FERREIRA, FARIAS, *et al.*, 2014). A terceira categoria foca a observação de aspectos da criatividade através da aferição dos produtos criativos.

Um dos principais problemas do suporte à criatividade é a dificuldade de aplicar conceitos básicos em criatividade musical (KELLER, FLORES, *et al.*, 2011a) (MILETTO, PIMENTA, *et al.*, 2011):

Dificuldade de entendimento de conceitos musicais;

Instrumentos complicados e ferramentas de softwares complexas ou voltadas para o público especializado;

Falta de estímulo, vocação ou até mesmo discriminação mediante produtos musicais pouco elaborados.

Devido a estes principais desafios, as práticas musicais e a criatividade musical de um público alvo com poucos recursos ou ambição musical (que denominamos público leigo) vem cada vez mais sendo objeto de pesquisa da comunidade de música ubíqua.

Existem diversas formas de atuar na prática criativa musical voltada ao público leigo e descompromissada. Nossa abordagem visa utilizar conceitos e técnicas da Música Ubíqua, que adota tecnologias de computação ubíqua e estratégias de design de interação como sugerido em (KELLER, PIMENTA e LAZZARINI, 2014c). Para tal, é necessária a produção de um software que seja simples e prático, capaz de executar ações complexas através de mecanismos de interação intuitivos e que não demande configurações complexas.

¹Computação ubíqua é uma área da computação que trabalha integrando a mobilidade em larga escala com a funcionalidade da computação distribuída (WEISER, 1991).

Tendo como base essas problemáticas, é possível justificar a aplicação de ferramentas para este público leigo - pessoas iniciantes em música - com isto, obtendo dados que expliquem como o design de interação pode facilitar a prática da música pelos usuários não profissionais, como sugeridos por Ganguin e Hoblitz (2012).

A estratégia a ser buscada é de focar em pessoas leigas, que possam realizar suas atividades em diferentes locais de seu cotidiano. Para alcançar isto, Pimenta, Miletto et al. (2012) sugeriram o uso de tecnologias portáteis como smartphones e tablets, com suporte para sistemas operacionais populares como a família Android e metáforas de suporte específicas para o contexto ubíquo.

As decisões de design em música ubíqua são materializadas como protótipos tecnológicos que permitem, mas não impõem o comportamento criativo. Essa proposta está embasada na perspectiva dialógica iniciada pelo movimento educacional brasileiro (FREIRE, 1987) e foi trazida para o campo das práticas criativas em tecnologia da informação por (LIMA, KELLER, *et al.*, 2012) (FERREIRA, FARIAS, *et al.*, 2014). Quando a dinâmica social é não hierárquica, produtos e processos criativos não precisam se encaixar dentro da divisão de trabalho aplicada na indústria: os usuários podem tornar-se parceiros na criação. Neste aspecto, a abordagem dialógica influenciou fortemente o movimento do design participativo (FARIAS, KELLER, *et al.*, 2014).

Como ideia principal, temos a construção, ou melhor, a evolução para segunda geração do mixDroid. Além de um processo de reengenharia de software, os múltiplos protótipos desenvolvidos passaram por experimentos com usuários, sendo avaliado não só o uso como ferramenta criativa, mas também o produto gerado durante as atividades e o nível de aceitação dos resultados por parte dos usuários.

A dissertação está estruturada como segue. No próximo capítulo, serão abordadas as problemáticas e justificativas que levaram ao estudo do suporte à criatividade, além do estudo da arte na pesquisa em música ubíqua, visando a análise crítica para situar o contexto do trabalho em relação a trabalhos relacionados e que serviram de base para a pesquisa. O texto a seguir é dividido em quatro capítulos, tendo no capítulo 2, os fundamentos e trabalhos relacionados a pesquisa. No capítulo 3, a descrição da ferramenta mixDroid 2G e suas características técnicas. No quarto capítulo, os experimentos relacionados ao estudo e avaliação do mixDroid 2G com diversos alunos. Após os quatro capítulos, incluímos um capítulo de conclusão e trabalhos futuros.

2. FUNDAMENTOS E TRABALHOS RELACIONADOS

Nesta seção serão abordados fundamentos das tecnologias que serviram de norte para a dissertação e alguns trabalhos relacionados. Dentre eles pode-se citar o mixDroid 1G que foi utilizado como base de referência para a implementação da segunda geração, além de ter sido utilizado durante os experimentos para estabelecer comparações.

2.1. Mixers como suporte à criatividade musical

O conceito de mixagem (mixing) é abordado através da implementação de uma plataforma de manipulação e organização de amostras sonoras de forma assíncrona, podendo ser um sistema de hardware e/ou software voltado a este tipo de atividade. O sistema proposto trabalha com faixas sonoras que podem ser acessadas e executadas independentemente, além de serem manipuladas em tempo de execução. Com isto, formando e gerando a combinação de sons e produzindo uma composição sonora derivada ou melodia (FARIAS, KELLER, *et al.*, 2014). As atividades de mixagem podem ser separadas em formatos específicos segundo sua disponibilidade (RADANOVITSCK, PIMENTA e KELLER, 2011):

- Espacialização: abrange tanto a manipulação do fluxo sonoro em função da posição dos sistemas de transdução quanto à simulação de pistas psicoacústicas de localização das fontes sonoras, normalmente associado a distribuição espacial pelos autofalantes e também conhecida como transdução panorâmica (KELLER, BARREIRO, *et al.*, 2010).
- Sequenciamento: Esta técnica utiliza a organização de eventos distribuídos numa linha do tempo de forma que as atividades possam ser organizadas em tempo real (modo síncrono) ou em tempo diferido (modo assíncrono). Normalmente são encontrados diversos softwares que utilizam a formatação gráfica de partituras para melhor entendimento e organização das trilhas sonoras.

Neste trabalho é proposto a implementação de um sistema de suporte a atividades criativas focado na atividade de mixagem. Para facilitar o acesso ao público leigo, trabalho com sequenciamento síncrono de amostras sonoras, excluindo outras formas de manipulação do áudio. A pergunta experimental a ser respondida é se a

aplicação de uma nova metáfora de interação para dispositivos portáteis pode ser usada em atividades criativas em contexto ubíquo.

2.2. MixDroid 1G

Com o intuito de viabilizar as atividades criativas em contexto ubíquo, Keller e coautores (2010) sugeriram o desenvolvimento de metáforas de interação baseadas no mecanismo cognitivo de ancoragem. Como prova de conceito foi desenvolvida a primeira geração de protótipos mixDroid (RADANOVITSCK, KELLER, *et al.*, 2011) no sistema operacional aberto Android para dispositivos portáteis. O protótipo mixDroid 1.0 (ou 1G ou clássico) permite combinar sons em tempo real através de um teclado virtual com nove botões acionados pelo toque na tela sensível.

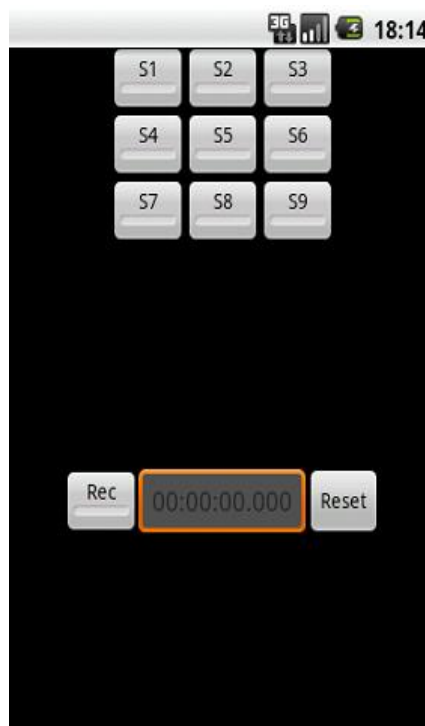
A atividade de mixagem está baseada no disparo de sons através de botões e no registro dos tempos de acionamento. Na qual o controle se limita a um único parâmetro (o tempo), as habilidades exigidas estão muito além das aplicadas na execução de um instrumento acústico, não dependem de um sistema simbólico a ser aprendido e podem ser aprimoradas em função das características do material sonoro utilizado.

Esse mecanismo permite a execução rápida de até nove sons, dependendo exclusivamente da pré-configuração da matriz de sons que é construída durante a atividade de seleção, através do carregamento de cada amostra individualmente para cada botão da interface. Devido à adoção do formato de áudio estéreo, o resultado de uma sessão pode ser reutilizado como amostra dentro de uma nova sessão, de forma similar ao processo de overdubbing usado nos sistemas analógicos de gravação (RADANOVITSCK, 2009).

Figura 2.1 - MixDroid 1G em celular e *tablet*.

Fonte: Radanovitsck, Keller, *et al.*, (2011).

Figura 2.2 - MixDroid 1G na tela principal.



Fonte: Radanovitsck, Keller, *et al.* (2011).

A primeira geração de protótipo mixDroid foi desenvolvida quando o sistema operacional não tinha suporte para manipulação de arquivos próprio ou manipulação de áudio em tempo real. A análise de múltiplos estudos de caso e a coleta de informações com usuários de mixDroid 1G indicaram a necessidade de atualizar o código-base fornecendo uma nova versão que incorporasse os avanços do sistema operacional no suporte à portabilidade dos arquivos, a ampliação da documentação de desenvolvimento facilitando a atualização, e a aplicação estrita da estrutura hierárquica orientada a objetos (KELLER, F., *et al.*, 2013c) (PINHEIRO, KELLER, *et al.*, 2013) (PIMENTA, FLORES, *et al.*, 2013). Porém, levando em conta a necessidade de manter a compatibilidade retroativa, somente foram adicionadas bibliotecas dentro do perfil de requisitos da versão Android 1.6 (API 4). Essa escolha é fundamentada no princípio do reaproveitamento, amplamente utilizado nos projetos de desenvolvimento de ferramentas musicais ubíquas (FLORES *et al.*, 2010). Tanto o reaproveitamento de hardware quanto a adoção de plataformas e ferramentas de código aberto são enfoques

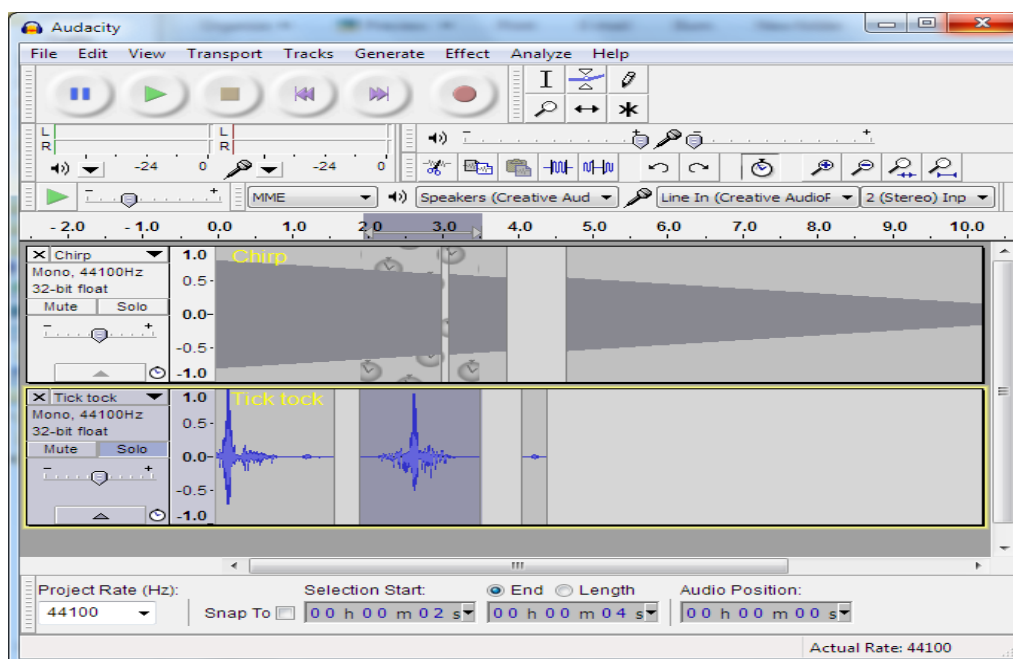
adotados na pesquisa em música ubíqua. Portanto, a comparação mais apropriada do protótipo mixDroid é com ferramentas de mixagem de código aberto.

2.3. Outros mixers que podem ser utilizados em atividades criativas

Uma das ferramentas de código aberto mais utilizadas atualmente no trabalho de edição e mixagem de áudio é o editor para dispositivos estacionários Audacity (MAZZONI e DANNENBERG, 2015) (Figura 2.3). A interface para o trabalho de mixagem adota a metáfora da fita, onde as amostras de áudio são visualizadas em trilhas, fornecendo suporte visual para as operações de posicionamento dos eventos no eixo temporal (citado anteriormente na sessão 2.1), conceito interessante, pois favorece as atividades de usuários acostumados com este conceito.

Essa metáfora de interação é útil em dispositivos com tela ampla e boa disponibilidade de CPU, no entanto, apresenta limitações em dispositivos com tela pequena ou com recursos limitados, já que a maioria das operações de áudio é acompanhada por atualizações na representação visual dos dados sonoros. Levando em conta esse perfil, o ambiente natural de uso dos editores que adotam esse tipo de metáfora é o ambiente de estúdio.

Figura 2.3 - Editor Audacity

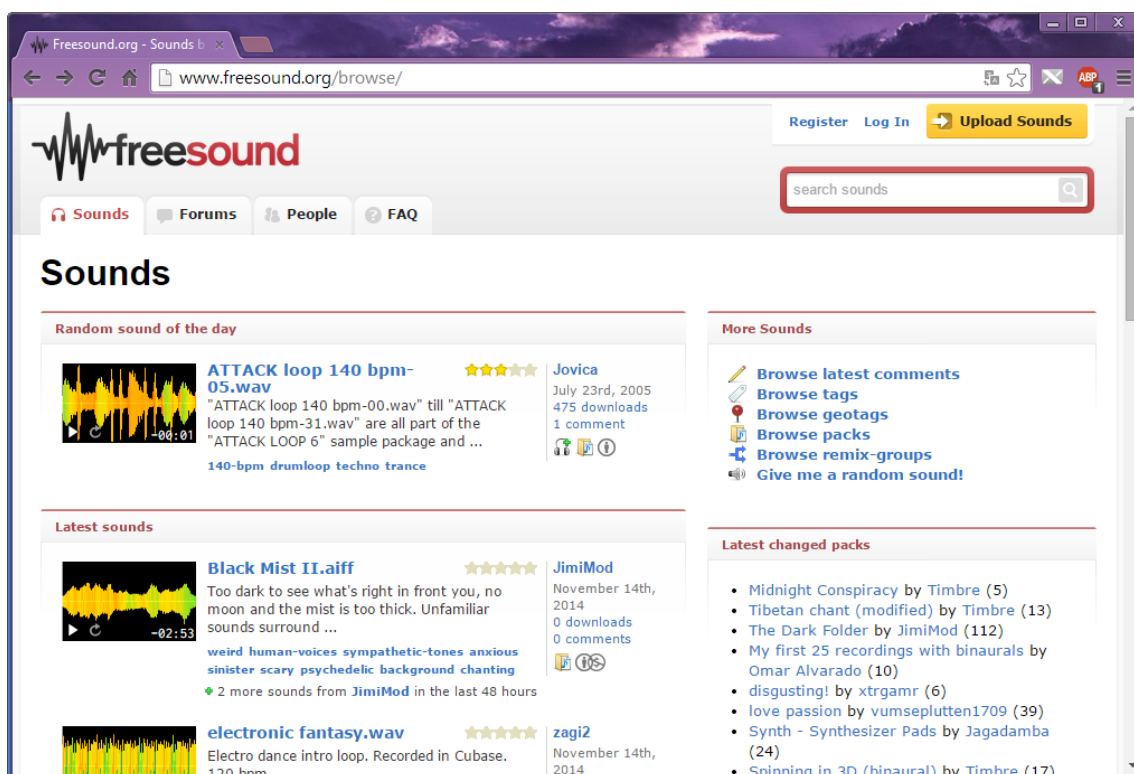


Fonte: Mazzoni e Dannenberg (2015).

Durante pesquisas comparativas e a partir da sugestão de um revisor anônimo durante o V Workshop em Música Ubíqua (FARIAS, KELLER, *et al.*, 2014), foi encontrada uma ferramenta livre para navegadores de internet chamada Freesound (FREESOUND, 2005). Hospedada em site de nome semelhante, ela oferece uma grande gama de opções e recursos em nível avançado para usuários de dispositivos fixos sem limitações de acesso, possibilitando as atividades criativas mais elaboradas e robustas, em ambientes onde o acesso a rede não é um fator limitante e a mobilidade durante a atividade não é um requisito.

Sobre o Freesound, pode-se dizer que ele é um servidor de mídia, sendo indicado para outros tipos de atividades criativas que façam uso de armazenamento e compartilhamento de áudio online. Tendo em vista a exigência de conectividade e a limitação a dispositivos fixos, Freesound não atende o objetivo principal do presente projeto, que é ter uma interface simples voltada para usuários leigos que utilize poucos recursos, com suporte off-line e centrado na portabilidade. Esses itens formam parte dos requisitos básicos das ferramentas musicais ubíquas (KELLER, FLORES, *et al.*, 2011a) (PIMENTA, MILETTO, *et al.*, 2012).

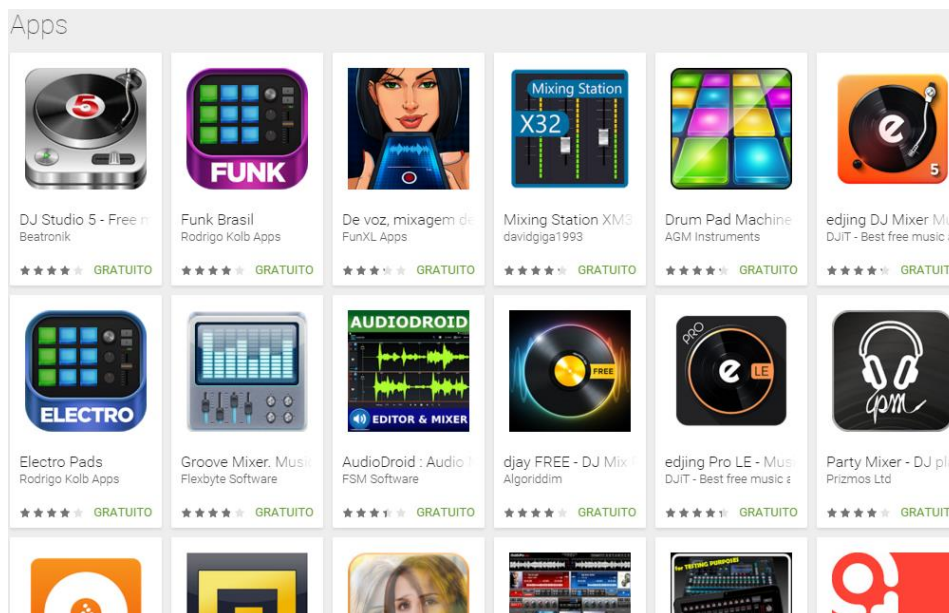
Figura 2.4 – FreeSound.



Fonte: Freesound (2005).

Através de uma pesquisa no Google Play utilizando a palavra-chave mixagem, é possível encontrar inúmeros aplicativos gratuitos voltados a diversas atividades musicais. O suporte à criatividade em ambientes ubíquos que é um problema novo e ainda pouco estudado, porém a tendência é a proliferação de ferramentas sem o necessário embasamento empírico e teórico:

Figura 2.5 - Apps do Google Play.



Fonte: Google Play (2015).

Estudos futuros poderão estabelecer quais itens são mais relevantes para o suporte à criatividade musical cotidiana, e se é viável incorporar ferramentas que dependam da conectividade à rede, como é o caso do Freesound. Como forma de embasar o desenvolvimento de ferramentas de suporte para atividades criativas em contexto ubíquo, na seção seguinte é discutida as vantagens e limitações das propostas recentes encontradas na literatura de interação musical.

2.4. Outros trabalhos relacionados à interatividade e música

Dentre os diversos trabalhos pesquisados em âmbito internacional dentro do campo da interação musical, pode-se citar o artigo *Interactivity for Mobile Music-Making* de Essl e Rohs (2009). Este artigo aborda as novas possibilidades de interatividade trazidas pela tecnologia telefônica portátil na performance musical, sejam elas através de interações desde os toques na tela quanto os diversos sensores do

aparelho. Os autores apontam as vantagens e desvantagens do uso de sensores magnéticos, microfones, giroscópios, entre outros, tanto em atividades 2D (toque ou multitoque) quanto 3D (movimentos do aparelho), afim de produzir sons de forma síncrona. Aqui o destaque é o viés técnico, excluindo os aspectos mais amplos da interação que foram abordados na pesquisa em música ubíqua (KELLER, PINHEIRO, *et al.*, 2011c) (MILETTO, PIMENTA, *et al.*, 2011).

Outro artigo relacionado relevante é o *Rapid Creation and Publication of Digital Musical* de Roberts et al. (2014). Neste trabalho é descrito como as tecnologias digitais podem favorecer a distribuição, centralização e manipulação de áudio, tudo isto, de forma que favoreça o uso de ferramentas tecnológicas para a rápida criação de produtos musicais. Os autores citam que através de browser e de tecnologias de programação populares é possível evitar a complexidade dos instrumentos acústicos, e obter soluções com alta rentabilidade e expressividade, adotando métodos de desenvolvimento WEB. No entanto, a visão deste artigo é focada nos objetivos de músicos profissionais em detrimento da usabilidade e do acesso para leigos.

Tanaka et al. (2012) em *A Survey and Thematic Analysis Approach as Input to the Design of Mobile Music GUIs*, trabalham em sua pesquisa com o crescimento do campo focado nas Novas Interfaces para a Expressão Musical (NIME - New Interfaces for Musical Expression), que inclui a chamada música móvel. Eles apresentam desafios de projeto e oportunidades, que ainda estão a ser plenamente explorados e aproveitados. A proposta é utilizar métodos de pesquisa quantitativa combinados com a análise qualitativa para investigar a maneira pela qual as pessoas usam celulares musicalmente. Posteriormente, sugerem como pesquisar ferramentas expressivas desde a perspectiva centrada nos dispositivos para os músicos. Esta visão, do desenvolvimento centrado no dispositivo, tem sido amplamente criticada no contexto da pesquisa em música ubíqua (KELLER, FLORES, *et al.*, 2011a) (MILETTO, PIMENTA, *et al.*, 2011). A música móvel tem uma contribuição técnica importante, porém não atinge os objetivos de maior usabilidade e integração entre os recursos computacionais e os recursos humanos que fomentam a criatividade.

No artigo *Simplified Expressive Mobile Development with NexusUI, NexusUp and NexusDrop*, Taylor et al. (2014), utilizando da tecnologia de aparelhos Nexus, aponta vantagens do uso de um framework em JavaScript que permite a prototipagem e o desenvolvimento de interfaces de multitoque e de instrumentos eletrônicos de forma

rápida dentro de um browser. Esta ferramenta permite através de inserção de objetos de controles como botões, a construção de instrumentos musicais em uma interface WEB, novamente favorecendo a produção musical através de aparelhos móveis e desktops. O enfoque proposto por Taylor adota a visão instrumental que defende o desenvolvimento para um nicho de usuário restrito, colocando a auto expressividade como principal objetivo da pesquisa.

Em contraste com as propostas que acabamos de citar, um trabalho relacionado à criatividade musical utilizando o meio móvel é o *Mobile Media – Mobile Creativity* de Ganguin e Hoblitz (2012). Através de um estudo realizado entre 597 estudantes da Universidade de Paderborn é mostrado como os utilizadores de smartphones adotam formas criativas de se comunicar em sua vida diária. Entre as observações dos comportamentos tem destaque os que têm vocação para formas criativas no uso de jogos eletrônicos e de outras atividades ligadas aos dispositivos. O interessante deste trabalho é que os autores comprovam a influência dos meios tecnológicos na vida das pessoas afetando a forma de se comunicar e de se expressar. O estudo mostra que não é suficiente levar em conta a funcionalidade isolada do aparelho, é necessário pensar nas formas de interação social viabilizadas pela introdução da tecnologia portátil.

2.5. Definição das arquiteturas a serem usadas no sistema do projeto

Nesta seção é apresentado dado sobre a utilização de dispositivos portáteis. Para fomentar uma maior vida útil das ferramentas, a escolha do ambiente de desenvolvimento é um item de extrema importância. Veja a Tabela 2.1 e Tabela 2.2 abaixo. Elas mostram a distribuição mundial de equipamentos móveis por seguimento (Milhares de unidades) (Tabela 2.1) e Distribuição mundial de equipamentos móveis por Sistema Operacional (Milhares de unidades) - Tabela 2.2:

Tabela 2.1 - Distribuição mundial de equipamentos móveis por seguimento (Milhares unidades)

Tipos de equipamentos	2012	2013	2014
PC (Desktop e notebook)	341,273	305,178	289,239
Ultrabook e netbook	9,787	20,301	39,824
Tablet	120,203	201,825	276,178
Smartphone	1,746,177	1,821,193	1901,188
Total	2,217,440	2,348,497	2,506,429

Fonte: Tradução nossa (GARTNER, 2013).

Tabela 2.2 - Distribuição mundial de equipamentos móveis por Sistema Operacional (Milhares de unidades)

Sistema Operacional	2012	2013	2014
Android	505,509	866,781	1,061,270
Windows	346,464	339,545	378,142
iOS/macOS	212,878	296,356	354,849
RIM	34,584	25,224	22,291
Outros	1,118,004	820,592	689,877
Total	2,217,440	2,348,497	2,506,429

Fonte: Tradução nossa (GARTNER, 2013).

Gartner (2013) empresa norte americana situada em Stamford Connecticut, especializada em tecnologia e consultoria, cita que com base nos anos de 2012 e 2013 e mais previsões feitas até o final de 2014, a categoria PC, irá ter redução constante de vendas, enquanto os tablets e celulares continuarão a ter um crescimento de venda (Tabela 2.1), já quando se fala de sistemas operacionais, nota-se um crescimento muito expressivo para o Android em relação aos demais (ver Tabela 2.2). Com base nestas estimativas, calcula-se que para atender maior parte do público é necessária a adoção de smartphones ou tablets embarcados com o sistema operacional Android.

2.6. Linguagem e tecnologias utilizadas no projeto usada no projeto

Para produção de software para plataformas móveis foram levantadas inicialmente duas possibilidades, sendo a primeira a programação nativa e em HTML5 (W3C, 2014). Porém após a definição da programação em linguagem nativa, foi necessário conhecimento específico em programação Java (ORACLE, 2015) para o ambiente Android e conhecimento de XML (eXtensible Markup Language) (W3C, 2015). A junção das duas tecnologias forma as estruturas dos códigos para o sistema operacional.

Durante o projeto foram pesquisadas diversas tecnologias, por exemplo, as tecnologias para navegadores como HTML 5, Java para WEB, Python. Contudo, foram descartadas devido a necessidade de utilização de browsers como aplicação intermediária consumindo recursos escassos em aparelhos portáteis mais antigos. Portanto, foi decidido trabalhar da mesma forma que na primeira geração, focando em

um software de aplicação nativa, com o objetivo de obter mais eficiência e sem a necessidade de aplicativos de terceiros.

Sabe-se que a programação Java para Android evoluiu da programação Java Micro Edition (ME), na qual era voltada a dispositivos portáteis como celulares, recursos muito limitados. A Google ao evoluir seu sistema operacional do Linux, disponibilizou uma Interface de Programação de Aplicações, comumente chamada de API (Application Programming Interface em inglês). Esta API é responsável por fornecer uma série de funções acessíveis via código Java, na qual permitem o programador criar objetos gráficos, de mídia, controle de hardware e até manipulação de estrutura de dados, tudo direcionado e otimizado para o sistema operacional.

Em relação a programação, a Google adotou a metodologia de tratar a interface gráfica dos formulários, informações, especificações e limitação de aparelhos, tratamento de internacionalização de linguagens e regiões, além de estrutura de informações que seguem a aplicação, em forma de XML.

Entende-se que a linguagem XML é utilizada com o propósito principal de facilitar o compartilhamento de informação e manipulação, devido a facilidade de edição da mesma em qualquer equipamento textual. A estrutura de informação da linguagem é flexível a diversas situações, facilmente portátil e se bem construída, possui uma fácil compreensão por profissionais iniciantes. A XML é regida sobre recomendações do consórcio internacional de empresas, World Wide Web Consortium (W3C, 2014) que além de regulamentar a padronização do XML (W3C, 2015), regulamenta diversos outros padrões como CSS e XHTML.

Com a união de ambas as tecnologias (Java e XML), é possível obter melhor controle sobre os versionamentos, pluralização de linguagens, distribuição com controle por região, limitação e até informação sobre compatibilidade de versões de Android e aplicações. Além disso, possui-se uma clareza sobre o que é código em Java, o que é repositório em XML de configurações e repositórios de mídias e linguagens, sendo possíveis criar diversos repositórios prevendo mudança de linguagens, regiões ou dimensões do aparelho.

Contudo, pode-se esperar que a linha de aprendizado fosse maior do que a de aplicações Java para desktops (Java SE, Standard Edition), devido ao grande montante de repositórios XML que os códigos Java são dependentes aumentando drasticamente o acoplamento das informações, sendo necessário um domínio apurado de conceitos de

orientação a objetos e experiência com a linguagem Java. É comum certa demora para conhecer os recursos básicos disponíveis pela API da Google, mesmo possuindo uma boa comunidade internacional para pesquisa em fóruns de ajuda.

Além destas linguagens de programação citadas, posteriormente foi acrescentada uma linguagem de uso específico chamado Csound (2015), que será descrita a seguir.

2.6.1. Tecnologia Csound

A atualização do mixDroid 2G para o mixDroid 2G CS, veio como uma forma de facilitar possíveis expansões e adições por usuários mais experientes. Este novo suporte surgiu com a possibilidade de leitura de arquivos de extensão “csd” (arquivos fonte do Csound). Como benefício direto disto, por exemplo, pode-se aplicar filtros pré-programados em arquivos de áudio do mixDroid 2G CS na própria mixagem. O que é Csound e como isso é possível? A seguir será descrita esta linguagem de programação e posteriormente como foi implantada no projeto mixDroid 2G.

2.6.2. Linguagem Csound

Csound (VERCOE, 1984) é uma linguagem de programação de computador para o som, também conhecido como um compilador de som ou áudio, ou mais precisamente, um áudio DSL (domain-specific language) (LAZZARINI, YI, *et al.*, 2012) THE CSOUND COMMUNITY (2015). Ele é chamado de Csound porque foi inicialmente escrito e inspirado em linguagem de programação C, outra característica é ser um software, disponível sob a LGPL. O projeto Csound vem sendo desenvolvido desde a década de 90, e hoje em sua sexta versão tem suporte as principais plataformas como OS-X, Windows e Linux e é mantido pela contribuição de muitos desenvolvedores espalhados pelo mundo. Atualmente existem vários projetos que utilizam esta linguagem em conjunto com outras linguagens de programação como exemplo, JavaScript usando como base HTML5 ou Python, expandindo assim o poder da linguagem de domínio específico Csound com a praticidade destes ambientes de desenvolvimento mais conhecidos (FLOSSMANUALS, 2014).:

Figura 2.6 - Exemplo de código Csound

```

<CsoundSynthesizer>;
  ; test.csd - a Csound structured data file

<CsOptions>
  -W -d -o tone.wav
</CsOptions>

<CsVersion>      ; optional section
  Before 4.10    ; these two statements check for
  After 4.08     ; Csound version 4.09
</CsVersion>

<CsInstruments>
  ; originally tone.orc
  sr = 44100
  kr = 4410
  ksmps = 10
  nchnls = 1
  instr 1
    a1 oscil p4, p5, 1 ; simple oscillator
    out a1
  endin
</CsInstruments>

<CsScore>
  ; originally tone.sco
  f1 0 8192 10 1
  i1 0 1 20000 1000 ; play one second of one kHz tone
  e
</CsScore>

</CsoundSynthesizer>

```

Fonte: Elaborada pelo autor.

Csound recebe dois tipos de entradas de informações, sendo arquivos de texto ou arquivos de áudio. O código será dividido em orquestra, que descreve a natureza dos instrumentos e partitura, que descreve notas e outros parâmetros ao longo de uma linha do tempo. Com essas informações, processam-se as instruções nesse arquivo textual e cria-se um arquivo de áudio em tempo real ou em tempo diferido, criando o fluxo de áudio como saída, que pode ser direto em caixas de som ou em formatos conhecidos como WAVE, MPEG3 ou MPEG-4 (LAZZARINI, YI, *et al.*, 2012) THE CSOUND COMMUNITY (2015).

2.6.3. Csound para Android

Dentre o grupo de programadores que contribuem com o projeto, pode-se destacar o pesquisador brasileiro Victor Lazzarini, que é responsável pela disponibilização e suporte aos sistemas operacionais para dispositivos móveis como IOS e Android. Para que fosse incorporado Csound em Android, o grupo de Lazzarini construiu uma API em Java que pode ser importada para um projeto Android. Como exemplo, Lazzarini et al. (2012) apresentam o CSD Player, um aplicativo Android capaz de manipular e alterar o áudio em tempo real, através de interfaces Android simples com suporte para elementos como slider e button, além do giroscópio e acelerômetro (LAZZARINI, YI, *et al.*, 2012) (FERREIRA, FARIAS, *et al.*, 2014).

2.7. Ferramentas de desenvolvimento

Android tem um suporte semelhante a metodologia de desenvolvimento Java convencional. A seguir as ferramentas básicas a serem usadas segundo a Google Developer (GOOGLE, 2015):

- Um codificador – Neste caso o mais comum é a utilização da IDE Eclipse (ECLIPSE, 2015), pois possui maior gama de tutoriais e suporte da comunidade WEB;
- O Android SDK (GOOGLE, 2015) – trata-se do kit de desenvolvimento do Android, neste kit, possui o compilador de código fonte, a API, além de emuladores de dispositivos portáteis e exemplos;
- O Android Development Tools (ADT) Plugin (GOOGLE, 2015) – isto nada mais é o plug-in que estende a capacidade do Eclipse de forma a reconhecer o SDK e manipulá-lo como se fosse parte do mesmo.

Além desta configuração é possível formar várias outras utilizando outros codificadores como Netbeans (NETBEANS, 2015) ou até mesmo Android Studio do próprio Google (GOOGLE, 2015). Existe outras formas de desenvolver para arquitetura Android, IOS e até Windows Phone, que é ferramentas de auto nível facilitando a produção através de abstração da plataforma final e possibilitando a exportação do programa para estas plataformas, porém, a maior parte utiliza como base o HTML5 (W3C, 2014), que acaba sacrificando processamento pela flexibilidade e portabilidade, o que não é interessante para nosso projeto.

3. MIXDROID 2G

Este capítulo apresenta definições e características principais do mixDroid 2G - o projeto mixDroid de segunda geração que foi desenvolvido com o objetivo de atender as atividades criativas, sobretudo as de público leigo em música.

3.1. Protótipo MixDroid 2G

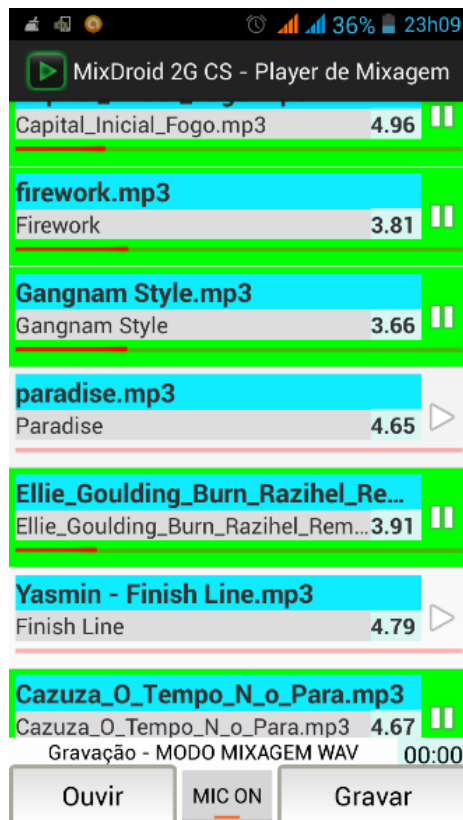
O protótipo mixDroid 2G (segunda geração), foi construído através da aplicação da metáfora de marcação temporal (KELLER, PINHEIRO, *et al.*, 2011c) e (FARIAS, KELLER, *et al.*, 2014) introduzindo novas funcionalidades na leitura e gravação dos dados sonoros (ver **Erro! Fonte de referência não encontrada.** e **Erro! Fonte de referência não encontrada.**) e aplicando conceitos de engenharia de software Sommerville (2013), Pressman (2011) e Pfleeger (2013).

Figura 3.1 - MixDroid 2G em celular e tablet



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 3.2 - MixDroid 2G na tela principal



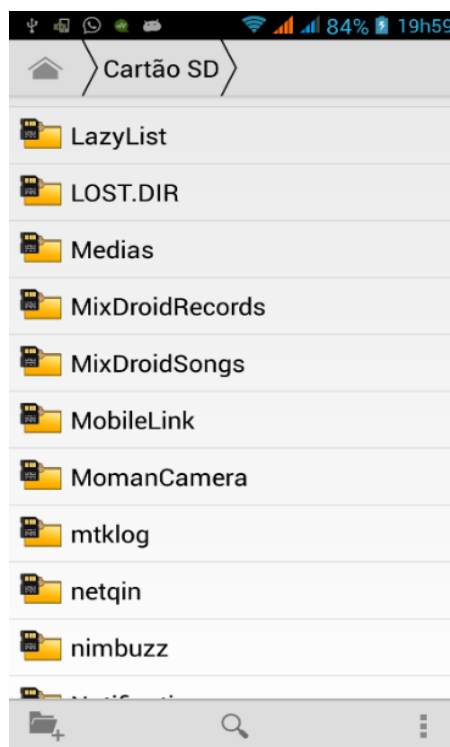
Fonte: Elaborada pelo autor.

3.2. Características da segunda geração software

Para o desenvolvimento do mixDroid 2G foi utilizada a linguagem de programação Java para desenvolvimento nativo em Android, juntamente com a linguagem XML, para layout e parâmetros de configurações. Além disto, foi utilizando o Eclipse como Plataforma de Desenvolvimento (IDE) e o Kit de Desenvolvimento (SDK) Android atualizado na versão atual 5.1 (API nível 22) do Android, porém, disponibilizando para versões com requisitos mínimos de Android 2.3.3 (API 10) para smartphones e tablets. Além disto, é necessário um armazenamento externo como cartão de memória para acesso de leitura e gravação de músicas.

Ainda falando sobre armazenamento, a aplicação requisita licença de leitura de gravação primária no primeiro armazenamento externo do aparelho, onde inicialmente são criadas pelo sistema duas pastas sendo MixdroidSongs (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**), onde deverá ser adicionado os arquivos que serão listados e executados pelo Player musical e MixdroidRecords que permite o armazenamento das gravações de mixagem (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Ambas as pastas odem ser posteriormente alteradas pelo usuário na tela de configurações de preferências.

Figura 3.3 - Pastas inicialmente criadas pelo sistema



Fonte: Elaborada pelo autor.

Relacionado à leitura, o Mixdroid 2G, é capaz de ler automaticamente ao ser iniciado, carregando para as listras da tela principal, possibilitando posteriormente reproduzir os principais arquivos de áudio do mercado contidos na pasta padrão MixdroidSongs, como: WAV, MP3, AU, AIFF, entre outros. Além do arquivo de extensão csd que é responsável pela geração de áudio do Csound.

Relacionado à gravação das mixagens, o aplicativo disponibiliza 3 (três) formatos de gravação das mixagens sendo:

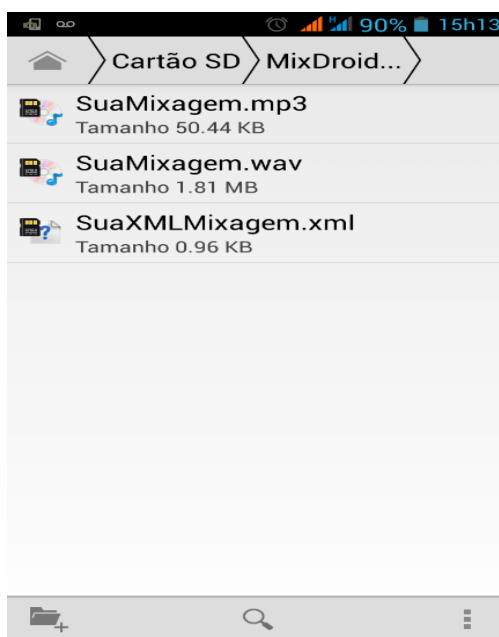
WAV – O principal formato por ser o formato com alta qualidade musical, popular e sem compactação, segundo as características, taxa de amostragem em 44100 Hz, estéreo, com resolução de 16 bits, cabeçalho de gravação WAV a 16 BPP;

MP3 – Formato mais popular, além de compacto, com codificação AMR curto a 128 Kbps; e

XML – Arquivo pequeno, leve e de fácil manipulação com conteúdo de texto.

Por padrão, os arquivos serão criados com o nome “SuaMixagem” mais a extensão do formato de música escolhido para arquivos de áudio e “SuaXMLMixagem.xml” para o arquivo XML, porem é possível gravar mais de um arquivo com a mesma extensão, para isso o sistema usará a nomenclatura ano, mais mês, mais minuto e mais segundo, no formato “aaaammss” com a extensão escolhida.

Figura 3.4 - Arquivos de mixagem gravados pelo usuário



Fonte: Elaborada pelo autor.

Além de gravar mixagens no formato WAV e MP3. É possível a gravação e leitura do formato XML como forma de facilitar o compartilhamento entre aplicações pelo tamanho reduzido (FARIAS, KELLER, *et al.*, 2014). A leitura e gravação em XML são habilitadas após o desligamento da função gravação de microfone no botão localizado na parte interior central 2, que foi introduzida com a intenção de funcionar como um captador ambiente, semelhante a um gravador, podendo somar áudio capturado aos sons que são executados durante a mixagem, aumentando assim as possibilidades de produção do usuário.

Figura 3.5 - Conteúdo de um arquivo XML gerado pelo MixDroid 2G

A screenshot of a mobile application interface titled "Editor de Ficheiro". The screen displays XML code for a playlist. The code defines a root element <?xml version='1.0' encoding='UTF-8' standalone='yes' ?> and a <lista> container. Inside the list, there are four <composicao> elements, each with an ID and various attributes for title, play status, tempo, and recording time. The titles include "Gangnam Style.mp3" and "Yasmin - Finish Line.mp3".

```
<?xml version='1.0' encoding='UTF-8'
standalone='yes' ?>
<lista>
  <composicao ID="1">
    <titulo>/storage/sdcard0/MixDroidSongs/
Gangnam Style.mp3</titulo>
    <tocando>>true</tocando>
    <tempomusica>1306</tempomusica>
    <tempogravacao>- 1</tempogravacao>
  </composicao>
  <composicao ID="2">
    <titulo>/storage/sdcard0/MixDroidSongs/Yasmin
- Finish Line.mp3</titulo>
    <tocando>>true</tocando>
    <tempomusica>0</tempomusica>
    <tempogravacao>5799</tempogravacao>
  </composicao>
  <composicao ID="3">
    <titulo>/storage/sdcard0/MixDroidSongs/
Gangnam Style.mp3</titulo>
    <tocando>>false</tocando>
    <tempomusica>4441</tempomusica>
    <tempogravacao>7805</tempogravacao>
  </composicao>
  <composicao ID="4">
    <titulo>/storage/sdcard0/MixDroidSongs/Yasmin
- Finish Line.mp3</titulo>
    <tocando>>false</tocando>
    <tempomusica>1829</tempomusica>
    <tempogravacao>7805</tempogravacao>
  </composicao>
</lista>
```

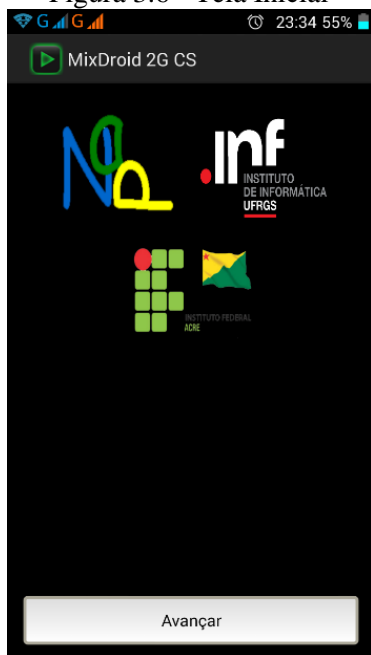
Fonte: Farias, Keller, *et al.* (2014).

3.3. Layout do mixDroid 2G

A aplicação possui três telas, no desenvolvimento nativo em linguagem Java em Android possuem o nome de Activity:

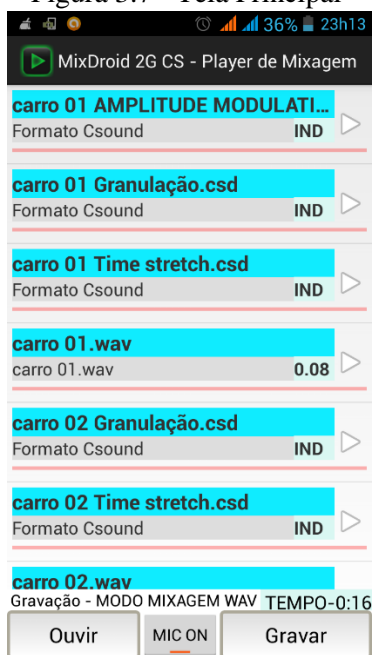
- Inicial – Tela de abertura, onde inicia o aplicativo com informações básicas do sistema;
- Principal – Onde é executado toda a interação musical com usuário;
- Configurações - Onde são gerenciadas as preferências do usuário.

Figura 3.6 - Tela Inicial



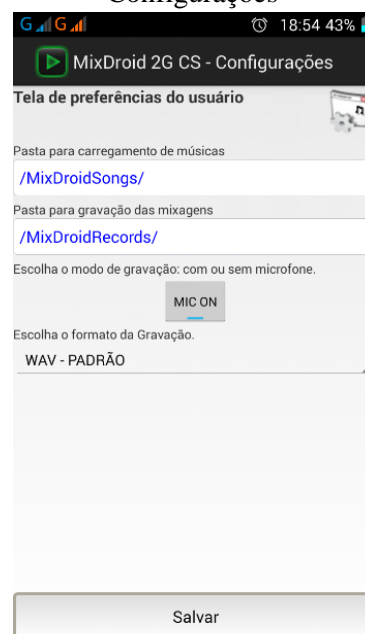
Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 3.7 - Tela Principal



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 3.8 - Tela de Configurações



Fonte: Elaborada pelo autor.

Referente ao layout da tela principal, um novo conceito de listras foi introduzido nesta segunda geração de protótipos. Este design vem de encontro com o que é dito em Rogers et al. (2013, p. 12, 72), quando relata que um bom design de interação é obtido quando o seu produto consegue ser notado ou agradar por seu uso ser fácil, eficaz e atrair por sua simplicidade.

Como inspiração para a metáfora das listras, foi utilizada a obra do artista Victor Vasarely, nascido no ano de 1906, chamado “o pai da OP ART” ou arte ótica devido

aos seus inovadores e diversos trabalhos que aplicavam conceitos geométricos a fim de conseguir efeitos de profundidade e movimento em três dimensões. A segunda geração mixDroid usa listras bicolores, sugerindo a ideia de camadas sobrepostas.

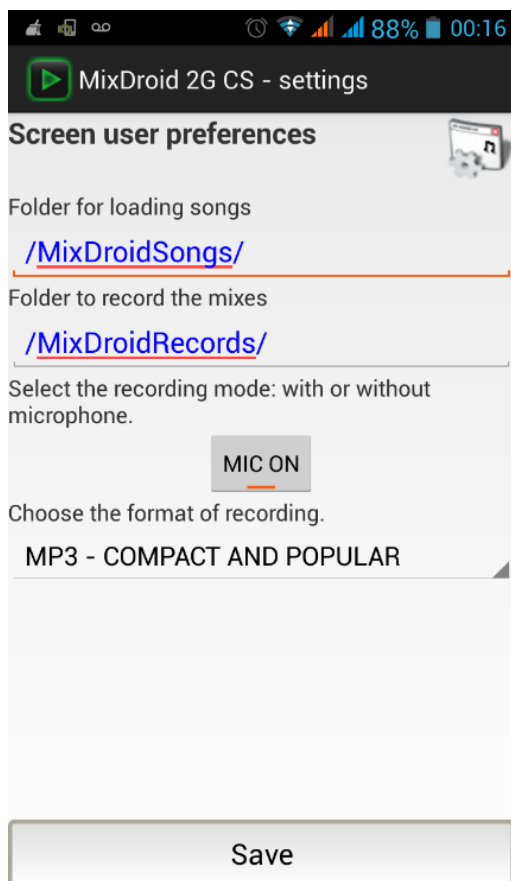
No contexto da nova versão do mixDroid as listras funcionam como porta de acesso aos dados sonoros, congregando os parâmetros de controle e o áudio sampleado em uma unidade funcional. Ao vincular o mecanismo de interação à amostra sonora, a listra libera o usuário da exigência do processamento em bloco de múltiplas amostras (como acontece na metáfora da mesa de mixagem que utiliza o canal de áudio como unidade funcional).

A amostra vinculada à lista processada de forma independente. Esse mecanismo flexível de configuração, combinado ao sistema de rolagem, permite o acesso rápido a um grande número de itens sonoros. Em dispositivos portáteis com área de visualização pequena, o usuário pode interagir com centenas de listras em poucos segundos. Os sons que demandam interação rápida podem ficar espacialmente próximos, viabilizando a mixagem síncrona de múltiplas fontes sonoras com processamento independente. Além disto, cada item da listra pode fornecer informações básicas do objeto como nome, nome de arquivo, tempo total, tempo de execução e estado de execução (FARIAS, KELLER, *et al.*, 2014).

3.4. Suporte à tradução de linguagem

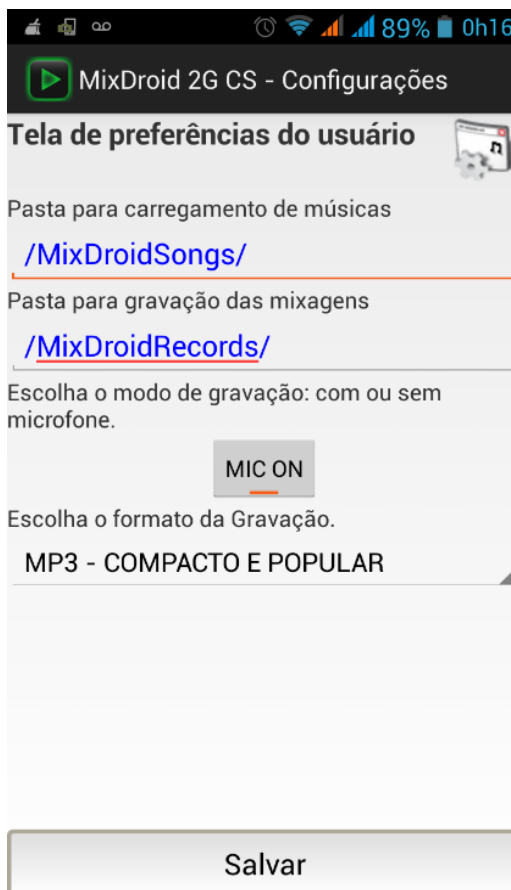
Com a ideia de facilitar a popularização e divulgação do software, foi utilizada a técnica de desenvolvimento para Android chamada Internacionalização. Com ela foi possível manter todos os textos da aplicação em língua inglesa norte-americana, enquanto o aparelho estiver configurado para a linguagem portuguesa, todos os textos vão ficar em português do Brasil. Devido isto, é possível a tradução futura para quaisquer outras linguagens com facilidade.

Figura 3.9 - Exemplo das configurações em Inglês - US



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 3.10 - Exemplo das configurações em Português - BR



Fonte: Elaborada pelo autor.

3.5. MixDroid 2G e tecnologias

Devido a problemas de manutenção com a primeira geração - demora de carregamento de arquivos de áudio, carregamento individual para cada arquivo, falta do endereço da fonte de áudios ao ser reiniciado, por exigir pre-cadastramento de composição; uso de muitas telas até chegar ao objetivo, devido a necessidade de utilização de gerenciamento de arquivo de terceiros – foi implementada a segunda geração de protótipos mixDroid. Prevendo a possibilidade de incluir mais funcionalidades e expandindo posteriormente a ferramenta foi incluído o suporte à tecnologia Csound (LAZZARINI, YI, *et al.*, 2012) na aplicação chamada mixDroid 2G CS.

3.6. C-Sound no mixDroid 2G CS

Com a ideia de expandir as funcionalidades do mixDroid usando do poderio da linguagem de domínio específico Csound, foi decidido padronizar o uso das listras, desta forma o usuário leigo não precisa saber se um item é um arquivo de som tradicional ou se é um programa Csound em um arquivo “csd”. Mediante programação pode se utilizar qualquer algoritmo em Csound podendo modificar, retirar parte, mascarar, e alterar o espectro de som. Foram implementados três filtros:

- Passa-baixa - permite que as frequências mais baixas passem sem obstáculos e, portanto, filtra as frequências mais elevadas. A frequência de transição é normalmente referida como a frequência 'corte'.
- De banda - permite que apenas uma banda estreita de som passe, e como tal, é um pouco como uma combinação de um filtro passa-baixa e passa-alta ligados em série.
- *Comb Filtering* - é um tipo especial de filtro que cria múltiplos picos de ressonância. Um *Comb Filtering* ou filtro pente é realmente apenas um efeito de *delay* muito curto com *feedback*.

Todos os filtros em formato “csd” são exibidos como unidades de som referenciado a origem, além disto, a interface informa se é um arquivo especial Csound e não define tempo, pois o código é lido em tempo de execução. Na é exibido um código em linguagem Csound referente ao filtro aplicado ao áudio wav de carro da figura **Erro! Fonte de referência não encontrada.** Por exemplo:

Original: Som de carro

- Origem: Som de carro.wav
- Tempo: 0:33

Filtro: Passa-baixa – Som de Carro

- Origem: Arquivo Csound
- Tempo: Indefinido

Figura 3.11 - Exemplo de aplicação de filtro em csound

```

1 <CsoundSynthesizer>
2 <CsOptions>
3   -odac ;activates real time sound output
4 </CsOptions>
5 <CsInstruments>
6   sr = 44100
7   ksmpls = 32
8   nchnls = 1
9   0dbfs = 1
10  giSine ftgen 0, 0, 0, 1, "carro 03.wav", 0, 0, 1
11     instr 1
12     aEnv line 0.5, p3, 0 ; single segment envelope.
13     time value defined by note duration
14     aSig poscil aEnv, 500, giSine ; an audio oscillator
15     out aSig ; audio sent to output
16   endin
17 </CsInstruments>
18 <CsScore>
19   i 1 0 10
20   i 1 2 0.5
21 </CsScore>
22 </CsoundSynthesizer>

```

Fonte: Elaborada pelo autor.

3.7. Comparativo entre as versões

Com termino da segunda geração foi possível obter uma melhoria como pode ser visto no quadro comparativo (Tabela 3.1):

Tabela 3.1 - Tabela expositiva de características da primeira e da segunda geração de mixDroid

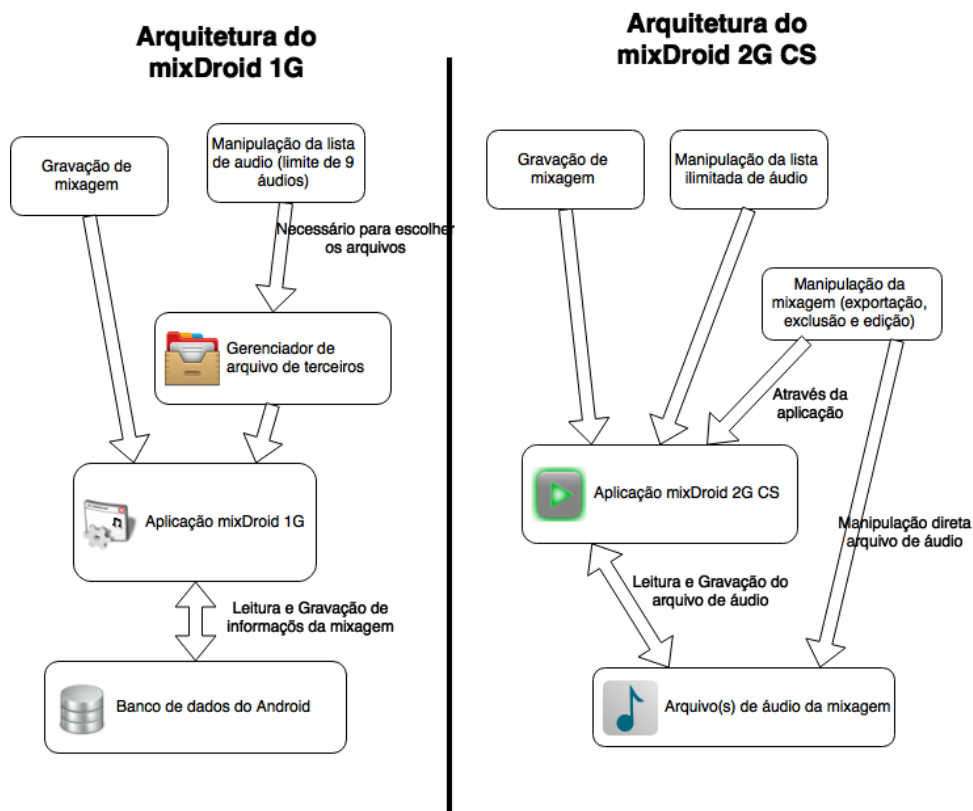
Características	MixDroid 1G	MixDroid 2G CS
Formatos de leitura	Wav	wav, mp3, ogg, entre outros
Formatos de armazenamento	Banco de dados interno	XML, WAV, MP3
Quantidade de arquivos manipulados simultaneamente	No máximo 9 por sessão	Ilimitado
Versão Android/API retro compatibilidade	Android 1.6/API 4	Android 2.3.3/API 10
Gerenciamento de diretórios de leitura e/ou gravação	Não	Sim
Captura de som via microfone	Não	Sim
Exportação de mixagens	Não	Sim

Seleção de arquivos de áudio	Individual para cada música	Carregamento automático por seleção de pastas
Visualização do histórico de gravação	Sim (em forma de animação)	Sim (no formato XML)
Desinstalação limpa	Sim	Não
Instalação	Necessita de pré-instalação de software de terceiros	Direta e sem pré-requisitos
Suporte aos códigos Csound	Não	Sim

Fonte: Elaborada pelo autor.

O quadro da Tabela 3.1 descreve as principais diferenças técnicas e de suporte apresentado na primeira versão do mixDroid e a última atualização da segunda versão. Nela é descrito a ampliação de suporte a formatos musicais de leitura e gravação, com isso, permitindo a maior compatibilidade e a manipulação facilitada e portátil dos arquivos de áudio que na primeira versão é limitada ao banco de dado interno do sistema.

Figura 3.12 - Diagrama comparativo das arquiteturas básicas das duas versões



Fonte: Elaborada pelo autor.

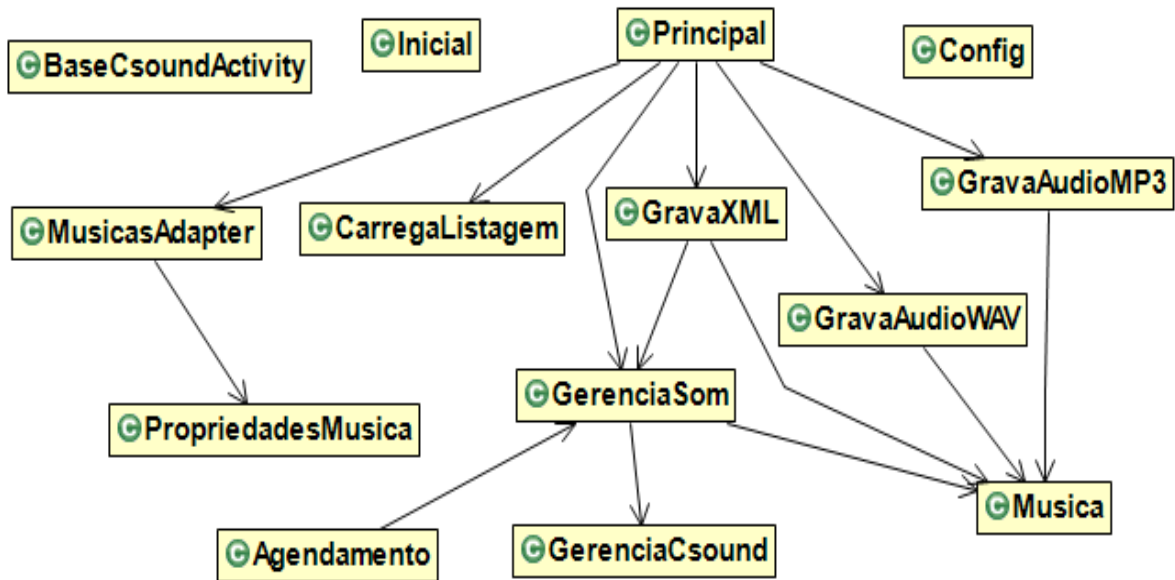
Na feita pela aplicação online draw.io (JGRAPH LTD, 2005) é possível observar visualmente através do diagrama características básicas das duas versões, que enquanto na primeira versão, por não possuir um sistema de gerenciamento de arquivo próprio, a necessidade de intermediação por softwares de terceiros na hora de manipular os arquivos de áudio para serem executados na mixagem. Esse problema foi evitado encapsulando o processo de manipulação através de leitura automática da lista de áudio pelo sistema. Além disto, é possível observar que na primeira versão a mixagem é gravada em formato de dados na base local do aparelho, não permitindo a exportação ou a manipulação pelo usuário, enquanto na segunda versão, as mixagens são gravadas em formatos padronizados de arquivos de áudio, possibilitando tanto o acesso ao resultado da mixagem como mais um item nas listras da mixagem, como diretamente pelo usuário, permitindo a cópia e a exclusão do arquivo de áudio.

Também se destaca na segunda versão a possibilidade de gerenciamento de diretórios de leitura e de gravação na tela de configurações, incluindo a captura e a gravação de áudio em alta qualidade através de microfone externo, o carregamento automático das amostras, um sistema de gerenciamento de arquivos próprio sem a necessidade de intervenção do usuário através do acréscimo de software de terceiros ao sistema, além do suporte a algoritmos da linguagem Csound.

3.8. Modelagem do sistema mixDroid 2G CS

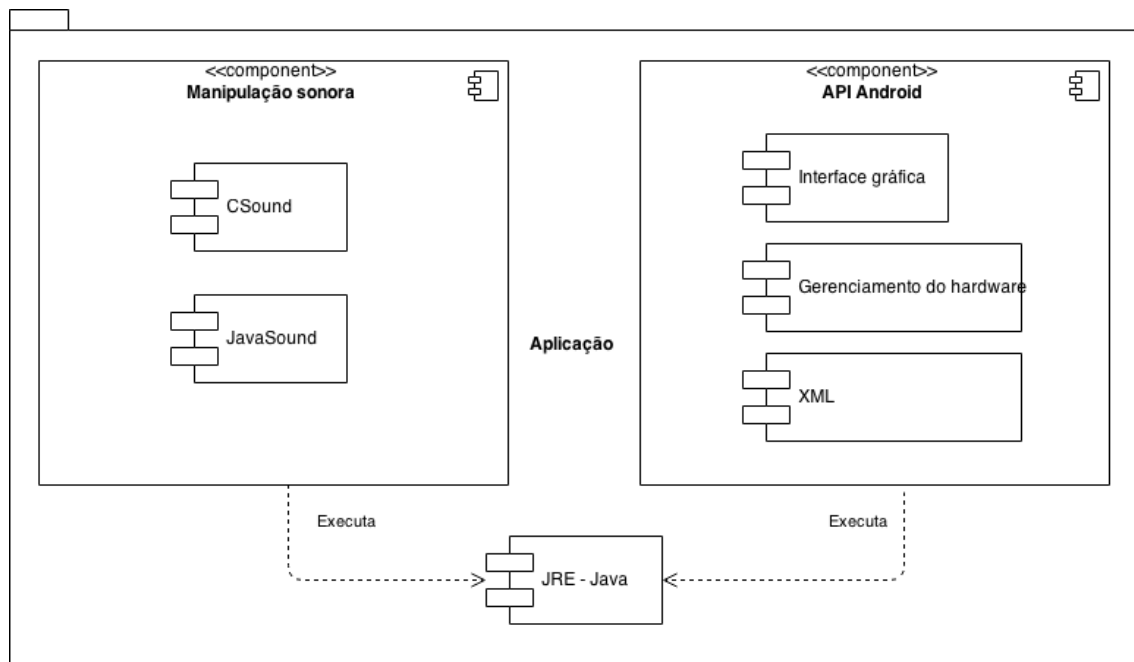
Segundo Sommerville (2013), Pressman (2011) e Pfleeger (2013), todo o software é a união de uma aplicação computacional mais a documentação associada. Por isto, a segunda geração do mixDroid foi desenvolvida juntamente com o manual de uso, incluindo a descrição do produto, telas e comandos e ações, suporte a arquivos, compatibilidade e documentação técnica mais aprofundada relativa ao desenvolvimento, como descrição dos arquivos fonte das classes, XML e UML. A seguir UML de Classes reduzida do software e em anexo um diagrama detalhado do mesmo.

Figura 3.13 - Diagrama de Classes reduzido do mixDroid 2G CS



Fonte: JGRAPH LTD (2005).

Figura 3.14 - Diagrama das APIs do mixDroid 2G CS



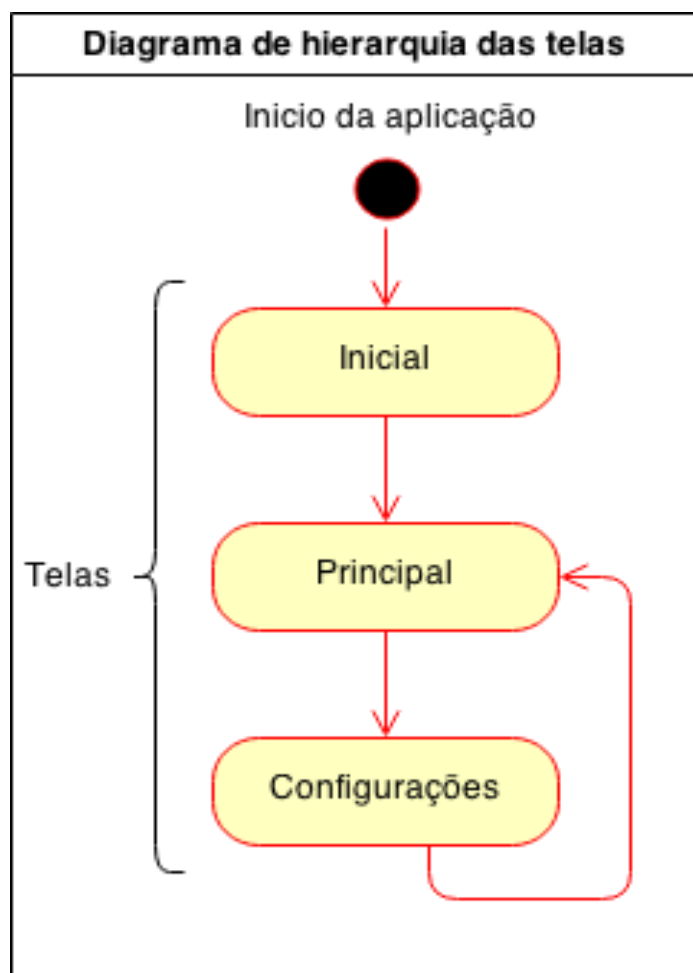
Fonte: JGRAPH LTD (2005).

Na é possível analisar a forma como mixDroid 2G CS utiliza as APIs Android para geração da interface gráfica, manipulação de hardware e configurações XML e a de manipulação sonora dividida entre o Java Sound que possui conjunto de instruções

sonoras básicos em Java, mais a API Csound com suporte expansível e robusto de execução sonora. Relembrando, a API Csound é apenas uma extensão da aplicação com o objetivo de aumentar as possibilidades de manipulação sonora, aumentando as possibilidades de interação entre as tecnologias.

Em relação à disposição de telas e hierarquia das telas, é possível resumir com o diagrama da que demonstra que o sistema possui apenas três telas, sendo a primeira (tela inicial) o equivalente a um splash screen de boas-vindas, onde é exibida as informações dos grupos de pesquisa envolvidos e fornece um avanço para segunda página sem retrocesso a mesma para o usuário. A segunda tela (principal) é a única responsável pelos controles musicais e possui acesso à terceira tela (configurações), que possibilita as alterações de mudanças utilizadas pelo sistema e segunda tela. A transição da segunda tela para terceira e da terceira para segunda, é permitida a qualquer momento, com ou sem alteração das configurações da aplicação.

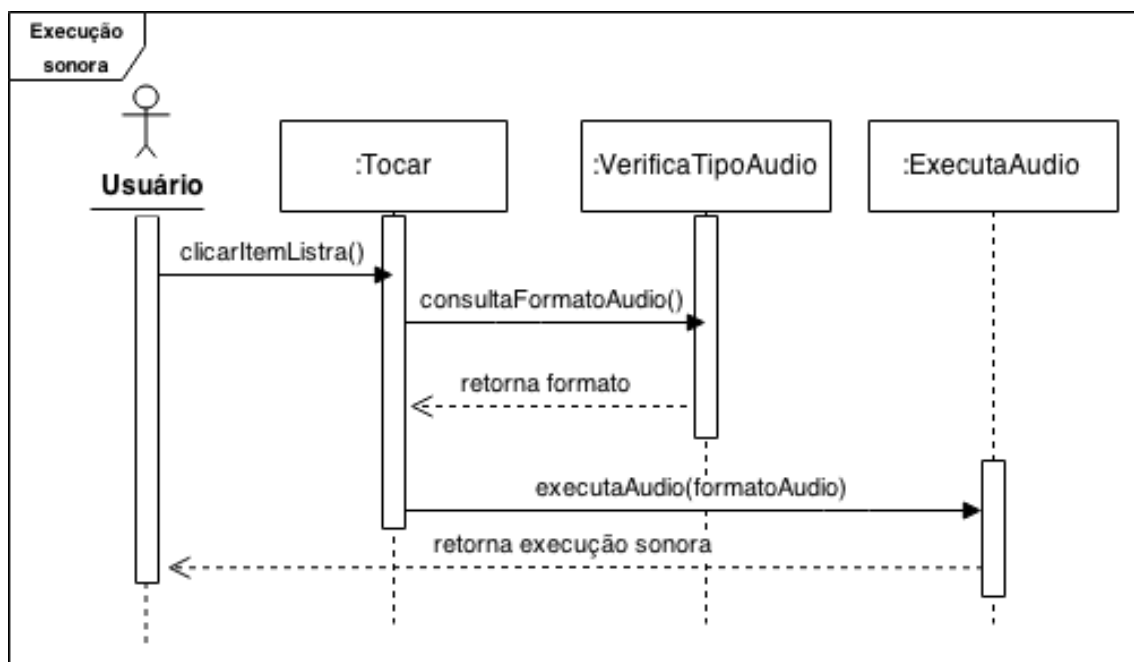
Figura 3.15 - Diagrama de hierarquia as telas



Fonte: JGRAPH LTD (2005).

A seguir, temos o diagrama de sequência relacionado a execuções sonoras. O mesmo demonstra a lógica do que acarreta a interação através de clique em uma lista, sendo o sistema responsável por examinar o conteúdo/tipo do arquivo que pode ser arquivos de áudios comuns no mercado como wav, mp3, au, entre outros, mas também podem ser arquivos XML produzidos pelo próprio sistema ou arquivos de formato Csound que obedecem às regras básicas de sintaxe que o Csound exige. Após a validação e reconhecimento do áudio, a própria Classe do sistema responsável por executar o arquivo convoca a interface de hardware para executar o som.

Figura 3.16 - Diagrama de sequência para execução sonora

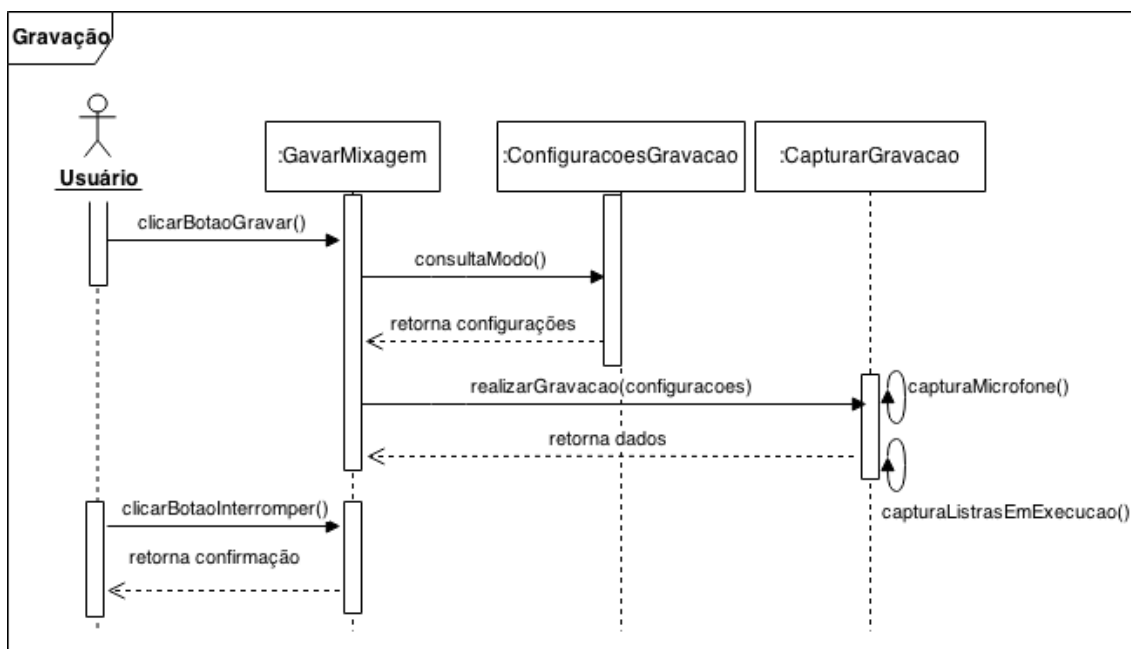


Fonte: JGRAPH LTD (2005).

A 7 descreve um diagrama de sequência relacionada a gravação. O mesmo descreve a lógica da interação do usuário através de um clique no botão gravar, que dispara a execução de GravarMixagem que consultará o modo de gravação sendo possível os modos XML, WAV e MP3. Com a confirmação das configurações obtidas convoca-se o módulo de captura sonora. Este módulo trabalhará capturando sons do microfone, caso esteja acionado e por quanto tempo for necessário, além do áudio produzido ou não, por todas as listras do painel de execução. Com a mesclagem da captura de microfone, mais o acionamento ou interrupção da execução sonora das listras, será possível a gravação das mixagens, até o momento que o usuário desativar

através do clique no mesmo botão, agora com nome de parar, para interromper a gravação. Esta gravação será gravada segundo o formato escolhido em configurações na pasta padrão ou modificada pelo usuário, também em configurações como visto anteriormente neste capítulo.

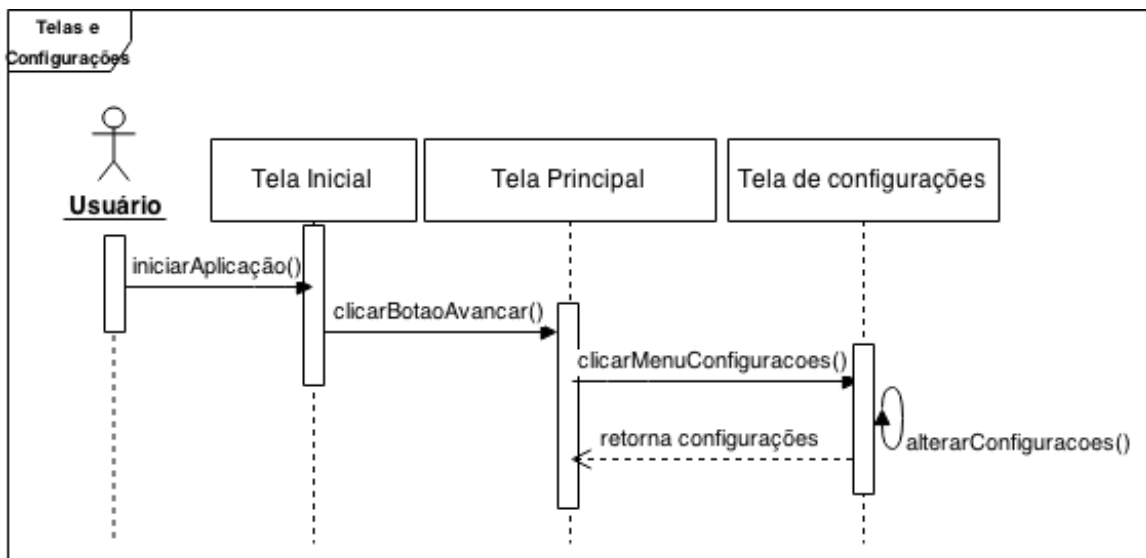
Figura 3.17 - Diagrama de sequência para gravação sonora



Fonte: JGRAPH LTD (2005).

No diagrama de sequência da **Erro! Fonte de referência não encontrada.8**, descreve a lógica de uma sequência básica de mudança de configurações, no qual como dito anteriormente, o usuário, após ter passado pela tela inicial, depois dar entrada na tela de configurações através do menu contido na tela principal, tem acesso a alterar as configurações básicas que terão efeito no momento que forem salvas na tela de configuração e serão mantidas e restauradas independente do fechamento ou não do sistema, trazendo sempre efeito na tela principal.

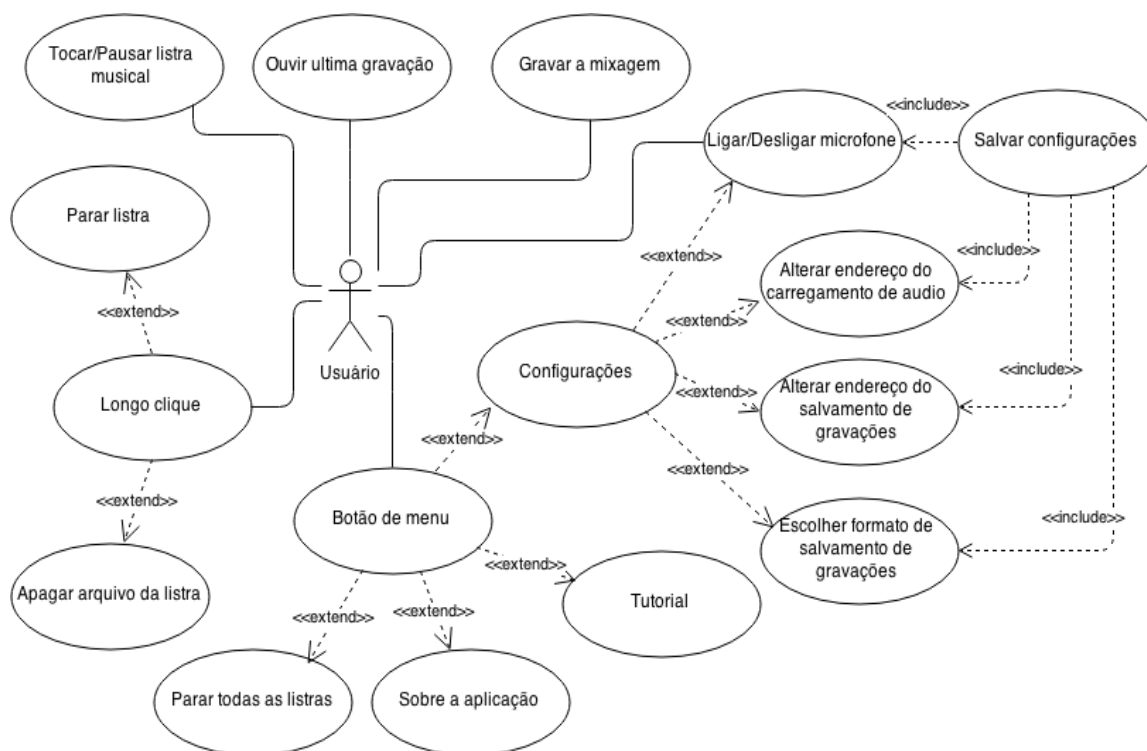
Figura 3.18 - Diagrama de sequência para mudança de configurações



Fonte: JGRAPH LTD (2005).

Por fim, o diagrama de caso de uso que pode ser visualizado na 9. Este diagrama demonstra todo comportamento externo do sistema segundo a interação do usuário. No mesmo é possível visualizar as interações diretas de tocar, pausar, gravar, além de outras que necessitam o intermédio de um longo clique, como é o caso de parar o som da listra ou apagar o arquivo. Outras interações demonstradas são aquelas que necessitam o intermédio do botão menu do sistema operacional (botão este que pode ser físico no aparelho, ou presente na tela disposto em locais que o sistema operacional determine) para acessar comandos como parar todas os áudios das listras, informações sobre o sistema, tutorial, ou até mesmo a nova tela de configurações que trará novas opções e estenderá o grupo de interações com comandos de ligar e desligar microfone (também presente na tela principal), alterar endereço de leitura de áudio, alterar endereço de gravação de áudio e escolher formato de gravação, estas interações podem ser salvas ou não atrás da inclusão do método de salvamento de configurações.

Figura 3.19 - Diagrama de caso de uso do usuário



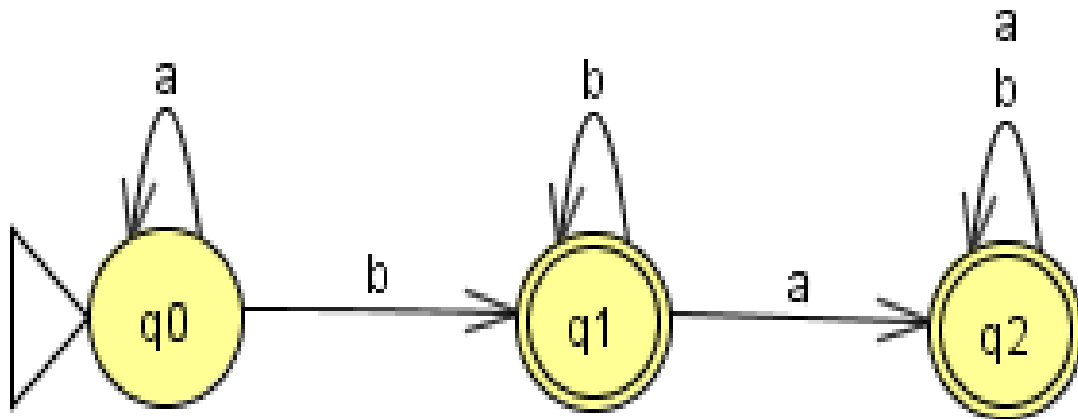
Fonte: JGRAPH LTD (2005).

3.9. Cenário de uso do mixDroid 2G CS

Tendo em vista também a contribuição para a área de Interação Homem Computador (IHC), Rogers, Sharp e J. (2013, p. 128) indicam que as tecnologias podem atuar diretamente na experiência emocional do usuário. Para isto as tecnologias devem atuar de forma direta simples com comandos rápidos e diretos, sendo uma extensão direta de como ele reage sua recompensa pela interação. Nesta sessão estaremos criando cenários básicos de uso do mixDroid 2G CS utilizando para ilustrar a diagramação baseada em autômatos finitos determinísticos (FND) feito com a ferramenta JFLAP v. 7.0 (NSF, 2009), como forma de demonstrar o número de interações e com isso a eficiência das ações do usuário para tais cenários, não será avaliada nestes cenários a qualidade de composição ou se o procedimento é o mais adequado, mas somente se é possível realizar a tarefa de gravação de mixagem através das ações de toque.

Para gerar uma gravação de mixagem é necessário somente apertar o botão gravar, antes ou durante a composição de mixagem, que o *software* trata de gravar as interações do usuário. Em relação ao término ou fechamento do arquivo de áudio, pode ocorrer por diversos fatores, sendo eles por ação direta do usuário ao clicar no botão com nome “Parar”, localizado no rodapé do sistema e exibido somente após o início de uma gravação substituindo o botão com nome “Gravar” ou por causas indiretas, que podem ser desde fechamento da aplicação, quanto falta de espaço no armazenamento interno do aparelho, sendo que já há tratamento de exceções no sistema que tentarão finalizar o arquivo adequadamente.

Figura 3.20 - Diagrama de AFD para cenários de gravação de mixagem



Fonte: NSF (2009).

Tendo a representando o autômato FND que descreve um processo de gravação de mixagem por um usuário comum a partir da tela principal do mixDroid 2D CS e sabendo que o arquivo de áudio da gravação depois de criado já existe no armazenamento do equipamento e está sendo preenchido, restando somente o usuário definir se assim quiser o final da gravação que será realizado. Uma gravação pode sobrescrever a anterior, ou seja, pode ser reiniciado o processo caso seja feita uma ação de clique ímpar sobre o botão de gravação. Com isto, determinamos q0 como estado inicial e q1 ou q2 como estado final, ainda seguindo a e , terão o seguinte significado necessárias para formar o procedimento do autômato (*string*) segundo suas ações de clique:

- a - representa 1 clique do usuário em qualquer item lista de som, incluindo o botão ouvir áudio já gravado (com isso o usuário gerará um som qualquer com uma única ação).
- b – representa 1 clique do usuário no botão gravar/finalizar gravação.

Levando em conta os dados citados, consideremos a gramática G onde:

- $S \rightarrow aS/B$
- $B \rightarrow b/bB/aS/\lambda$
- $L(G) = \{w/w, \text{onde } b > 0 \text{ e possui pelo menos um } b \text{ na string}\} \text{ ou } a^*(b+) a^*$

Cenário 1: Usuário deseja gravar somente o som ambiente.

Considerando que o usuário deseja gravar somente o som ambiente a sequência de cliques (*string*) será “b” ou “bb”, portanto:

O usuário clicará uma vez no botão de gravação e obterá o resultado desejado com um clique ou dois se desejar determinar o ponto de encerramento.

Cenário 2: Usuário deseja executar 2 (dois) áudios e gravá-los.

Para tal situação podemos considerar strings que contenham pelo menos dois “a” e pelo menos um “b” após os “a”, com isto, por exemplo, o usuário pode clicar no primeiro no botão gravar, depois em algum áudio, após no segundo áudio e por último botão de gravar novamente para encerra, gerando a *string* “baab”.

Outra forma poderia ser o usuário clicando primeiro, por exemplo, no botão de gravar, após o vigésimo áudio, depois no terceiro, com isto gerando a *string* válidas “baa” mesmo sem se preocupar em finalizar a gravação.

Em ambos os casos respeitam a gramática e por tanto podem gerar uma gravação.

Cenário 3: Usuário deseja executar 1 (um) áudio e iniciar a gravação e antes de finalizar executar mais 2 (dois) áudios.

O cenário citado é válido, pois gerará a seguinte *string* “abaa” ou “abaab”, por exemplo:

O sujeito clica primeiro no quinto áudio, posteriormente no botão de gravação, com a gravação em execução ele decide executar o segundo e depois o oitavo áudio, finalizando a gravação com um último clique no botão de gravação se desejar.

Cenário 4: Usuário deseja somente executar 3 (três) áudios.

O cenário citado é inválido no quesito gravação mixagem segundo a gramática do autômato, portanto, não gerará nenhuma gravação e com isso nenhuma mixagem salva, para tal cenário a *string* é “aaa”, por exemplo:

O sujeito clica primeiro no primeiro áudio, posteriormente no segundo áudio e por último no sexto áudio.

Com estes cenários, pode-se concluir que as atividades podem ser executadas de forma bem prática e sem burocracia. Considerando o número de cliques ou tamanho das *strings*, é possível notar que com um clique já é obtida uma gravação válida (“b”) ou em outra situação com 5 (cinco) cliques, consegue-se uma gravação de uma mixagem com pelo menos 4 (quatro) áudios, mais o microfone se estiver ativado (“baaaa” ou “baaab”), também pode-se dizer que em uma gravação números de cliques pode representar até o total de faixas de áudio gravadas na mixagem menos um, exemplo: 4 (quatro) cliques menos 1 (um) (botão gravação) é igual a 3 (três) faixas de áudio gravadas.

Além disto, pode-se observar que o mixDroid 2G CS foi trabalhado com objetivo de melhorar a experiência de uso do usuário de forma a facilitar o processo criativo, trabalho este iniciado na primeira versão do mixDroid, agora aperfeiçoado mediante melhorias de interface, utilização e expandindo as funções com novas tecnologias.

4. EXPERIMENTOS

Este capítulo descreve os dois experimentos, tendo como base alguns conceitos de computação ubíqua (WEISER, 1991) citadas no primeiro capítulo deste trabalho, onde é descrito que a pesquisa em música ubíqua vem aplicando o suporte a criatividade baseando-se em três estratégias (KELLER, PIMENTA e LAZZARINI, 2013a):

- Estudos das atividades prévias ao produto criativo.
- Estudos das atividades realizadas durante a geração do produto.
- Estudos de aferição dos resultados obtidos.

Os experimentos tiveram como objetivos as avaliações relacionadas a ações físicas como cliques e a representação de satisfação de uso. Tal metodologia foi adotada tendo base nos conceitos de Pope e Mays (2006). Muitos artefatos tecnológicos têm sido criados para a produção de análises qualitativas. Através deles é possível coletar dados aplicando formulários eletrônicos. A informação dada pelo entrevistado nos itens abordados fornece resultados científicos consistentes da realidade vivida pelo público no instante da interação com os dispositivos. Para Pope e Mays (2006), quando se busca avaliação de habilidades ou de atividades não conhecidas, é melhor adotar técnicas menos rigorosas e sistemáticas como as qualitativas que conseguem capturar melhor a realidade.

A partir dos conceitos abordados por (FLORES, PIMENTA, *et al.*, 2010) onde relata que atividades em locais específicos permitem comparar o desempenho em atividades reais, adotamos as técnicas de design para música ubíqua, evitando estudos focados somente no dispositivo. Portanto, foi decidido a aplicação de dois grandes experimentos detalhados nas sessões 4.1 e 4.2.

O primeiro é relacionado a interação com os aplicativos mixDroid de primeira e segunda geração, onde as atividades focam aspectos da interação humano-computador e envolvem a observação das ações dos participantes durante atividades criativas, com ênfase nos aspectos funcionais do suporte à interação. De forma complementar, os experimentos focam a observação de aspectos da criatividade através da aferição dos produtos criativos.

O segundo experimento trata-se de um comparativo de layout e aceitação do usuário, onde se busca entender as implicações das decisões de design e as demandas e

o impacto nos recursos materiais e sociais utilizados durante o processo criativo, incluindo a satisfação em relação às ações tomadas utilizando o sistema.

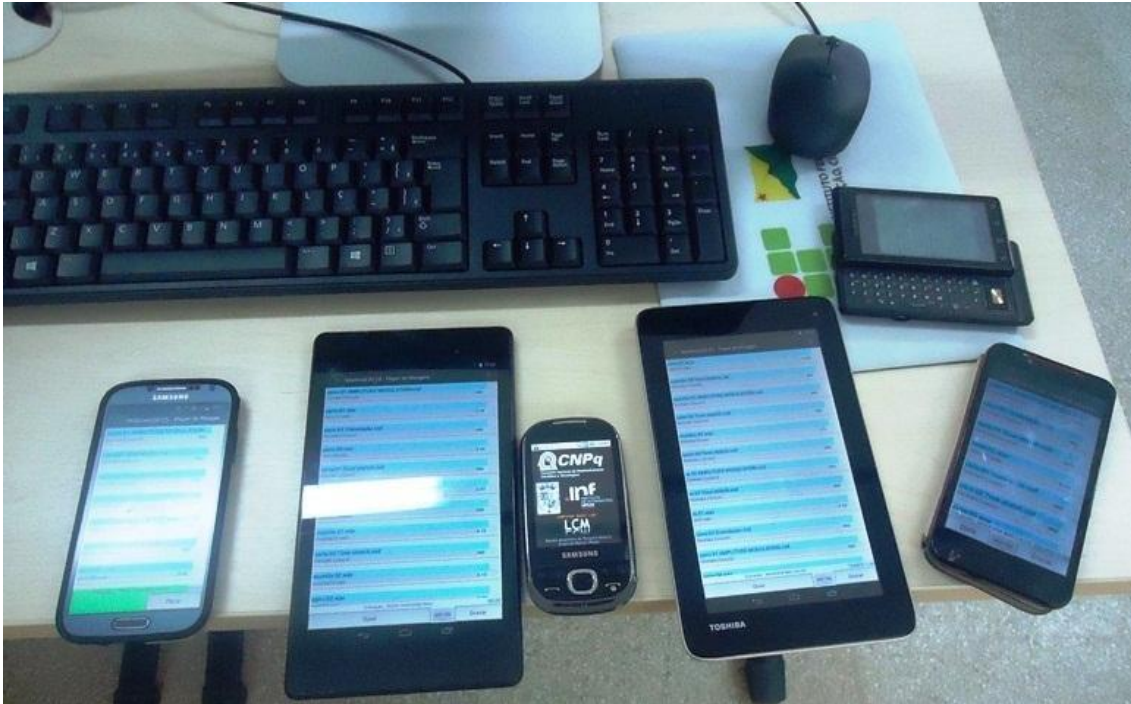
4.1. Interação com os aplicativos

Esta seção abordará as tecnologias utilizadas e aplicabilidade no estudo proposto e posteriormente detalhado. Para isto, foram realizados testes com alunos de uma instituição de ensino técnico em informática, objetivando o uso de equipamentos portáteis como celulares e *tablets*. Foi instalado um sistema de mixagem produzido pelo grupo de pesquisa e alimentado com sons do cotidiano. Buscava-se analisar como o usuário se comporta de forma que fosse possível observar a produção criativa com amostras sonoras.

4.1.1. Ferramentas

Durante o desenvolvimento do mixDroid, foi optado que atendesse a maior parte dos dispositivos móveis do mercado. Para isto, as duas versões foram desenvolvidas para os sistemas operacionais Android da Google. Este sistema operacional atende as mais diversas categorias de aparelhos, com grande adesão entre os *smartphones* e *tablets*. Contudo, esta grande flexibilidade traz um inconveniente durante o desenvolvimento, que é a adaptação de metáforas de interação permitindo a aplicação de layout e de comandos compatíveis com diversos aparelhos. Para os experimentos foram utilizados diversos dispositivos móveis como celulares e *tablets* de diversas marcas, as especificações técnicas encontram-se na Tabela 4.1:

Figura 4.1 - Galaxy S4, Toshiba AT7-C8, Samsung I5500 Galaxy 5, Google Nexus 7, Motorola Milestone e Star S5 Butterfly



Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 4.1 - Equipamento utilizado durante o estudo comparativo mixDroid 1G, mixDroid 2G CS.

Marca/Modelo	Tipo	Especificações básicas	Sistema Operacional	Software usado
Google Nexus 7	Tablet	1.5 Ghz – 2 Gb RAM - 7' pol. 1080p	Android 4.4	MixDroid 2G CS
Toshiba AT7-C8	Tablet	1.8 Ghz – 1 Gb RAM – 7" pol.	Android 4.4	MixDroid 1G e 2G CS
Samsung I5500 Galaxy 5	Telefon e celular	2.8" pol. – teclado QWERT	Android 2.2	MixDroid 1G
Motorola Milestone	Telefon e celular	600 Mhz – 256 Mb RAM - 3.7" pol. – teclado QWERT	Android 4.0	MixDroid 1G e 2G CS

Samsung Galaxy S4	Telefon e celular	Quad core 1.9Ghz – 1 Gb RAM – 5” pol.	Android 4.4.2	MixDroid 1G e 2G CS
Star S5 Butterfly	Telefon e celular	Quad core 1.2Ghz – 1 Gb RAM – 5” pol.	Android 4.2.2	MixDroid 1G e 2G CS
INew V8	Telefon e celular	Octa core 1.4Ghz – 2 Gb RAM – 5” pol.	Android 4.4.1	MixDroid 1G e 2G CS

Fonte: Elaborada pelo autor.

Com o objetivo de testar a compatibilidade de aparelhos de diversas configurações, modelos e tamanhos (Tabela 4.1), além de várias versões de sistemas operacionais Android, adquirimos e testamos os mais variados tipos de dispositivos.

Um detalhe a ser destacado é que o mixDroid de primeira geração, apresentou melhor funcionamento em versões de Android da família 2.x, enquanto o de segunda geração funcionou com os mais atuais como os da família 4.x e 5.x. Isto mostra um ponto positivo para a segunda geração, pois atende melhor os novos aparelhos aumentando o tempo de vida sem manutenção.

Durante o experimento, disponibilizamos aos sujeitos todos os aparelhos de forma que escolhessem o que achasse mais interessante. Não notamos recusa ou rejeição por nenhum deles.

4.1.2. Amostras sonoras

Os materiais sonoros usados foram gravados em formato estéreo, com taxa de amostragem de 44.1 kHz, e resolução de 16 bits (equivalente a qualidade de CD), utilizando um gravador digital portátil profissional e um microfone direcional cardióide de tipo condensador. A edição e segmentação foram realizadas no editor Audacity (MAZZONI e DANNENBERG, 2015). Utilizamos nove amostras sonoras obtidas em três ambientes diferentes (ver Tabela4.2).

Tabela 4.2 - Amostras sonoras (Miranda Sounds)

Amostras	Formato	Tamanho	Tipo de amostra
Carro 01	Som Wave	796 KB	Sons urbanos
Carro 02	Som Wave	312 KB	Sons urbanos
Carro 03	Som Wave	326 KB	Sons urbanos
Carro 04	Som Wave	649 KB	Sons urbanos
Cozinha 01	Som Wave	1.454 KB	Sons domésticos
Cozinha 02	Som Wave	1.501 KB	Sons domésticos
Cozinha 03	Som Wave	3.068 KB	Sons domésticos
Rã 01	Som Wave	3.406 KB	Sons de animais
Rã 02	Som Wave	643 KB	Sons de animais

Fonte: Elaborada pelo autor.

As nove amostras foram utilizadas tanto nos experimentos com a primeira geração (que disponibiliza nove amostras dispostas em uma matriz quadrada de 3 por 3), quanto nos experimentos com mixDroid 2G (dispostas em uma listagem limitada somente pela capacidade de memória do dispositivo). Na segunda geração, as amostras foram processadas utilizando três métodos implementados na Plataforma Móvel Csound (LAZZARINI, YI, *et al.*, 2012), sendo um de modulação de amplitude, um de granulação aplicando o processo de *time stretch*², totalizando 27 amostras sampleadas ou processadas em tempo real.

4.1.3. Experimentos

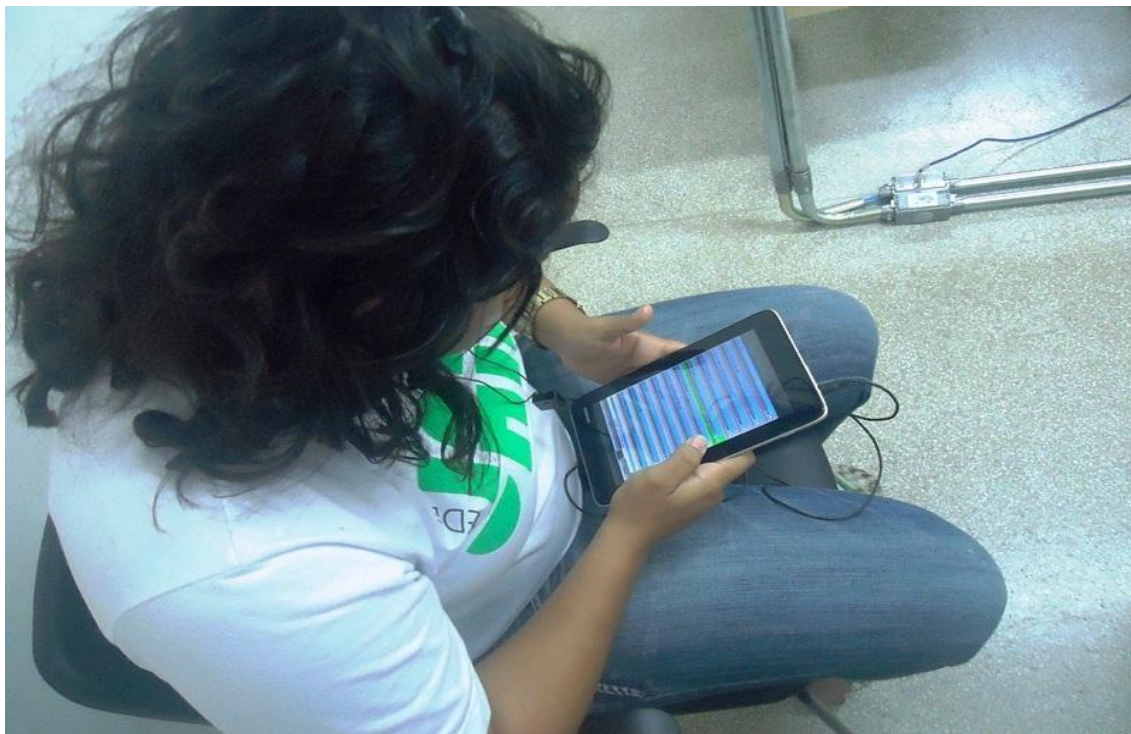
Três membros do Núcleo Amazônico de Pesquisa – NAP (grupo de pesquisa responsável por pesquisas na área de computação musical ubíqua) coordenaram as sessões experimentais. O primeiro responsável explicou para os sujeitos como utilizar a ferramenta, ficando encarregado de coordenar as etapas do experimento. O segundo membro fez as anotações, o registro audiovisual e fotográfico, respondendo as dúvidas dos sujeitos e fazendo a cronometragem durante as atividades. O terceiro responsável

auxiliou no preenchimento dos questionários. Os questionários foram cedidos pelo NAP depois de aplicados e validados em diversas outras pesquisas anteriores (FARIAS, KELLER, *et al.*, 2014), (PINHEIRO, KELLER, *et al.*, 2013) e (FERREIRA, KELLER, *et al.*, 2014).

4.1.4. Sujeitos

No experimento de comparação entre o mixDroid 1G e mixDroid 2G CS participaram 31 voluntários. Os dispositivos portáteis foram fornecidos pelo grupo de pesquisa NAP (Tabela 4). As sessões ocorreram em um laboratório de informática no Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Acre – IFAC, localizado na capital do estado, Rio Branco. Local este, escolhido para aplicar os experimentos e o preenchimento online dos formulários de coleta de dados, onde os sujeitos avaliaram as atividades realizadas e o uso da ferramenta.

Figura 4.2 - Sujeito do experimento utilizando o mixDroid 2G CS em tablet



Fonte: Elaborada pelo autor.

²*Time stretch*: expansão ou compressão temporal sem modificação das características espectrais do áudio original (ver (KELLER, BARREIRO, *et al.*, 2010) para uma explicação detalhada desse processo).

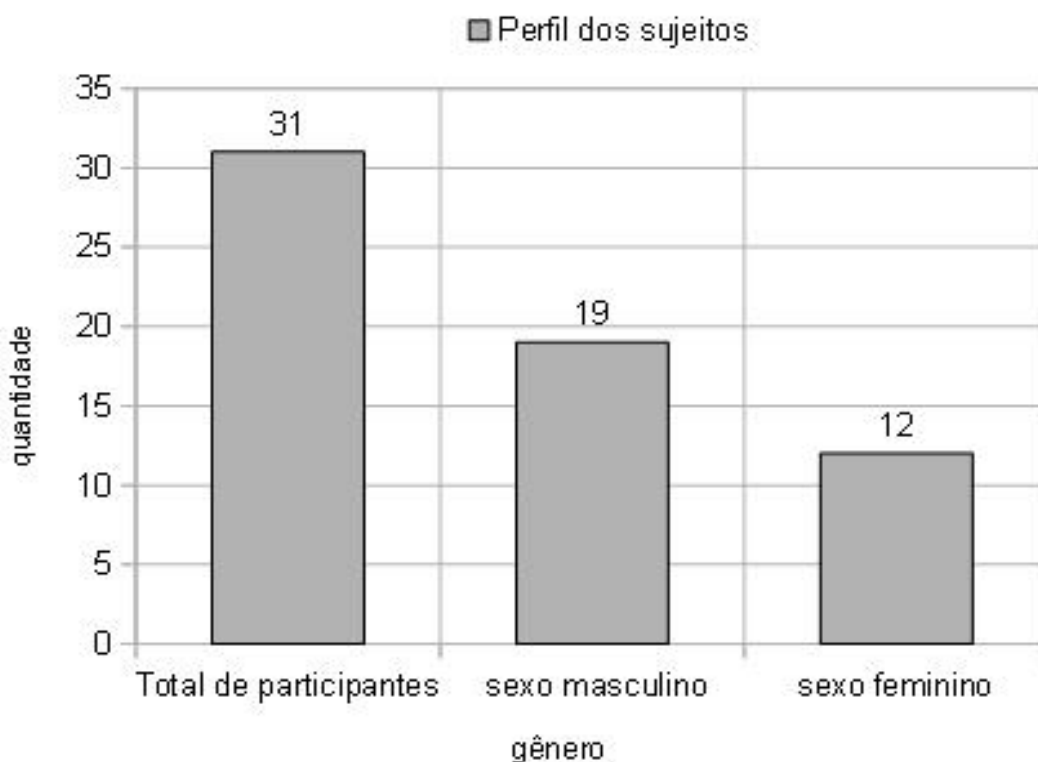
Os sujeitos estudantes de ensino médio técnico e tecnológico em informática, todos leigos musicalmente e com experiência prévia com equipamentos eletrônicos portáteis, segundo a avaliação obtida através do questionário ISE V.4 do NAP (Identificação e Perfil dos Sujeitos). Todos tiveram o contato inicial com ambos os protótipos durante o experimento. Neste experimento participaram 31 sujeitos, segundo as características da Tabela e Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 4.3 - Perfil dos sujeitos

Total de participantes	Sexo		Escolaridade		Faixa etária
	Masculino	Feminino	Nível Superior	Nível Médio	
31	10 (61,30%)	12 (38,70%)	8 (26%)	28 (74%)	15 a 19 anos

Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 4.3 - Perfil dos sujeitos



Fonte: Elaborada pelo autor.

4.1.5. Métodos e procedimentos

O método utilizado foi a de aplicação de experimento em laboratório dos protótipos mixDroid 1G e 2G CS, diretamente com os sujeitos de forma assistida, mediante anotações, filmagem, registros fotográficos e observações diretas. Como resposta ao experimento, os usuários preencheram formulários online de formulários padrões utilizados pelo NAP. Aplicamos os seguintes procedimentos:

Apresentação - Foram apresentados os objetivos do experimento e um breve relato sobre as atividades.

Exploração - Os sujeitos tiveram o primeiro contato com as ferramentas e também contato com as ferramentas com os sons carregados. Nesta primeira fase do experimento foi disponibilizado um tempo para realizar a sessão de exploração das ferramentas, sem interferência do experimentador, tiveram o tempo que acharam necessário para concluir a exploração das ferramentas.

Criação – Cada sujeito individualmente teve a oportunidade de utilizar sua criatividade, para poder realizar um produto criativo utilizando todas as possibilidades já adquirida na fase de exploração e imitação, realizada uma gravação de 1 (um) minuto, puderam utilizar a mixagem da forma que desejarem com a gravação no próprio aparelho que está instalado a ferramenta mixDroid.

Imitação – Consiste no momento em que os sujeitos em pares, um realizando uma mixagem e o outro ao ouvir a mixagem, o que realizava a mixagem procurava reproduzir o produto criativo em seu dispositivo e nessa fase teve um tempo restrito a 30 segundos com intervenção do experimentador, com um cronometro do próprio dispositivo móvel indica o momento de início e termino desta fase do experimento.

Figura 4.4 - Preenchimento online dos formulários ISE-NAP e CSI-NAP



Fonte: Keller, Pinheiro, *et al.* (2011c).

Após cada sessão, o sujeito dirigia-se para um computador para preencher o formulário correspondente ao procedimento e protótipo usado, posteriormente retornando para o local de experimento para realizar um novo experimento até terminar todos os procedimentos citados anteriormente.

As turmas escolhidas foram as das salas de aulas 104 do curso de ensino médio integrado ao técnico em informática (médio profissionalizante) e 107 do curso técnico em informática subsequente ao ensino (pós-médio). O tamanho das salas é de 15 metros de largura por 20 metros de comprimento, sendo que esse valor varia conforme a sala.

4.1.6. Atividades

O mixDroid 1G possui um carregamento limitado de 9 sons que foram carregados previamente pelos experimentadores onde os sujeitos só tiveram contato com a ferramenta já carregada e tiveram unicamente a fase de mixagem como exploração, foram realizadas as sessões em duplas sendo coordenado pelos experimentadores. Na fase de imitação os sujeitos tiveram um tempo pré-determinado para realização da atividade com um tempo de 30 segundos, onde a dupla foi instruída a realizar uma imitação dos sons tocados por eles onde um tocava e o outro procurava imitar o que tocava. Na etapa de criação os sujeitos tiveram a oportunidade de realizar uma composição de 1 minuto com a ferramenta e os mesmos sons que foram apresentados na fase de exploração e imitação, tiveram a oportunidade de realizar suas composições.

Após a primeira sessão os sujeitos preencheram o questionário de perfil (ISE v.4) e o questionário de avaliação da atividade (CSI-NAP de desempenho da aplicação v.5), preenchidos no próprio laboratório em que foi realizada a sessão de exploração utilizando o mixDroid 1G. Lembrando que os usuários eram instruídos segundo o significado do questionário, além de ter sempre um aplicador de prontidão para auxiliar no preenchimento.

Figura 4.5 - Principais questões do formulário CSI-NAP V.5

Descreva a atividade e o resultado. *

	-2 (discordo totalmente)	-1 (discordo parcialmente)	0 (não sei)	1 (concordo parcialmente)	2 (concordo totalmente)
o resultado foi bom	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
o resultado foi original	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
a atividade foi fácil	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
fiquei atento na atividade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
a atividade foi divertida	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
a atividade foi produtiva	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
a atividade foi curta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
as pausas foram curtas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
foi fácil colaborar na atividade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fonte: Keller, Pinheiro, *et al.*, (2011c).

O formulário CSI-NAP v.5 possui os pontos mais importantes exibidos na 5, que são valorados em 5 (cinco) níveis horizontais que vão do valor 2 (dois) negativo ao valor 2 (dois) positivo para cada nível é dada uma legenda que vai do discordo totalmente ao concordo totalmente e o valor zero para quando não se sabe ou se mantém neutro. Assim, é possível tanto facilitar o preenchimento pelo usuário que estará respondendo segundo sua satisfação, quanto será obtido uma valoração quantitativa para depuração dos dados da pesquisa.

Há também questões que são dispostas de forma horizontal, que buscam consultar o grau de satisfação do usuário segundo sua atividade realizada nas 6 (seis) primeiras perguntas como por exemplo:

- O resultado foi bom – buscando saber se o usuário está satisfeito com o produto de sua atividade criativa;
- O resultado foi original – buscando saber se o usuário acha que o que ele produziu, tem um grau de exclusividade e expressividade que foi realmente criado por ele;
- A atividade foi fácil – este questionamento é importante para avaliar o quanto o usuário conseguia utilizar o software de forma intuitiva e direta;
- Fiquei atento a atividade – com este dado é possível verificar se a aplicação é atrativa ao usuário de forma a manter a atenção em relação ao mundo em volta;
- A atividade foi divertida – a atividade pode ser simples, intuitiva e conseguir prender a atenção do usuário, mas se não for divertida, o tempo de longevidade pode ser diminuído;
- A atividade foi produtiva – Com isso, busca descobrir se o usuário considera em sua opinião que conseguiu de forma criativa produzir bastante.

Após as 6 (seis) primeiras perguntas voltadas as atividades criativas, foi questionado sobre o a forma de aplicação dos testes, como:

A atividade foi curta – com isto, busca-se melhorar o tempo de aplicação dos testes com usuário;

As pausas foram curtas – era referente ao tempo dado tanto para trocas de aparelhos e software, quanto entre as atividades;

Foi fácil colaborar na atividade – aqui era voltado ao trabalho colaborativo em duplas, onde avaliou se foi interessante o método de trabalho não individual.

Com termino destas atividades, todo procedimento foi repetido com mixDroid 2G de forma semelhante e com os mesmos equipamentos.

4.1.7. Resultados obtidos no primeiro experimento

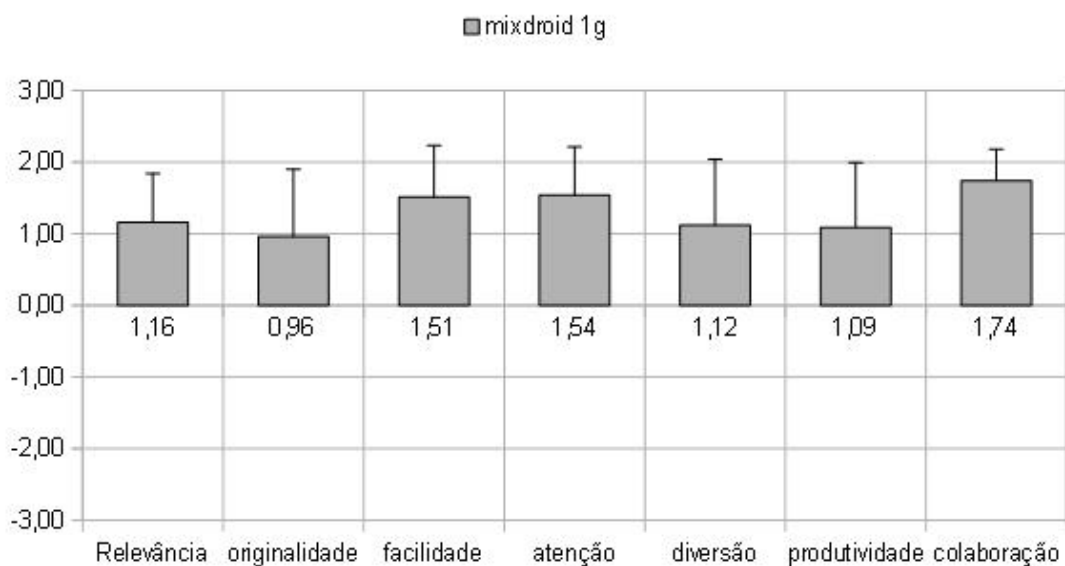
É possível observar pelos dados colhidos e demonstrados pela Tabela e **Erro! fonte de referência não encontrada.** referentes ao mixDroid 1G, que através das respostas ao questionário sobre a atividade criativa CSI de desempenho da aplicação, obtivemos resultados positivos com uma respectiva média e desvio padrão em Relevância 1,16 / 0,68 facilidade 1,5 / 0,72 atenção 1,54 / 0,67 diversão 1,12 / 0,92 produtividade 1,09 / 0,90 e colaboração 1,74 / 1,74 e com resultado negativo somente em originalidade 0,96 / 0,94 para o mixDroid 1G.

Tabela 4.4 - CSI-NAP mixDroid 1G

Relevância	Originalidade	Facilidade	Atenção	Diversão	Produtiva	Colaboração
1,16	0,96	1,51	1,54	1,12	1,09	1,74
0,68	0,94	0,72	0,67	0,92	0,90	0,44

Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 4.6 - CSI-NAP mixDroid 1G



Fonte: Elaborada pelo autor.

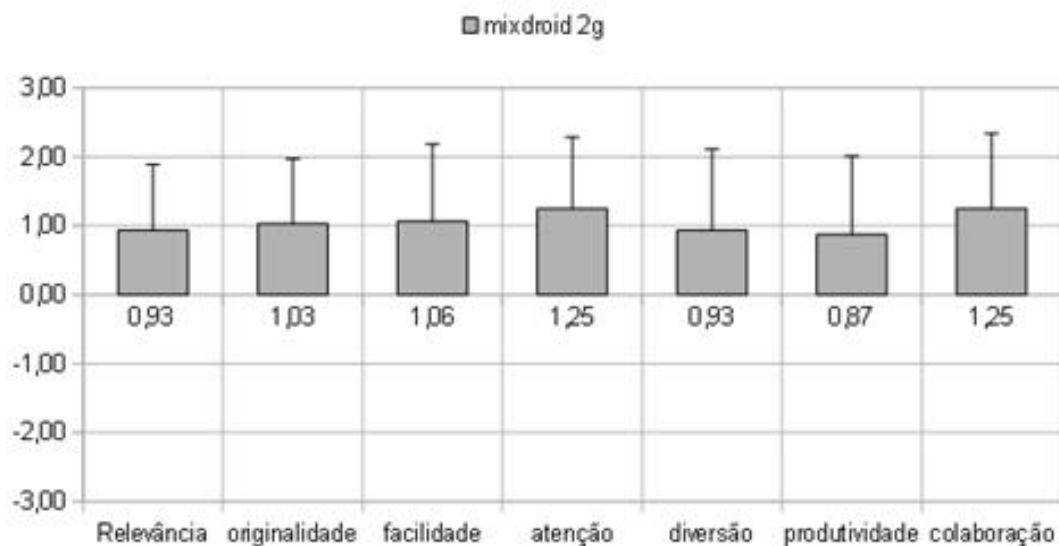
Já analisando os dados descritos na Tabela e mixDroid 2G, observa-se resultados positivos com uma respectiva média e desvio padrão em originalidade 1,03 / 0,94 facilidade 1,06 / 1,12 atenção 1,25 / 1,03 colaboração 1,25 / 1,09 e com resultados negativos em relevância 0,93 / 0,96 diversão 0,93 / 1,18 e produtividade 0,87 / 1,14 para o mixDroid 2G.

Tabela 4.5 - CSI-NAP mixdroid 2G

Relevância	Originalidade	Facilidade	Atenção	Diversão	Produtiva	Colaboração
0,93	1,03	1,06	1,25	0,93	0,87	1,25
0,96	0,94	1,12	1,03	1,18	1,14	1,09

Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 4.7 - CSI-NAP mixDroid 2G



Fonte: Elaborada pelo autor.

De forma geral, segundo a Tabela referente aos experimentos com mixDroid 1G, é possível observar que os usuários, gostaram muito de trabalhar em colaboração, fazendo músicas em dupla. Individualmente, é possível notar que o item pior avaliado

foi o de originalidade. Enquanto na sequência do experimento com o mixDroid 2G na Tabela e pode se observar que os resultados foram mais equilibrados.

Quando o experimento foi proposto no início da sessão, em resumo, buscavam-se observar a interação, as ações dos participantes durante as atividades criativas, além da aferição dos produtos criativos. Foram observadas que ambas as soluções obtiveram resultados próximos. Segundo as anotações, os usuários se sentiam felizes em realizar as atividades, principalmente de forma colaborativa.

4.2. Comparativo de uso

Nesta sessão será abordado um experimento comparativo entre os *softwares* mixDroid 1G e mixDroid 2G CS, a fim de analisar quais atributos possuem melhor aceitação, observando aspectos da criatividade musical através da aferição dos produtos criativos derivados das atividades feitas pelos alunos e coletando dados através de questionários. A seguir será descrito o processo de construção deste experimento.

4.2.1. Experimento, método, local e sujeitos

O experimento foi realizado após anterior, portanto, tanto os sujeitos quanto o local, foram os mesmos, inclusive a aplicação sempre ocorria após as atividades do evento anterior. Sendo informado sempre que se tratava de um formulário complementar ao anterior voltado a percepção e opinião do usuário ao layout como discutido em Benyon (2014).

Durante os experimentos, para facilitar o uso e agilizar o manuseio, todos os aparelhos foram deixados com os botões de execução do áudio carregado. Se não fosse realizado este procedimento, o usuário poderia criar rejeição pela primeira versão favorecendo a segunda geração, haja vista que na primeira geração seria necessário o carregamento individual de cada um dos nove objetos sonoros, utilizando a ferramenta de gerenciamento de arquivo, o que dura em média de 1 a 2 minutos.

4.2.2. Sobre o experimento

Figura 4.8 - Principais questionamentos do formulário de teste de comparação PRICE-NAP V.1

Escolha a sua preferência entre os dois sistemas utilizados. *

	0 (não sei)	1 (mixDroid 1G)	2 (mixDroid 2G)
útil	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
agradável	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
relaxante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
expressivo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
original	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
fácil de usar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
simples	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
divertido	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fonte: Keller, Pinheiro, *et al* (2011c).

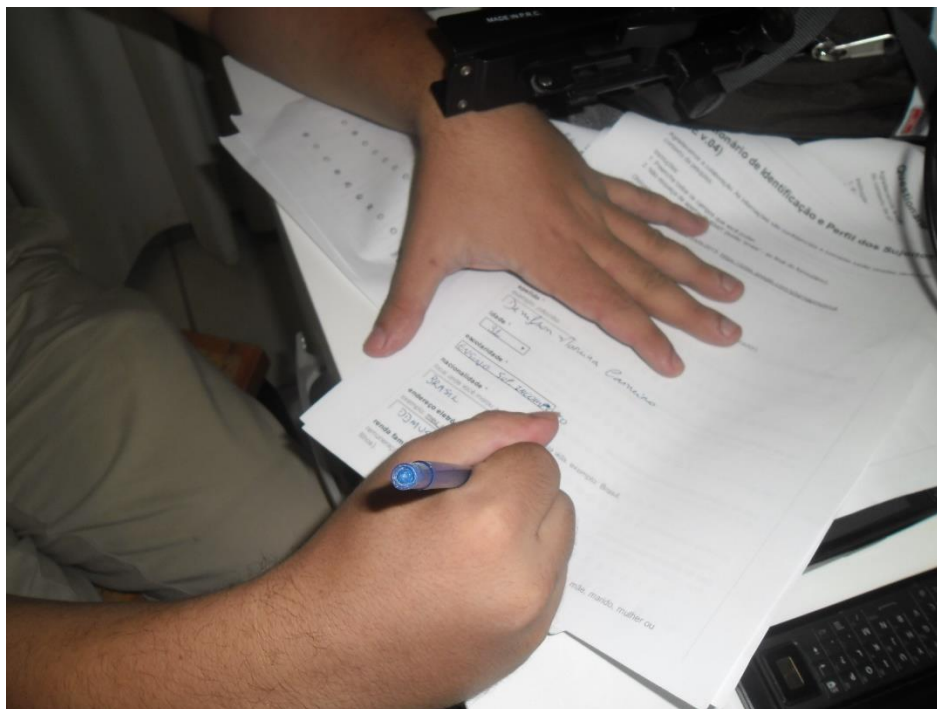
Objetivando aproveitar que os sujeitos já haviam utilizado ambos os protótipos, utilizamos o formulário PRICE-NAP V1 (Comparação de prototipagem estética de interação), para fazer um questionário comparando a primeira e segunda geração do mixDroid.

O formulário PRICE-NAP V1, por ser um formulário comparativo, oferece 8 questões com somente três opções de resposta, sendo uma neutra (não sei) e as opções mixDroid 1G e mixDroid 2G, as perguntas comparativas eram:

- Qual ferramenta era mais útil – aqui buscava-se saber qual aplicação seria mais útil no dia a dia do usuário;
- Qual ferramenta era mais agradável – buscava-se entender segundo a opinião do usuário, qual era mais agradável de se usar;
- Qual ferramenta era mais relaxante – segundo o uso, qual se tonou mais relaxante o uso, tanto referente ao layout, quanto as cores e disposição dos botões;

- Qual ferramenta era mais expressiva - qual atingia mais expressividade em relação as opções oferecidas e suporte a atividade;
- Qual produto era mais original – qual lhe impressionava mais tanto pela novidade quanto pela exclusividade;
- Qual ferramenta era mais fácil de usar – ambos possuem modos distintos de se produzir e gravar sons, para isso qual era mais fácil de usar até mesmo o mais intuitivo;
- Qual ferramenta era mais simples – equivalente a questão anterior, mas além de fácil, qual é o mais simples de uso, utiliza-se de menos interações;
- Qual experiência era mais divertida – qual foi o mais prazeroso de se usar.

Figura 4.9 - Sujeitos preenchendo formulário de avaliação das mini composições feitas com Audacity, mixDroid 1G e 2G



Fonte: Elaborada pelo autor.

Todos os questionários foram explicados antes de serem aplicados. Este experimento foi somado ao experimento anterior totalizando 35 iterações, com as mesmas condições e as mesmas duplas, além disto, foi realizada a fase de exploração

com uma média de 5 (cinco) minutos e 7 (sete) segundos somando-se as duas aplicações por usuário.

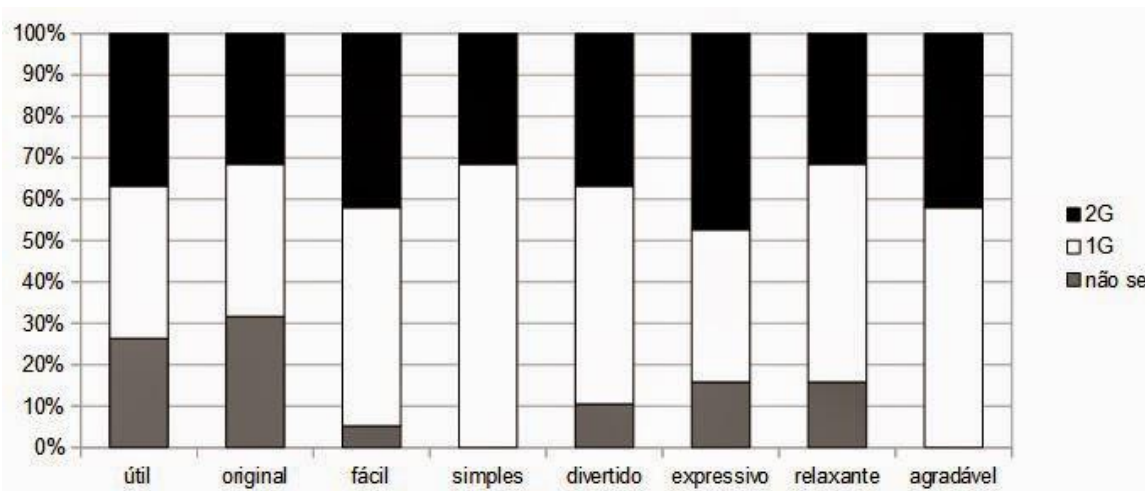
Novamente foi realizada a fase de imitação exatamente da mesma forma que a sessão anterior citada antes. Nessa sessão com mixDroid 2G contou com 35 eventos sonoros contra 9 eventos do anterior mixDroid 1G, mas com a mesma condição da sessão anterior tiveram 30 (trinta) segundos para realizar a imitação e 1 (um) minuto para realização da criação.

4.2.3. Resultados obtidos no segundo experimento

O segundo experimento tinha como objetivo um comparativo de layout e aceitação do usuário, onde se buscava entender as implicações das decisões de design e as demandas e o impacto nos recursos materiais e sociais utilizados durante o processo criativo.

Como resultado deste segundo experimento foi observado que o mixDroid 1G foi um pouco melhor avaliado. Os sujeitos relataram que a disposição de 9 itens estáticos na tela facilita a interação por ser mais direta, e com isto, tornando a experiência mais simples e agradável. Por outro lado, a robustez e possibilidade, de manipulação ilimitada quantitativamente de arquivos, filtros sonoros e informações torna o sistema mais expressivo e útil. Ainda verifica-se um certo equilíbrio em todos os quesitos revelando que ambas as versões agradam aos usuários.

Figura 4.10 - Resultado do formulário de teste de comparação PRICE-NAP



Fonte: Keller, Pinheiro, *et al.* (2011c).

Outro ponto a ser considerado foi que praticamente todos os sujeitos levaram no mínimo o dobro do tempo de exploração, vasculhando as opções de interação e filtros Csound na versão 2G CS do mixDroid. A segunda opção possuía 4 vezes mais itens que a primeira versão, complicando inclusive o experimento de imitação realizado no estudo anterior devido à grande gama de itens.

Portanto, sendo que o mixDroid de primeira geração por ser mais simples agradou melhor em um primeiro momento aos que buscavam ações diretas e simples, ou seja, a uso de nível intermediário. Já o de segunda geração agradou melhor aos que buscavam mais de variações para melhorar sua experiência, que é um nível mais elevado de requisitos para ações criativas.

5. CONCLUSÃO

Levando em conta o que foi observado durante o projeto, é possível ampliar as afirmações feitas por (MILETTO, PIMENTA, *et al.*, 2011) (KELLER, FLORES, *et al.*, 2011a) (PINHEIRO, KELLER, *et al.*, 2013) acerca da produção musical criativa cotidiana:

- Dificuldade de entendimento de conceitos musicais;
- Instrumentos complicados e ferramentas complexas ou voltadas para o público especializado.

Durante os experimentos de usabilidade e de aceitação do produto musical, foi possível observar que independente da aplicação, o usuário leigo em música torna-se mais criativo quando é exposto a interfaces simples, quando estas são de acesso rápido e intuitivo, não exigindo uma gama de informação ou pré-configuração favorecendo o nível inferior de operação e intermediário de ação, segundo a teoria de Leontiev (1978) – ver capítulo 2. Outro ponto interessante, é que o usuário consegue identificar a potencialidade de uma aplicação, pois durante o aprendizado, é possível oferecer ao usuário programas que atendam suas novas necessidades, propondo metodologias mais complexas depois de esgotado o uso das mais simples. Neste caso, o usuário já está despertando o foco criativo, em atividades nas quais demonstra mais intimidade com o ambiente de suporte.

Observou-se, de primeira instância, que o usuário achou o mixDroid 1G mais simples, isto enquanto não conhecia as tarefas, devido apresentar todas as opções diretamente na tela, mas em questão de pouco tempo, com o uso e término de exploração das suas ações, o mixDroid 2G se destaca por permitir um leque maior de atividades de exploração, incentivando um maior engajamento. Ambos os sistemas são simples, diretos, a segunda geração consegue manter a atenção por proporcionar suporte para atividades musicais com maior número de recursos sonoros.

Como projetos futuros, é possível desenvolver aplicações divididas em níveis de aprendizado, subdivisões que devido ao nível de complexidade, possam atender nichos de uso em ambientes comerciais ou caseiros, como abordado em parte por Tanaka *et al.* (2012) e Taylor *et al.* (2014). Evoluindo o projeto e tentando atender as demandas tecnológicas relacionadas ao público alvo, pode-se, por exemplo, explorar o layout em 3 (três) dimensões virtuais e até reais num ambiente público, usando como base os

estudos da tecnologia ubíqua citados no livro de Keller, Pimenta e Lazzarini (2014c). Outra forma interessante de aproveitar a aplicação futuramente seria com opções de inserção das mixagens em mídias de vídeos, trabalhando em conjunto com conteúdo visuais e sonoros. Além disto, aproveitando as tecnologias ubíquas, sugerimos formas colaborativas de trabalhos criativos que utilizem redes locais, internet ou através de equipamentos dispostos em cenários ubíquos que distribuam a experiência entre os usuários de forma colaborativa. Este enfoque foi apontado pelos resultados obtidos nos experimentos criativos musicais, indicando uma melhor aceitação de atividades colaborativas do que as atividades individuais.

REFERÊNCIAS

- BENYON, D. **Interação humano-computador**. 2. ed. São Paulo: Pearson, 2014.
- COULOURIS, G. et al. **Distributed Systems: concepts and design**. 5. ed. Massachusetts: Pearson, 2011.
- ECLIPSE FOUNDATION. **Are you ready for Java™ 8?** Ottawa: Eclipse Foundation, 2015. Disponível em: <<http://www.eclipse.org/>>. Acesso em: abril 2015.
- ESSL, G.; ROHS, M. Interactivity for mobile music-making. **Organised sound**, Cambridge, v. 14, no. 2, p. 197-207, August 2009. Disponível em: <http://web.eecs.umich.edu/~gessl/georg_papers/os09-mobileinteractivity.pdf>. Acesso em: abril 2015.
- FARIAS, Flávio Miranda de et al. Suporte para a Criatividade Musical Cotidiana: mixDroid segunda geração. In: WORKSHOP EM MÚSICA UBÍQUA, 5., 2014, Vitória, ES. **Anais...** Vitória: UFES, 2014.
- FERREIRA, S. E. et al. Criatividade musical cotidiana: engajamento, esforço cognitivo e personalidade. In: SIMPÓSICO INTERNACIONAL DE MUSICA DA AMAZONIA, 3., 2014, Manaus, AM. **Anais...** Manaus: Sima, 2014.
- FERREIRA, S. E. et al. Marcação temporal em ambientes domésticos e comerciais: estudo comparativo. In: SIMPÓSICO INTERNACIONAL DE MUSICA DA AMAZONIA, 3., 2014, Manaus, AM. **Anais...** Manaus: Sima, 2014. p. 1-12.
- FLORES, L. V. et al. Patterns for the design of musical interaction with everyday mobile device. In: PROCEEDINGS OF THE SYMPOSIUM ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, 9., 2010, Belo Horizonte, MG. **Proceedings...** Belo Horizonte: SBC, 2010. p. 121-128.
- FLOSS Manuals. **Csound- Preface**, 2014. Disponível em: <<https://www.flossmanuals.net/csound/>>. Acesso em: abril 2015.
- FREESOUND. **About FreeSound**, 2005. Disponível em: <<http://www.freesound.org/help/about/>>. Acesso em: abril 2015.
- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- GANGUIN, S.; HOBLITZ, A. Mobile Media – Mobile Creativity? **Revista Comunicação & Sociedade.**, v. 22, p. 33-48, 2012.
- GARTNER. **Gartner says worldwide pc, tablet and mobile phone shipments to grow 5.9 percent in 2013 as anytime-anywhere-computing drives buyer behavior**. Stanford: Gartner, 2013. Disponível em: <<http://gartner.com/newsroom/id/2525515>>. Acesso em: abril 2015.
- GOOGLE. Get the Android SDK. **Google Developer**, Google Foundation, 2015. Disponível em: <<http://developer.android.com/sdk/index.html>>. Acesso em: abril 2015.
- GOOGLE PLAY. **Google Play**, Google Foundation, 2015. Disponível em: <<https://play.google.com>>. Acesso em: outubro 2015.
- JGRAPH LTD. Draw.io. London: **JGraph Ltd**, 2005. Disponível em: <<https://www.draw.io/>>. Acesso em: maio 2015.

- KELLER, D. et al. Anchoring in ubiquitous musical activities. In: THE INTERNATIONAL COMPUTER MUSIC CONFERENCE., 2010, Michigan, USA. **Proceedings...** Michigan: MPublishing, 2010. p. 319-326.
- KELLER, D. et al. Convergent trends toward ubiquitous music. **Journal of New Music Research**, no. 40, p. 265-276, 2011.
- KELLER, D. et al. Marcação espacial: estudo exploratório. In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON COMPUTER MUSIC, 13., 2011, Vitória, ES. **Anais...** Vitória: UFES, 2011c.
- KELLER, D. et al. Everyday musical creativity: an exploratory study with vocal percussion (Criatividade musical cotidiana: um estudo exploratório com sons vocais percussivos). In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM MÚSICA. 2013, Natal, RN. **Anais...** Natal: ANPPGM, 2013b.
- KELLER, D. et al. Design oportunista de sistemas musicais ubíquos: O impacto do fator de ancoragem no suporte à criatividade. In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON COMPUTER MUSIC, 13., 2013, Brasília, DF. **Anais...** Brasília: UFES, 2013c.
- KELLER, D. et al. A perspectiva cognitivo-ecológica em música ubíqua: desafios do suporte à criatividade cotidiana. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM MÚSICA. 2013, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo: ANPPGM, 2014a.
- KELLER, D. et al. Revista LINDA de tecnologia e eletroacústica. **NAP: A música ubíqua e as práticas criativas em tecnologia da informação**, p. 1, Junho 2014b. Disponível em: <<http://linda.nmelindo.com/10-16-de-junho/>>. Acesso em: junho 2015.
- KELLER, D.; PIMENTA, M. S.; LAZZARINI, V. Os ingredientes da criatividade em música ubíqua. In: SONIC IDEAS., 2013., México. **Anais...** Mexico: CMMAS, 2013a.
- KELLER, D.; PIMENTA, M. S.; LAZZARINI, V. **Ubiquitous music**. 1. ed. NY: Springer, 2014c.
- LAZZARINI, V. et al. The Mobile Csound Platform. In: INTERNATIONAL COMPUTER MUSIC CONFERENCE., 2012, Michigan, USA. **Proceedings...** Michigan: MPublishing, 2012. 163-167.
- LEONTIEV, A. N. **Activity, Consciousness, and Personality**. [S.l.]: Prentice-Hall, 2000.
- LIMA, M. H. et al. Creativity-centred design for ubiquitous musical activities: two case studies. **Journal of Music, Technology and Education**, v 5. 195-222, 2012.
- MAZZONI, D.; DANNENBERG, R. **Audacity® is free, open source, cross-platform software for recording and editing sounds**. Audacity, 2015. Disponível em: <<http://www.audacity.sourceforge.net/>>. Acesso em: abril 2015.
- MILETTO, E. M. et al. Principles for music creation by novices in networked music environments. **Journal of New Music Research**, p. 205-216, 2011.
- NETBEANS. **NetBeans IDE**, 2015. Disponível em: <<https://netbeans.org>>. Acesso em: abril 2015.
- NSF, T. N. S. F. JFLAP Version 7.0. **JFLAP**, 2009. Disponível em: <<http://www.jflap.org/>>. Acesso em: maio 2015.

ORACLE. **Java SE at a Glance**, 2015. Disponível em: <<http://www.oracle.com/technetwork/pt/java/javase/overview/index.html>>. Acesso em: abril 2015.

PFLEEGER, S. L. **Engenharia de software: teoria e prática**. 2. ed. São Paulo: Pearson, 2013.

PIMENTA, M. S. et al. Developing countries: studies on implementation, application and use. In: **Technological support for online communities focusing on music creation: Adopting collaboration, flexibility and multiculturalism from Brazilian creativity styles**. Vancouver: Springer, 2012.

PIMENTA, M. S. et al. Aplicando a Metáfora de Marcação Temporal para Atividades Criativas com mixDroid. In: SONIC IDEAS., 2013., México. **Anais... Mexico: CMMAS**, 2013.

PINHEIRO, F. S. et al. A marcação temporal no seu nicho: engajamento, explorabilidade e atenção criativa. In: WORKSHOP EM MÚSICA UBÍQUA, 3., 2012, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo: Ubiquitous Music Group, 2012.

PINHEIRO, F. S. et al. Criatividade musical cotidiana: estudo exploratório de atividades musicais ubíquas. In: MÚSICA HODIE, 13., 2013. **Anais...** Jataí: UFG, 2013. p. 64-79.

POPE, C.; MAYS, N. **Qualitative Research in health care**. Massassuchets: Blackwell Publishing Ltd, 2006.

PRESSMAN, R. S. **Engenharia de software: uma abordagem profissional**. Porto Alegre: AMGH, 2011.

RADANOVITSCK, E. A. A. **Demo 2 Mixdroid [Demonstração de software]**, Youtube 2009. Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=Mbpfaq1dcY0>>. Acesso em: abril 2015.

RADANOVITSCK, E. A. A. et al. MixDroid: marcação temporal para atividades criativas. In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON COMPUTER MUSIC, 13., 2011, Vitória, ES. **Anais...** Vitória: UFES, 2011.

RADANOVITSCK, Eduardo. **MixDroid: compondo através de dispositivos móveis**. 28 f. Monografia (Graduação em Ciência da Computação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Informática, Porto Alegre, 2011.

ROBERTS, C.; WRIGHT, M.; KUCHERA-MORIN, J. . H. T. **Rapid Creation and Publication of Digital Musical Instruments**. Goldsmiths: University of London, 2014. Disponível em: <http://www.charlie-roberts.com/pubs/Rapid_publication_nime_2014>. Acesso em: abril 2015.

ROGERS, Y.; SHARP, H.; J., P. **Design de interação: além da interação humano-computador**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de software**. 9. ed. São Paulo : Pearson, 2013.

TANAKA, A. et al. **Survey and Thematic Analysis Approach as Input to the Design of Mobile Music GUIs**. Michigan: Umich, 2012. Disponível em: <http://wwwweb.eecs.umich.edu/nime2012/Proceedings/papers/240_Final_Manuscript.pdf>. Acesso em: abril 2015.

TAYLOR, B. et al. Simplified expressive mobile development with NexusUI, NexusUp and NexusDrop. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON NEW INTERFACES FOR MUSICAL EXPRESSION, 2014, Goldsmiths, London. **Proceedings...** Goldsmiths: NIME, 2014. Disponível em: <http://nime2014.org/480_paper.pdf>. Acesso em: abril 2015.

THE CSOUND COMMUNITY. **A C-Based Audio Programming Language**. Massachusetts: Csound, 2015. Disponível em: <<http://www.csounds.com/>>. Acesso em: abril 2015.

VERCOE, B. L. The synthetic performer in the context of live performance. In: INTERNATIONAL COMPUTER MUSIC CONFERENCE, 1984, Paris, France. **Proceedings...** Paris: ICM, 1984. p 199-200.

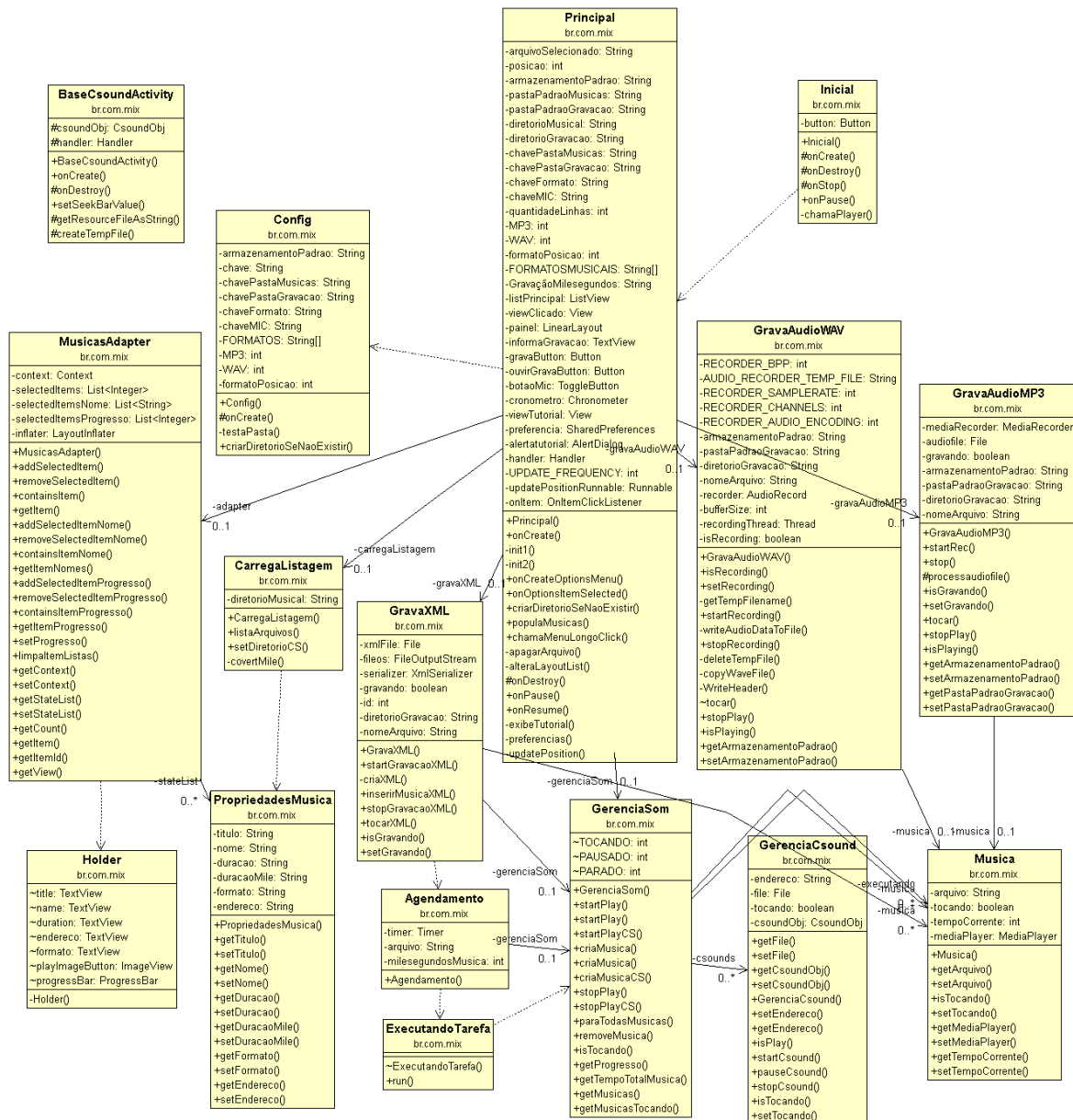
W3C. **HTML5**: A vocabulary and associated APIs for HTML and XHTML. [S.l.]: W3C, 2014. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/html5>>. Acesso em: abril 2015.

W3C. **Extensible Markup Language (XML)**. [S.l.]: W3C, 2015. Disponível em: <<http://www.w3.org/XML/>>. Acesso em: Abril 2015.

WEISER, M. **The Computer for the 21st Century**. [S.l.]: Scientific American Ubicomp, 1991. Disponível em: <<https://www.ics.uci.edu/~corps/phaseii/Weiser-Computer21stCentury-SciAm.pdf>>. Acesso em: abril 2015.

ANEXO <DIAGRAMA DE CLASSES>

A figura a seguir descreve o diagrama de Classes completo do mixDroid 2G CS.



Fonte: Elaborada pelo autor.

APENDICE – PRODUÇÃO BIBLIOGRAFICA

Trabalhos Relacionados

Este trabalho teve seus resultados parciais ou finais publicados em diferentes veículos. O presente trabalho tem como base essa pesquisa e se insere como contribuição ao campo da música ubíqua. Entre as principais produções do presente projeto podem-se citar alguns trabalhos de 2014:

FARIAS, FLÁVIO MIRANDA; KELLER, D.; FERREIRA, S. E.; PINHEIRO, S. F., LIMA, M. H., PIMENTA, M. S. & LAZZARINI, V. V UbiMus. **Suporte para a Criatividade Musical Cotidiana: mixDroid Segunda Geração**, Vitória - ES. UFES, outubro 2014.

FERREIRA, S, E.; FARIAS, FLÁVIO MIRANDA; KELLER, D.; F., PINHEIRO S.; LIMA, M. H.; PIMENTA, M. S.; LAZZARINI, V. III SIMA. **Criatividade musical cotidiana: engajamento, esforço cognitivo e personalidade**, Manaus- AM, novembro 2014.

FERREIRA, S. E.; KELLER, D.; FARIAS, FLÁVIO MIRANDA ; Pinheiro da Silva, F. ; Lazzarini, V. ; Pimenta, Marcelo S. ; LIMA, M. H. ; COSTALONGA, L. L. ; JOHANN, M.. **Marcação temporal em ambientes domésticos e comerciais: Estudo comparativo**. In: III Simpósio Internacional de Música na Amazônia, 2014, Manaus, AM. Proceedings of the III International Music Symposium in the Amazon (Anais do III Simpósio Internacional de Música na Amazônia) (SIMA 2014). Manaus, AM: Editora da UFAM, 2014. v. 1. p. 1-12.

KELLER, D.; FARIAS, FLÁVIO MIRANDA; E., FERREIRA S.; F., PINHEIRO S.; LIMA, M. H.; PIMENTA, M. S.; LAZZARINI, V. **A perspectiva cognitivo-ecológica em música ubíqua: Desafios do suporte à criatividade cotidiana**, São Paulo - SP, v. Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Música - ANPPOM, 2014a.

KELLER, D.; FARIAS, FLÁVIO MIRANDA; E., FERREIRA S.; PINHEIRO S., F.; LIMA, M. H.; PIMENTA, M. S.; LAZZARINI, V. Revista LINDA de tecnologia e eletroacústica. **NAP: A música ubíqua e as práticas criativas em tecnologia da informação**, p. 1, junho 2014b. Disponível em: <<http://linda.nmelindo.com/10-16-de-junho/>>. Acesso em: junho 2015.

Além disto, estão submetidos três artigos no ano de 2015 aguardando aprovação, sendo que todos os artigos tiveram como base esta pesquisa:

- FARIAS, FLÁVIO MIRANDA; KELLER, D.; FERREIRA, S. E.; PINHEIRO, S. F., LIMA, M. H., PIMENTA, M. S. & LAZZARINI, V. Revista internacional OPUS de conceito **A2** em música e **B2** como multidisciplinar: "**A estética da interação musical**" www.anppom.com.br/opus/ (primeiro autor);
- FARIAS, FLÁVIO MIRANDA; KELLER, D.; FERREIRA, S. E.; PIMENTA, M. S. & LAZZARINI, V. Journal international JCIT "**Bringing aesthetic interaction into creativity-centered design: The second generation of mixDroid prototypes**" <http://www.globalcis.org/jcit/home/index.html> (primeiro autor em inglês); e
- BESSA, WILLIAN RAMON BARBOSA; FARIAS, FLÁVIO MIRANDA; KELLER, D.; FERREIRA, S. E.; PIMENTA, M. S. & LAZZARINI, V. Simpósio Internacional de Música na Amazônia (IV SIMA) "**Soundsphere v.1.0 – documentação e análise dos primeiros testes**" 11 e 14 de novembro de 2015 em Porto Velho (RO) - <http://www.simaportovelho.unir.br> (coautor).