

Interfaces Musicais Digitais

Gabriel Lopes Rocha, graduando em Ciência da Computação
Flávio Luiz Schiavoni, Departamento de Ciência da Computação

RESUMO

A presença de tecnologias digitais dentro do fazer musical é hoje um espaço comum. Nós temos a inclusão de softwares e computadores na composição, produção e distribuição de músicas. Em alguns estilos musicais atuais, como é o caso do RAP e do Funk, a composição das músicas ocorre inteiramente através do computador, sem a presença de nenhum instrumento acústico. Neste contexto, este projeto teve como objetivo pesquisar o processo de design de Instrumentos Musicais Digitais (IMDs), que são definidos como instrumentos cuja produção sonora é realizada digitalmente. Um elemento importante da estrutura de IMDs é a camada de mapeamento, na qual se define a relação entre os gestos captados pela interface de entrada com as respostas dadas pela camada de síntese sonora. O mapeamento tem um grande impacto no design do IMD, de forma que mantendo a mesma interface e método de síntese, a troca do mapeamento é suficiente para produzir um instrumento completamente diferente. A nossa pesquisa em mapeamentos e design de IMDs teve como resultado dois projetos diferentes: o Universos Sonoros, um IMD para ser utilizado na sonorização de sessões de Role-Playing Game (RPG), um jogo de interpretação de papéis bastante famoso na cultura popular, e a Batucada Bit, um IMD desenvolvido com o objetivo de ser utilizado como instrumento musicalizador para o aprendizado de ritmos de batucada. Ambos os projetos foram implementados através do ambiente Pure Data (Pd), um ambiente de programação visual voltado para o domínio específico das artes digitais, em conjunto com a aplicação MobMuPlat que permite a criação de interfaces gráficas para que instrumentos desenvolvidos em Pd possam ser tocados através do celular.

INTRODUÇÃO

A tecnologia digital adquiriu um estado de ubiquidade nos mais diversos setores da sociedade de maneira que computadores e celulares estão presentes em quase todas as

atividades que realizamos no cotidiano, seja no contexto pessoal ou profissional. O universo musical não é uma exceção a essa realidade. Discutir a aplicação de tecnologia digital no fazer musical há algum tempo já deixou de ser algo revolucionário ou inovador para se tornar um espaço comum. Ao observarmos a indústria musical, podemos constatar que computadores estão presentes em todas as etapas do processo, desde a composição e produção até a distribuição e performance. A alfabetização digital se tornou uma questão importante para todas as pessoas que trabalham com música. Raramente um músico profissional interagirá unicamente com instrumentos acústicos, sem que em algum momento ele precise utilizar o computador para tocar, gravar, compor ou até mesmo no estudo de seu instrumento.

Assim, a pesquisa em Instrumentos Musicais Digitais (IMDs) adquire uma relevância cada vez maior à medida que fazer música através do computador deixa de ser uma alternativa para se tornar a norma. IMDs tratam-se de instrumentos cuja produção sonora é feita digitalmente[1]. Eles possuem uma estrutura dividida em três camadas: a camada de captação gestual, a de produção sonora e a de mapeamento.

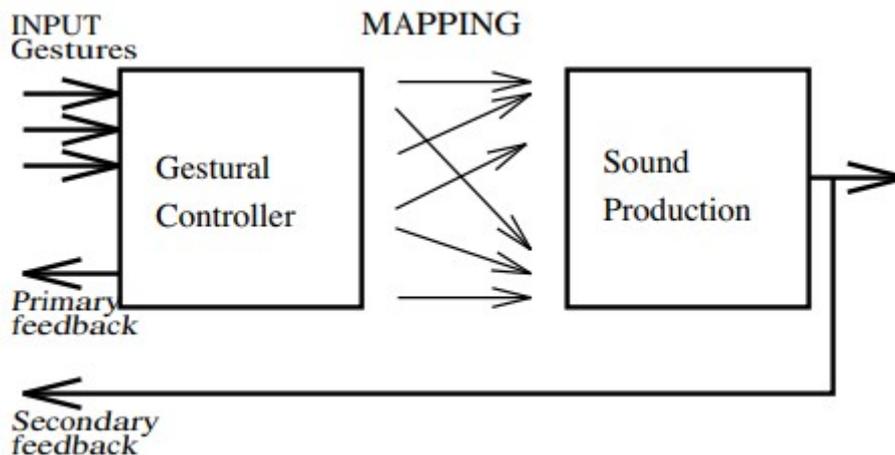


Figura 1: Diagrama de um IMD[1]

Para que o instrumentista consiga tocar, primeiro é necessário capturar os seus gestos. Isto é feito através da interface de entrada. A interface de entrada é definida como

uma superfície dotada de sensores. Diferentes tipos de gestos podem ser capturados para interagir com o instrumento. Podemos classificá-los entre gestos manipuladores, aqueles que requerem a interação com um objeto físico, e gestos livres, nos quais o instrumentista não interage com um objeto físico. Os gestos livres apresentam menos limitações do que os gestos manipuladores. Em contrapartida, IMDs que não requerem a interação com uma interface física carecem de feedback háptico. Quanto à produção sonora, existem diferentes métodos utilizados para fazer som através do computador, como a síntese por modelagem física, manipulação de sinais ou mesmo a reprodução de amostras de áudio pré gravadas[2]. Existem diversos sintetizadores disponíveis de maneira gratuita na internet, seja separadamente ou incluídos nos ambientes denominados Digital Audio Workstations(DAWs).

A camada de mapeamento interliga as outras duas camadas de maneira a definir a forma como os gestos realizados pelo instrumentista alteram o som que é gerado pelo instrumento. Este é um elemento muito importante a ser estudado, pois o método utilizado na elaboração do mapeamento afeta profundamente o instrumento resultante[3][4]. No caso dos instrumentos acústicos, uma vez que o som é resultado direto da energia aplicada sobre o corpo do instrumento, a relação entre gesto e resultado sonoro é determinada pelas leis da física. Isto faz com que essa relação seja naturalmente complexa e não linear. Caso o mapeamento de um IMD seja feito de uma maneira muito simplória, isto pode torná-lo pouco expressivo, o que o empobrece quanto instrumento musical. Por outro lado, um bom trabalho no design do mapeamento permite que um instrumento rico de expressividade possa ser desenvolvido mesmo a partir de uma interface simples e limitada[5]. Ao investigar o processo de design de IMDs, esse trabalho tomou como foco o estudo de mapeamentos, o que discutiremos com mais profundidade na próxima seção. Em seguida, apresentaremos os resultados de nossa pesquisa que foram o desenvolvimento de dois projetos: o Universos Sonoros e a Batucada Bit.

MAPEAMENTO, PERFORMANCE E EXPRESSIVIDADE

Ao desenvolvermos um instrumento musical, temos como objetivo que esse instrumento seja expressivo. Afinal, em um contexto artístico o processo é tão importante

quanto o resultado. Não tocamos um instrumento apenas porque desejamos ouvir música, para isso basta usar algum aparelho para tocar uma música gravada. Da mesma forma, ouvir o álbum de uma banda e escutá-la tocando ao vivo são experiências completamente diferentes. Muitos fatores afetam a expressividade durante a performance, inclusive ações e gestos não necessariamente relacionados a algum resultado musical. De toda forma, um instrumento deve ser complexo o suficiente para que o músico consiga transmitir intencionalidade a partir de sua habilidade treinada. Tal complexidade é bastante influenciada pela metodologia de mapeamento utilizada[2][3]. Assim, para estudar as melhores maneiras de trabalhar a camada de mapeamento, estudamos os conceitos de performance e expressividade.

Podemos entender a expressividade em dois momentos distintos: a expressividade de composição e a expressividade de performance. O compositor canaliza sentimentos e intenções no momento da composição de sua obra. O instrumentista ao fazer a sua interpretação adiciona sinais e nuances de maneira a destacar estas características[6]. Definimos o ato de adicionar tais sinais como ações de performance[7], gestos musicais realizados pelo instrumentista para tocar de maneira expressiva. Tais gestos incluem ações como mudanças na intensidade, articulação, entoação e tempo, que podem acontecer em diferentes níveis da estrutura musical. É importante destacar que os sinais utilizados para transmitir intenção ao tocar dependem de um vocabulário compartilhado entre instrumentista e público que varia de acordo com a cultura e repertório[6]. Através das ações performáticas é possível diferenciar as performances de dois instrumentistas interpretando uma mesma partitura.

Ao desenharmos o mapeamento de um IMD podemos fazê-lo de diversas maneiras que se dividem em classificações dependendo de como os parâmetros de controle captados pela interface estão relacionados com os parâmetros de síntese. Na classificação mais simples, o mapeamento um-para-um, cada parâmetro de controle está associado somente a um parâmetro de síntese. O problema deste método é que ele tende a resultar em instrumentos pouco exploráveis. Por um lado, isto pode ser uma vantagem, pois permite que o instrumento seja facilmente aprendido e dominado, de maneira que mesmo uma pessoa leiga consiga tocá-lo sem muito esforço. Entretanto, esta simplicidade impede que o

instrumentista possa desenvolver e aperfeiçoar a sua habilidade, como em instrumentos acústicos aos quais músicos dedicam uma vida inteira a aprendê-los.

Podemos utilizar outros métodos, como os mapeamentos um-para-muitos e muitos-para-um, ou o mais complexo muitos-para-muitos. Neste último método, um único parâmetro de controle pode afetar vários parâmetros de síntese e vice e versa. Este é o que mais se assemelha ao que acontece em instrumentos tradicionais. A vantagem deste método é gerar instrumentos onde o instrumentista pode aprendê-los de uma maneira exploratória. Em vez de tentar entender os efeitos que gestos isolados geram no som, usando uma forma analítica de pensamento, ele pode desenvolver uma compreensão intuitiva do instrumento estudando as respostas que acontecem à medida que interage com ele. Esta forma de holística de pensamento é mais adequada quando tocamos um instrumento musical[8]. Como exemplo, ao começarmos a aprender a tocar um violão, temos dificuldades ao ativamente processar ações como as posições dos dedos no braço do instrumento ou o ritmo das batidas. Começamos a melhorar quando tais ações se tornam mais naturais e automáticas, sem que seja necessário pensar em cada detalhe. Além disso, as ações de performance muitas vezes requerem o controle sutil de diversos parâmetros do som simultaneamente, o que é mais facilmente reproduzido em um mapeamento muitos-para-muitos.

Uma questão entretanto é que não é fácil chegar nestes mapeamentos complexos sem nenhum fator para se nortear. O mapeamento precisa ser complexo o suficiente para permitir a expressividade e explorabilidade, mas ainda precisa fazer sentido de maneira que tanto o instrumentista quanto a plateia consigam entender a relação entre gesto e resultado sonoro. Um possível caminho que encontramos para isso é o conceito de idiomática de um instrumento musical[9]. Idiomática neste contexto está relacionada às possibilidades e características intrínsecas de um instrumento que influenciam a maneira como tocamos e compomos para ele. Novamente no exemplo do violão, ele é um instrumento polifônico e permite tocar acordes, diferente de uma flauta que é um instrumento monofônico. Entretanto, a flauta como instrumento de sopro permite a sustentação de notas de acordo com o fôlego do instrumentista, o que o violão que é um instrumento de corda não permite. Uma composição pensada para flauta levará isso em consideração, assim como uma composição para piano considerará o papel das duas mãos ao tocar. Estas características

únicas de cada instrumento definem a sua idiomática. A idiomática também é influenciada pelo repertório a ser tocado, que varia o vocabulário de sinais usados nas ações performáticas como mencionamos.

Assim, o caminho para chegar no mapeamento de um IMD pode passar pela definição de sua idiomática, quais são as suas possibilidades e limitações e qual é o repertório a ser tocado. Podemos analisar, alterar e combinar a idiomática de instrumentos existentes para chegar no nosso próprio. Em nossa pesquisa, optamos por nos basear na em uma idiomática de estilo musical que já está inserido no contexto da tecnologia digital, que é a idiomática do DJ. Ao invés de implementar o IMD para um controle musical nota por nota, nos focamos na manipulação de melodias prontas, assim como um DJ em sua performance. Ou seja, manipulamos um fluxo contínuo pré definido de áudio ao invés de manipular evento por evento. Isto também se encaixa no paradigma do maestro, que guia os diversos conjuntos de instrumentos em uma orquestra a partir de uma melodia predefinida. A vantagem dessa abordagem, que mais se aproxima do mapeamento um-para-muitos, é que utilizar certos níveis de automação permite que o instrumentista foque o seu controle expressivo em níveis maiores da estrutura musical, embora ele perca o controle de elementos mais específicos.

PURE DATA E MOBMUPLAT

Nesta seção, descreveremos as tecnologias utilizadas neste trabalho. Começaremos pela apresentação do Pure Data[10]. Desenvolvido por Miller Puckette, o Pure Data, também conhecido como Pd, é um ambiente de programação visual voltado para o domínio específico das artes digitais. O objetivo do Pd é permitir que artistas e pesquisadores consigam desenvolver seus trabalhos de arte digital com pouco conhecimento em programação, sem a necessidade de escrever linhas de código. Através do Pd é possível realizar a criação e tratamento de áudio digital, imagens, vídeos, gráficos 2D e 3D e montar a comunicação das aplicações com interfaces de entrada e saída, sensores e atuadores com protocolos comuns na área de música computacional como o OSC e MIDI ou até mesmo protocolos de rede como o TCP e o UDP. A programação em Pd é realizada através da criação de diagramas de blocos conectados. Estes blocos possuem

diferentes tipos e funções como objetos, mensagens, números, listas, entre outros. As conexões indicam trocas de mensagens ou sinais de áudio digital. Um diagrama em Pd é chamado de patch. Os patches em Pd podem ser modularizados através da criação de subpatches permitindo assim uma melhor organização.

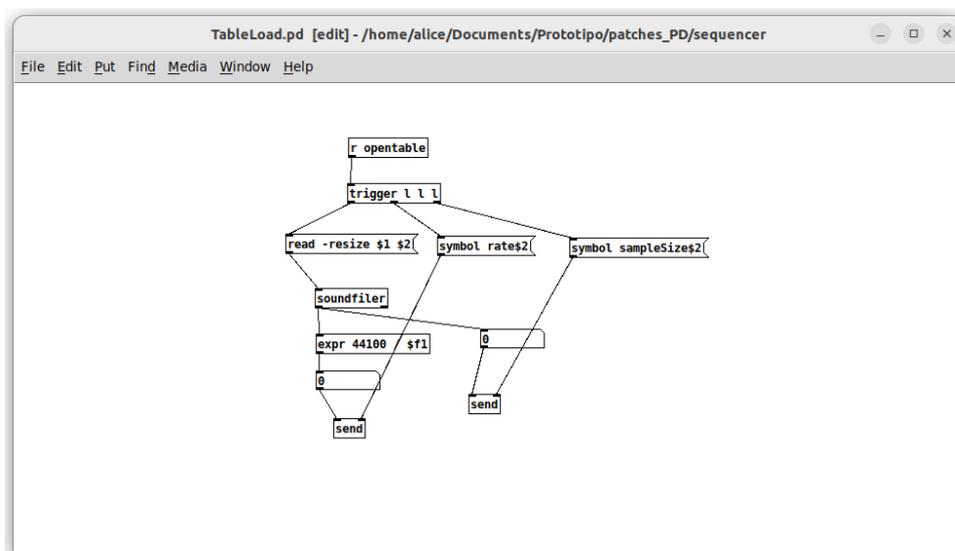
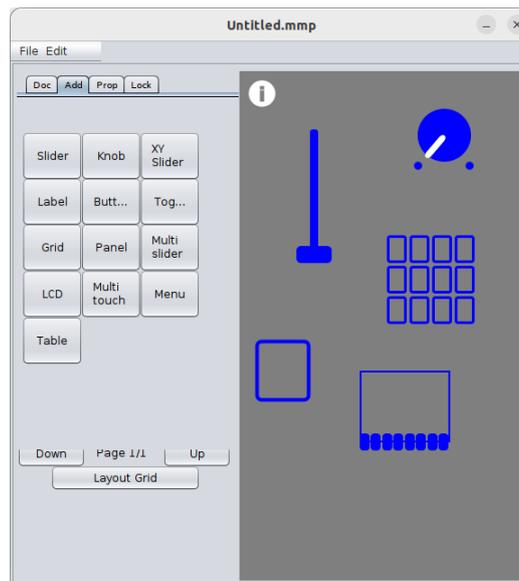


Figura 2: Exemplo de um patch do Pure Data

O MobMuPlat(Mobile Music Plataforma)[11] é um aplicativo disponível para iOS e Android desenvolvido por Daniel Iglesia. Através do MobMuPlat é possível importar e reproduzir instrumentos desenvolvidos em Pd pelo celular. As interfaces destes instrumentos podem ser desenvolvidas a partir de um editor disponibilizado em versões para Java e OSX. Os patches de Pd junto com a interface devem ser empacotados em um arquivo comprimido no formato “zip”. Este arquivo pode ser então importado para a aplicação de celular. O editor disponibiliza uma série de objetos de controle, como botões, controles deslizantes, painéis e menus, assim como elementos gráficos como imagens e caixas de texto que podem ser utilizados na composição da interface. A comunicação com os patches é implementada de maneira simples, utilizando objetos do próprio Pd. Embora o editor apresente algumas limitações, como a composição da interface depender dos objetos disponíveis e suas capacidades limitadas de customização, ele também traz vantagens

como a simplicidade e agilidade no processo de desenvolvimento. Isto somado às características do Pd quanto um ambiente de programação visual de domínio específico, faz com que esta combinação de ferramentas seja bastante adequada para um processo de prototipação.



*Figura 3: Editor de telas do
MobMuPlat*

UNIVERSOS SONOROS

O primeiro resultado que alcançamos com essa pesquisa foi o desenvolvimento do projeto Universos Sonoros, que surgiu do interesse do aluno por jogos de Role-Playing Game(RPG). O RPG, ou Jogo de Interpretação de Papeis em português, trata-se de um jogo onde os jogadores interpretam personagens dentro de uma história narrada por um jogador em especial que é denominado de “mestre” (do inglês Dungeon Master, ou Mestre da Masmorra). Para resolver conflitos dentro da história de maneira organizada e determinar o que cada personagem consegue fazer, os jogadores utilizam rolagens de dados cujas chances dependem do livro de regras utilizado. Existem diferentes livros com sistemas de regras para se escolher que se encaixam melhor em diferentes tipos de narrativa.

Como um jogo de natureza imaginativa, a imersividade possui um grande papel na qualidade da experiência[12][13]. A intenção é que os jogadores consigam experienciar a história narrada pelo mestre a partir de seus personagens. O objetivo do projeto Universos Sonoros foi a construção de um IMD que permitisse ao mestre construir a camada sonora de suas cenas de maneira a ampliar a imersividade dentro das sessões de jogo. Para isso, criamos uma representação das cenas que as divide em três diferentes camadas. A primeira trata-se da camada base que reúne os sons que estão presentes na cena de maneira contínua, como o som do vento, de uma tocha acesa ou da chuva caindo. A segunda camada é a de eventos esporádicos que ocorrem dentro da cena a partir de uma frequência aleatória, como o barulho de animais passando dentro de uma floresta ou grunhidos de monstros em uma caverna. A terceira camada é a de eventos de gatilho que se trata de sons causados por ações realizadas pelos jogadores ou personagens controlados pelo mestre.

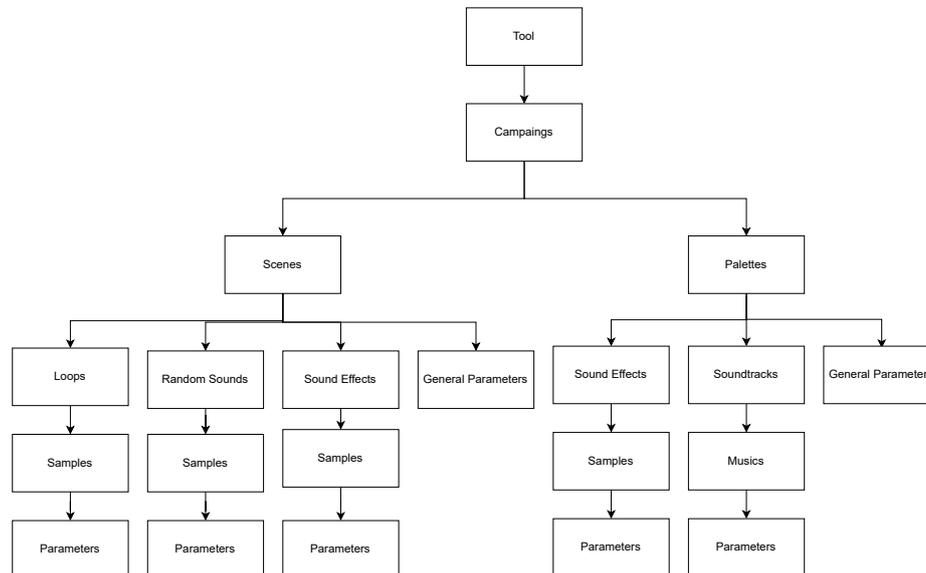


Figura 4: Modelo desenvolvido para o Universos Sonoros

Construímos um protótipo para testar estes conceitos de maneira a permitir que o mestre organize os recursos sonoros de cada cena a partir destas camadas e consiga transitar entre diferentes cenas de maneira automatizada. Dentro do IMD temos também o conceito de paletas, que servem para organizar recursos como trilhas sonoras e efeitos sonoros que

não estão necessariamente atrelados a uma cena. Este trabalho resultou em publicações que foram aceitas e apresentadas no XXII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital e no 8º Congresso Internacional de Arte, Ciência e Tecnologia e Seminário de Artes Digitais.

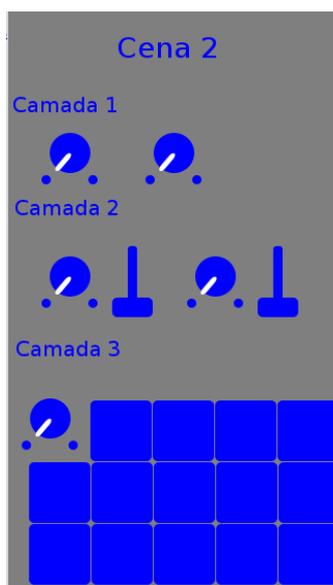


Figura 5: Exemplo de uma tela do Universos Sonoros

BATUCADA BIT

A Batucada Bit foi um projeto que surgiu a partir da colaboração com a discente Josiane Ribeiro, do departamento de Música da UFSJ e também orientanda do professor Flávio. A Josiane é uma percussionista e participa como regente de um projeto denominado Batucada das Minas[14]. A Batucada das Minas é um grupo feminista que busca discutir questões importantes com relação ao papel da mulher na sociedade a partir da música. A batucada reúne mulheres de diversas cores e contextos socioeconômicos da região de São João del-Rei e Tiradentes. Uma dificuldade encontrada neste contexto é a pouca disponibilidade de instrumentos musicais para as participantes. Nem todas possuem condições financeiras para adquirir os seus próprios instrumentos e a batucada possui recursos limitados e não existe a possibilidade de emprestar os instrumentos para as instrumentistas treinarem nas suas casas. Desta forma, iniciou-se uma conversa sobre a

possibilidade de confecção de um IMD para auxiliar as instrumentistas a estudar e gravar os ritmos aprendidos durante os ensaios.

Com o reaproveitamento de alguns recursos já implementados durante o projeto Universos Sonoros, como a possibilidade de manipular e tocar amostras de áudio, passamos a discutir as possibilidades de funcionamento de um IMD para este contexto. A Josiane então elaborou um rascunho de como desejava que fosse a interface e passamos para a implementação desta. É importante destacar que o objetivo deste IMD não foi a reprodução da idiomática dos instrumentos presentes na batucada, e sim uma interface prática e intuitiva para a representação e estudo dos ritmos. Assim, o IMD funciona como um sequenciador. Reunimos amostras de som de diferentes instrumentos percussivos. O IMD permite que a instrumentista selecione um instrumento e desenhe um ritmo a ser tocado a partir de um controle composto por quatro retângulos com quatro controles deslizantes cada. A posição dos controles nos retângulos denota o tempo da música enquanto a altura denota a intensidade da batida. É possível tocar diferentes instrumentos simultaneamente de maneira que permite montar uma batucada com o celular, o que originou o nome do projeto. Várias discussões importantes surgiram deste projeto como a possibilidade da utilização do computador como instrumento musicalizador[15] e a importância de espaços não-formais no ensino de música que resultaram no trabalho de conclusão de curso defendido pelo aluno.

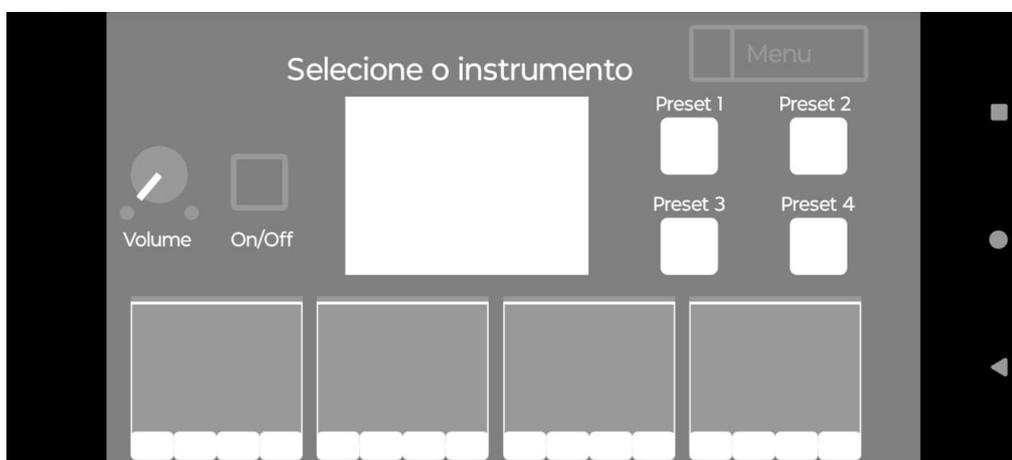


Figura 6: Exemplo de tela do Batucada Bit

CONCLUSÃO

Este relatório apresentou os resultados da nossa pesquisa sobre interfaces musicais digitais. Falamos sobre a relevância de tecnologias digitais no universo da música nos dias atuais e apresentamos conceitos importantes relacionados aos IMDs, com um importante foco no processo de desenvolvimento da camada de mapeamento. Mostramos como a trajetória da nossa pesquisa nos levou a investigar os conceitos de performance, expressividade e idiomática de instrumentos musicais. Discutimos como o conceito de idiomática num contexto musical pode auxiliar na confecção da camada de mapeamento em IMDs. Por fim, mostramos os resultados práticos da nossa pesquisa a partir dos projetos Universos Sonoros e Batucada Bit.

Discussões muito importantes surgiram a partir desta pesquisa que culminaram no tema do trabalho de conclusão de curso definido pelo aluno. A aplicação de IMDs como instrumentos musicalizadores é uma discussão muito interessante com aplicações relevantes na sociedade. O ensino de música tem um papel importante no processo de educação dos indivíduos e muitas escolas públicas não possuem os instrumentos musicais necessários para que isto aconteça. A possibilidade de implementação de IMDs para este fim a partir de interfaces baratas ou de alta disponibilidade como computadores e celulares pode ser uma alternativa para este problema. Muitas destas escolas possuem laboratórios de informática que não são utilizados e uma boa parte dos alunos possuem acesso a algum celular. Logo, como trabalhos futuros temos o objetivo de avaliar a aplicabilidade desta pesquisa e dos artefatos que desenvolvemos dentro deste cenário.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os moradores do apartamento 201 da Moradia Universitária por serem meus companheiros leais nessa jornada que é a graduação. Agradeço ao Professor Flávio Schiavoni pela paciência e dedicação em minha orientação. Agradeço também à

PROAE por me dar o suporte necessário para continuar estudando nesta universidade e também a PROPE / UFSJ pelo apoio financeiro a este projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Miranda, Eduardo Reck, and Marcelo M. Wanderley. "New digital musical instruments: control and interaction beyond the keyboard." Vol. 21. *AR Editions*, Inc., 2006.

[2] ROADS, C. The computer music tutorial. [S.l.]: MIT press, 1996.

[3] Hunt, Andy, Marcelo M. Wanderley, and Ross Kirk. "Towards a model for instrumental mapping in expert musical interaction." *ICMC*. 2000.

[4] Hunt, Andy, Marcelo M. Wanderley, and Matthew Paradis. "The importance of parameter mapping in electronic instrument design." *Journal of New Music Research* 32.4 (2003): 429-440.

[5] ROCHA, G. L.; SCHIAVONI, F. L. Just push play! - expressividade e idiomática de instrumentos musicais digitais. *Revista Eletrônica de Iniciação Científica em Computação*, v. 20, n. 4, dez. 2022

[6] Dobrian, Christopher, and Daniel Koppelman. "The 'E' in NIME: musical expression with new computer interfaces." (2006).

[7] KIRKE, A.; MIRANDA, E. R. Guide to computing for expressive music performance. [S.l.]: Springer Science & Business Media, 2012.

- [8] Hunt, Andy, and Ross Kirk. "Mapping strategies for musical performance." *Trends in gestural control of music* 21.2000 (2000): 231-258.
- [9] Jordão, M. D. B. R.; Rocha, G. L.; Schiavoni, F. L. A idiomática do instrumento como fator para a criação de instrumentos musicais digitais e performances musicais digitais. In: Anais do 7º Congresso Internacional de Arte, Ciência e Tecnologia e Seminário de Artes Digitais 2022. Belo Horizonte - MG: EDUEMG - Editora da Universidade do Estado de Minas Gerais, 2022. p. 593–608.
- [10] Puckette, M. et al. (1996). Pure data: another integrated computer music environment. Proceedings of the second intercollege computer music concerts, pages 37–41.
- [11] Iglesia, D. (2016). The mobility is the message: The development and uses of mobmuplat. In Pure Data Conference (PdCon16). New York.
- [12] de Oliveira Ribas, N. and Teixeira, N. S. (2016). Design sonoro no rpg de mesa: Uma estratégia para imersão. *Blucher Design Proceedings*, 2(9):3499–3509.
- [13] Mäyrä, F. and Ermi, L. (2011). Fundamental components of the gameplay experience. *Digarec Series*, (6):88–115.
- [14] Oliveira, I. F.; Miranda, Z. C. de. Batucada das minas: a sororidade do batuque. In: Caderno de Resumos: Sonoridades fronteiriças - II Conferência Internacional de Pesquisa em Sonoridades. [s.n.], 2021. p. 146–147
- [15] Jordão, Matheus; Ribeiro, Josi; Schiavoni, Flávio. "O computador como instrumento



Universidade Federal
de São João del-Rei

apresenta:

XXII
Congresso de Produção
Científica e
Acadêmica
da UFSJ

**"Universidade, Sustentabilidade
e Desenvolvimento:
Conexões para os ODSs".**

musicalizador". In: Anais do VIII Congresso sobre Tecnologias na Educação. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2023. p. 340–349.