

GESTO, LINGUAGEM E MAPEAMENTO EM INSTRUMENTOS MUSICAIS DIGITAIS

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

RESUMO

Expressividade é um conceito de grande importância dentro do contexto de fazeres artísticos, como a atividade de tocar um instrumento musical. Computadores têm sido uma ferramenta poderosa no universo de criação musical, pois trazem facilidades e possibilidades bastante apreciadas por profissionais da área. Entretanto, embora o processo de composição e tratamento de melodias possa ser feito de maneira satisfatória através da interação tradicional entre humano e máquina, mouse e teclado, performances em tempo real exigem métodos de entrada mais sofisticados. Este trabalho analisa a utilização de interfaces não convencionais e o relacionamento das entradas fornecidas com os parâmetros de produção sonora. Mostramos que para adquirir o nível de expressividade necessária em um Instrumento Musical Digital, o conceito de mapeamento deve ser pensado de maneira a extrapolar a noção comum de precisão e eficiência. Precisamos fornecer ao instrumentista as possibilidades de controle necessárias para realizar a sua performance de maneira a traduzir intenções e sentimentos. Isto requer um grau de complexidade capaz de tirar vantagem de habilidades treinadas permitindo uma manipulação sutil e íntima do instrumento. Com este objetivo, analisamos o conceito de expressividade musical e estudamos técnicas de mapeamento para relacionar linguagem, gesto e resultado sonoro.

INTRODUÇÃO

Um Instrumento Musical Digital (IMD) trata-se de um dispositivo composto por uma interface de controle e uma unidade de produção sonora. Em instrumentos acústicos o

Realização:

Assessoria para
Assuntos Internacionais

Pró-Reitoria de
Extensão e Assuntos
Comunitários

Pró-Reitoria de
Ensino de Graduação

Pró-Reitoria de
Pesquisa e Pós-Graduação

 **CNPq**
Conselho Nacional de Desenvolvimento
Científico e Tecnológico

 **CAPES**

Ministério da
Educação

resultado sonoro é produto direto da interação do corpo do músico com o material acústico do instrumento. A energia dos gestos utilizados pelo instrumentista é traduzida em ondas sonoras que são moldadas e amplificadas pelo corpo ressonante do instrumento. Desta forma, a relação entre gesto e resultado sonoro é predeterminada e moldada por leis da física. Existem instrumentos musicais que evoluíram com estruturas de controle mais complexas do que a simples manipulação do corpo vibratório do mesmo, como é o caso do piano. Neste instrumento, tocar uma nota não é resultado direto de fazer a corda do instrumento vibrar, existe um mecanismo interno que é acionado a partir do ato de pressionar uma tecla. No caso de IMDs existe uma situação semelhante. A interface utilizada em instrumentos musicais digitais nada mais é do que um objeto equipado com um conjunto variável de sensores capazes de captar gestos do instrumentista. Estes conjuntos de variáveis serão enviados através de sinais contendo informações que serão recebidos pelo computador. Tais sinais serão processados e traduzidos em ações que devem ser realizadas por um sintetizador. Assim, a geração de som é feita digitalmente sendo guiada pelas informações recebidas através da interface. Vários parâmetros sonoros como tom, intensidade, envelope e as várias qualidades do timbre podem ser manipulados de acordo com a sua disponibilidade no algoritmo do sintetizador. Este tipo de relação independente é bem vinda pois traz diversas possibilidades no desenvolvimento de novos instrumentos. O projetista de um instrumento tem a liberdade de escolher o método de síntese sonora e com isso o tipo de som a ser gerado como resultado sonoro do instrumento. Junto com a utilização de filtros, um sintetizador disponibiliza um grande conjunto de parâmetros para se trabalhar. Adicione isso à programabilidade, a facilidade com que esta organização pode ser alterada e refinada e podemos entender o quão vasto este universo pode se tornar. Esta separação entre gesto e resultado sonoro característica de IMDs cria o que chamamos de uma estrutura tripartite. Entre a camada formada pela interface de controle e a formada pela produção sonora existe uma terceira camada virtual que chamamos de mapeamento. O mapeamento[1][2] trata-se da relação entre o conjunto de parâmetros de controle

Realização:

Assessoria para
Assuntos Internacionais

Pró-Reitoria de
Extensão e Assuntos
Comunitários

Pró-Reitoria de
Ensino de Graduação

Pró-Reitoria de
Pesquisa e Pós-Graduação

 **CNPq**
Conselho Nacional de Desenvolvimento
Científico e Tecnológico

 **CAPES**

Ministério da
Educação



O papel da Ciência no

enfrentamento às crises

captados pelos sensores e o conjunto de parâmetros de síntese, disponibilizados pelo sintetizador. Quanto a essa relação, destaca-se três maneiras que ela pode ser feita. No mapeamento um-para-um, ou mapeamento direto, atribui-se um parâmetro de comando para cada parâmetro de síntese. Isto torna o IMD fácil de compreender e manusear, mas esta simplicidade tende a torná-lo pouco interessante. O mapeamento um-para-vários, ou divergente, conecta um só parâmetro de controle a vários parâmetros de síntese. Desta forma, grandes transformações podem ser feitas no som do instrumento com um esforço reduzido. A desvantagem deste mapeamento está no fato que o ajuste fino nos parâmetros abrangidos é dificultado pela limitação da entrada. O terceiro mapeamento é o vários-para-um, ou convergente. Neste, mais de um sinal de controle manipula um parâmetro de síntese, o que amplifica a liberdade de manipulação. Por último temos a junção das estratégias apresentadas acima, chamada mapeamento muitos-para-muitos, ou cruzado. Esta é a forma que mais se assemelha à organização vista em instrumentos acústicos onde as interações entre gesto e resultado sonoro são complexas e não lineares. Cada parte do controle afeta mais de uma característica do som ao mesmo tempo que a mesma característica depende de várias partes do controle. A motivação do desenvolvimento de IMDs surge da possibilidade de utilizar um computador para performances musicais ao vivo. Em contraposição a elaborar uma peça que será executada de maneira imutável, a interação em tempo real permite ao músico se comunicar e reagir ao público. Devido à natureza desta ação, torna-se importante entrar em uma discussão estética que vai além dos conceitos de facilidade, precisão e eficiência normalmente abordados em interação humano-computador. Teclado e mouse são as interfaces padrões atualmente e são bastante eficazes nas tarefas mais comuns em computadores. No entanto, com o objetivo de um fazer artísticos, estes dispositivos de entrada se mostram bastante limitados. A discussão que aborda a utilização de novas interfaces, assim como o mapeamento utilizado para dar significado aos gestos do artista, tem como foco a expressividade musical. Este é o um conceito de grande importância

Realização:

Assessoria para
Assuntos Internacionais

Pró-Reitoria de
Extensão e Assuntos
Comunitários

Pró-Reitoria de
Ensino de Graduação

Pró-Reitoria de
Pesquisa e Pós-Graduação



Ministério da
Educação



O papel da Ciência no

enfrentamento às crises

para a nossa pesquisa pois determina o nosso objetivo. As técnicas e estratégias apresentadas são utilizadas para alcançar este fim.

EXPRESSIVIDADE MUSICAL

Música tem a capacidade de transmitir significado e sentimento a partir de suas características. Tal significado é primeiramente definido pelo compositor que a escreveu, no caso de uma peça pronta. Mas mesmo que o intérprete se oriente pelas especificações contidas na partitura, ele ainda possui liberdade de escolha dentro de sua execução. Ele pode adicionar forma ao material original com ações sutis que evidenciam e adicionam valor expressivo à música. Músicos diferentes chegam a diferentes resultados ao tocarem uma mesma partitura e nestas diferenças encontra-se a performance enquanto prática musical e a expressividade musical como um dos atributos presentes na performance. Variações aparecem mesmo que um único indivíduo toque a mesma partitura várias vezes sendo o mais comum, entre músicos profissionais, existir uma consistência clara de intencionalidade em diversas execuções de uma mesma peça. É possível transmitir intencionalidade na performance ao manifestar valores subjetivos como melancolia, solenidade ou euforia. Assim como na linguagem, a transmissão desta intencionalidade depende de que o músico e o ouvinte compartilhem o entendimento de determinados significados. Tais significados estão associados a valores culturais que podem variar de acordo com o instrumento, gênero musical e localidade. Portanto, expressividade musical neste caso pode ser entendido como características da performance que não estão contidas ou extrapolam as notações presentes na partitura. A manipulação sutil de parâmetros como ataque, duração, intensidade, articulação, entonação, vibrato e timbre geram variações na interpretação da música que enriquecem a performance. O livro *Guide to Computing for Expressive Music Performance* [3] define as ações que envolvem estas manipulações como “ações de performance”. Existem várias ações de performance padrões reconhecíveis. Um exemplo é diminuir o ritmo da música à medida que ela

Realização:

Assessoria para
Assuntos Internacionais

Pró-Reitoria de
Extensão e Assuntos
Comunitários

Pró-Reitoria de
Ensino de Graduação

Pró-Reitoria de
Pesquisa e Pós-Graduação



Ministério da
Educação



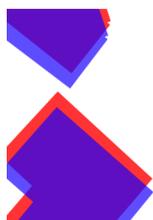
O papel da Ciência no

enfrentamento às crises

aproxima de seu fim. Outro trata-se de utilizar articulação expressiva como staccato (dinâmica curta e acentuada) e legato (dinâmica suave). Estas ações podem ocorrer em níveis diferentes na hierarquia musical. Vibrato e entonação, em instrumentos que permitem estas, ocorrem a nível de nota. Variações no tempo com aceleração e desaceleração ocorrem em arco entre partes da da estrutura como frases ou sessões, para destacá-las. Variações de dinâmica ocorrem de maneira semelhante denotando relações entre notas, frases e afins. É importante ressaltar portanto que a existência da possibilidade de controle por si só não possibilita expressividade[4]. Existe uma complexibilidade intrínseca na linguagem utilizada pelo músico para comunicar suas intenções. Ações performáticas envolvem o controle em tempo real de diversos parâmetros simultaneamente, e isto deve ocorrer de uma maneira natural que não o sobrecarregue. Isto exige uma interface integrada com um mapeamento que permita esta execução. Uma interface como essa pode não ser intuitiva em um primeiro contato e exigir um nível de treinamento para a sua utilização. Músicos demoram anos para dominar um determinado instrumento e esta experiência adquirida influencia o nível de expressividade que ele é capaz de alcançar em sua performance musical. Outros fatores como a existência de um repertório trabalhado e uma comunidade que interage e desenvolve esta técnica relacionada ao repertório contribuem para a evolução do instrumento ao longo dos anos. Os próprios gestos envolvidos no ato de tocar são capazes de influenciar a percepção da plateia e fazem parte da expressão. Assim, o relacionamento entre gesto e resultado sonoro, ou mapeamento, precisa levar um conjunto de fatores em consideração. Entre eles, mas não só, precisão e eficiência.

MAPEAMENTO

Com a importância da expressividade na música em mente e compreendendo que para alcançá-la é necessário mais do que a possibilidade de controlar parâmetros sonoros, o processo de mapeamento precisa receber a atenção devida. Instrumentos



Realização:

Assessoria para
Assuntos Internacionais

Pró-Reitoria de
Extensão e Assuntos
Comunitários

Pró-Reitoria de
Ensino de Graduação

Pró-Reitoria de
Pesquisa e Pós-Graduação



Ministério da
Educação



acústicos em geral tem a vantagem do som ser resultado direto da energia do gesto. Isto facilita o desenvolvimento de uma relação íntima entre instrumentista e instrumento. Em um violão, a corda que você toca junto com a posição no braço em que ela está pressionada determina a nota. Para além disso, a força e posição com que os seus dedos atingem a corda influenciam na dinâmica e timbre simultaneamente. Movimentos executados no braço também podem produzir som ou influenciar o som tocado. Instrumentistas experientes possuem técnicas que se valem destas relações para alcançar resultados sonoros únicos. Após aprendidos, estes gestos são executados naturalmente e o ato de tocar flui de maneira harmoniosa. É comum que em IMDs a relação entre parâmetros de síntese e de controle seja feita de maneira um-para-um. O resultado disso é um instrumento simples, mas que não atende às necessidades de exploração da capacidade do sintetizador. Uma alusão simples neste caso é um brinquedo infantil que simula um teclado. Embora ele seja capaz de produzir som, não pode ser considerado um instrumento completo. A simplicidade faz com que seja fácil tocá-lo, mas não há nada a ser aprendido através da experiência. É necessário entender os tipos de gestos que surgem na interação com o controle de seu IMD. Estes gestos devem se relacionar a resultados sonoros de maneira significativa e suficientemente complexa para gerar desafio e aprendizado. A escolha de mapeamento tem a capacidade de definir a personalidade de um IMD pois tem grande impacto no nível de engajamento que um instrumentista terá ao tocá-lo. Hunt et al[2] apresentam alguns experimentos cujos resultados são interessantes para esta discussão. No primeiro, mais simples, foi utilizado um módulo MIDI com dois sliders como controle e o som provinha de um oscilador com frequência e amplitude variáveis. Um mapeamento direto foi estabelecido entre os sliders de entrada e os dois parâmetros do sintetizador. Outro mapeamento foi criado onde o som dependia da taxa de variação da posição de um slider. O segundo slider controlava a frequência, mas dependia da posição atual do primeiro. Seis usuários puderam manipular as duas configurações à vontade. O resultado foi impactante. O primeiro mapeamento falhou em despertar interesse, as pessoas compreendiam o controle e logo o

Realização:

Assessoria para
Assuntos InternacionaisPró-Reitoria de
Extensão e Assuntos
ComunitáriosPró-Reitoria de
Ensino de GraduaçãoPró-Reitoria de
Pesquisa e Pós-Graduação CNPq
Conselho Nacional de Desenvolvimento
Científico e Tecnológico CAPESMinistério da
Educação

abandonavam. O segundo conseguiu gerar maior empolgação, embora a princípio fosse difícil entender o seu funcionamento. Com pouco tempo os usuários pegavam o jeito da interface e alcançavam o resultado desejado. Eles afirmaram que o segundo mapeamento se parecia muito mais com um “instrumento de verdade”. Isso nos leva ao importante entendimento que esforço é importante para um IMD. O segundo experimento é mais completo e encontra-se em mais detalhes no trabalho de [5]. Três interfaces diferentes foram testadas. A primeira consistia de de um conjunto de sliders exibidos na tela de um computador e acessíveis através de um mouse. A segunda contava com um módulo MIDI com os sliders físicos. Ambas utilizavam um mapeamento um-para-um. A terceira combinava o uso do mouse e do módulo MIDI, possuía uma séries de mapeamentos muitos-para-muitos além de requerer movimento constante para tocar. Os usuários receberam uma série de tarefas que envolviam copiar sons produzidos pelo computador. Os resultados foram anotados ao longo de semanas. Uma conclusão importante apresentada foi que os resultados foram melhores nas tarefas mais complexas ao utilizar a terceira interface. As primeiras duas interfaces geraram resultados ligeiramente melhores em tarefas fáceis. Porém, ao longo do tempo os usuários se adaptaram ao uso da terceira interface e conseguiram melhorar em todos os testes. Estes resultados reforçam a ideia de que ações de performance sofisticadas necessitam um mapeamento mais complexo. Alcançar um alto nível de controle expressivo exige a manipulação simultânea de vários parâmetros de síntese. Isto se mostra extremamente difícil em um mapeamento um-para-um onde cada parâmetro precisa ser controlado individualmente. Tocar um instrumento deve ser uma ação que ocorre de maneira holística e não analítica [5]. Assim, o instrumentista deve, através de treinamento, desenvolver uma conexão intuitiva com o instrumento. A relação entre o resultado desejado e o gesto deve surgir naturalmente, sem sobrecarregar a mente do músico. No experimento citado anteriormente muitos usuários se sentiam frustrados com as interfaces mais simples pois, embora soubessem exatamente o que fazer, eles não conseguiam. A terceira interface consegue resultados melhores porque implementa controles simultâneos. O usuário gasta

Realização:

Assessoria para
Assuntos InternacionaisPró-Reitoria de
Extensão e Assuntos
ComunitáriosPró-Reitoria de
Ensino de GraduaçãoPró-Reitoria de
Pesquisa e Pós-Graduação CNPq
Conselho Nacional de Desenvolvimento
Científico e Tecnológico CAPESMinistério da
Educação



O papel da Ciência no

enfrentamento às crises

mais tempo tentando conectar gestos e resultados do que pensando racionalmente na ação.

PROTOTIPAÇÃO

Nossa escolha de interface para o desenvolvimento de um IMD foi o controle de videogame do tipo Dual Analog originalmente desenvolvido pela Sony para o seu console Playstation. Esta decisão possui algumas vantagens e desvantagens. O lado negativo é a quantidade limitada de sensores disponíveis nesta interface. Os botões do controle atuam de maneira binária e não captam a força utilizada ao pressioná-los. Os únicos controles contínuos se encontram no par de alavancas analógicas. Estas possuem alguns problemas com relação à sensibilidade e são limitadas pelo fato de serem auto-centradas. Entretanto, superar estas dificuldades através de técnicas de mapeamento se alinha com o objetivo do projeto. O controle também possui os seus atrativos. Em primeiro lugar ele é barato e fácil de se conseguir. Isto contribui para a possível popularização do instrumento. Construir uma interface semelhante geraria um maior gasto e exige mais esforço e conhecimento em eletrônica e microeletrônica. Um controle de videogame genérico desse modelo pode ser facilmente encontrado em qualquer cidade com o recurso de conectá-lo com computador via entrada USB. Além disso, esta é uma interface de conhecimento comum para pessoas que estão habituadas com jogos eletrônicos. Videogames atualmente tem grande impacto na cultura popular e um grande número de pessoas já possui um certo nível de habilidade em manuseá-la. O conceito de utilizar um controle de videogame para tocar música tem ainda um grande impacto estético. O autor teve a oportunidade de utilizar um instrumento desenvolvido com este controle em uma performance chamada “O Chaos das Cinco”, fruto do trabalho conjunto do laboratório de pesquisa ALICE que ele participa e o grupo Movère do curso de Teatro da UFSJ. O projeto foi idealizado e orientado pelos professores Flávio Luiz Schiavoni do departamento de Ciência da Computação e Adilson Siqueira do departamento de Teatro. A performance

Realização:

Assessoria para
Assuntos Internacionais

Pró-Reitoria de
Extensão e Assuntos
Comunitários

Pró-Reitoria de
Ensino de Graduação

Pró-Reitoria de
Pesquisa e Pós-Graduação



Ministério da
Educação



O papel da Ciência no

enfrentamento às crises

possuía três camadas, uma sonora através de trilhas e instrumentos tocados ao vivo, uma visual gerada através da utilização de projetores e a performance executada pelos artistas. O público demonstrou grande interesse ao ver um controle de videogame sendo utilizado para tocar. A presença dessa interface influenciou na interpretação da performance com comentários interessantes como a impressão de o autor estar controlando os artistas. Neste instrumento foi utilizado um patch do programa Pure Data com duas configurações distintas como sintetizador. Uma delas permitia tocar um conjunto de samples que estava associado aos botões. A alavanca analógica permitia controlar a velocidade de execução e dava a opção de tocar ao contrário. A segunda permitia a manipulação de um sintetizador FM através de alguns mapeamentos um-para-muitos onde os botões alteravam parâmetros de síntese e envelope. A alavanca analógica permitia a manipulação de filtros associados a cada um de seus eixos. Este instrumento foi desenvolvido em colaboração com o professor Rogério Tavares do departamento de Música da UFPel. Na tentativa de empregar os conceitos de mapeamento apresentados, projetamos um instrumento que recebeu o nome de “Hadouken Music”. Ao trabalhar com uma interface alternativa como o controle de videogame temos o problema de ela não se assemelhar a nenhum instrumento existente. É difícil alcançar uma boa organização de mapeamento sem ter nada no que se basear. Por esta razão decidimos nos basear no conjunto de gestos que já são associados a este controle. Nós já possuímos um padrão de mapeamento que é comumente utilizado no contexto de jogos eletrônicos. Ações como “apertar para cima pula” ou “apertar duas vezes para frente faz correr”. Mais especificamente nos inspiramos no controle dos jogos de luta famosos na época do fliperama como o Street Fighter. Nestes, cada botão é utilizado para executar um tipo de golpe, como chutes e socos. Entretanto, o golpe executado depende da posição da alavanca analógica ou do direcional. Além disso, movimentos especiais podem ser alcançados através de “combos”, sequências de botões e movimentos dos direcionais que precisam ser realizados no tempo certo. A ideia é que os botões do controle possam disparar notas no sintetizador. Sequências de ações

Realização:

Assessoria para
Assuntos Internacionais

Pró-Reitoria de
Extensão e Assuntos
Comunitários

Pró-Reitoria de
Ensino de Graduação

Pró-Reitoria de
Pesquisa e Pós-Graduação



Ministério da
Educação

executadas na alavanca analógica, como os “combos” no Street Fighter, podem então serem utilizadas como mapeamentos um-para-muitos para alterar vários parâmetros simultaneamente como envelope, dinâmica e timbre. Adicionalmente, a segunda alavanca é utilizada para a manipulação de filtros, o que adiciona as possibilidades expressivas. Estes filtros sonoros estão associados aos eixos, mas podem ser selecionados através dos botões direcionais e também manipulados através do gesto de rotacionar a alavanca. A ideia é que ao aplicar esta forma de controle no mapeamento, seja possível se aproveitar das habilidades já treinadas[6] de jogadores experientes e direcioná-las para o contexto musical. Bons resultados foram obtidos através do “Hadouken Music”. No entanto, embora ele pudesse ser utilizado como parte de uma performance, chegamos à conclusão que ele sozinho não seria o suficiente para sustentar a apresentação de um concerto solo. Em nosso projeto mais recente, desejamos criar um instrumento mais versátil, que se aproxime mais do paradigma de um DJ. O livro *Guide to Computing for Expressive Music Performance* apresenta em seu segundo capítulo um estudo sobre alguns sistemas de música interativa. Escutar música é um hábito comum e as pessoas tendem a interagir com o som que estão ouvindo, seja dançando ou cantando junto. Estes sistemas permitem que essa relação não seja mais unilateral e que a expressividade do ouvinte possa influenciar o que está sendo tocado. O interessante neste caso é que o computador tem um nível definido de autonomia. O usuário tem acesso a um grupo de parâmetros enquanto outros estão fixados. E ele pode ter acesso direto a parâmetros, como tonalidade, dinâmica e articulação, ou também um acesso em mais alto nível através de modelos que os agrupam. Neste sentido existe uma troca entre liberdade e eficiência a ser levada em consideração. A automação de certas ações limita o nível de controle, mas cria novas possibilidades na relação entre gesto e resultado sonoro. Para alcançar este objetivo, estamos trabalhando com a ideia de implementar um IMD que funcione como uma máquina de estados. Ele exigirá um estado de preparação onde são definidos as trilhas, os instrumentos, os efeitos e as ações performáticas. Em outro estado ele funcionará como um sequencer que permite iniciar, parar e gravar trilhas, além de

Realização:

Assessoria para
Assuntos InternacionaisPró-Reitoria de
Extensão e Assuntos
ComunitáriosPró-Reitoria de
Ensino de GraduaçãoPró-Reitoria de
Pesquisa e Pós-GraduaçãoMinistério da
Educação

manipular as trilhas que já estão tocando com manipulações de tempo, dinâmica, tonalidade e efeitos. Por último ele permitirá que se selecione um instrumento para improvisar sobre a textura sonora criada. Esta implementação depende da interação entre sintetizadores, sequencers e o código que manipula o protocolo de comunicação utilizado para o controle. Uma possibilidade que estudamos é trabalhar com uma plataforma de Live Coding. Este é um tipo de música tocada ao vivo através da manipulação de código. Os ambientes para execução de live coding possuem APIs que permitem instanciar, manipular e tocar através de sintetizadores e manipular samples. Melodias são compostas através de linhas de comandos e utilizam laços de repetição, condicionais e estruturas de dados. Exemplos de plataformas são o Super Collider e o Sonic Pi. Em muitas delas é possível que o seu código se comunique com o backend através de protocolos de comunicação musical como o OSC.

CONCLUSÃO

O desenvolvimento de IMDs é uma área de pesquisa multidisciplinar que abrange conceitos de programação, Engenharia, Computação Musical, Interação Humano Computador e Arte. Apresentamos neste trabalho o conceito de expressividade musical e como ele é importante para o desenvolvimento de instrumentos digitais. Discutimos a utilização de interfaces alternativas, o conceito de mapeamento e sua importância para alcançar a expressividade. A estratégia de mapeamento deve ser trabalhada de maneira a permitir um instrumentista experiente tirar proveito do seu treinamento com a interface para realizar a sua performance. Desta forma, experiência e esforço são elementos importantes tanto para despertar o interesse dos músicos quanto para alcançar expressividade. Apenas através do refinamento de suas habilidades o instrumentista é capaz de manifestar o controle sutil e sensível de parâmetros de som em ações de performance. O instrumento deve ser complexo o suficiente para permitir este refinamento, ele deve ser explorável possuindo uma boa curva de aprendizado. O

Realização:

Assessoria para
Assuntos Internacionais

Pró-Reitoria de
Extensão e Assuntos
Comunitários

Pró-Reitoria de
Ensino de Graduação

Pró-Reitoria de
Pesquisa e Pós-Graduação

 **CNPq**
Conselho Nacional de Desenvolvimento
Científico e Tecnológico

 **CAPES**

Ministério da
Educação

mapeamento tem um papel de extrema importância em toda esta estrutura.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Professor Flávio Schiavoni pela paciência e dedicação em minha orientação. Agradeço a todos os moradores que estão atualmente ou passaram pelo apartamento 201 da moradia universitária da UFSJ por terem feito parte da minha história na universidade e terem me ajudado em tantos momentos importantes. Agradeço a todos os membros do laboratório de pesquisa ALICE por me acompanharem neste grande universo que é a área de pesquisa científica. Agradeço também à PROAE por me dar o suporte necessário por continuar estudando nesta universidade e também a PROPE / UFSJ pelo apoio financeiro a este projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] A. Hunt, M. M. Wanderley, and R. Kirk. Towards a model for instrumental mapping in expert musical interaction. In ICMC . Citeseer, 2000.
- [2] A. Hunt, M. M. Wanderley, and M. Paradis. The importance of parameter mapping in electronic instrument design. *Journal of New Music Research*, 32(4):429–440, 2003.
- [3] A. Kirke and E. R. Miranda. *Guide to computing for expressive music performance*. Springer Science & Business Media, 2012.
- [4] C. Dobrian and D. Koppelman. The 'e' in nime: Musical expression with new computer interfaces. In NIME, volume 6, pages 277–282, 2006.
- [5] Andy Hunt and Ross Kirk. 2000. Mapping strategies for musical performance. *Trends in gestural control of music* 21, 2000 (2000), 231– 258.

Realização:

Assessoria para
Assuntos Internacionais

Pró-Reitoria de
Extensão e Assuntos
Comunitários

Pró-Reitoria de
Ensino de Graduação

Pró-Reitoria de
Pesquisa e Pós-Graduação

 **CNPq**
Conselho Nacional de Desenvolvimento
Científico e Tecnológico

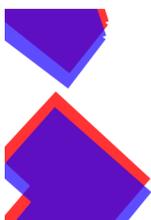
 **CAPES**

Ministério da
Educação



O papel da Ciência no enfrentamento às crises

[6] Perry Cook. 2017. 2001: Principles for Designing Computer Music Controllers. In A NIME Reader. Springer, 1–13.



Realização:

Assessoria para
Assuntos Internacionais

Pró-Reitoria de
Extensão e Assuntos
Comunitários

Pró-Reitoria de
Ensino de Graduação

Pró-Reitoria de
Pesquisa e Pós-Graduação



Ministério da
Educação

