

Avaliando Interfaces Gestuais para Prática de Instrumentos Virtuais de Percussão

Jaziel Vitalino Souza e Silva¹, Filipe Calegario¹, Giordano Cabral², Geber Ramalho¹

¹ Centro de Informática (CIn) – Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
Caixa Postal 7851 – 50.732-970 – Recife – PE – Brasil

{jvss,fcac,glr}@cin.ufpe.br

² Departamento de Informática e Estatística (DEINFO) – Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

Rua Dom Manoel de Medeiros, 52.171-900 – Recife – PE – Brasil

{giordanorec}@gmail.com

Abstract. *In this paper, we analyze and evaluate the interaction of a set of gestural interfaces in order to identify technical limitations and to correlate them with the low adoption of these technologies in practice. Through literature researches, we made a mapping of gestures used in percussion instruments, and conducted an experiment where professional drummers evaluated the interaction offered by two interfaces: the Microsoft Kinect Sensor and the Nintendo Wii remote.*

Resumo. *Neste trabalho analisamos e avaliamos a interação de algumas interfaces gestuais atuais, no intuito de identificar limitações técnicas e de que forma estas explicam a baixa adoção de tais tecnologias na prática. Através de pesquisas bibliográficas, fizemos um mapeamento dos gestos mais utilizados nos instrumentos de percussão e realizamos um experimento onde profissionais percussionistas avaliaram a interação oferecida por duas interfaces: o Sensor Microsoft Kinect e o Nintendo Wii remote.*

1. Introdução

No século XX, fatores como o avanço do conhecimento sobre aspectos físicos e cognitivos do som, o advento dos instrumentos elétricos e a aplicação das tecnologias eletrônica e digital na geração sonora artificial mudaram a relação entre música e tecnologias eletrônicas e digitais (Iazzetta, 1997). Pesquisas acerca do desenvolvimento de novas interfaces digitais têm crescido principalmente nas últimas décadas e isto pode ser comprovado com o crescimento de conferências como o NIME (New Interfaces for Musical Expression). Instrumentos virtuais, construídos a partir de acelerômetros e câmeras com sensores de profundidade, permitem a interação do usuário através de gestos e a produção do som através de algoritmos de síntese sonora. Boulezz (1977) menciona que estes dispositivos não foram criados essencialmente para aplicações musicais, mas a sua utilização leva a mudanças que podem resultar em novas soluções.

Apesar de tanta tecnologia empregada na criação de novos instrumentos, por que não é frequente vermos músicos profissionais utilizando essas tecnologias em performances reais? Por que a maioria dos músicos não usam as novas interfaces disponíveis? Esta é a questão que esta pesquisa se dispõe a investigar.

2. Interfaces Digitais

Os instrumentos musicais digitais (*digital musical instruments*, DMIs) são sistemas digitais compostos por um módulo de controle de entrada, que são interfaces que capturam a ação do músico, e um módulo de produção sonora, que efetivamente realiza a síntese sonora. Fazendo a ligação entre a entrada e a saída dos DMIs, temos as estratégias de mapeamento.

Dentre os DMIs mais conhecidos, estão os que simulam instrumentos acústicos existentes, como por exemplo: um saxofone MIDI; uma bateria eletrônica, geralmente formada por um conjunto de *pads*, montados sobre um *rack*, na mesma disposição de uma bateria convencional.

Entretanto, há também DMIs com dispositivos de entrada alternativos, que não se baseiam em instrumentos existentes (MIRANDA e WANDERLEY, 2006, p. 19). Tais DMIs não possuem padrão de tamanho físico ou forma, podendo ser desenvolvido para funcionar em iPads ou Smartphones, softwares e sintetizadores que simulam teclados, violões, guitarras, contrabaixos e outros instrumentos virtuais. Por exemplo, o Reactable¹ é uma interface em que o usuário interage através de objetos do mundo físico (blocos). Tais objetos possuem diferentes funções na execução musical, podendo também ser utilizados por vários usuários ao mesmo tempo, como exibido na Figura 1.



Figura 1 – Interface do Reactable

3. O Gesto Musical

Pode-se assumir que o gesto é um elemento essencial na execução musical, já que os músicos tocam instrumentos por meio de gestos. Por exemplo, são os gestos dos dedos do violonista que excitam as cordas do violão, provocando ondas sonoras que são amplificadas pelo corpo (caixa acústica) do instrumento, para eventualmente serem depois captadas por microfones ou outros sensores e amplificadas eletronicamente.

A tecnologia de construção de instrumentos sempre levou em consideração: a ergonomia, levando em conta a facilidade ou dificuldade com que os músicos interagem com os instrumentos; e a geração sonora, preocupando-se com a forma com que o som é gerado, ou seja, com a qualidade sonora do instrumento.

A preocupação com gestos acontece não só na criação de instrumentos acústicos, mas também na chamada luteria digital (JORDÀ, 2005). Enquanto os instrumentos acústicos tentam evoluir em qualidade física e timbrística, os instrumentos digitais tentam ganhar espaço, por vezes procurando criar instrumentos musicais com modelos alternativos que busquem novas formas de expressão musical.

¹ Disponível em: <<http://mtg.upf.edu/project/reactable>>. Acesso em: 06 Ago. 2013.

4. Interfaces Gestuais em Computação

Baseando-se em conceitos da área de Interação Humano-Computador (IHC), Wanderley (2006) preconiza que sistemas de geração sonora controlados por gestos podem ser utilizados em vários contextos da interação musical. Desenvolvedores de software tem dado cada vez mais importância a estudos relacionados a gestos e movimentos do corpo (Corrêa et al, 2005). A motivação para isto é poder “herdar” um grande repertório de gestos que os seres humanos desenvolveram ao longo dos anos fazendo com que a interação deles com o computador seja mais natural.

Temos visto se intensificarem pesquisas sobre interfaces gestuais, com aplicações em diversas áreas. Dentre estas interfaces gestuais, algumas merecem maior destaque por sua popularidade:

- **Tela Multi-toque** - é uma tecnologia de interação que reconhece múltiplos contatos simultâneos na tela e possibilita a manipulação de sistemas através do toque de algum objeto ou dos dedos. Exemplos: Tablets, Smartphones e Mesas Multi-toque.
- **Novos Controladores de Jogos** – O Nintendo Wii trouxe o conceito de Nunchuck, um novo tipo de controlador de jogo (como foram os *joysticks* e *joypads*). É segurado com as mãos e se utilizam os dedos para pressionar os botões de comando, mas a inovação vem por parte do uso de acelerômetros que permitem novas formas de controle no espaço. Exemplos: Wii Remote e PlayStation Move.
- **Câmera de Detecção de profundidade** – Dispositivo que cria novas maneiras de executar tarefas dispensando a necessidade de contato físico com o instrumento de trabalho. Exemplo: Microsoft Sensor Kinect.

O número de possibilidades é imenso e os aplicativos musicais que utilizam tais interfaces surgem em grande quantidade. Mas uma dúvida perdura: por que não é com frequência que vemos músicos profissionais utilizando essas tecnologias em performances musicais? A maioria dos músicos não usam essas novas interfaces. Isto tem a ver com a falta de qualidade, preconceito, aspectos culturais?

Pode haver inúmeros motivos, porém o objetivo desta pesquisa é analisar os aspectos técnicos, identificando as limitações dos sistemas existentes na tentativa de levantar possíveis hipóteses sobre a não utilização destas interfaces mais frequentemente pelos músicos profissionais.

Na próxima seção faremos um mapeamento de gestos instrumentais, procurando relaciona-los com as possibilidades de gestos reconhecíveis por algumas interfaces.

5. Mapeamento de Gestos

Visto que os sensores das interfaces digitais ainda não estão suficientemente refinados e não conseguem captar movimentos curtos com precisão (por exemplo, os dos dedos), neste trabalho foram escolhidos para a análise, alguns instrumentos musicais convencionais que utilizassem gestos mais largos, particularmente os de percussão.

5.1 Gestos Instrumentais

No intuito de relacionar gestos humanos, possivelmente reconhecíveis pelas interfaces e os gestos usados na prática de cada instrumento, foi feita uma tabela descrevendo os gestos de maior relevância, usados na prática de alguns dos instrumentos de percussão (Tabela 1). Os gestos mapeados foram escolhidos por serem utilizados em grande parte dos instrumentos de percussão e possuírem enorme importância na performance instrumental para o músico.

Tabela 1 – Tabela descritiva de instrumentos e gestos

Instrumento Musical	Movimento com o polegar	Movimento com os demais dedos	Movimentos com o punho	Flexão e extensão do antebraço	Movimento de rotação com o antebraço	Movimentos com ombro e braço
Agogô 			×	×		
Alfaia 			×	×	×	×
Berimbau 	×	×	×	×		
Bongô 	×	×	×	×		
Caixa 		×	×	×	×	×
Caxixi 			×	×	×	
Cajon 		×	×	×	×	×
Castanholas 		×	×			
Congas 		×	×	×		
Cuíca 		×	×	×		
Derbake 		×	×	×		
Djembê 		×	×	×		
Ganzá 			×	×		
Maracá 			×	×		
Moringa 		×	×	×		
Pandeiro 	×	×	×	×	×	
Pratos 			×	×		×
Reco-reco 			×	×		
Repique 	×	×	×	×	×	
Sinos 			×	×		
Surdo 			×	×		×
Tabla 	×	×	×	×	×	
Tamborim 			×	×	×	
Timpano 			×	×		
Triângulo 	×	×	×			
Xilofone 			×	×		
Zabumba 		×	×	×		×

5.2 Análise de Captação de Gestos

Abaixo visualizamos uma tabela com a descrição de gestos primitivos humanos e duas interfaces em análise. Foram, assim, mapeados os gestos possíveis de reconhecimento pelas interfaces escolhidas nesse trabalho.

Tabela 2 – Tabela de interfaces

Gestos	Sensor Kinect	Wii remote
Movimentos com o polegar		x
Movimentos com os demais dedos		x
Movimentos com o punho	x	x
Flexão e extensão do antebraço	x	x
Movimentos de rotação com o antebraço		x
Movimentos com ombro e antebraço	x	

Percebemos que há uma demanda de gestos que não são captados pelas interfaces gestuais. Esses gestos são usados na prática de diversos instrumentos de percussão e sem eles os instrumentos perdem características técnicas importantes. Sendo assim, com os resultados descritos de quais gestos mapeáveis são tecnicamente úteis, captáveis pelas interfaces, iremos descrever um experimento onde foi avaliado esse subconjunto de gestos possíveis, nas duas interfaces gestuais.

6. Método

Pretendendo avaliar a interação das interfaces do ponto de vista do usuário, propomos, com base no método de Barbosa (et al, 2011), realizarmos um experimento, onde vários participantes com perfis musicais distintos fossem orientados a usar as interfaces pela primeira vez.

Foram convidados músicos percussionistas profissionais que atuam na área e possuíssem diferentes perfis artísticos, visando obter um resultado mais satisfatório. Os perfis escolhidos foram: estudantes universitários da área erudita, estudantes universitários da área popular e percussionistas autodidatas. Passando pela mesma série de tarefas, cada experimento levou cerca de quarenta e cinco minutos até sua conclusão.

6.1 Coleta de Dados

O recolhimento dos dados foi concluído a partir de três fases:

- Exploração livre: O usuário é orientado a usar a interface por algum tempo sem restrições, à sua própria vontade.
- Exploração guiada: O usuário escuta algumas amostras de áudio com intuito de experimentar possibilidades, inspirando-se na amostra.
- Entrevista semi-estruturada: Nesta fase o usuário é incentivado a discutir sobre a sua experiência realizada com as interfaces gestuais nos momentos de exploração livre e exploração guiada.

6.2 Análise de Dados

Na análise de dados, as informações obtidas no experimento foram examinadas em três eixos: controle temporal – o qual diz respeito à latência do som; variação timbrística – diz respeito às mudanças de coloração sonora oferecidas pelos instrumentos; e controle de dinâmica – que diz respeito ao controle de intensidade do som, mais forte e mais fraco. Nesta análise, utilizamos o método conhecido como análise do discurso (AD).

6.2.1. Análise do Discurso

A análise do discurso possui 5 etapas:

1. **Transcrição** – Neste passo todo material falado é transformado em texto.
2. **Livre associação** – etapa em que as impressões são anotadas para posterior análise.

3. **Discriminação** – Etapa em que todo texto é quebrado em vários pedaços e os elementos mais comuns são reconhecidos, fazendo menção das terminologias usadas na entrevista.
4. **Reconstrução do mundo do usuário** – Etapa em que o analisador constrói uma representação de cada experiência, na perspectiva do usuário com base na lista de elementos mais comuns utilizados e suas relações.
5. **Exame do contexto** – Por final a representação é comparada e analisada.

7. Experimento

O experimento iniciou-se com a apresentação da primeira interface, o *Kinect*, Figura 3. Nele foram mapeados gestos para dois instrumentos percussivos: um Ganzá (tipo de chocalho); e uma Conga (tipo de tambor). O Percussionista recebeu a instrução de que teria um momento livre (*free exploration*) onde ele poderia testar ritmos e reconhecer que gestos poderiam ser utilizados no instrumento virtual. O momento livre tinha duração média de dois minutos. Em seguida o percussionista testou o instrumento sendo acompanhado por um metrônomo em três andamentos diferentes (bpm - batidas por minutos): 90 bpm, 120 bpm e 160 bpm. Logo após o experimento continuou com acompanhamento de uma harmonia servindo como base em ritmos de Baião em 80, 100 e 120 bpm; Frevo em 100, 140 e 160 bpm; Maracatu em 80, 100 e 120 bpm; Sambinha em 80 bpm e um ritmo latino americano 120 e 140 bpm. Após às performances com cada instrumento virtual, era feita uma sessão de comentários pelo usuário, falando sua opinião sobre a interação do instrumento musical usando a interface. O mesmo ciclo se repetiu com todos os instrumentos experimentados no *Kinect*.

Em seguida foi apresentada a segunda interface, os controles Wii, Figura 4. Nele foram mapeados três instrumentos que utilizam baquetas, aproveitando a formato de bastão e os sensores usados na interface. Os instrumentos virtualizados pelo Wiimote foram: uma Caixa e uma Zabumba (Tambores) e um Agogô (Espécie de sino duplo oco). O experimento com o *Wiimote* seguiu o mesmo ciclo de tarefas usadas no *Kinect*.

Na web é possível visualizar a gravação de alguns trechos do experimento, mostrando os usuários usando os instrumentos virtuais nas interfaces gestuais².



Figura 3 – Perspectiva do usuário com o Kinect

² Disponível em: zabumba virtual <<https://www.youtube.com/watch?v=7PfWE-V8lmk>>, conga virtual <https://www.youtube.com/watch?v=pVkJ_5_OyW0>, caixa virtual <<https://www.youtube.com/watch?v=6IZRyFQ7q4M>>, agogô virtual <<https://www.youtube.com/watch?v=tfNfcmkXPA>> - Acesso em: 06 Ago. 2013.



Figura 4 – Usuário usando o Wii Remote

7.1. Análise do Discurso

7.1.1. Transcrição

Como citado anteriormente em uma das etapas do método utilizado, o material de áudio coletado no experimento foi totalmente transcrito e encontra-se disponível na web³.

7.1.2. Discriminação

Percebemos que os participantes não se sentiram a vontade diante das interfaces e mesmo tendo conhecimento em informática e experiência musical no seu instrumento, levaram um bom tempo para se adaptar a ideia de tocar em um modelo virtual de percussão. Ao experimentar pela primeira vez as interfaces, os movimentos comuns, utilizados na prática do instrumento acústico eram lembrados e automaticamente gesticulados, buscando atingir a mesma sonoridade no instrumento virtual. Porém, quando não conseguiam o retorno esperado, era notório o modo como se sentiam perdidos. Ao passar por essa experiência o usuário 2 comentou:

“Me senti como se nunca tivesse tocado na minha vida, parece que nunca toquei e não sei nada sobre música (...) É diferente do contato com o instrumento material, mas a sensação foi essa, assim, estou mais perdido do que tudo aqui num é?”

Isso acontece também, por causa da importância que os músicos dão a presença do corpo do instrumento, porque ao tocar um instrumento convencional, além de ter um retorno auditivo, ele tem retorno tátil, o que provavelmente deixa o usuário sem confiança diante de uma interface que se manipula apenas por gestos no ar. O limite em que o gesto deve parar é o ponto de ataque onde o músico espera atingir. Contudo, para ele, este ponto precisa ser previsível, pois enquanto o músico toca, ele calcula o tempo em que deve soar à próxima nota e o gesto que será utilizado deve fazer um percurso que atinja no tempo previsto, o ponto de ataque. O usuário 4 chama de instrumento imaginário e ainda salienta:

“Porque é aquela questão, aqui tá a cadeira, eu calculo, automaticamente minha vista calcula onde eu vou atacar e no imaginário isso dificulta.”

Algo que é bastante relevante para o músico é a variação de sonoridades. Em todos os experimentos os percussionistas procuraram variações que segundo eles eram importante para execução de algum ritmo, como por exemplo: a caixa no frevo, que necessita de acentuações o tempo inteiro e sem elas, o ritmo fica sem sentido ou a

³ Disponível em: <http://www.4shared.com/rar/0WDAkDV4/Experimento_Percusso_interativ.html?> - Acesso em: 06 Ago. 2013.

zabumba no baião, que precisa da variação timbrística da pele superior para fazer o swing.

A percepção que o músico tem ao tocar o seu instrumento é a mesma que ele usa para tocar em um instrumento digital, por tanto ele procura usar os mesmo gestos para obter as variações sonoras de timbre, altura e intensidade.

Dentre os problemas citados pelos usuários, os mais relevantes foram: a falta de variação de intensidade das notas, dada a imprecisão encontrada em alguns movimentos; variação de timbres no mesmo instrumento e atrasos em movimentos rápidos.

7.4.3. Reconstrução do Mundo do Usuário

Abaixo, encontra-se um resumo da entrevista semi-estruturada, onde alguns usuários descrevem suas experiências com as interfaces em suas perspectivas, salientamos que uma versão completa desta seção está disponível. Essa fase é uma representação do mundo do usuário, resultado da etapa AD e pode nos ajudar a entender limitações na interação entre usuário e interface.

Usuário 1 - Foi um músico de perfil autodidata. Toda sua experiência musical se deu participando de grupos musicais que tocam na noite e percorrem pelo Brasil. Não teve experiência com instrumentos virtuais, mas tem simpatia por novidades, desde que traga contribuições ao seu trabalho. Apesar de achar que não há condições de tocar com os atrasos encontrados, gostou da experiência e viu nas interfaces pontos positivos referentes à performance. O usuário achou a novidade muito interessante, principalmente por causa do problema de logística (transporte) que sofre o percussionista e acredita que no mercado, as interfaces iriam ajudar bastante. Ele percebeu que havia diferença na captação entre gestos mais lentos e mais rápidos na maioria dos instrumentos, menos na zabumba. No início teve dificuldades, mas salientou a necessidade de conhecer primeiro o equipamento, pra assimilar os gestos e no dia a dia domina-lo.

Usuário 2 - Foi um músico de perfil erudito. Aprendeu em escola de música e estuda percussão erudita na universidade. Possui muita experiência na área de percussão e participa de orquestra. Ele foi o usuário que mais se sentiu indiferente ao usar as interfaces, pois não acredita que instrumentos virtuais possam ser comparados e ter as mesmas qualidades encontradas nos instrumentos convencionais. Apresentou bastantes queixas, mas achou interessante para o uso na iniciação musical, como instrumento didático. Comentou que quando acompanhou o frevo no agogô, tentou fazer semicolcheias em 140bpm, mas o *Wii remote* não conseguiu acompanhar a articulação. Segundo ele, no instrumento acústico, quando é necessário fazer ritmos mais rápidos, os gestos são mais curtos e na interface, gestos curtos não são bem captados, sendo necessário usar movimentos mais longos, gerando atrasos no ritmo. Em seu ponto de vista, a vantagem em usa-las é impressionar o público com a tecnologia, não tecnicamente, nem musicalmente, mas visualmente.

Usuário 3 - Foi um músico de perfil popular. Estudou em conservatório de música e estuda percussão erudita e popular. Trabalha profissionalmente como professor de música e participa de grupos como: *bigband*, orquestra e grupos instrumentais. Nunca teve experiência com instrumentos virtuais, mas possui conhecimento em tecnologia computacional e gosta de novidades. Teve dificuldade em aplicar algumas técnicas, porque de acordo com sua descrição, no instrumento acústico ele percebe o corpo e calcula o golpe, já no virtual é diferente. Percebeu atrasos e apontou como um dos motivos, a falta de visualização do corpo como *feedback* visual,

pois algumas vezes levou a mão para baixo e esperava o som do golpe na pele, mas vinha um pouco depois e outras vezes o som vinha quando estava voltando a mão. O usuário falou que as interfaces apresentam dificuldades de precisão quando são usadas subdivisões, por isso que funcionam melhor em andamentos lentos. O instrumento que ele mais sentiu falta de variação de dinâmica foi a caixa, por ser um instrumento que usa muito esse tipo de técnica, para fazer rudimentos e nuances. Usaria em apresentações por ser uma novidade e pelo aspecto futurista, mas o usuário ainda não se sentiu confiante diante das interfaces. Diz-se defensor dos instrumentos acústicos, mas não é contra o digital, desde que seja interessante e vá somar ao seu set.

Usuário 4 - Foi um músico de perfil popular. Estudou no conservatório e atualmente estuda Licenciatura em música na universidade. Participa de grupos populares e apesar de ter conhecimento informatizado e simpatia por tecnologia, não possui experiência em instrumentos virtuais. O usuário reclamou os atrasos e a falta de controle da dinâmica, mas se sentiu bem com a sensação de liberdade e a possibilidade da troca de timbres. Gostou muito da ideia de colocar diversos timbres sem ter a presença física dos instrumentos e vê como bastante importante para bateristas e percussionistas. O usuário sentiu interesse em possuir as interfaces e usaria em apresentações em público, pois achou que a sensação de liberdade que a interface traz ao músico é fantástica.

7.4.4. Examinando o Contexto

Conforme o contexto visualizado, todos os usuários sentiram bastante dificuldade com relação à **latência**, além da **sensibilidade** funcionar melhor com gestos largos, era perceptível a dificuldade relacionada a **controle de fluxo**, que acontece, quando certa quantidade de comandos é executada em série e o fluxo de dados faz atrasar o programa. Para percussionistas essa situação é intolerável, pois segundo eles, a **métrica rítmica** fica comprometida, não havendo condições de compensar o atraso, e tanto a bateria quanto a percussão são os principais responsáveis pelo andamento rítmico.

Nenhum dos usuários conseguiu sentir **variação de dinâmica** e a **variação timbrística** foi muito resumida, fazendo com que houvesse queixas sobre **acentuação** na *performance* rítmica. Percebemos que a **acentuação é responsável pelos rudimentos e nuances** nos instrumentos solistas do naipe de percussão, como a Caixa, o Agogô e a Zabumba. Sem a acentuação, a música não tem o balanço (*swing*⁴).

Mesmo com toda a atratividade existente nas interfaces gestuais, as limitações encontradas na interação, trazem para os músicos **insegurança**, criando uma espécie de **preconceito a dispositivos digitais**. Se no instrumento convencional, onde normalmente eles manipulam bem, já encontram recursos suficientes para a extração do som desejado, porque trocar por outro artefato que por si só já é problemático?

7.5. Análise de Dados

Na interação com a música é necessário que aquilo que se toca em um instrumento tenha uma resposta imediata. Dillon (2003, apud CALEGARIO, 2010) afirma que:

(...) a resposta imediata do sistema ao gesto de entrada aumenta bastante o significado que a música tem para o usuário que está

⁴ Swing – Característica encontrada na música que faz com que ela tenha uma dinâmica envolvente. Geralmente induz ao desejo da dança.

interagindo com o sistema, em outras palavras, com a resposta em “tempo real” existe uma maior atração natural e envolvimento com a música por parte do usuário.

Como proposto anteriormente, um dos resultados da análise do experimento foi realizada a partir de três critérios de avaliação:

7.5.1. Variação Timbrística

Percebemos dificuldades nas captações de nuances das interfaces *Kinect* e *Wii remote* interferindo nas variações timbrísticas vinculadas aos gestos usados no instrumento virtual. Os usuários testaram, mas acharam limitados porque o instrumento convencional demonstrava muito mais possibilidades timbrísticas. Isso acontece também porque o mapeamento de gestos, que é necessário ser feito, vai de gestos musicais usados no instrumento, até as suas localizações espaciais. Quer dizer, além de a interface nos dar condições de tratarmos como uma variável, o gesto da batida de uma baqueta na pele da caixa, deve também nos dar condições de mapearmos a posição em que o gesto acontece, se no centro da pele da caixa ou na borda ou até mesmo no aro da caixa, pois no instrumento convencional essa variação é comum de ser utilizada na prática do instrumento.

Esse tipo de problema que encontramos, diz respeito às limitações de algoritmo e de hardware. Primeiro porque os algoritmos criados não tratam esse problema e segundo porque muitos dos gestos utilizados pelos músicos nos instrumentos fazem movimentos curtos que a própria interface não consegue captar.

7.5.2 Variação de Dinâmica

Ela se refere à variação de intensidade de volumes dentro da música ou de ostinatos⁵ rítmicos, de algum instrumento, arranjo ou fraseado. Também é responsável pelas notas acentuadas e pela não linearidade em uma música. De acordo com o experimento, nenhuma das duas interfaces ofereceu variação de dinâmica. Sendo assim, os algoritmos utilizados não resolveram problemas de mapeamento de gestos fracos e fortes.

Para ter controle de dinâmica a interface tem que possuir uma boa sensibilidade, e um mapeamento de gestos que contenha algoritmos que tratem desse critério. Uma das razões pelo qual gostamos mais de músicas interpretadas por seres humanos do que por programas de computador, está nessas variações de dinâmica, que são naturais na interpretação humana.

7.5.3 Controle temporal

O tempo foi um dos requisitos que mais deixou a desejar. Sua importância para este tipo de instrumento é fundamental, porque a percussão é um dos responsáveis pelo andamento da música. Usando o *Kinect* a latência foi bem maior do que com o *Wii remote*, pois os sensores usados por ele possuem dificuldade em captar movimentos rápidos. Apesar do instrumento de percussão ser um dos instrumentos que possuem gestos mais largos, existem detalhes como, por exemplo, rudimentos que são feitos com

⁵ Ostinato – é um motivo ou frase musical que é persistentemente repetido num mesmo padrão rítmico.
<<http://pt.wikipedia.org/wiki/Ostinato>>

movimentos curtos e são muito importantes para a expressão musical. Quando foi usado o ganzá também ocorriam sons com latência, porém o tipo de latência que apareceu era um problema de *jitter*⁶, conhecido também como problema de fluxo de dados, acontecia quando o usuário utilizava os gestos do ganzá de maneira mais rápida, fazendo com que as informações ocorressem com maior intensidade.

8. Conclusão e Trabalhos Futuros

Esta pesquisa nos deu condições de visualizar pontos relevantes a respeito de o porquê dos músicos usarem tão pouco as novas tecnologias digitais para a execução musical. Além dos problemas técnicos detectados, ainda existem outros que não foram citados por não fazer parte do nosso escopo de pesquisa, como: falta de informação, preconceito com tecnologia digital, falta de recursos financeiros que possibilitem a aquisição de equipamentos, problemas relacionados à cultura e outros. Apesar das interfaces se proporem a uma determinada interação, muitos dos gestos utilizados pelos instrumentos não são captados com facilidade em tempo real. A princípio podemos dizer que há dois pontos-chaves nessa questão. O primeiro é que existem limitações nas interfaces, que comprometem uma série de atividades na interação musical; e o segundo é que os desenvolvedores precisam criar melhores algoritmos.

Um dos problemas que os algoritmos podem tratar é a questão de variação timbrística. Podemos ter excelentes amostras de sons, e inúmeros tipos de instrumentos, mas se o mapeamento não for feito, levando em consideração a localização das sonoridades, nunca vamos ter uma variação timbrística real. Não foi possível trabalhar variação de dinâmicas e a sensibilidade das interfaces ainda não está refinada. A dinâmica e a sensibilidade estão relacionadas, porém a dinâmica deve ser tratada com algoritmos que percebam diferenças de velocidade, pois um movimento mais rápido deve proporcionar uma dinâmica mais forte e vice-versa, em quanto a questão da sensibilidade deve ser tratada no hardware, porque é ele quem capta os gestos, sejam eles longos ou curtos. No momento em que as interfaces forem mais sensíveis a pequenos gestos e os algoritmos melhorados, possivelmente a dinâmica irá funcionar com mais precisão.

Para o músico, independente dos recursos que o instrumento venha oferecer ou forma física, gesto novos ou antigos, visual, *expertise* necessário, maior liberdade, novas técnicas, múltiplos timbres, etc... a coisa mais importante a ser oferecida é uma interação que promova a sensação de total controle da interface através de gestos naturais.

Nessa área é interessante pesquisarmos:

- *Feedback* tátil na ergonomia
- Idiomatismo dos instrumentos como referência para mapeamento de gestos
- Interface gestual como ferramenta didática
- Mudança de técnicas instrumentais no uso de interfaces gestuais (novas formas de controle)

O futuro da nossa pesquisa é refazer o experimento com novos questionários, agora incorporando novos gestos e comparando com outra interface. Por exemplo: *PlayStation Move*, *Leap Motion*.

⁶ Jitter é uma variação estatística do atraso na entrega de dados. <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Jitter>> Acesso em: 06 Ago. 2013.

9. Referências

ARAÚJO, C. R. *Uma Proposta de Ferramenta de Apoio à Educação Musical Via Web Usando Java e XML*. 2002. 118 p. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Comunicações, Faculdade de Engenharia Elétrica e Computação, Campinas, 2002.

BARBOSA, J.; CALEGARIO, F.; MAGALHÃES, F.; CABRAL, G.; TEICHRIEB, V.; RAMALHO, G. Towards an evaluation methodology for digital musical instruments considering performer's view: a case study. In PROCEEDINGS OF THE 13TH BRAZILIAN SYMPOSIUM ON COMPUTER MUSIC (SBCM'11), Vitória, ES. Brazil, 2011.

BOULEZ, Pierre (1977) "Technology and the Composer", *Language of Electroacoustic Music*. Ed. Simon Emmerson, London: Macmillan Press, 1986, pg. 5-14.

CANDÉ, Roland de. *História universal da música* v.1. 2 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2001. ISBN 8533615000

CALEGARIO, F. Estudo de geração de música baseada em gestos do usuário. Trabalho de Graduação. Centro de Informática – UFPE, 2010.

CORREA, A.G.D., NETO, O.B., e LOPES, R.D. MusandScene: uma Interface Gestual de Expressão e Criação Musical no Auxílio ao Aprendizado de Música em Educação Especial. In: XXV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, 25, 2005, Rio Grande do Sul. *Anais...Canelas e São Leopoldo*, 2005.

JORDÀ, S.. Digital Lutherie. Tese de Doutorado. Universitat Pompeu Fabra, 2005.

IAZZETTA, F. A Música, o Corpo e as Máquinas. *Opus: Revista da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Música*, IV(4), 27-44, 1997.

MIRANDA, Eduardo Reck; WANDERLEY, Marcelo. *New Digital Instruments: control and interaction beyond keyboard*. Middletown: A-R Editions, 2006.

WANDERLEY, M. M. (2006). Instrumentos Musicais Digitais: gestos, sensores e interfaces. In: Beatriz Ilari (ed.) *Em Busca da Mente Musical*. Curitiba: Editora da Universidade Federal do Paraná. <http://idmil.org/_media/wiki/instrumentos_digitais_final.pdf>

WANDERLEY, M. M. Projeto e utilização de instrumentos musicais digitais. In: KELLER, D. e BUDASZ, R. *Criação musical e tecnologias: teoria e prática interdisciplinar*. Goiânia: ANPPOM, 2010. P. 70-96.