

Música Ubíqua: Suporte para atividades musicais em dispositivos móveis

Marcelo S. Pimenta¹, Luciano V. Flores¹, Carlos Kuhn¹, Flávio M. de Farias^{1,2},
Damián Keller³, Victor Lazzarini⁴

¹Instituto de Informática – UFRGS, Brasil

²Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Acre (IFAC), Brasil

³Núcleo Amazônico de Pesquisa Musical (NAP) – UFAC, Brasil

⁴National University of Ireland, Maynooth, Irlanda

{mpimenta, lvflores}@inf.ufrgs.br, carloskuhn@gmail.com,
flavioanalista@hotmail.com, dkeller@ccrma.stanford.edu,
victor.lazzarini@nuim.ie

Abstract. *In the last years, our group has been engaged in a multidisciplinary effort to investigate the creative potential of converging forms of social interaction, mobile and distributed technologies, and materially grounded artistic practices. We have proposed the adoption of the term “ubiquitous music” (ubimus) to define practices that empower participants of musical experiences through socially oriented, creativity-enhancing tools. Ubiquitous music is thus a new area of research that encompasses ubiquitous computing, computer music and human-computer interaction, presenting immense challenges for developers and artists. This paper highlights the close relationships between ubiquitous music research and everyday creativity. We illustrate our ideas by presenting some prototypes that were developed for everyday mobile devices, and which constitute both preliminary results and the testbed of our research. We intend to show how ubimus activities and applications open up opportunities for musical creation by musicians and untrained participants outside studio settings.*

Resumo. *Nos últimos anos, nosso grupo tem se envolvido em um esforço multidisciplinar para investigar o potencial criativo de formas convergentes de interação social, tecnologias móveis e distribuídas e atividades artísticas fundamentadas no uso de tecnologias. Nós propomos a adoção do termo “Música Ubíqua” (ubimus) para definir práticas que empoderam os participantes de experiências musicais através de ferramentas socialmente orientadas e que estimulem a criatividade. Música Ubíqua é uma nova área de pesquisa que engloba computação ubíqua, computação musical e interação humano-computador, apresentando enormes desafios para desenvolvedores e artistas. Este artigo ressalta a estreita relação entre a pesquisa sobre música ubíqua e a criatividade do dia a dia. Nós ilustramos nossas idéias apresentando alguns protótipos que foram desenvolvidos para dispositivos móveis comuns, que constituem os resultados preliminares e servem de base para teste de nossa pesquisa. Nossa intenção é mostrar como os aplicativos e atividades da ubimus abrem oportunidades fora de um estúdio de música para a criação musical tanto para músicos quanto para participantes leigos.*

1. Introdução

Os avanços recentes nas tecnologias computacionais e em produtos, que estão integrando mais e mais funcionalidades e constantemente mudando a uma taxa crescente, têm sido a força motivadora das mudanças na teoria e prática da criação artística, exigindo uma abordagem mais ampla e desafiadora. Ao mudar de um PC *desktop*, primeiramente para uma Internet distribuída e multiplataforma, com sua Web e

RIAs, e agora para dispositivos móveis convergentes e ambientes computacionais ubíquos multiusuário, precisamos lidar com a significância desse meio nas vidas de muitas pessoas. Enquanto dispositivos móveis cada vez mais avançados se tornam disponíveis, é cada vez mais importante ter ferramentas sofisticadas de suporte à criatividade que sejam ao mesmo tempo intuitivas, permitindo que usuários participem em atividades musicais como criação, performance, experimentações, etc.

O uso de computadores em música abriu novas possibilidades para músicos amadores e profissionais. A pesquisa no campo de Computação Musical é direcionada à construção de sistemas computacionais que suportem não somente atividades tradicionais (como composição musical, performance, treinamento e educação musical, processamento de sinais e expansão de sons musicais tradicionais, estudo de notação e análise musical), mas também algumas atividades não convencionais e recentes como armazenamento e compartilhamento de músicas, recuperação de informações, e classificação de dados musicais (incluindo a música em si e metadados relacionados a ela). Agora, a combinação de música e tecnologia móvel promete um empolgante desenvolvimento futuro em um campo que está emergindo rapidamente chamado **Música Móvel** (Gaye et al., 2006) e que é ainda relativamente novo. Existem ainda poucas aplicações de Música Móvel disponíveis em um mercado de software para dispositivos móveis que é enorme. Apesar de o mercado para aplicativos musicais no desktop ser grande, sua inserção no mercado para dispositivos móveis ainda não obteve o mesmo nível de interesse. Entretanto, aparelhos como telefones celulares, PDAs, tocadores MP3, smartphones e tablets já permitem mobilidade e compartilhamento de música para seus usuários. Mas será que esta tecnologia não poderia oferecer mais oportunidades artísticas, comerciais e sócio-culturais para **criação de música**, e não somente para audição e compartilhamento? Como podemos levar adiante a já bem sucedida combinação de música e tecnologia móvel?

Normalmente, aplicativos musicais são projetados por músicos experientes, exigindo aprendizagem prévia de habilidades específicas e conhecimento de conceitos musicais específicos para melhor uso. Entretanto, desde que a Web 2.0 tornou o usuário passivo em um ativo produtor de conteúdo (o termo “prosumer” tem sido adotado para descrever pessoas que são ao mesmo tempo produtoras e consumidores de conteúdo), nós estamos interessados em investigar como prover suporte para atividades musicais de forma que possam ser aproveitadas mesmo por principiantes em música, isto é, usuários com pouco ou nenhum conhecimento musical. Alguns princípios relacionados ao suporte tecnológico a atividades musicais por principiantes são discutidos por Miletto e colegas (2011).

A nosso ver uma simples replicação de conceitos, interfaces, símbolos e características das tecnologias direcionadas a músicos, sem uma análise criteriosa dos requisitos, habilidades e expectativas dos usuários leigos, podem resultar em ferramentas que seriam inúteis e impossíveis de serem usadas por esse tipo de usuário. É muito importante criar tais ferramentas em contínua parceria e diálogo com usuários potenciais, incluindo investigações sobre suas preocupações e expectativas.

Nosso resultado da pesquisa vem de esforços interdisciplinares do grupo de **Música Ubíqua** (G-Ubimus, 2012). Em uma discussão recente no fórum online do grupo, uma definição mais ampla de música ubíqua (que temos abreviadamente denominado *ubimus*) foi sugerida: “Sistemas ubíquos de agentes humanos e recursos materiais que auxiliam atividades musicais através de ferramentas de suporte à

criatividade”. Esta definição se encaixa na interdisciplinaridade que este grupo de pesquisa procura para esta área

Música ubíqua é, na prática, música (ou atividades musicais) suportada(s) por conceitos e tecnologias da computação ubíqua (ou ubicomp – Satyanarayanan, 2001; Weiser, 1991). Esta é a perspectiva utilizada neste artigo. Considerando esta perspectiva, “recursos materiais” e “ferramentas de suporte à criatividade” são – ou podem ser – os vários tipos de dispositivos de computação fixos e móveis, geralmente integrados em sistemas ubicomp; e “sistemas” geralmente envolverão subsistemas de computação interativos.

Nossa pesquisa utiliza dispositivos móveis de comunicação e informação cotidianos, ou seja, telefones celulares, *smartphones* e tablets. Estamos reaproveitando (*repurposing*) esses dispositivos para uso em atividades musicais e como interfaces para sistemas de música ubíqua, explorando as suas capacidades de portabilidade, mobilidade e conectividade, e acima de tudo sua disponibilidade para uma pessoa comum (incluindo os novatos em música).

Este artigo destaca as relações estreitas entre a pesquisa em música ubíqua e criatividade cotidiana. Nós ilustramos nossas idéias apresentando alguns protótipos que foram desenvolvidos para dispositivos móveis comuns, que constituem os resultados preliminares e também a base de teste de nossa pesquisa. As ferramentas e idéias descritas neste artigo são o resultado de uma abordagem multidisciplinar para o projeto de sistemas de música ubíqua. Pretendemos mostrar como atividades e aplicativos ubíqua possibilitam oportunidades para criação musical fora de um ambiente de estúdio musical por músicos e por leigos (pessoas sem formação ou conhecimento musical).

2. Música Ubíqua: Conceitos

Música ubíqua é uma nova área de pesquisa que engloba Computação Ubíqua, Computação Musical e Interação Humano-Computador, apresentando grandes desafios aos programadores e artistas.

Sistemas de música ubíqua podem ser considerados como ambientes ubíquos que dão suporte a múltiplas formas de interação e múltiplas fontes de som de forma integrada. Nosso trabalho se encontra na intersecção da música móvel (Gaye et al., 2006) com práticas musicais abertas, participativas e não triviais como instalações interativas, intervenções artísticas, eco-composições e composições cooperativas. Apesar do termo “*música ubíqua*” já ter sido utilizado na literatura (Holmquist, 2005), não houve nenhuma tentativa de definir um metodologia aplicável que contemple questões musicais e computacionais levantadas por essa prática.

Pelo lado tecnológico, um sistema de música ubíqua deveria no mínimo dar suporte a mobilidade, cooperação (interação social) e consciência de contexto. Dependendo dos tipos de atividades musicais, sistemas podem ser classificados como sistemas de performance (orientados sobretudo a atividades pragmáticas) ou sistemas de composição (orientados sobretudo a atividades epistêmicas) segundo a distinção de atividades proposta por Kirsh e Maglio (1994).

A noção de “tecnologia da computação presente em todos os lugares” - noção informal de computação ubíqua - fomentou bastante as pesquisas e desenvolvimentos em computação móvel. No fundo, a intenção subjacente é fazer a tecnologia desaparecer ou - como afirma o pioneiro Mark Weiser - de forma eloquente: "fazer a computação sair

do caminho" (Weiser, 1991).

Sistemas de música ubíqua colocam novas demandas que são difíceis de satisfazer dentro de um paradigma instrumental. Quando envolvidos em atividades musicais com dispositivos portáteis, usuários precisam ter acesso ao estado do sistema e ao local onde a ação ocorre. Dependendo do contexto, dispositivos podem prover sensores ou capacidade de situar o sistema. Esta situação requer mecanismos de sensibilidade ao contexto e configuração de parâmetros específicos para localização. Assim um dispositivo de música ubíqua pode acabar não sendo afinal considerado como um *instrumento* - um objeto passivo que um músico pode tocar. De fato, pode ser mais útil considerá-lo como um *agente em um sistema dinâmico* que se adapta à atividade musical, ao ambiente local e a outros agentes que interagem com ele.

Computação Ubíqua é um campo promissor que inclui muitos desafios, entre eles o problema da interação transparente dos usuários (Costa et al., 2008). Dispositivos móveis não são exatamente o que Mark Weiser vislumbrou como ferramentas para interação com ambientes ubíquos - na verdade, ele sugeriu que estas ferramentas deveriam literalmente desaparecer, e que nós deveríamos interagir diretamente com o ambiente. No entanto, a Ubicomp ainda está investigando possíveis soluções para esta interação. Uma vez que temos a necessidade de experimentar agora algumas soluções, muitos de nossos experimentos estão sendo conduzidos pelo uso de dispositivos móveis como alternativas práticas para a interface com ambientes ubíquos.

Ao escolher os dispositivos móveis como interface de música ubíqua, nós também queremos deliberadamente quebrar algumas barreiras que não permitem que os leigos se expressem musicalmente. Nossa estratégia, para isso, baseia-se em:

1. Evitar a dependência de aparelhos específicos e dedicados (construídos para) a interação musical, o que implicaria custos adicionais e um esforço maior de aprendizado, assim como a mera substituição de uma barreira (dificuldade de acessar instrumentos musicais) por uma outra (dificuldade de obter os aparelhos específicos); e

2. Aproveitar condições existentes e favoráveis, tais como a convergência digital e tecnológica e o aumento crescente do poder de processamento e da variedade de recursos disponíveis nos equipamentos atuais, o que nos permite usar esses recursos para outros propósitos além do que se pretendia originalmente (i.e., *resource/device repurposing*).

Mais especificamente, alguns dos motivos a favor da adoção de dispositivos móveis de consumo (dispositivos comuns, sem customização para atividades específicas) como interface para Música Ubíqua incluem:

1. **Fácil acesso a tecnologia.** Mesmo em países em desenvolvimento muitas pessoas possuem dispositivos móveis e podem acessar redes sem fio. Por exemplo, no Brasil 85% da população tem telefone celular, enquanto 78% possui aparelhos de TV em casa.

2. **Adequação de tecnologia.** Muitos sistemas *desktop* convencionais precisam de fornecimento constante de energia e precisam ser instalados em um local apropriado e seguro. A tecnologia móvel não apenas permite uso sem a necessidade de estar constantemente plugada, mas também pode ser usada em condições e locais variados.

3. **Baixo custo.** Todos os dias aparelhos como celulares, *smartphones* e computadores de mão estão chegando a preços mais razoáveis, o que encoraja uma base maior de usuários.

4. **Capacidade humana de treino.** Quanto treino as pessoas precisam para usar a tecnologia? Qual a curva de aprendizado para um equipamento? Dispositivos móveis são familiares para a maioria dos usuários e são usados corriqueiramente de uma forma que o Windows ou Linux não são.

5. **Integração à rotina diária.** A tecnologia móvel é muito prática, acessível e onipresente (“está sempre à mão”), de forma incomparável a qualquer solução em equipamento *desktop*.

A tecnologia móvel está se aproximando de um novo estágio, no qual o crescente número de usuários jovens, mas letrados, irão ter um papel maior. Este usuário deseja e é capaz de operar/usar serviços baseados em dispositivos móveis de forma participativa e divertida. Este novo contexto requer novas qualidades fundamentais para o êxito, como um maior senso de controle e liberdade para o usuário, um maior engajamento em atividades casuais e uma grande atração pelo lúdico. Nos anos 50, Huizinga criou o termo *Homo Ludens* (Huizinga, 1950), definindo humanos como criaturas brincalhonas e sugerindo que o "elemento de diversão" foi crucial para a geração da cultura. As brincadeiras incluem jogos, atividades divertidas que requerem ação do homem e engajamento. Nós estamos convencidos que "a criação da própria música" claramente endereça esta necessidade humana básica e de fato está rapidamente originando algumas mudanças culturais específicas.

Recentemente, a tendência para um maior aumento no poder de processamento, capacidade de memória e convergência de tecnologias em dispositivos móveis ubíquos comuns (celulares, smartphones, PDAs) atraíram o interesse de muitos pesquisadores de Computação Musical (*computer music*) e artistas. Eles viram o potencial de combinar música e dispositivos móveis em experimentos que envolvem suporte de mobilidade para músicos, distribuição e acesso instantâneo ao processamento e informação musical, sensibilidade a localização e ao contexto (como em áudio locativo) e conectividade para atividades musicais (Gaye et al., 2006). Isto resulta em formas artísticas diferenciadas, como música emergente da cooperação de várias pessoas em rede, ou de interações com o ambiente (Behrendt, 2005).

Um de nossos objetivos é desenvolver ferramentas que levem em conta esses contextos inclusivos, criando condições para leigos interessados em música poderem participar de atividades criativas em qualquer lugar e a qualquer momento, usando dispositivos móveis convencionais que eles já possuem e com os quais já estejam familiarizados.

3. Metáforas e padrões para música ubíqua

Desde que sugerimos a adoção do termo música ubíqua como um meio de envolver de forma complementar as práticas artísticas e tecnológicas, nós propusemos um *framework* conceitual que sugere a inclusão de trabalhos composicionais dentro do contexto similar ao do desenvolvimento de software, e definimos a criação de música como um conjunto de atividades epistêmicas e pragmáticas envolvendo interações agente-agente (social) e agente-objeto (natural). Três metáforas foram desenvolvidas para lidar com tais interações sociais e naturais:

- a **metáfora do copo** apareceu no contexto de performance de multimídia e trabalhos de instalação, onde um “copo” – denotando um espaço vazio, passivo, sem limites, discreto (instrumentado pelos meios de um sistema de sensores consistindo de detectores de movimentos escondidos) – torna-se uma interface que pode ser livremente explorada pelos participantes: a ação do público desencadeia luzes, slides e projeção de vídeos e sons.
- a **metáfora da marcação temporal**, onde acoplamentos diretos entre operações sônicas físicas e conceituais possibilitam definir de que forma um conjunto de elementos virtuais ou processos desordenados são postos organizados em camadas sobre um cronograma marcado. Esta metáfora foi usada para implementar o MixDroid (ver próxima seção) e foi testada na composição *Canopy: On the Road*.
- a **metáfora da marcação espacial**, onde elementos virtuais e/ou físicos são usados para criar canais de interação natural, estabelecendo uma relação forte entre elementos contextuais (incluindo objetos físicos, lugares, situações comuns) e a criação. Em outras palavras, quando atividades criativas no contexto ubíquo requerem interação cinestésica, os elementos materiais e físicos externos podem ser úteis como referências para processos criativos e cognitivos. Esta metáfora foi ilustrada preliminarmente pelo trabalho Harpix Minicomp 1.0, percebida como um estudo para o sistema ubíquo Harpix 1.0.

Mais informações sobre essas metáforas podem ser vistas em Keller et al. (2011) e Pimenta et al. (2009).

Um problema geral de ubimus é como fazer o **design de interação** – ver (Rogers et al. 2013 para a conceituação desta área) – para novas tecnologias digitais como a computação ubíqua e dispositivos móveis comuns. Quando se desenvolve para estes contextos, não podemos focar em interfaces específicas, pois temos que seguir o princípio de *independência de dispositivo*. Design de interação para ubicomp e para dispositivos móveis genéricos deve ser feito dentro de altos níveis de abstração. Nós achamos que **padrões de interação** – *interaction patterns* (Borchers, 2001; Tidwell 2005) – são uma forma adequada de endereçar ambos, independência de dispositivo e abstração. Inicialmente em nosso projeto consideramos usar padrões para encapsular e abstrair soluções para subproblemas específicos de design de interação. Desta forma nós poderíamos focar no conceito mais amplo de um sistema ubíquo interativo como suporte adequado a algumas atividades musicais, sem ter que depender de restrições de implementação ou especificações de uma plataforma alvo. Isto permite focar em aspectos de mais alto nível - social, humano e contextual - na interação com esses sistemas.

Em design de software, um padrão (*pattern*) é uma solução portátil de alta qualidade para um (usualmente pequeno) problema recorrente (Gamma et al., 1995). De fato, padrões permitem que os desenvolvedores trabalhem mais rápido e produzam melhor código ao não duplicar seus esforços nem “reinventar rodas”. Quando os padrões de design foram introduzidos à comunidade de software, eles atraíram muito interesse. Como resultado, eles agora têm sido aplicados em muitas outras áreas. Surpreendentemente, muito pouca atenção tem sido dada para discutir a adoção de padrões no design de aplicações de computação musical.

Ao analisar o estado da arte em aplicativos de música em dispositivo móvel e aplicar nossa própria experiência acumulada no desenvolvimento de muitos sistemas de computação musical, fomos capazes de identificar quatro **padrões de interação** que possibilitam abstrair as formas de interação musical dentro do contexto ubíquo:

Padrão #1: Interação natural / Comportamento natural, correspondendo à interação musical que imita interações reais com um objeto produtor de som. Assim, todos os gestos musicais que podemos considerar como "naturais" podem ser explorados: bater, esfregar, sacudir, assoprar, etc.;

Padrão #2: Sequência de eventos, permitindo ao usuário acessar a linha do tempo da peça musical e organizar os eventos musicais nesta linha do tempo, possibilitando organizar todo um conjunto de eventos. Usando este padrão, usuários interagem com a música editando a sequência de eventos musicais, que podem ser aplicados criativamente a qualquer tipo de atividade musical (composição, performance, etc). É uma forma direta de implementar a metáfora de marcação temporal.

Padrão #3: Controle de processo, que permite que usuários controlem um processo que, por sua vez, gera material musical ou os eventos musicais. Isto resolve um problema importante: como podemos fazer um celular - que tem um teclado muito limitado e que não é adequado ergonomicamente para ser tocado (por exemplo) como um teclado de piano - ser usado ou controlado da mesma forma que um instrumento musical é usado ou controlado? Claramente relacionado com o uso dos recursos de um dispositivo móvel para outros propósitos além do que se pretendia originalmente (i.e., *resource/device repurposing*), isso corresponde ao controle de parâmetros de um algoritmo musical generativo, definindo um mapeamento entre de um lado os (limitados) recursos de interação destes dispositivos móveis e do outro lado um pequeno conjunto de parâmetros do processo musical, e não diretamente com eventos musicais.

Padrão #4: Mixagem, que consiste em selecionar e acionar múltiplos sons (ou outros materiais musicais) para que eles toquem simultaneamente. Se um som é acionado enquanto outro ainda estiver tocando, eles são misturados ("mixados" é o termo mais adotado para isto) e tocados juntos.

Uma descrição mais detalhada desses **padrões de interação para música ubíqua** pode ser encontrada em Flores et al. (2010).

Todos os quatro padrões de interação propostos endereçam, de formas diferentes, o problema geral de "Como pode uma pessoa manipular a música e informação musical usando dispositivos móveis comuns?". Assim, em uma coleção geral de padrões ou uma linguagem de padrões (*pattern language*) para design de interação móvel, esses padrões propostos poderiam ser classificados sob uma categoria de "Manipulação da música" ou "Manipulação de informação multimídia".

Este pequeno e inicial conjunto de padrões obviamente não pretende ser uma taxonomia exaustiva, genérica e completa de interação musical. Nosso grupo ainda está no processo de compilar outros conjuntos de padrões relacionados: para interações que se tornam possíveis pelos ambientes musicais de computação ubíqua (envolvendo cooperação, aspectos emergentes, reconhecimento de posição, reconhecimento de recursos de som ou de música no contexto atual, etc.) e para interfaces musicais (que instanciam padrões de interação musical). Não obstante, os quatro padrões listados aqui já podem ser usados na interação musical em ambientes ubíquos quando **apenas o**

dispositivo móvel é a interface do usuário. Mais, eles também eles propiciam *design* que possibilita que uma música possa ser feita com um dispositivo móvel mesmo sem acesso aos recursos musicais pervasivos (caso não estejam disponíveis, p.ex., por limitações de conectividade).

4. Protótipos Exploratórios

Dentro de nosso projeto multidisciplinar de Música Ubíqua, projetar interação musical com dispositivos móveis – conforme discutido acima – é um subproblema importante e foi abordado através de uma investigação exploratória. Em um primeiro passo, fizemos uma pesquisa sobre o estado da arte em aplicativos musicais e, baseados na nossa experiência em computação musical, conseguimos analisar e identificar padrões de soluções freqüentes para a interação musical, que estavam sendo adotados nessas aplicações.

Em paralelo, fizemos sessões de *brainstorming* para conceber aplicativos musicais para dispositivos móveis comuns. Uma de nossas premissas de trabalho é que devemos considerar a co-existência de várias formas de manipulação de música em dispositivos móveis, mesmo que isso exija algumas soluções de equilíbrio entre funcionalidade e criatividade na forma de superar as limitações dos dispositivos. Estes exercícios produziram idéias que foram testadas em vários protótipos exploratórios. Porém, em um segundo estágio, durante a criação dos protótipos, já estávamos associando os tipos de interação musical adotados para cada um dos protótipos com os padrões de interação que estávamos começando a definir. Então, começamos um processo retroalimentado, onde os padrões que emergiam foram sendo aplicados no projeto dos protótipos e, por sua vez, a experiência de projetar estes protótipos era usada para refinar os padrões.

A Interação Natural (padrão #1) foi explorada no nosso primeiro protótipo para dispositivos móveis - Drum! - que surgiu com a motivação de “Tocar ritmo” e de uma sessão de *brainstorming* focando em diferentes formas de manipulação de um PDA. Logo uma relação direta entre alguns modos de entrada do dispositivo e alguns gestos musicais naturais: pode-se realmente “bater” (levemente!) a tela de toque com o “stylus”, como em uma bateria real. Nossa primeira impressão então foi que o padrão natural de interação é uma forma elegante de fazer um uso efetivo das características físicas de interface disponibilizadas pelos dispositivos móveis. Isto é claramente evidenciado pelo uso difundido das interfaces multitoque nos dispositivos móveis atuais e até em *desktop* (como p.ex. no Windows 8) e mais bem explorado em outros trabalhos do grupo (McGlynn 2011; McGlynn 2012; McGlynn, Lazzarini, Delap, Chen 2012).

Começamos criando regiões na tela que disparam diferentes sons quando “percutidos” (ver figura 1a). O “tamanho” do gesto - tal como definido em Wessel e Wright (2002) - não é considerado neste caso. Mas se colocarmos regiões estreitas de toque lado a lado (ver figura 1b), todas disparando o mesmo som, podemos utilizar outro gesto musical – raspar – como um reco-reco, e então explorar o tamanho do gesto como uma forma mais “íntima” de controle da produção de som.

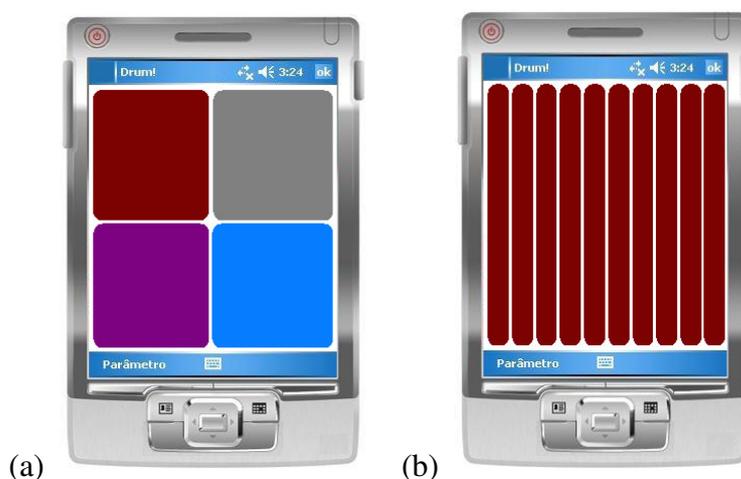


Figura 1. Duas implementações possíveis de interação natural na tela do Drum!.

Em outro momento, adicionamos Sequência de eventos (padrão #2) no Drum!, para enriquecer suas possibilidades musicais. Desta forma, o usuário pode construir um fundo rítmico recursivo como base e improvisar sobre ele usando as regiões de toque. Mais ainda, o mapa da seqüência pode ser editado indiretamente, quando colocado para “gravar” o que está sendo tocado pelos gestos naturais (ver figura 2).

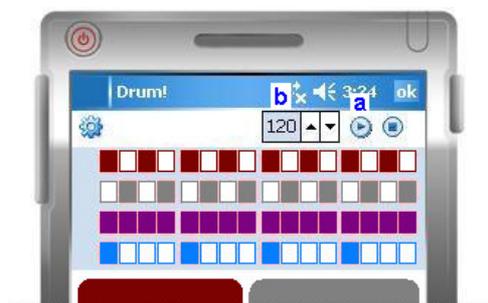


Figure 2. Implementação de Sequência de Eventos no Drum!.

Bouncing Balls é outro protótipo de instrumento rítmico, onde o usuário configura o instrumento ao escolher o número de bolas e seus sons, e o “toca” ao posicionar e controlar posição de barreiras a um quarto ($1/4$), um terço ($1/3$) ou metade ($1/2$) do caminho de cada trajetória horizontal da bola (ver figura 3). Neste protótipo, pequenas bolas estão constantemente se movendo horizontalmente na tela do dispositivo, emitindo som cada vez que batem em um obstáculo (a barreira controlada pelo usuário ou os cantos fixos da tela). Logo, este protótipo é também uma implementação que combina padrões para criar uma interação mais rica, pois a entrada do usuário segue o padrão de Controle de Processo (padrão #3), enquanto as bolas têm um Comportamento Natural (padrão #1).

Nosso protótipo *Arpejador* é uma versão extremamente simplificada de um algoritmo musical generativo, mas foi suficiente para nosso experimento de Controle de Processo com dispositivos móveis. O usuário não precisa controlar a música nota a nota, mas apenas iniciar o processo do *Arpejador* (iniciando um som em *looping*) e controlar seus parâmetros para modificar o som sendo tocado. No nosso protótipo, ações sobre os parâmetros foram mapeadas para teclas de telefone celular como linhas de uma matriz (ver figura 4), de forma que cada parâmetro (**p1**, **p2**, e **p3**) possa variar entre três valores

possíveis. Os parâmetros de controle podem estar pré-definidos ou serem definidos pelo usuário. Nosso protótipo implementa uma das múltiplas combinações possíveis: **p1** altera a estrutura do arpejo; **p2** altera a tonalidade; **p3** altera o andamento; ainda, a tecla **0** (zero) interrompe o processo. Um pequeno vídeo do Arpejador está disponível online (ver UFRGS e NAP - UFAC, 2009a).

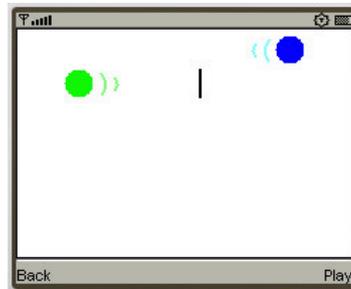


Figura 3. Tela de um celular durante a execução do Bouncing Balls, com uma barreira no meio da tela.

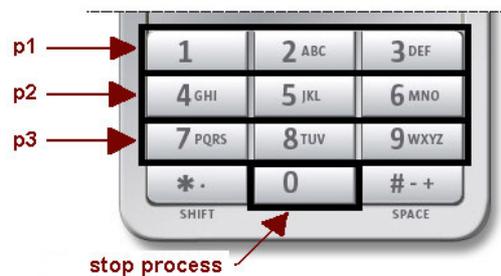


Figure 4. Mapeamento de parâmetros em uma matriz do teclado no *Arpejador*.

Apesar de ser possível aplicar a metáfora da “navegação paramétrica” de Wessel e Wright, como fizemos no protótipo do *Arpejador*, acreditamos que é possível usar outras metáforas, que eles também sugerem, para controle do processo de interação musical: “*drag & drop*”, “*scrubbing*”, “*dipping*” e “*catch & throw*” (Wessel e Wright 2002). Para o mapeamento de parâmetros de controle para diferentes tipos de sensores em dispositivos móveis, usamos como referência o trabalho de Essl e Rohs (2009).

MixDroid é um protótipo de marcação de tempo (*time-tagging*) para o sistema operacional Android. O MixDroid foi desenvolvido em Java usando o Android Development Toolkit. Dado o suporte limitado para áudio no Android na época do seu desenvolvimento, foi necessário implementar ferramentas para manipulação de arquivos e *streaming* em tempo real. O MixDroid serviu para testes iniciais destas ferramentas. Um exemplo de uso do MixDroid também está disponível online (ver LCM - UFRGS e NAP - UFAC, 2009b). A figura 5 mostra a interface da versão 1.5 do MixDroid.

MixDroid é uma ferramenta de composição musical onde o usuário grava performances pequenas e as combina (“*mixa*”) para criar uma composição completa. Usar o MixDroid consiste em selecionar e disparar múltiplos sons ou eventos, de forma que possam tocar simultaneamente. Neste caso, uma música é considerada uma composição em camadas, mas ao disparar eventos em tempo real, podemos considerar a mixagem do som como a versão em tempo real do seqüenciamento de eventos (padrão #2). Os eventos musicais nesse caso são sons (ou estruturas musicais) de qualquer duração.



Figure 5. Tela de mixagem do protótipo MixDroid.

MixDroid manipula adequadamente mesmo estruturas musicais longas (como por exemplo uma música inteira, disparada uma única vez, ou um *sample* pequeno mas em *loop*), evitando o paradigma nota-a-nota do controle musical, que é muito difícil de implementar em dispositivos móveis convencionais. Nosso protótipo MixDroid implementa o padrão de mixagem de som (padrão #4) como botões que disparam sons configurados pelo usuário. Apesar dele poder ser usado como um instrumento de performance (similar à primeira versão do Drum!), ele foi concebido como uma ferramenta de composição: o usuário inicia uma gravação, escolhe (possivelmente em tempo real) quando cada som vai começar, e então termina a gravação. Depois, a sequência gravada é reproduzida e, novamente em tempo real, é possível editar o *panning* de cada som enquanto ele está sendo executado, o que também é gravado. Nossa intenção é experimentar com essa maneira síncrona de compor, que não se baseia em uma representação estática (e usualmente gráfica) como a usual. A única representação é a própria composição, que é ouvida em tempo real. MixDroid mostra como a marcação de tempo (*time tagging*) pode ser utilizada como uma metáfora de interação para mixagem, e assim a marcação de tempo tem boas chances de se tornar um modelo largamente aplicável para interação ubíqua. Mesmo preliminarmente, pode-se afirmar que, no mínimo, a marcação temporal reduz custos computacionais ao eliminar a necessidade de suporte visual (ou seja, de uma interface gráfica) para operações de mixagem. Essa redução é um requisito chave para desenvolvimento em plataformas móveis de baixo custo.

Depois de apresentar estes protótipos exploratórios, através dos quais nós investigamos possíveis aplicativos musicais para dispositivos móveis, é muito importante reconhecer que validar tais idéias é um desafio. De fato, uma das grandes dificuldades encontradas por projetistas de aplicativos musicais é a lentidão do ciclo de validação. Como sistemas completos são difíceis de implementar e testar, estratégias de desenvolvimento normalmente isolam aspectos das atividades musicais impedindo resultados composicionais mais robustos.

A forma de uso das ferramentas pelos músicos pode não corresponder ao projetado e a integração de múltiplos elementos pode fazer surgir problemas imprevistos. Como solução parcial para estes obstáculos, incluímos a criação de música dentro do ciclo de desenvolvimento (Keller et al., 2011). Ao incluímos as atividades musicais no processo de *design*, os requisitos de usabilidade do sistema podem ser estabelecidos através do uso real. Ajustes finos nas decisões técnicas são feitos após este primeiro ciclo se completar. Deste modo, a rapidez de entrega tem prioridade sobre

completude dos testes em uma base de usuários maior.

5. Discussão Final

Durante os últimos anos, nosso grupo de pesquisa investigou o uso de tecnologia computacional para dar suporte a atividades musicais com ênfase no suporte a usuários leigos em música.

O desenvolvimento deste suporte seguiu um enfoque interdisciplinar, envolvendo especialistas em Computação Musical, Interação Humano-Computador (IHC), Trabalho Cooperativo Apoiado por Computador (*Computer Supported Cooperative Work - CSCW*), e Educação Musical, apontando para um novo campo chamado Música Ubíqua (Keller et al. 2011). A principal motivação de nosso trabalho é acreditar que nenhum conhecimento formal de música deve ser requisito para que alguém participe da experiência de criação musical.

Parte de nosso trabalho tem como objetivo identificar estas situações onde dispositivos móveis comuns expandem o universo de possibilidades no contexto da música ubíqua. Para atingir este objetivo, fizemos uma pesquisa sobre o estado da arte em aplicativos musicais para dispositivos móveis, investigamos conceitos e mecanismos, avaliamos alternativas, fizemos experimentos para verificar a viabilidade de soluções, e implementamos suporte computacional para música ubíqua em dispositivos móveis reais. Também investigamos e definimos (depois do resultado de alguns experimentos envolvendo protótipos e usuários reais) as características que esse suporte deve apresentar. Entre estas características, nós estamos especialmente interessados naquelas relacionadas a aspectos de interação com dispositivos móveis (problemas que tangenciam uma área de IHC denominada IHC Móvel – *Mobile HCI*) e também problemas relacionados com a criação de interfaces musicais para usuários leigos.

Uma simples réplica de todos os conceitos e características orientados ao músico, sem uma análise cuidadosa de seus requisitos e perspectivas, pode resultar em ferramentas que seriam inúteis e não usáveis para os usuários leigos. É muito importante conduzir a criação de tais ferramentas em diálogo e parceria contínua com potenciais usuários, preferencialmente usando abordagens participativas e incluindo investigação sistemática sobre suas expectativas e interesses.

Um resultado interessante de nossos estudos – relatado em profundidade por De Lima et al. (2012) – é a observação de requisitos diferentes para músicos e usuários leigos em música em atividades exploratórias.

Para músicos, uma metáfora de instrumento é fácil de usar e entender e é expressiva. Leigos não necessariamente pensam o mesmo. Interfaces baseadas em instrumentos tradicionais não são avaliadas como expressivas e produtivas ao explorar as possibilidades musicais de uma ferramenta. Esta característica que é específica ao perfil do usuário confirma não somente a importância de um projeto de interface de usuário cuidadoso para atividades musicais (Miletto et al. 2007) mas também a consistência de nossa suposição no contexto da ubíqua: a necessidade de buscar novas teorias, conceitos, metáforas e padrões a fim de descobrir como utilizar estes dispositivos móveis comuns em atividades musicais.

Este artigo apresentou algumas idéias que foram testadas nos protótipos exploratórios de aplicativos musicais para dispositivos móveis comuns. É uma premissa

constante em nosso trabalho a busca de diversas e flexíveis formas de manipular música com dispositivos móveis, mesmo que isso implique em soluções de equilíbrio entre funcionalidade e criatividade ao superar limitações dos dispositivos.

Nosso objetivo aqui não foi apontar qual a melhor forma de relacionar atividades musicais e tecnologia móvel (mesmo que isto seja possível e desejável) mas introduzir algumas de nossas idéias de música ubíqua ao apresentar alguns protótipos exploratórios, que funcionaram tanto para obtermos alguns resultados preliminares como para servir de base de testes de nossa pesquisa. Nossa intenção é ajudar projetistas a entender alguns problemas relacionados ao uso criativo de tecnologia móvel, e mostrar como atividades e aplicativos ubimus criam oportunidades para criação musical - fora de um estúdio ou de locais convencionais - para músicos e participantes leigos. Seguramente, o sucesso e efetividade de cada conceito descrito aqui é resultado de experiência acumulada e de alguns *insights* ocorridos no processo exploratório. Devemos compreendê-los e aplicá-los apropriadamente para que possamos construir sistemas de música ubíqua. Certamente estes conceitos são ainda uma incursão limitada em um território que inclui muitas perspectivas e caminhos a ser percorridos.

Agradecimentos

Este trabalho é parcialmente financiado pelas agências de pesquisa brasileiras CNPq e CAPES. O grupo Ubimus pode ser contatado no e-mail ubiquitousmusic@googlegroups.com

Referências

- Behrendt F (2005) From calling a cloud to finding the missing track: Artistic approaches to mobile music. In: *2nd international workshop on mobile music technology*, Vancouver, Canada. Published online.
- Borchers J (2001) *A Pattern Approach to Interaction Design*. Chichester, UK: John Wiley & Sons.
- Costa CA, Yamin AC and Geyer CFR (2008) Toward a general software infrastructure for ubiquitous computing. *IEEE Pervasive Computing* 7(1): 64-73.
- De Lima MH et al. (2012) Creativity-centered design for ubiquitous musical activities: Two case studies. *Journal of Music Technology and Education*. v. 5, p. 195-222, 2012.
- Essl G e Rohs M (2009) Interactivity for mobile music-making. *Organised Sound* 14(2): 197-207.
- Flores LV et al. (2010) Patterns for the design of musical interaction with everyday mobile devices. In: *9th brazilian symposium on human factors in computing systems*, Belo Horizonte, Brazil, pp.121-128. Porto Alegre: SBC.
- Gamma E et al. (1995) *Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software*. Boston: Addison-Wesley.
- Gaye L et al. (2006) Mobile music technology: Report on an emerging community. In: *International conference on new interfaces for musical expression*, Paris, France, 2006, pp.154-156. Paris: IRCAM.
- G-Ubimus (2012) Ubiquitous music. Disponível em: groups.google.com/group/ubiquitousmusic/ (acesso em abril 2012).

- Holmquist LE (2005) On the edge: Ubiquitous music. *Interactions* 12(4): 71, 78.
- Huizinga J (1950) *Homo Ludens: A Study of the Play Element in Culture*. Boston: The Beacon Press.
- Keller D et al. (2011) Convergent trends toward ubiquitous music. *Journal of New Music Research* 40(3): 265-276.
- Kirsh D e Maglio P (1994) On distinguishing epistemic from pragmatic action. *Cognitive Science* 18: 513-549.
- LCM - UFRGS e NAP - UFAC (2009a) Demo Arpejador v08. Available at: www.youtube.com/watch?v=boBie94ti9E (accessed 15 June 2012).
- LCM - UFRGS e NAP - UFAC (2009b) Demo 2 Mixdroid. Available at: <http://www.youtube.com/watch?v=Mbpfaq1dcY0> (accessed 15 June 2012).
- McGlynn, Patrick. *Analysing multi-touch data for expressive musical performance*. In: *13th Brazilian Symposium on Computer Music*, Vitoria, Brazil, 2011. Porto Alegre: SBC.
- McGlynn, Patrick. OSCar: A non-visual multi-touch controller. In: *3rd Ubiquitous Music Workshop*, May 2012, São Paulo, Brazil.
- McGlynn, P.; Lazzarini, V.; Delap, G.; Chen, X. Recontextualizing the Multi-touch Surface. *12th International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME 2012)*, University of Michigan, Ann Arbor, USA, 2012.
- Miletto EM et al. (2007) Interfaces for musical activities and interfaces for musicians are not the same: The case for CODES, a Web-based environment for cooperative music prototyping. In: *9th international conference on multimodal interfaces*, Nagoya, Japan, pp.201-207. New York: ACM.
- Miletto EM et al. (2011) Principles for music creation by novices in networked music environments. *Journal of New Music Research* 40(3): 205-216.
- Pimenta MS et al. (2009) Ubiquitous music: Concepts and metaphors. In: *12th brazilian symposium on computer music*, Recife, Brazil, pp.139-150.
- Rogers, Y., Sharp, H., Preece, J. *Design de Interação: além da Interação Humano-Computador*. 3a. edição, Bookman, 2013.
- Satyanarayanan M (2001) Pervasive computing: Vision and challenges. *IEEE Personal Communications* 8(4): 10-17.
- Tidwell J (2005) *Designing Interfaces: Patterns for Effective Interaction Design*. Sebastopol, USA: O'Reilly Media.
- Weiser M (1991) The computer for the twenty-first century. *Scientific American* 265(3): 94-104.
- Wessel D e Wright M (2002) Problems and prospects for intimate musical control of computers. *Computer Music Journal* 26(3): 11-22.