

mixDroid: Marcação Temporal para Atividades Criativas¹

Eduardo Aquiles Affonso Radanovitsck¹, Damián Keller², Luciano Vargas Flores¹,
Marcelo Soares Pimenta¹, Marcelo Queiroz³

¹Instituto de Informática – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Caixa Postal 15.064 – 91.501-970 – Porto Alegre – RS – Brasil

²Núcleo Amazônico de Pesquisa Musical (NAP) – Universidade Federal do Acre
Rio Branco – AC – Brasil

³Instituto de Matemática e Estatística – Universidade de São Paulo
São Paulo – SP – Brasil

Grupo de Música Ubíqua: dkeller@ccrma.stanford.edu,
mpimenta@inf.ufrgs.br, mqz@ime.usp.br

Abstract. *We studied the application of a new interaction metaphor for ubiquitous music contexts: time mapping. As opposed to the widespread visual representations, this metaphor is based on the temporal information available in sound itself. We developed a prototype and did two usage studies: one involving both expert and novice users. The results of these experiments are presented, showing the applicability of the metaphor to musical activities in pervasive contexts.*

Resumo. *Investigamos a aplicação de uma nova metáfora para interação em contextos de computação ubíqua: “time mapping” ou marcação temporal. Esta metáfora se apóia na informação temporal disponível através do próprio som e não de representações gráficas. Desenvolvemos um protótipo e realizamos dois estudos de uso: um experimento envolvendo um usuário experiente e outro experimento abrangendo usuários leigos. Apresentamos os resultados destes estudos confirmando a aplicabilidade da metáfora nas atividades musicais em contexto ubíquo e pervasivo.*

1. Introdução

Os sistemas de música ubíqua oferecem oportunidades para reinserir o contexto da atividade no estudo das dimensões processuais e materiais da criatividade musical. A ancoragem tem sido proposta como uma estratégia eficaz para promover o desenvolvimento de canais de interação, fornecendo bases materiais para o suporte das atividades criativas [Keller et al. 2010]. Neste artigo apresentamos os resultados do processo de implementação e dos experimentos conduzidos para avaliar o impacto da ancoragem no caso específico da tarefa de mixagem em dispositivos cotidianos portáteis.

¹ Radanovitsck, E. A. A., Keller, D., Flores, L. V., Pimenta, M. S., Queiroz, M. (2011). mixDroid: Marcação Temporal para Atividades Criativas. Anais do 13º Simpósio de Computação Musical, Vitória, ES. <http://compmus.ime.usp.br/sbcm/2011/>

2. Transparência

Música Ubíqua é o termo proposto por nosso grupo de pesquisa para um tema que temos investigado nos últimos anos. Consiste nas aplicações musicais da computação ubíqua, ou na música feita (e nos meios para fazê-la) em contextos de computação ubíqua ou UbiComp [Weiser 1991]. Um dos desafios da UbiComp é o estudo de aplicações para essa tecnologia, ajudando a revelar novos requisitos [Gupta et al. 2001]. Essa é uma das contribuições do presente trabalho.

Desde o final dos anos 1980, a proposta de integrar computação com ambiente impulsionou o desenvolvimento de conceitos e métodos específicos da computação ubíqua. Transparência e invisibilidade – ou o ajuste da interface aos objetos do ambiente em função das necessidades específicas do usuário – são conceitos que têm conseqüências importantes na relação usuário-tecnologia-ambiente [Costa, Yamin e Geyer 2008]. Colocando a computação dentro do contexto geo-sócio-cultural do usuário, o foco do desenvolvimento deixa de ser o dispositivo e passa a ser a atividade humana [Bardram 2005]. A integração da tecnologia com os objetos do ambiente vem substituir o desenvolvimento de instrumentos tecnológicos pela implementação de mecanismos de interação que funcionem como uma extensão dos objetos já existentes. Este campo de estudo denomina-se interação tangível.

A proposta da interação tangível é a combinação das várias modalidades de entrada e saída de dados em um mecanismo unificado. O mecanismo é instanciado em interfaces tangíveis (ou TUIs na sigla em inglês). A grande vantagem das TUIs em relação aos outros tipos de interface é que elas fornecem os mesmos canais de interação que os objetos com os quais lidamos no dia-a-dia, ou seja, as variáveis manipuladas nos canais multisensoriais (tátil, visual e sonoro) ficam diretamente correlacionadas.

Infelizmente, os avanços na pesquisa e na implementação de TUIs têm sido lentos. Um dos principais motivos é o alto custo de desenvolvimento – abrangendo a implementação de hardware e software (inclusive sensores e transdutores customizados) para as diversas aplicações. Ao demandar dispositivos específicos, aumenta o custo financeiro e cresce a dificuldade de migração do sistema, reduzindo a sua portabilidade lógica e física. Portanto, a procura de alternativas que forneçam transparência e invisibilidade sem aumentar o custo da infraestrutura de hardware é um dos objetivos da pesquisa em computação ubíqua.

Mas como implementar mecanismos de interação que atendam às demandas de transparência – incorporando características do uso cotidiano – e que ao mesmo tempo possam ser utilizados em atividades criativas específicas, como é o caso da criação musical? Para atingir esses objetivos são necessários sistemas que não demandem conhecimentos teórico-musicais específicos, habilidades depuradas na manipulação de ferramentas pouco intuitivas e orçamentos proibitivos. Mas neste último ponto atingimos uma encruzilhada metodológica: a exploração de formatos musicais em contexto ubíquo requer suporte tecnológico adequado. E essa infraestrutura não pode exceder o custo do equipamento padrão disponível em escolas e telecentros já que isso inviabilizaria o acesso de amplos setores da população brasileira. O desenvolvimento e a adoção de projetos de código aberto é uma das estratégias que estamos utilizando. A outra estratégia é o reaproveitamento da tecnologia portátil existente.

3. Reaproveitamento de Dispositivos Cotidianos

Dispositivos móveis cotidianos vêm incorporando capacidades computacionais de maneira crescente nos últimos anos. Esses recursos, aliados às características específicas dos sistemas portáteis – de comunicação e mobilidade –, podem ser úteis para atividades musicais, por exemplo, no apoio à mobilidade dos músicos, permitindo o acesso rápido e distribuído a informação musical e ao processamento sonoro, e/ou provendo conectividade para atividades musicais grupais.

O conceito original de *Mobile Music* começou a surgir com a popularização dos telefones celulares, quando as melodias de toque dos telefones começaram a ser configuráveis. Logo foi introduzido o padrão MIDI de codificação musical para permitir a redução do tamanho dos arquivos. O resultado foi a popularização de toques de celular, os *ringtones*, que hoje podem ser buscados via Internet, comprados e carregados pelo usuário. Mais recentemente, os telefones celulares com capacidade de processamento e execução de arquivos no formato MP3 também passaram a ser utilizados. Pelo fenômeno da convergência tecnológica, esses aparelhos incorporam características de “tocador de MP3”, apontando para uma tendência de unificação de funcionalidades em dispositivos portáteis. O mais recente avanço é a ampliação da disponibilidade de *tablets* – que pelas suas características se aproximam ao tipo de uso dado aos computadores *laptop* incorporando aspectos dos primeiros sistemas móveis, os *portable digital assistants* (ou PDAs).

Apesar da mudança constante nos sistemas que permitem mobilidade, o que hoje ainda se entende como sendo *mobile music* é a tecnologia feita para dispositivos de uso pessoal (*ringtones*, audição de MP3, etc.) com viés no mercado comercial de música. Ou seja, é uma visão restrita dos dispositivos móveis cotidianos apenas como mídia de armazenamento e de distribuição para o lazer musical passivo [Gaye et al. 2006]. Nossa proposta não é colocar o dispositivo como foco da pesquisa, mas utilizar dispositivos móveis como parte integrante de sistemas musicais ubíquos. Nesse contexto, surge a necessidade de estabelecer uma estratégia de desenvolvimento, neste caso, o reaproveitamento dos dispositivos portáteis não-específicos. Como aplicamos essa estratégia concomitantemente com o desenvolvimento de técnicas de interação desenhadas especificamente para o contexto ubíquo, podemos manter o nosso objetivo de redução do custo do hardware sem impactos negativos na usabilidade do sistema. Portanto, um dos objetivos do estudo experimental relatado neste artigo é avaliar a possibilidade da adoção de aparelhos com recursos computacionais limitados na execução de atividades criativas complexas.

Ao discutir aspectos do desenvolvimento de ferramentas musicais para plataformas móveis, Georg Essl (2009) sugere manter a plataforma móvel como um ambiente genérico de performance musical. O tipo de atividades focalizado por Essl e sua equipe não abrange o leque de possibilidades criativas disponível nos sistemas musicais ubíquos, mas tem relevância para o caso específico das atividades relacionadas a performance. Essl (2009) propõe regras básicas para o mapeamento de parâmetros musicais em dispositivos móveis. Essas observações estão em concordância com os resultados obtidos pela nossa equipe em estudos anteriores [Keller et al. 2009; Pimenta et al. 2009]:

- Usar botões para interações críticas. Eles oferecem formas de interação rápidas e seguras.
- Limitar o número de seqüências de teclas necessárias para finalizar qualquer tarefa.
- Fornecer a opção de “desfazer” para todas as interações com o sistema.
- Limitar a complexidade dos mapeamentos possíveis.

Observamos que a utilização de teclas ou botões virtuais e a adoção de mapeamentos diretos para atividades pragmáticas podem ser embasados em conceitos gerais desenvolvidos no campo da psicologia da cognição [Keller et al. 2010]. Mas com o intuito de discutir a aplicação desse enfoque precisamos introduzir primeiro os conceitos de *affordance* e ancoragem.

4. Os Canais de Interação e o Processo de Ancoragem

As atividades musicais definem sistemas de ações epistêmico-pragmáticas com objetivos específicos [Keller et al. 2010]. Por sua vez, esses objetivos servem de guia para estabelecer os requisitos dos sistemas de suporte às atividades musicais. Os canais de interação natural – ou *affordances* naturais – constituem a via de intercâmbio de energia entre agentes e objetos. Esses canais não só influenciam o desenvolvimento das ferramentas, também proporcionam um contexto para a aplicação de conceitos musicais. No caso das atividades musicais pragmáticas – i.e., as que visam a produção de resultados sonoros de forma direta – temos um ciclo de ações entre agentes e objetos produzindo modificações no ambiente e nos atores envolvidos na atividade musical.

As ações pragmáticas envolvem a interação com objetos com o objetivo de produzir mudanças no ambiente. As atividades exploratórias do agente – abrangendo ações puramente cognitivas e ações que abrangem processos internos e objetos externos (através do mecanismo de projeção) – fornecem o suporte conceitual para as ações pragmáticas. Espera-se, portanto, que o processo de adaptação ao ambiente seja determinado a partir de sucessivas interações – ações pragmáticas entre agentes e objetos – estabelecendo a relação do agente com o nicho ecológico no qual a atividade é realizada.

Um mecanismo utilizado pelo agente no processo de adaptação mútua entre o nicho ecológico e o domínio cognitivo é a ancoragem. As âncoras fornecem pontes materiais entre as ações dos agentes e os processos cognitivos. Desta feita, permitem a formação de canais de interação utilizados nas atividades criativas que demandam deslocamentos bidimensionais ou tridimensionais. Ao contrário dos canais de interação – que existem como vias potenciais de contato entre agentes e objetos – as âncoras são propriedades materiais do ambiente. No entanto, elas não precisam ser propriedades fixas previamente existentes no ambiente. As âncoras podem ser introduzidas como elementos físicos ou virtuais durante a implementação do sistema. Portanto, elas podem tornar-se mecanismos para a ampliação da “transparência” nas ferramentas (ver seção Transparência).

Existe alguma diferença entre ancoragem e mapeamento? O mapeamento consiste em correlacionar os dados fornecidos pelo músico/intérprete/compositor – isto é, o usuário do sistema – com o resultado sonoro. Por isso, a tarefa de encontrar uma

boa relação entre a capacidade dos sensores e os algoritmos de geração sonora é conhecida em computação musical como o “problema do mapeamento” [Miranda e Wanderley 2006]. O mapeamento é estabelecido através de conjuntos de relações entre domínios abstratos. Qualquer elemento de um domínio pode ser mapeado para qualquer elemento de outro domínio. Os usuários ou desenvolvedores são livres para escolher como eles vão lidar com as relações entre os diferentes domínios.

Ao contrário do mapeamento, a ancoragem é estreitamente vinculada ao domínio material. Portanto, ela fica limitada aos horizontes espaciais e temporais da atividade. Enquanto as *affordances* são exteriorizadas através de atividades, as âncoras constituem o elo material entre a atividade do agente, a formação de canais de interação e os domínios cognitivos. Em outras palavras, podemos ver a ancoragem como uma forma restrita de mapeamento que tem forte ligação com os fatores contextuais, incluindo os objetos físicos, os locais e as situações de uso.

O nosso grupo vem aplicando o conceito de ancoragem no desenvolvimento de metáforas de interação para o contexto ubíquo. Essa estratégia pode ser utilizada tanto na modalidade visual quanto em outras formas de interação. Dadas as limitações de espaço de tela nos dispositivos portáteis, decidimos focalizar o uso da informação sonora. Como caso específico, enfrentamos o desafio de fornecer suporte para uma atividade musicalmente complexa: a mixagem.

5. Limitações das Metáforas Visuais

Como é bem conhecido no âmbito musical, a mixagem é o procedimento de combinar sons previamente gravados (amostras sonoras) com o objetivo de obter um novo resultado a partir da distribuição temporal do material sonoro. Nos editores digitais existentes, geralmente são utilizadas interfaces que possibilitam a seleção e o posicionamento de arquivos sonoros no eixo temporal. Os dados sonoros são representados por gráficos de amplitude dispostos em trilhas alinhadas verticalmente.

A metáfora visual utilizada pela maioria dos editores para ambientes *desktop* não é facilmente transposta aos sistemas portáteis. Podem ser buscadas soluções como a sugerida por Miletto e colegas (2009): a representação embasada em analogias visuais. Mas mesmo com representações analógicas, a resolução no eixo temporal demanda a utilização de um mecanismo de *zoom* que o usuário é obrigado a aplicar constantemente para fazer edições em diferentes escalas temporais. A atualização da representação visual na tela demanda uso intensivo de CPU e ampla disponibilidade de memória RAM, recursos que geralmente não estão disponíveis nos dispositivos portáteis.

Esses problemas apontam para as limitações das metáforas visuais nas atividades musicais ubíquas e demandam uma mudança radical de paradigma. Na implementação que discutimos a seguir, a interação com o material sonoro é estruturada exclusivamente a partir da informação fornecida pela modalidade sonora. O objetivo é otimizar o uso dos recursos computacionais permitindo a realização de mixagens em aparelhos portáteis com baixa capacidade de processamento e espaço limitado para visualização.

6. Marcação Temporal

Desenvolvemos uma metáfora de interação que fornece uma forma intuitiva de execução de mixagens em contexto ubíquo: a marcação temporal [Keller et al. 2010]

(Figura 1). Para testar essa idéia, implementamos um protótipo para telefones celulares baseados no sistema operacional livre Android [Radanovitsck 2010]. O protótipo mixDroid 1.0 permite combinar sons em tempo real através de um teclado virtual. O teclado emulado segue o padrão do teclado numérico encontrado nos dispositivos móveis, permitindo que cada tecla virtual seja vinculada a um som escolhido pelo usuário. A mixagem é feita pressionando os botões na tela sensível do celular. Como resultado, o posicionamento de cada som no eixo temporal corresponde ao tempo de acionamento da tecla.

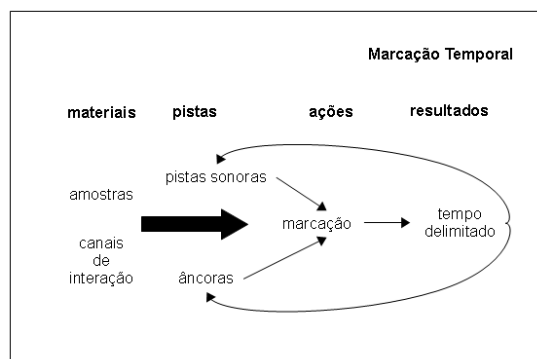


Figura 1. Marcação temporal [Keller et al. 2010]

7. Métodos

7.1. Estudo Experimental: Avaliação Qualitativa Com Usuários Leigos

Planejamos um experimento comparativo da adequação à tarefa entre duas ferramentas: o mixDroid e o Kristal, uma ferramenta de edição sonora multipista gratuita para uso não-comercial [Kreatives.org 2010]. A escolha do Kristal foi motivada por três fatores: (1) o aplicativo realiza a função de mixagem; (2) a interface é baseada na metáfora visual padrão de trilhas sonoras adotada pela maioria dos editores de som; e (3) uma nova composição já inicia com várias trilhas vazias visíveis (assim como o mixDroid inicia com botões visíveis, aos quais pode-se atribuir os sons).

Nosso teste aproxima-se da abordagem “rápida e suja” sugerida por Preece et al. (2005) e foi principalmente qualitativo. As medidas comparativas foram o desempenho (eficiência medida através do tempo total para realização da tarefa) e a satisfação subjetiva (medida através de perguntas objetivas respondidas pelos usuários ao final de cada tarefa). A metodologia envolveu testes com usuários – ensaios de interação – em sessões individuais filmadas enfocando a tela do computador. O intuito da documentação audiovisual foi capturar a interação com o software e registrar os comentários dos usuários. Cada sessão foi seguida de questionários de satisfação.

Para a realização do experimento escolhemos a execução do mixDroid no emulador do sistema Android rodando em um computador *desktop*. O dispositivo de interação se manteve o mesmo para as duas aplicações, limitando-se ao *mouse*. Dessa maneira, variáveis como fator de forma, mecanismo do dispositivo de interação e mobilidade não entraram no estudo. A exclusão dessas variáveis permitiu uma comparação direta entre os mecanismos de interação visual – utilizados no Kristal – e os mecanismos de marcação temporal utilizados no mixDroid.

7.2. Perfil dos Sujeitos

Seis sujeitos adultos, do sexo masculino, com média de idade em 24,2 anos, participaram no experimento (características descritas na Tabela 1). Todos expressaram interesse tanto em música quanto em tecnologia, mas nenhum deles tinha experiência ou treinamento formal em composição musical. No entanto, quatro participantes relataram já ter realizado atividades criativas em música (a média final do nível de experiência informal, graduado de 0 a 5, foi de 1,33; sendo que 0 corresponde a nenhuma experiência).

Tabela 1. Perfil dos voluntários

Voluntários			Interesse por		Experiência informal em		
Id	Sexo	Idade	Computador	Música	Composição Musical	Kristal	SO Android
1	M	22	5	5	0	0	1
2	M	27	5	5	3	0	1
3	M	24	4	4	1	0	1
4	M	23	5	5	2	0	3
5	M	22	5	4	0	0	4
6	M	27	5	3	2	0	3

Os participantes foram divididos em dois grupos. Um grupo iniciou a atividade de mixagem no mixDroid e o outro grupo utilizou primeiro o Kristal. Dessa forma, eliminamos o efeito da exposição prévia (com possível impacto no aprendizado) nos resultados do experimento.

7.3. Procedimentos

7.3.1. Tarefa 1: Seleção

A primeira tarefa realizada foi a seleção e o alocamento dos sons dentro do programa. No Kristal, a tarefa consiste em carregar os sons nas trilhas disponíveis. No mixDroid, o usuário vincula um som para cada botão da tela de mixagem. O tempo de realização das operações para cada condição experimental consta na Tabela 2. Os dados foram obtidos através da documentação em vídeo para determinação dos tempos de realização das tarefas.

7.3.2. Tarefa 2: Imitação

A segunda tarefa consiste em recriar a mixagem escutada. Uma composição-modelo de 20 segundos previamente gravada é reproduzida para os voluntários, juntamente com a exibição de uma partitura simplificada. A composição compreende quatro amostras sonoras identificadas como *evento 1*, *evento 2*, *evento 3* e *evento 4* (Figura 2). Cada evento é representado por um número na partitura. Para a execução quase simultânea de dois eventos utilizamos colchetes.

1 3 4 2 [4 1] 4 2 1

Figura 2. Partitura simplificada para representar o material sonoro na Tarefa 2

Funcionalmente, a tarefa é idêntica para as duas plataformas. Especificamente, no Kristal é necessário dispor os sons nas trilhas para reproduzir corretamente a sequência-modelo. No mixDroid, o usuário somente pressiona os botões no tempo correto. O tempo é computado desde o momento em que o usuário inicia a inserção da primeira amostra até a hora em que ele finaliza a mixagem.

7.4. Resultados

Os dados subjetivos foram obtidos através do preenchimento de um questionário. As perguntas que envolviam respostas graduadas foram limitadas ao intervalo de 0 a 5, sendo 0 a pior resposta e 5 a melhor. Também foram recolhidos comentários e sugestões dos usuários.

Os tempos para a execução das tarefas foram obtidos através da visualização dos vídeos das sessões experimentais. Na Tabela 2 podem ser conferidas as pontuações que os usuários deram para as ferramentas, juntamente com a escolha do sistema que atendeu melhor os requisitos da atividade e os tempos de execução de cada atividade.

Tabela 2. Tempo (em segundos) necessário para realizar as tarefas e impressões dos sujeitos (numa escala de 0 a 5) em relação à usabilidade das ferramentas

Usuário (Id)	Tarefa 1: Seleção		Tarefa 2: Mixagem		Avaliação		Escolha
	Kristal	mix-Droid	Kristal	mix-Droid	Kristal	mix-Droid	
1	15	60	246	50	2	4	mixDroid
2	30	50	490	42	3	5	mixDroid
3	14	90	210	33	4	3	mixDroid
4	27	60	600	120	4	3	mixDroid
5	20	30	370	37	4	4	Kristal
6	10	33	611	35	4	3	Kristal
Total	116	323	2527	317	21	22	
Média	19,33	53,83	421,16	52,83	3,5	3,66	66% mixDroid

8. Discussão dos Resultados

Uma análise geral das duas tarefas mostra que os tempos de execução não estão relacionados à familiaridade com as interfaces dos ambientes. Se esse fosse o caso, as duas tarefas teriam sido realizadas em tempos menores numa única plataforma. Na Tarefa 1, todos os sujeitos obtiveram médias de execução mais baixas com o Kristal (19 segundos). Com mixDroid a média foi mais do dobro da obtida com Kristal (54 segundos). Já na Tarefa 2, as melhores médias corresponderam ao uso do mixDroid (53 segundos). Enquanto o pior desempenho – com uma diferença de 1 ordem de magnitude

– correspondeu ao uso do Kristal (421 segundos). Uma análise detalhada dos vídeos mostrou que, após a primeira realização da atividade, os usuários executaram as operações mais rapidamente – ou seja, houve aprendizado no uso de ambas as interfaces.

Na avaliação subjetiva dos dois ambientes, a média do mixDroid (3,67) foi levemente superior à média do Kristal (3,4), indicando que para as tarefas propostas não houve predisposição dos sujeitos a favorecer um ambiente em particular. A mesma conclusão pode ser observada pelas escolhas dos usuários sobre qual ferramenta é melhor para a realização das tarefas propostas. Quatro pessoas preferiram o mixDroid e duas o Kristal. Como a escolha de cada sujeito não está correlacionada com o desempenho nas tarefas propostas, podemos descartar a influência da predisposição do sujeito na sua performance durante as atividades.

Todos os sujeitos demoraram mais tempo para concluir a tarefa de mixagem no Kristal. Esta diferença de desempenho pode ser decomposta em dois fatores. Por um lado, temos o período-base de realização da mixagem, isto é, quanto demora cada sujeito em distribuir os sons no eixo temporal. Após a conclusão do período-base, temos o tempo necessário para que o sujeito determine se a mixagem foi realizada com sucesso. Esse tempo é o que denominamos de período-refinamento. A medida de sucesso é subjetiva, portanto há casos em que o sujeito conclui a tarefa de forma rápida, mas não atinge um resultado próximo à sequência-modelo e há casos em que mesmo com um longo período-refinamento, o resultado é comparável ao de outro sujeito com menor tempo de execução. No entanto, no nosso desenho experimental o que está sendo medido não é a capacidade do sujeito para realizar a imitação da mixagem, mas a diferença no desempenho para realizar a mesma tarefa nos dois ambientes. Por isso, o tempo total de execução é a quantidade que deve ser adotada na hora de comparar o uso da interface visual com o uso da interface sonora.

9. Conclusões

Para testar a aplicação da marcação temporal na atividade de mixagem, implementamos um protótipo para telefones celulares que suportam o sistema operacional livre Android. O protótipo mixDroid 1.0 permite combinar sons em tempo real através de um teclado virtual que segue o padrão do teclado numérico encontrado nos dispositivos móveis. Cada tecla é vinculada a um som escolhido pelo usuário. A mixagem é feita pressionando os botões virtuais na tela do celular, sendo que o posicionamento de cada som no eixo temporal corresponde ao tempo de acionamento na interface.

A composição no mixDroid está baseada no disparo de sons através de botões e no registro dos tempos de acionamento. Esse mecanismo permite a sucessão rápida de até nove sons, dependendo exclusivamente da habilidade psicomotora do usuário e do seu domínio cognitivo das relações temporais. Mas sendo que o controle se limita a um único parâmetro (o tempo), estas habilidades estão muito aquém das exigidas para a execução de um instrumento acústico, não dependem de um sistema simbólico a ser aprendido, e podem ser aprimoradas em função das características do material sonoro utilizado. Devido a adoção do formato de áudio estéreo, o resultado de uma sessão pode ser utilizado como amostra dentro de uma nova sessão, de forma similar ao processo de *overdubbing* usado nos sistemas analógicos de gravação. Portanto, a complexidade da

mixagem não fica limitada pelos recursos do dispositivo portátil, já que o mesmo processo pode ser aplicado recursivamente.

O estudo de uso realizado apontou por um lado para a aplicabilidade da metáfora de marcação temporal na criação sonora, e por outro para a eficiência desse mecanismo de interação na realização de mixagens por parte de usuários leigos. Os resultados do estudo mostram a viabilidade da nossa abordagem: a mesma tarefa demandou um tempo menor de execução através da metáfora de marcação temporal do que através da metáfora visual padrão, fornecida pelos editores de som existentes.

Os experimentos realizados neste estudo fornecem algumas respostas em relação ao problema da interação entre pistas sonoras e a manipulação de parâmetros sonoros. Mais especificamente, estudamos atividades que envolvem produtos sonoros (ações pragmáticas) e atividades que permitem aumentar o conhecimento do nicho ecológico da atividade (ações epistêmicas). Os dados apresentados complementam os resultados obtidos por Keller et al. (2010) mostrando que a estratégia utilizada pode ser aplicada no desenvolvimento de ferramentas de suporte para as atividades musicais criativas tanto para usuários leigos quanto para músicos experientes. Para completar esta série de estudos, planejamos realizar avaliações do produto sonoro obtido em um ciclo completo de atividades composicionais utilizando a ferramenta mixDroid. Dessa forma, teremos dados relativos ao impacto no produto sonoro de uma metáfora de interação que apresenta melhor desempenho do que as metáforas visuais no suporte a atividades musicais criativas em contexto ubíquo: a marcação temporal.

10. Agradecimentos

Pesquisa financiada pelo CNPq (301982/2008-2, 478092/2008-3, 571443/2008-7) e pela CAPES.

11. Referências

- Bardram, J. E. (2005). Activity-based computing: support for mobility and collaboration in ubiquitous computing. *Personal and Ubiquitous Computing* 9, 312-322.
- Costa, C. A., Yamin, A. C. e Geyer, C. F. R. (2008). Toward a General Software Infrastructure for Ubiquitous Computing. *IEEE Pervasive Computing* 7(1), 64-73.
- Essl, G. (2009). SpeedDial: Rapid and On-The-Fly Mapping of Mobile Phone Instruments. In *Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression*, Pittsburgh: NIME, 270-273.
- Gaye, L., Holmquist, L. E., Beherent, F., Tanaka, A. (2006). Mobile Music Technology: Report on an Emerging Community. In *Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME06)*. Paris: IRCAM, 22-25.
- Gupta, S. K. S., Lee, W.-C., Purakayastha, A. e Srimani, P. K. (2001). An Overview of Pervasive Computing [Guest Editorial], *IEEE Personal Communications* 8(4), 8-9.
- Keller, D., Barreiro, D. L., Queiroz, M. e Pimenta, M. S. (2010). Anchoring in Ubiquitous Musical Activities, In *Proceedings of the International Computer Music Conference*, New York, NY: ICMC.

- Keller, D., Barros, A. E. B., Farias, F. M., Nascimento, R. V., Pimenta, M. S., Flores, L. V., Miletto, E. M., Radanovitsck, E. A. A., Serafini, R. O. e Barraza, J. F. (2009). Música Ubíqua: Conceito e Motivação. In *Anais do Congresso da ANPPOM*, Curitiba, PR: ANPPOM, 539-542.
- Kreatives.org (2010). *Kristal Audio Engine* [Editor de som], <http://www.kreatives.org/kristal/>, novembro.
- Miletto, E. M., Pimenta, M. S., Bouchet, F., Sansonnet, J.-P. e Keller, D. (2009). Music Creation by Novices should be both Prototypical and Cooperative - Lessons Learned from CODES. In *Proceedings of the XII Brazilian Symposium on Computer Music*, Recife, PE: SBC.
- Miranda, E. R. e Wanderley M. M. (2006). *New Digital Musical Instruments: Control and Interaction Beyond the Keyboard*. Middleton, WI: A-R Editions.
- Pimenta, M. S., Flores, L. V., Capasso, A., Tinajero, P. e Keller, D. (2009). Ubiquitous Music: Concept and Metaphors. In *Proceedings of the XII Brazilian Symposium on Computer Music*, Recife, Brazil, 139-150.
- Preece, J., Rogers, Y. e Sharp, H. (2005). *Design de Interação: Além da Interação Homem-Computador*. Porto Alegre: Bookman.
- Radanovitsck, E. A. A. (2010). *Demo 2 Mixdroid* [Demonstração de software], <http://www.youtube.com/watch?v=Mbpfaq1dcY0>, novembro.
- Weiser, M. (1991). The Computer for the Twenty-First Century, *Scientific American* 265(3), 94-101.