

Design¹ oportunista de sistemas musicais ubíquos: O impacto do fator de ancoragem no suporte à criatividade

Damián Keller¹, Floriano Pinheiro da Silva¹, Edemilson Ferreira da Silva¹, Victor Lazzarini², Marcelo Soares Pimenta³

¹Núcleo Amazônico de Pesquisa Musical (NAP), Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC, Brasil

²Department of Music, National University of Ireland, Maynooth

³LCM, Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

Grupo de Música Ubíqua

dkeller@ccrma.stanford.edu, victor.lazzarini@nuim.ie,
mpimenta@inf.ufrgs.br

Resumo. *Relatamos os resultados de um estudo experimental em música ubíqua envolvendo 12 sujeitos. O estudo focalizou o impacto dos fatores ambientais em diversos tipos de atividades musicais criativas. Duas condições foram consideradas: atividade em ambiente doméstico e atividade em ambiente comercial. Formulamos duas hipóteses de trabalho: 1. os ambientes com sons previsíveis reduzem o incentivo à criatividade enquanto os ambientes com sons pouco previsíveis aumentam o desempenho criativo; 2. a similaridade entre o tipo de sons ambientais e o tipo de sons utilizados na atividade criativa aumenta o desempenho criativo, já o contraste e a imprevisibilidade dos sons do ambiente reduz o desempenho. Os sujeitos realizaram 108 ensaios de interação utilizando a ferramenta musical ubíqua mixDroid 1.0 e avaliaram 2 quesitos relativos ao produto - relevância e originalidade - e 4 itens relativos à atividade - esforço cognitivo, engajamento, diversão e colaboração. Os resultados mostram que ambientes sonoros imprevisíveis fomentam a originalidade mas têm um impacto negativo no desempenho criativo - reduzindo o engajamento, a diversão e as possibilidades de colaboração, e aumentando a demanda cognitiva da atividade. Discutimos as implicações para o design de sistemas musicais ubíquos.*

1. Suporte a atividades musicais criativas em contexto ubíquo

As atividades musicais ubíquas [Keller et al. 2011a] demandam novos enfoques de design de sistemas de suporte tecnológico [Flores et al. 2010]. Duas estratégias de desenvolvimento vêm sendo priorizadas. Uma focaliza a implementação de infraestrutura para atividades musicais [Miletto et al. 2011]. A outra tenta aproveitar os recursos materiais já existentes, integrando esses recursos ao fluxo de atividades em contextos normalmente desvinculados da atividade musical [Keller et al. 2013; Pinheiro da Silva et al. 2012]. Dentro da segunda perspectiva, Lazzarini et al. (2012) propõem o

¹ Design de software é o termo adotado pela área de Interação Humano-Computador para as atividades relacionadas ao desenvolvimento de projetos de aplicativos computacionais. A palavra design também é utilizada por outras disciplinas como design gráfico, design arquitetônico, design de interiores, e se estende à profissão designer. Portanto não utilizamos itálico para esses termos que já foram incorporados à língua portuguesa. Reservamos os termos desenho, projeto e implementação para instâncias específicas da atividade de design.

desenvolvimento de ecossistemas musicais ubíquos - ferramentas modulares que podem ser incorporadas para atender necessidades específicas do processo de design de software. Essa proposta pode ser caracterizada como 'design oportunista', e se alinha com uma longa tradição de métodos de design que atualmente vem ganhando força dentro do campo da computação ubíqua [Ball & Ormerod 1995; Cross 2001; Visser 1994]. Um aspecto do design oportunista que pode ter impacto no suporte à criatividade em contextos cotidianos é o aproveitamento dos recursos existentes no local onde é realizada a atividade criativa. Esse é o foco da pesquisa relatada neste artigo.

2. Marcação temporal e criatividade

Na perspectiva da pesquisa em interação humano-computador, metáforas são analogias ou similaridades para se representar ou modelar atividades e/ou projetos do mundo real dentro do ambiente computacional [Pimenta et al. 2012]. Podemos citar a conhecida metáfora da 'área de trabalho' que leva para o mundo virtual a ideia da mesa de trabalho, onde podem existir diversos documentos ou objetos dispersos. Fora do campo da computação, um exemplo de metáfora são os balões de conversas existentes em revistas em quadrinhos que podem representar tanto falas quanto pensamentos dos protagonistas.

A metáfora visual de representação em trilhas utilizada pela maioria dos editores para dispositivos estacionários não é facilmente transposta aos sistemas portáteis. Essa metáfora de interação demanda o uso intensivo de recursos computacionais para dar suporte aos elementos gráficos da interface. Ela não fornece controles intuitivos para atividades síncronas: o tempo fica desvinculado das ações do usuário. E ela não é facilmente escalável. As mixagens com pistas múltiplas demandam a redução do tamanho dos elementos da interface dificultando a visualização e o controle.

Como alternativa, Keller et al. (2010) propõem a metáfora de marcação temporal. Nesta metáfora de interação, a reprodução do som fornece as pistas perceptuais que o usuário utiliza para colocar as amostras sonoras no eixo temporal. Como o compositor se baseia nos sons sendo executados, não existe necessidade de utilizar o referencial visual. Portanto, a interface pode se limitar a um número reduzido de botões para acessar as amostras sonoras.

A marcação temporal vem mostrando bons resultados em diversas atividades criativas realizadas tanto por sujeitos leigos quanto por músicos. Pinheiro da Silva et al. (2013) relatam um experimento com seis sujeitos - leigos e músicos - abrangendo 47 mixagens com amostras de sons urbanos e de sons de animais em duas condições experimentais: dentro do estúdio e nos locais de coleta dos sons. Os autores obtiveram dados sobre o suporte às atividades criativas, incluindo mixagens livres (criação), mixagens seguindo um modelo (imitação), e uso livre da ferramenta sem o objetivo de produzir um resultado sonoro (exploração). Os resultados apontaram para efeitos relacionados ao local onde é realizada a atividade nos fatores explorabilidade e produtividade. O aumento na avaliação da produtividade estaria relacionado tanto ao local (para atividades fora do estúdio) quanto ao tipo de atividade (com leve superioridade para criação). Maior explorabilidade foi consistentemente vinculada a atividades fora do âmbito do estúdio, com preferência leve para as atividades de imitação, independentemente do tipo de amostra utilizada. Essas tendências, em conjunto, mostraram que houve um maior engajamento criativo dos sujeitos nas atividades em ambientes externos.

Keller, D., Pinheiro da Silva, F., Ferreira da Silva, E., Lazzarini, V. & Pimenta, M. S. (2013). Opportunistic design of ubiquitous music systems: the impact of anchoring on creativity (Design oportunista de sistemas musicais ubíquos: O impacto do fator de ancoragem no suporte à criatividade). In E. Ferneda, G. Cabral & D. Keller (eds.), *Proceedings of the XIV Brazilian Symposium on Computer Music (SBCM 2013)*. Brasília, DF: SBC.

Keller e coautores (2013) realizaram um estudo com dez indivíduos, envolvendo 40 ensaios de interação utilizando a mesma ferramenta que a adotada no estudo de Pinheiro da Silva et al. (2013). Os sujeitos fizeram mixagens com amostras sonoras vocais percussivas e avaliaram a experiência criativa e o suporte da metáfora de interação para os diversos fatores de criatividade. O estudo incluiu três condições: lugar (ambientes domésticos e comerciais); tipo de atividade (imitação de mixagens e criações originais) e postura corporal (com os sujeitos em pé ou sentados). Os músicos que participaram na experiência avaliaram todos os fatores com escores próximos ao máximo da escala. As avaliações dos sujeitos leigos foram inferiores e tiveram maior variabilidade, no entanto, também foram positivas. Em relação ao gênero, o grupo das mulheres teve desempenho muito similar ao grupo dos músicos. Porém os autores frisam que as diferenças observadas entre homens e mulheres necessitam de estudos mais amplos. Os resultados mostraram um aumento da pontuação nos fatores explorabilidade e colaboração para as atividades realizadas em ambientes domésticos. Keller et al. (2013) explicam a leve superioridade nos fatores explorabilidade e colaboração pela menor demanda cognitiva para a realização de atividades nesse tipo de ambiente. O estudo indicou a existência de uma relação entre o perfil dos sujeitos, o local onde foram realizadas as atividades e os resultados das avaliações. Como a ancoragem envolve o aproveitamento das pistas cognitivas fornecidas pelo local da atividade, a relação sujeito-local-atividade é consistente com a utilização do mecanismo de ancoragem para viabilizar o suporte a atividades criativas [Keller et al. 2010; Lima et al. 2012]. Tendo em vista que esse mecanismo é aplicável a diversos tipos de metáforas de interação, os resultados são generalizáveis a diversas plataformas, a atividades diversas e a múltiplos contextos de uso.

Porém, esses estudos não analisaram em profundidade a relação entre as pistas sonoras do local e o material sonoro utilizado na atividade criativa. Esse tipo de análise só seria possível realizando experimentos com material sonoro com o qual os sujeitos já estivessem amplamente familiarizados. Estudos recentes em psicologia ambiental indicam que ambientes desordenados aumentam o desempenho criativo dos sujeitos [Vohs et al. 2013]. No entanto, a variável manipulada nesses experimentos é a disposição dos objetos materiais no ambiente. No caso das fontes sonoras cotidianas, ordem pode ser considerada como equivalente a previsibilidade e a familiaridade. Se a proposta de Vohs e coautores for válida para as variáveis sonoras vinculadas ao ambiente, a hipótese a ser testada é se ambientes com sons previsíveis reduzem o incentivo à criatividade, e se ambientes com sons pouco previsíveis aumentam o desempenho nesse quesito. Essa hipótese contrasta com a ideia de uma relação positiva entre os recursos fornecidos pelo ambiente e o desempenho criativo. Pinheiro da Silva et al. (2012) sugerem um mecanismo de atenção que aproveita os elementos existentes no ambiente (pistas cognitivas) como forma de sustentação do processo criativo durante a mixagem: a atenção criativa. Segundo essa proposta, ambientes em que as pistas sonoras são consistentes e em compasso com a atividade criativa do sujeito, forneceriam melhor suporte para a explorabilidade (equivalente ao fator facilidade ou ao menor esforço cognitivo) e para a colaboração. Portanto, a hipótese alternativa é que a similaridade entre o tipo de sons ambientais e o tipo de sons utilizados na atividade criativa aumentaria o desempenho criativo. Já o contraste e, conseqüentemente, a imprevisibilidade dos sons do ambiente reduziria o desempenho. Essa é a principal pergunta a ser respondida pelo presente estudo.

3. Preparação das sessões experimentais

3.1. Ferramentas e dispositivos

Como prova de conceito da marcação temporal foi desenvolvido o protótipo mixDroid [Radanovitsck et al. 2011] no sistema operacional aberto Android para dispositivos portáteis. O protótipo mixDroid 1.0 permite combinar sons em tempo real através de um teclado virtual com nove botões acionados pelo toque na tela sensível. As amostras sonoras são selecionadas através do utilitário AndExplorer. As mixagens são mantidas na memória do dispositivo para posterior arquivamento em formato PCM, estéreo, com taxa de amostragem de 44.1 kHz e resolução de 16 bits. Para realizar o presente estudo, instalamos mixDroid em três dispositivos portáteis rodando o sistema operacional Android versões 2.2 e 2.3.6: um telefone celular Samsung Galaxy 15500B, um tablet Samsung Galaxy Pocket, e um tablet Koby.

3.2. Características das amostras sonoras

Utilizamos 36 amostras sonoras de ambientes domésticos, divididas em 4 grupos de 9 amostras cada uma. A duração dos sons variou entre 8 e 41 segundos. As amostras foram gravadas com um microfone Sony estéreo modelo ECM 907, utilizando um gravador digital portátil Fostex. A coleta foi realizada em dois ambientes diferentes de uma residência (ver figuras 1 e 2 e descrição das condições experimentais), na cozinha e no banheiro, durante atividades cotidianas de sujeitos que depois participaram nas sessões experimentais. As amostras foram captadas e editadas em formato PCM, estéreo, 44.1 kHz, 16 bits. A edição e segmentação foi feita no editor Audacity.

3.3. Perfil dos sujeitos

Devido ao perfil cotidiano das atividades experimentais, foi necessário que houvesse um acordo prévio entre os pesquisadores e os sujeitos em relação à disponibilidade de horários. Durante a preparação dos experimentos os participantes foram contactados para agendamento das sessões. Cada participante disponibilizou aproximadamente duas horas, e esse foi definido como o tempo máximo para cada sessão.

Participaram 12 sujeitos, 6 homens e 6 mulheres. Todos os sujeitos tiveram alguma experiência prévia com tecnologia. É interessante observar que todos os participantes possuem telefone celular, porém somente 9 participantes declararam ter experiência com uso de computadores. Seis sujeitos já utilizaram ferramentas multimídia (YouTube, MediaPlayer) e 3 sujeitos conhecem e usam tecnologias desenvolvidas para fins musicais, incluindo Audacity, Musescore e editores comerciais. Um sujeito teve experiência prévia com a ferramenta mixDroid.

Em relação ao conhecimento musical, cinco sujeitos disseram ter alguma experiência em música e quatro sujeitos participaram em cursos formais de música por dois anos ou mais. Portanto, para fins de análise consideramos que 8 sujeitos são leigos e 4 são músicos ou estudantes de música. Esse grupo de participantes que realizam atividades musicais regularmente está formado por 3 homens e uma mulher. Isso significa que o grupo de homens tem 50% músicos e 50% leigos. Já o grupo das mulheres tem 83% de participantes sem conhecimento musical. Esse aspecto do perfil dos sujeitos é importante ao considerar o impacto do sexo e do treino musical nos resultados obtidos.

4. Procedimentos

O experimento incluiu cinco condições: o tipo de ambiente (doméstico ou comercial); a postura corporal do sujeito durante as atividades (sentado ou em pé); o tipo de atividade criativa (exploração, criação ou imitação); o número de participantes (solo ou duo); e o tipo de amostra sonora (sons de cozinha ou sons de banheiro). Neste artigo relatamos e discutimos os resultados relacionados ao tipo de ambiente e ao gênero dos sujeitos.

Foram realizadas 108 atividades criativas (iterações) abrangendo diversas combinações de condições experimentais. 54 iterações foram feitas por dois sujeitos e 54 foram individuais, 43 correspondendo a homens e 65 a mulheres. Metade das iterações utilizaram sons sampleados no banheiro e a outra metade sons da cozinha. 61 mixagens foram feitas no ambiente doméstico e as restantes no ambiente comercial (47). Durante 27 iterações realizadas no ambiente comercial, os sujeitos ficaram em pé, e nas outras 20 os sujeitos permaneceram sentados.

Tabela 1. Quadro de iterações por condição experimental.

variável	condição	número de iterações
número de sujeitos	solo	54
	duo	54
sexo dos sujeitos	homens	43
	mulheres	65
tipo de ambiente	lar	61
	loja	47
tipo de amostra sonora	sons banheiro	54
	sons cozinha	54
postura corporal	em pé	27
	sentado	20

4.1. Descrição das condições experimentais

4.1.1. Tipo de ambiente: doméstico e comercial.

A primeira sessão do experimento foi realizada no ambiente doméstico. Dentro do lar, o sujeito escolheu o local priorizando o ambiente confortável para as atividades criativas. No entanto, não foi realizada nenhuma modificação intencional nas atividades cotidianas – mantendo barulhos intrusivos e outros distratores – de forma de não afetar a validade ecológica do experimento. A casa utilizada na condição de ambiente doméstico está localizada no bairro Conjunto Esperança próximo a Avenida Ceará (figura 2). A casa tem um espaço construído de 7 metros de largura por 11 de comprimento dividido em três quartos, uma sala e uma cozinha. Parte das iterações foram realizadas nos locais de captação das amostras sonoras - cozinha e banheiro - e a outra parte foi feita na sala.

Keller, D., Pinheiro da Silva, F., Ferreira da Silva, E., Lazzarini, V. & Pimenta, M. S. (2013). Opportunistic design of ubiquitous music systems: the impact of anchoring on creativity (Design oportunista de sistemas musicais ubíquos: O impacto do fator de ancoragem no suporte à criatividade). In E. Ferneda, G. Cabral & D. Keller (eds.), *Proceedings of the XIV Brazilian Symposium on Computer Music (SBCM 2013)*. Brasília, DF: SBC.

4.1.2. Postural corporal: sentado, em pé.

As posturas corporais dos sujeitos durante a realização das atividades foram duas: sentado e em pé. Tanto na posição sentado quanto na posição em pé, o sujeito segurava o dispositivo com as duas mãos.

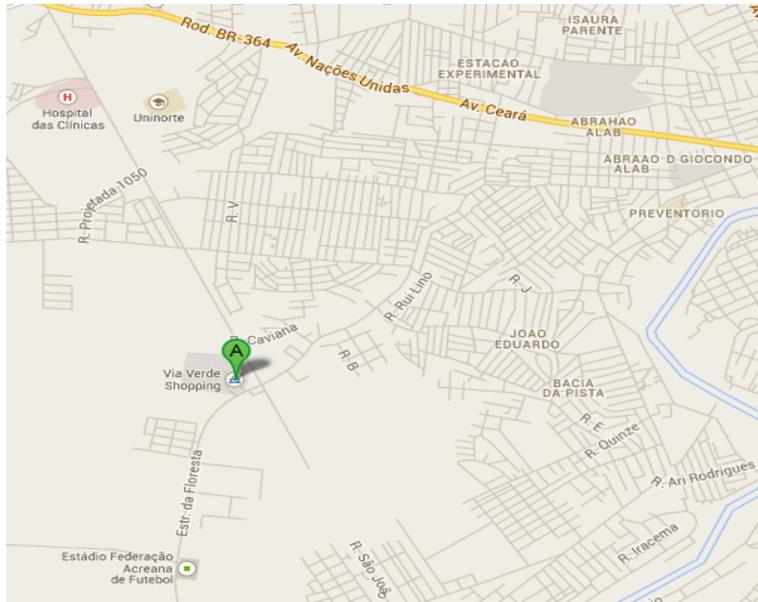


Fig. 3. Localização do ambiente comercial (loja), indicada com a letra A.

4.1.3. Atividade criativa: exploração, criação e imitação.

As sessões incluíram três tipos de atividades. Após uma demonstração sucinta de uso por parte do experimento, inicialmente o participante era convidado a utilizar a ferramenta sem limitação em relação ao tempo de uso e sem indicar qual era o objetivo da atividade (condição exploração). Seguidamente, os sujeitos realizavam uma mixagem dentro do tempo limite de 30 segundos, utilizando até nove amostras sonoras (condição criação). A terceira atividade consistia em imitar um modelo de mixagem já existente (imitação).

4.1.4. Número de participantes na atividade criativa: solo e duo.

Na atividade de imitação na condição solo, o sujeito repetia um modelo de mixagem já existente. Já na condição duo, ele tinha que reproduzir a mixagem realizada por outro participante. Tanto a criação quanto a exploração eram feitas simultaneamente pelos dois sujeitos. Em alguns casos não foi possível realizar a condição sentado em duplas por falta de espaço físico (no banheiro do espaço doméstico).

4.2. Ferramentas de aferição

Foi utilizada a ferramenta CSI-NAP versão 0,03 (Keller et al. 2011b) para aferir o nível de suporte a criatividade. O CSI-NAP consiste em um formulário eletrônico com os itens apresentados na tabela 4, incluindo um campo para observações por parte dos sujeitos. Os fatores de avaliação visam determinar o tipo de suporte necessário para realizar atividades criativas. Nesta versão, a escala de aferição é de -2 a +2 (tabela 2), com os correspondentes descritores semânticos (tabela 3). Para fins de aplicação, as perguntas foram impressas em folhas de papel e o questionário foi apresentado a cada sujeito imediatamente após a conclusão da atividade.

Keller, D., Pinheiro da Silva, F., Ferreira da Silva, E., Lazzarini, V. & Pimenta, M. S. (2013). Opportunistic design of ubiquitous music systems: the impact of anchoring on creativity (Design oportunista de sistemas musicais ubíquos: O impacto do fator de ancoragem no suporte à criatividade). In E. Ferneda, G. Cabral & D. Keller (eds.), *Proceedings of the XIV Brazilian Symposium on Computer Music (SBCM 2013)*. Brasília, DF: SBC.

Tabela 2. CSI-NAP v.03: avaliação de fatores de suporte a criatividade.

construto (fator)	avaliação (no formulário)	escala
relevância	o resultado foi bom	-2 a + 2
originalidade	o resultado foi original	
esforço cognitivo (inverso de facilidade)	a atividade foi fácil	
engajamento	fiquei atento na atividade	
diversão	a atividade foi divertida	
colaboração	foi fácil colaborar	

Tabela 3. CSI-NAP v.03: Escala Likert e descritores semânticos.

valor numérico	equivalente semântico
-2	discordo totalmente
-1	discordo parcialmente
0	não sei
1	concordo parcialmente
2	concordo totalmente

5. Resultados

Os dados coletados mostraram efeitos em diversas combinações de variáveis. Porém, somente discutiremos as condições que tiveram maior impacto. Utilizamos seis fatores de avaliação da criatividade: relevância e originalidade (do produto), facilidade, engajamento, diversão e colaboração (relativos à atividade). Facilidade é o inverso de esforço cognitivo, portanto valores altos correspondem a pouco esforço e valores baixos indicam que a atividade demandou muito esforço dos sujeitos. Na apresentação dos resultados usamos a abreviação Média \pm Desvio Padrão, correspondente ao total das iterações realizadas para cada condição.

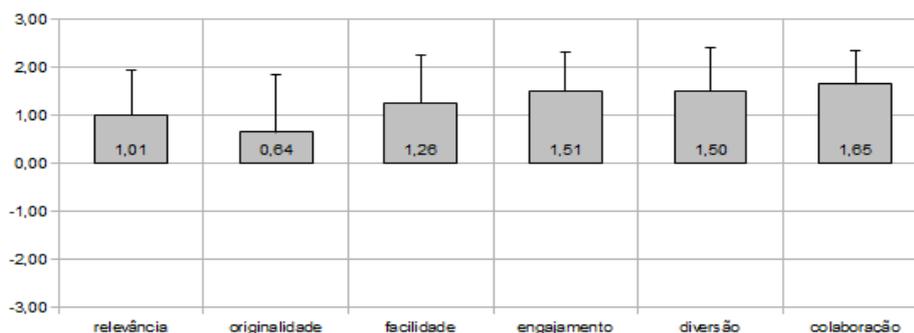


Fig. 5. Resultados do experimento com sons domésticos (108 iterações). A barra indica a média das aferições e a linha indica o desvio padrão.

Os resultados gerais mostram aferições positivas em todos os fatores, tanto para o produto quanto para a atividade. Em particular, engajamento, diversão e colaboração tiveram escores próximos do máximo ($1,51 \pm 0,81$; $1,50 \pm 0,91$; $1,62 \pm 0,69$). A atividade foi avaliada como sendo fácil ($1,26 \pm 0,99$), o que indica um bom suporte para as atividades criativas. Já a relevância do produto obteve escores levemente positivos ($1,01 \pm 0,91$). Na combinação de todas as condições, não é possível determinar se os

Keller, D., Pinheiro da Silva, F., Ferreira da Silva, E., Lazzarini, V. & Pimenta, M. S. (2013). Opportunistic design of ubiquitous music systems: the impact of anchoring on creativity (Design oportunista de sistemas musicais ubíquos: O impacto do fator de ancoragem no suporte à criatividade). In E. Ferneda, G. Cabral & D. Keller (eds.), *Proceedings of the XIV Brazilian Symposium on Computer Music (SBCM 2013)*. Brasília, DF: SBC.

produtos foram originais ou não ($0,64 \pm 1,21$). Portanto, é necessária a análise das condições específicas para tirar conclusões sobre os produtos criativos.

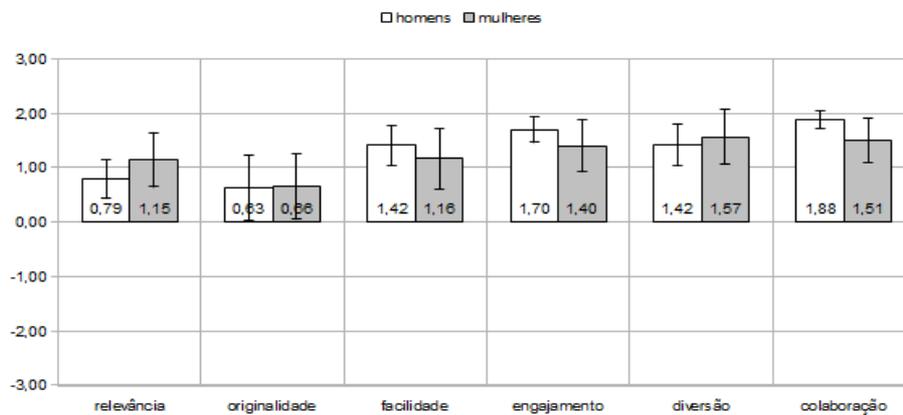


Fig. 6. Resultados: homens e mulheres. A barra indica a média das aferições e a linha indica o desvio padrão.

Como os sujeitos que participaram no experimento foram metade mulheres e metade homens, podemos fazer algumas observações iniciais em relação ao impacto do gênero na avaliação do suporte à criatividade (mantendo em mente o perfil apresentado no item 3.3). As diferenças maiores corresponderam aos fatores engajamento, colaboração e relevância. Os escores dos homens foram mais altos do que os das mulheres nos itens colaboração (37 centésimos) e engajamento (30 centésimos). Em contrapartida, as mulheres acharam os produtos mais relevantes do que os homens (36 centésimos). As diferenças nos fatores facilidade e diversão foram menores, e tanto homens quanto mulheres não deram definições sobre a originalidade dos produtos.

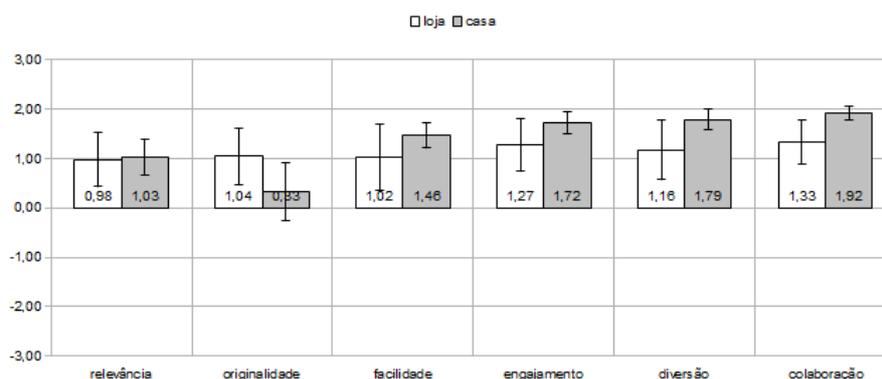


Fig. 7. Resultados: ambiente comercial (loja) e ambiente doméstico (casa). A barra indica a média das aferições e a linha indica o desvio padrão.

A comparação entre a condição ambiente comercial e ambiente doméstico mostra um perfil muito diferente. Todos os fatores relativos às atividades feitas no lar tiveram escores maiores. Facilidade, engajamento, diversão e colaboração foram melhor avaliadas no ambiente doméstico, com pouca divergência entre os escores dos sujeitos. O desvio padrão foi respectivamente: 0,25; 0,23; 0,21; 0,14. E as diferenças entre as médias da condição loja e da condição lar foram: 44; 35; 63 e 59 centésimos. Destacamos que esta foi a única condição na qual os sujeitos deram respostas positivas

Keller, D., Pinheiro da Silva, F., Ferreira da Silva, E., Lazzarini, V. & Pimenta, M. S. (2013). Opportunistic design of ubiquitous music systems: the impact of anchoring on creativity (Design oportunista de sistemas musicais ubíquos: O impacto do fator de ancoragem no suporte à criatividade). In E. Ferneda, G. Cabral & D. Keller (eds.), *Proceedings of the XIV Brazilian Symposium on Computer Music (SBCM 2013)*. Brasília, DF: SBC.

para o quesito originalidade. Para os produtos realizados no ambiente comercial, a média e o desvio padrão dos escores de originalidade foram $1,04 \pm 0,57$, enquanto a média e o desvio padrão dos escores para os produtos criativos feitos em casa foi somente $0,33 \pm 0,58$. O item relevância não mostrou diferenças entre as duas condições.

6. Discussão geral dos resultados

Iniciamos o trabalho tentando responder as seguintes perguntas. Primeiro, o ambiente tem impacto na aferição do suporte à criatividade? Segundo, se tem, esse impacto é positivo ou negativo? Terceiro, quais são as condições e os aspectos que precisam ser levados em conta na hora de projetar o suporte para os sistemas musicais ubíquos?

A partir dessas perguntas definimos duas hipóteses experimentais. A primeira é decorrente de trabalhos recentes em psicologia ambiental: ambientes desordenados fomentam a criatividade [Vohs et al. 2013] portanto pistas sonoras imprevisíveis deveriam ter um impacto positivo nas atividades musicais ubíquas. A hipótese alternativa é decorrente dos trabalhos experimentais em música ubíqua [Pinheiro et al. 2013], com ênfase na proposta de uso do mecanismo de ancoragem para sustentar a atividade criativa em contexto ubíquo [Keller et al. 2010]: as pistas sonoras consistentes com a atividade criativa fomentariam um melhor desempenho criativo na atividade.

Para coletar dados exploratórios iniciais sobre a relação entre ambiente e desempenho criativo, definimos cinco variáveis com duas condições cada uma: número de sujeitos, sexo dos sujeitos, tipo de ambiente, tipo de amostra sonora, e postura corporal. Dessas cinco variáveis, escolhemos duas para discutir neste artigo: o sexo dos sujeitos e o tipo de ambiente. Esta última é relevante para responder qual das duas hipóteses levantadas tem melhores chances de ser adotada em projetos futuros de design de software para música ubíqua. Quando observamos exclusivamente os aspectos relevantes ao suporte da atividade, os resultados apoiam a segunda hipótese. Porém, ao analisar o impacto nas avaliações do produto criativo, e em particular a originalidade, os resultados são favoráveis à primeira proposta. Em síntese, *ambientes sonoros imprevisíveis fomentam a originalidade mas têm um impacto negativo no desempenho criativo - reduzindo o engajamento, a diversão e as possibilidades de colaboração, e aumentando a demanda cognitiva da atividade.*

Os resultados relativos ao gênero dos sujeitos foram intrigantes. Segundo as perspectivas econômicas da criatividade [Rubenson & Runco 1992; Sternberg & Lubart 1991] um maior investimento de recursos aumenta as probabilidades de resultados criativos. Portanto, um maior engajamento na atividade deveria estar correlacionado a uma avaliação positiva da relevância do produto. Esse não foi o caso. Por um lado, os escores dos homens indicam que as atividades incentivaram a atenção e a colaboração, e que foram mais fáceis de executar do que o que indicam os escores das mulheres. Por outro lado, as mulheres acharam que os produtos foram mais relevantes. Pinheiro da Silva et al. (2012) sugeriram que o perfil dos sujeitos poderia estar influenciando o tipo de avaliações dos produtos criativos. Essa proposta é consistente com os resultados de Barbosa et al. (2010), quanto maior o nível de escolaridade melhor a avaliação do produto. Porém, são necessários estudos mais amplos para determinar se o nível de treinamento musical tem impacto nas aferições da relevância do produto criativo. No estudo relatado em [Keller et al. 2013], os escores das mulheres não musicistas ficaram no mesmo patamar que os escores dos músicos, descartando a possibilidade de um

Keller, D., Pinheiro da Silva, F., Ferreira da Silva, E., Lazzarini, V. & Pimenta, M. S. (2013). Opportunistic design of ubiquitous music systems: the impact of anchoring on creativity (Design oportunista de sistemas musicais ubíquos: O impacto do fator de ancoragem no suporte à criatividade). In E. Ferneda, G. Cabral & D. Keller (eds.), *Proceedings of the XIV Brazilian Symposium on Computer Music (SBCM 2013)*. Brasília, DF: SBC.

alinhamento entre conhecimento musical, gênero dos participantes e escores dos produtos criativos. Um aspecto que não consideramos e que pode estar influenciando os resultados é o sexo do pesquisador que coordena a sessão experimental. Os resultados obtidos colocam em destaque uma possível relação entre quatro variáveis: o gênero do experimentador, o sexo dos sujeitos, o engajamento na atividade e a relevância do produto.

6.1. Implicações para o design de sistemas musicais ubíquos

O presente estudo se insere no contexto da pesquisa recente em música ubíqua preenchendo uma lacuna importante: quais recursos materiais podem ser utilizados no desenvolvimento de estratégias de design oportunista? Os resultados indicam o seguinte. A utilização de pistas cognitivas do ambiente tem impacto em dois aspectos do suporte tecnológico à criatividade: 1. ambientes domésticos ajudam no desempenho criativo, reduzindo o esforço cognitivo e fomentando o engajamento, a diversão e a colaboração; 2. segundo os sujeitos criadores, ambientes públicos reforçam o fator originalidade dos produtos criativos porém não têm impacto na relevância dos produtos.

As implicações são múltiplas. Metáforas de interação que aproveitam recursos ambientais precisam levar em conta a relação entre ambiente e atividade criativa. Ambientes desordenados ou imprevisíveis podem ser adotados para fomentar a originalidade. No entanto, ambientes familiares ou previsíveis melhoram o desempenho geral e podem ajudar a ampliar o acesso de leigos a atividades criativas. Estratégias de design oportunista permitem ampliar o aproveitamento de recursos locais para o suporte a criatividade incorporando diversos tipos de ambiente. Ao vincular pistas cognitivas complexas a atividades que demandam resultados originais e pistas cognitivas familiares a atividades que demandam alto esforço cognitivo, o design de sistemas musicais ubíquos pode oferecer respostas às demandas de leigos e músicos interessados em aumentar seu potencial criativo.

7. Referências

- Ball, L. J. & Ormerod, T. C. (1995). Structured and opportunistic processing in design: a critical discussion. *International Journal of Human-Computer Studies* **43** (1), 131 - 151. (Doi: <http://dx.doi.org/10.1006/ijhc.1995.1038>.)
- Cross, N. (2001). Design cognition: results from protocol and other empirical studies of design activity. In C. Eastman, W. Newstetter & M. McCracken (eds.), *Design Knowing and Learning: Cognition in Design Education* (pp. 79–103). Oxford, UK: Elsevier. (ISBN: 0-08-043868-7.)
- Keller, D., Barreiro, D. L., Queiroz, M. & Pimenta, M. S. (2010). Anchoring in ubiquitous musical activities. In *Proceedings of the International Computer Music Conference* (pp. 319-326). Ann Arbor, MI: MPublishing, University of Michigan Library. <http://hdl.handle.net/2027/spo.bbp2372.2010.064>
- Keller, D., Ferreira da Silva, E., Pinheiro da Silva, F., Lima, M. H., Pimenta, M. S. & Lazzarini, V. (2013). Criatividade Musical Cotidiana: Um Estudo Exploratório Com Sons Vocais Percussivos. In *Anais do Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Música - ANPPOM*. Natal, RN: ANPPOM. <http://anppom.com.br/congressos/index.php/ANPPOM2013/Escritos2013/paper/view/2098/420>

- Keller, D., Pinheiro da Silva, F., Ferreira da Silva, E., Lazzarini, V. & Pimenta, M. S. (2013). Opportunistic design of ubiquitous music systems: the impact of anchoring on creativity (Design oportunista de sistemas musicais ubíquos: O impacto do fator de ancoragem no suporte à criatividade). In E. Ferneda, G. Cabral & D. Keller (eds.), *Proceedings of the XIV Brazilian Symposium on Computer Music (SBCM 2013)*. Brasília, DF: SBC.
- Keller, D., Flores, L. V., Pimenta, M. S., Capasso, A. & Tinajero, P. (2011a). Convergent Trends Toward Ubiquitous Music. *Journal of New Music Research* **40** (3), 265-276. (Doi: 10.1080/09298215.2011.594514.)
- Keller, D., Pinheiro da Silva, F., Giorni, B., Pimenta, M. S. & Queiroz, M. (2011). Marcação espacial: estudo exploratório. In *Proceedings of the 13th Brazilian Symposium on Computer Music*. Vitória, ES: SBC.
- Lazzarini, V., Yi, S., Timoney, J., Keller, D. & Pimenta, M. S. (2012). The Mobile Csound Platform. In *Proceedings of the International Computer Music Conference* (pp. 163-167). Ann Arbor, MI: MPublishing, University of Michigan Library.
- Lima, M. H., Keller, D., Pimenta, M. S., Lazzarini, V. & Miletto, E. M. (2012). Creativity-centred design for ubiquitous musical activities: Two case studies. *Journal of Music, Technology and Education* **5** (2), 195-222. (Doi: 10.1386/jmte.5.2.195_1.)
- Miletto, E. M., Pimenta, M. S., Bouchet, F., Sansonnet, J.-P. & Keller, D. (2011). Principles for music creation by novices in networked music environments. *Journal of New Music Research* **40** (3), 205-216. (Doi: 10.1080/09298215.2011.603832.)
- Pimenta, M. S., Miletto, E. M., Keller, D. & Flores, L. V. (2012). Technological support for online communities focusing on music creation: Adopting collaboration, flexibility and multiculturalism from Brazilian creativity styles. In N. A. Azab (ed.), *Cases on Web 2.0 in Developing Countries: Studies on Implementation, Application and Use*. Vancouver, BC: IGI Global Press. (ISBN: 1466625155.)
- Pinheiro da Silva, F., Keller, D., Ferreira da Silva, E., Pimenta, M. S. & Lazzarini, V. (2013). Criatividade Musical Cotidiana: Estudo Exploratório de Atividades Musicais Ubíquas. *Música Hodie* **13**, 64-79.
- Pinheiro da Silva, F., Pimenta, M. S., Lazzarini, V. & Keller, D. (2012). A marcação temporal no seu nicho: Engajamento, explorabilidade e atenção criativa. In *Proceedings of the III Ubiquitous Music Workshop (III UbiMus)*. São Paulo, SP: Ubiquitous Music Group. <http://compmus.ime.usp.br/ubimus/pt-br/node/33>.
- Radanovitsck, E. A. A., Keller, D., Flores, L. V., Pimenta, M. S. & Queiroz, M. (2011). mixDroid: Marcação temporal para atividades criativas. In *Proceedings of the XIII Symposium on Computer Music (SBCM)*. Vitória, ES: SBC.
- Rubenson, D. L. & Runco, M. A. (1992). The psychoeconomic approach to creativity. *New Ideas in Psychology* **10** (2), 131 - 147.
- Sternberg, R. & Lubart, T. (1991). An Investment Theory of Creativity and Its Development. *Human Development* **34** (1), 1-31.
- Visser, W. (1994). Organisation of design activities: opportunistic, with hierarchical episodes. *Interacting with Computers* **6** (3), 239 - 274. (Doi: [http://dx.doi.org/10.1016/0953-5438\(94\)90015-9](http://dx.doi.org/10.1016/0953-5438(94)90015-9).)
- Vohs, K. D., Redden, J. P. & Rahinel, R. (2013). Physical Order Produces Healthy Choices, Generosity, and Conventionality, Whereas Disorder Produces Creativity. *Psychological Science*, 1-8. (Doi: 10.1177/0956797613480186.)
- Zawacki, L. & Johann, M. (2012). A Prospective Analysis of Analog Audio Recording with Web Servers. In *Proceedings of the III Ubiquitous Music Workshop (III UbiMus)*. Retrieved from <http://compmus.ime.usp.br/ubimus/pt-br/node/23>.