

# A Metáfora da Esfera Sonora desde a Perspectiva WYDIWYHE (The Sound Sphere Metaphor from a WYDIWYHE Perspective)

William Ramon Barbosa Bessa<sup>1</sup>, Damián Keller<sup>2</sup>, Brendah Freitas<sup>2</sup>, David Ferreira da Costa<sup>2</sup>  
Núcleo Amazônico de Pesquisa Musical (<sup>2</sup>Universidade Federal do Acre / <sup>1</sup>Instituto Federal do Acre)

barbosabessa@gmail.com, dkeller@ccrma.stanford.edu, brendahmusica@gmail.com,  
davidfeemcristo@gmail.com

## Resumo

A perspectiva de design de interação WYDIWYHE - /uidiurri/ *what you do is what you hear* (o que você faz é o que você ouve) - surge a partir dos desenvolvimentos impulsionados pelas práticas criativas em música ubíqua. Relatamos os resultados obtidos em dois estudos utilizando a Metáfora da Esfera Sonora em atividades criativas e descrevemos as múltiplas iterações do processo de implementação como forma de exemplificar o enfoque teórico-metodológico WYDIWYHE. A estratégia de design adotada no SoundSphere consiste em manter o alinhamento entre a ação do participante, a visualização da ação e a disponibilização do recurso para as ações subsequentes. Nesse sentido, o enfoque não só visa a relação entre a ação e o resultado sonoro, ele também envolve a escolha de priorizar a visualização da ação realizada. Os resultados indicam estratégias que podem ser aplicadas no processo de design: 1. A proporcionalidade espaço-tempo; 2. As temporalidades flexíveis; 3. O isomorfismo; 4. A manipulação direta; 5. A abstração semântica; e 6. A utilização das propriedades relacionais. Discutimos as implicações desta proposta para o campo da música ubíqua e apontamos alguns interrogantes abertos pelos aspectos destacados na análise de resultados.

**Palavras-chave:** música ubíqua, interação timbrística, metáfora da esfera sonora, práticas criativas cognitivo-ecológicas, WYDIWYHE

## Abstract

WYDIWYHE - /uidiurri/ (*what you do is what you hear*) - is an interaction design perspective that arises from ecologically grounded ubiquitous music creative practices. We report the results of two studies using the Sound Sphere Metaphor and describe the multiple iterations of the implementation process, as a way to exemplify the WYDIWYHE theoretical-methodological approach. In SoundSphere, our design strategy consists in maintaining the alignment between the participant action, the visualization of her action, and the resource availability for future actions. In this sense, we do not focus just on the relationship between the action and the sonic result, we also target the visualization of the action performed. The results indicate viable strategies for the design process, including: 1. Space-time proportionality; 2. Flexible temporalities; 3. Isomorphism; 4. Direct manipulation; 5. Semantic abstractions; and 6. Usage of relational properties. We discuss the implications of this proposal for the field of ubiquitous music and point to open questions highlighted by the experimental results.

**Keywords:** ubiquitous music, timbre interaction, sound sphere metaphor, ecologically grounded creative practice, WYDIWYHE

## 1. Introdução

As práticas musicais ubíquas fomentam a exploração de espaços alternativos para o fazer artístico e dão destaque para as estratégias de inclusão voltadas para o público sem instrução formal em música. Por um lado, ganha importância o contexto da atividade criativa através do aproveitamento de recursos locais no processo de tomada de decisões estéticas. Por outra parte, muda-se o foco das práticas criativas substituindo a ênfase no virtuosismo e nos aspectos performáticos pela reflexão sobre

o processo de produção do conhecimento e seu impacto no potencial criativo dos participantes e nas relações entre os fatores sociais e ambientais e o fazer musical.

É justamente a mudança do conceito de processo criativo a que abre novas possibilidades de suporte tecnológico no contexto das práticas artísticas e educacionais e no design de interação. Enquanto que as propostas prévias em interação musical ficavam ancoradas no uso de instrumentos ou na extensão das modalidades do fazer instrumental, ubimus propõe a exploração ativa de recursos materiais, sociais e cognitivos que não demandam o isolamento do sujeito e não dependem do domínio de sistemas simbólicos de representação do conhecimento musical (Keller et al. 2014a). No contexto ubimus, entende-se por criatividade musical toda manifestação sonora decorrente dos processos de interação material e cognitivo-social que acontecem no dia-a-dia, dando ênfase para as manifestações estéticas emergentes das relações entre coletivos de participantes e recursos materiais. O estudo desses processos demanda novos métodos e novas ferramentas. Essa é uma das motivações para o surgimento da pesquisa ubimus.

A inclusão de leigos como participantes ativos do fazer criativo traz novos desafios para o design de interação. Enquanto a criatividade musical fica restrita à figura do compositor ou ao instrumentista, é reforçada a relação hierárquica entre músicos e público - materializada na separação espacial estabelecida pelo uso do palco italiano (Sorba 2006): No palco os músicos ativos, na plateia o público passivo. Essa separação funcional também é adotada na estrutura de suporte, centrada na notação fixa como a principal ferramenta de transferência de conhecimento musical. Bhagwati (2013) aponta que na notação fixa o tempo é organizado de forma centralizada e uniforme, portanto demanda a sincronização através da subordinação das partes às diretrizes de um participante (o regente) ou de um sistema mecânico ou eletrônico (o metrônomo). Nesse enfoque, a criação musical entende-se como um processo individual no qual as decisões estéticas são tomadas pelo compositor (ou excepcionalmente compositora) e essas decisões são incorporadas e priorizadas nos processos de escolha e de implementação dos recursos sonoros e tecnológicos.

A incorporação de participantes avulsos no fazer criativo tem no mínimo duas consequências para o design de interação musical. Primeiramente, o uso da notação tradicional e seus derivados (como a cifra e similares) somente é efetiva quando os indivíduos têm treinamento musical. Portanto são necessárias estratégias alternativas de transferência de conhecimento<sup>1</sup> para superar o hiato entre músicos e leigos. Segundo, na modalidade de participação casual - nos espaços de transição (por exemplo, os terminais de transporte público) ou nos espaços de lazer (praças, centros comerciais e similares) - o tempo de preparação e de familiarização com o ambiente de suporte é geralmente limitado a poucos minutos (Keller et al. 2013; Keller e Lima 2016; Pinheiro da Silva et al. 2013). Nesse contexto, são necessárias estratégias de suporte que não dependam de uma ampla bagagem de conhecimentos prévios e que não exijam procedimentos trabalhosos de configuração ou de compartilhamento para atingir um nível básico de funcionalidade. O fazer musical cotidiano envolve atividades de experimentação sonora direta<sup>2</sup> (isso implica que o retorno sonoro tem que ser relativamente rápido e sem demandas de conhecimento específico) ou a inclusão através da imitação das ações realizadas por parceiros mais experimentados (neste caso apontando para requisitos

específicos de design de interação, vinculados à visualização e à utilização dos elementos da interface como recursos para a transferência de conhecimentos). Esses aspectos do design de interação são centrais na pesquisa relatada neste artigo.

Nas seções seguintes descrevemos os procedimentos utilizados no processo de design da metáfora da esfera do som, as ferramentas de suporte implementadas e os resultados obtidos em dois estudos de campo centrados nas manifestações da criatividade cotidiana. Após a apresentação dos resultados, retomamos a discussão do enfoque WYDIWYHE focando a análise das escolhas de design exemplificadas pela disponibilização dos protótipos implementados em atividades criativas em contexto educacional e em contexto cotidiano.

## 2. O design iterativo da Esfera do Som

A ferramenta SoundSphere foi desenvolvida por membros do NAP como parte de um projeto que visa a implementação e a validação de uma nova metáfora para a ação criativa, a Esfera do Som ou Esfera Sonora<sup>3</sup> (Bessa et al. 2015). A metáfora da esfera sonora propõe a visualização de eventos sonoros projetados na superfície de uma esfera, com o usuário sentado no centro da mesma. No eixo vertical - equivalente à latitude do globo - situam-se as trilhas de mixagem. O eixo horizontal - equivalente à longitude da esfera - corresponde ao tempo. Ao movimentar as trilhas para cima ou para baixo, observam-se os eventos que serão renderizados simultaneamente. Ao mover o cursor temporal (também denominado *tracker*) para a esquerda retrocede-se no tempo, e para a direita acessam-se os eventos futuros (figura 1). Nesse modelo tanto o tempo do resultado sonoro quanto a quantidade de trilhas deixam de ser predefinidos e passam a ter valores incrementais, que são determinados de acordo com a quantidade de eventos simultâneos e com o tamanho das amostras sonoras inseridas no painel de mixagem. Ao executar a mixagem, o globo gira horizontalmente. As amostras sonoras presentes no painel são renderizadas no momento em que elas atingem a posição do cursor temporal.



**Figura 1.** Metáfora da esfera sonora: o eixo vertical contém as trilhas, o eixo horizontal representa o tempo. Ao executar a mixagem, os eventos sonoros são renderizados no momento em que ficam alinhados ao *tracker* (ou cursor temporal).

Bessa et al. (2015) relatam os resultados da aplicação do protótipo SoundSphere 1.0 em atividades criativas musicais realizadas por músicos e leigos. Essas atividades incluíram a exploração da metáfora, a criação de mixagens no tempo estipulado de um minuto por sessão, e a imitação de uma composição previamente feita pelos pesquisadores. Após cada atividade, os participantes responderam o questionário CSI-NAP v. 0.5 (Keller et al. 2011), avaliando o produto criativo e seu desempenho durante a atividades. Os resultados foram positivos nos quesitos relevância dos produtos criativos e no fator produtividade vinculado à atividade. No entanto, os escores altos no item atenção indicaram a existência de uma alta demanda de investimento cognitivo por parte dos participantes. Esse nível de esforço pode ter influenciado negativamente os resultados referentes ao fator diversão, indicando problemas no mecanismo de suporte para a inserção das amostras sonoras no painel de mixagem.

## 2.1. Ferramentas utilizadas

Lindstrom (2017) descreve a refatoração como o processo de reescrever código para deixá-lo mais simples e reutilizável, sem alterar o seu comportamento. Inicialmente o protótipo SoundSphere foi desenvolvido utilizando apenas JavaScript e HTML 5<sup>4</sup> (*HyperText Markup Language* versão 5). Uma das vantagens das ferramentas desenvolvidas em HTML 5 é que - através do suporte fornecido pelo navegador - a instalação no dispositivo é completamente transparente. O usuário acessa o endereço do portal onde está disponibilizado o protótipo e após carregar as amostras pode começar a trabalhar. A partir da versão 1.3.0, para facilitar as mudanças nos protótipos e a manutenção do código se fez necessária uma refatoração. Nesse processo, todo o código foi reescrito utilizando Typescript.

Na refatoração, foi utilizado o editor de código Visual Studio Code<sup>5</sup>. Para rodar o aplicativo e realizar os testes, priorizamos o uso do navegador Chrome<sup>6</sup> a partir da versão 70. No desenvolvimento do SoundSphere 1.4.0 foram empregadas as bibliotecas *Web Audio API* e *Web Speech API*. *Web Audio API*<sup>7</sup> é uma biblioteca JavaScript de alto nível para processamento e sincronização de áudio em aplicativos *web*. *Web Speech API* é uma interface de programação que fornece recursos para análise e síntese da fala (Adorf 2013).

O código foi desenvolvido através de múltiplas iterações envolvendo sessões com usuários e sugestões e trocas de todos os membros do NAP<sup>8</sup>. O equilíbrio entre a simplicidade da interação e a usabilidade no contexto de projetos com demandas diversas apontou caminhos que convergem nas propostas apresentadas neste artigo. Durante as reuniões do NAP, e através da gestão do projeto via o ambiente Trello<sup>9</sup>, foram elencadas estratégias de simplificação dos elementos da interface.

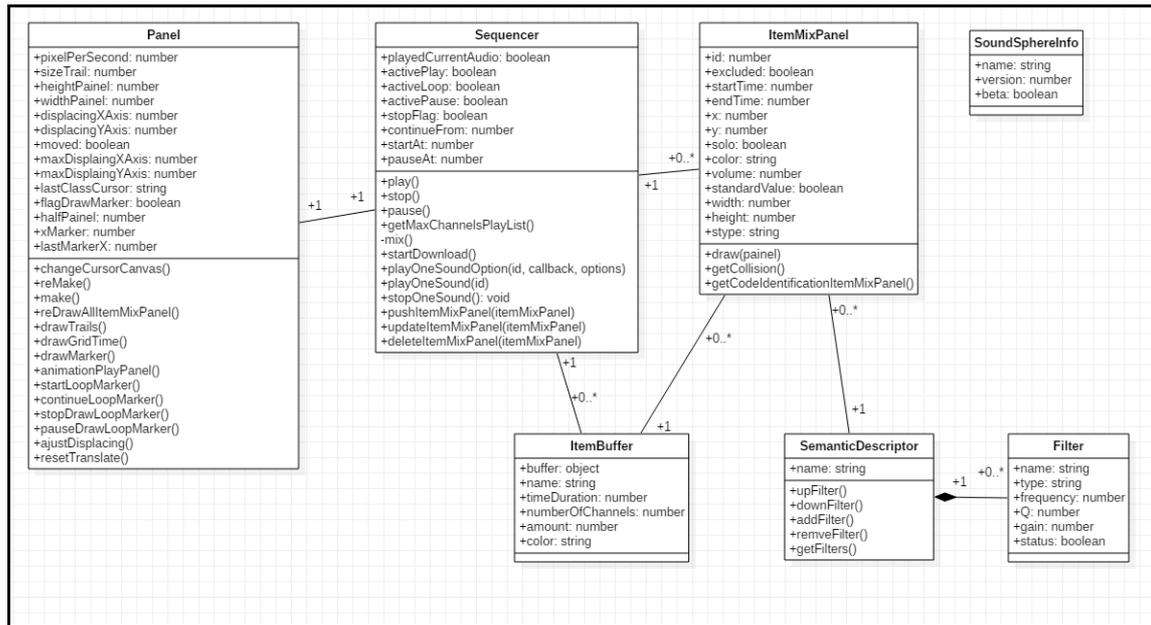


Figura 2. Diagrama de Classes do SoundSphere 1.4.0.

A figura 2 mostra as principais classes que compõem a versão 1.4.0 do SoundSphere em representação UML (Guedes 2011). A classe Panel contém os métodos referentes à animação dos elementos do painel de mixagem. A classe Item\_Buffer foca o processamento do áudio. A classe Sequencer dá suporte para a navegação do painel.

A classe Item\_Mix\_Panel implementa as ações de inserção ou exclusão de eventos no painel de mixagem. Ela abrange as informações paramétricas utilizadas na renderização dos resultados sonoros, incluindo o status do evento (solo ou mudo), a magnitude do parâmetro (vinculada à amplitude), a amostra de áudio selecionada, os tempos de início e de finalização do evento. A classe se comunica com Panel para ativar as animações do painel executando comandos como reproduzir, pausar ou parar a renderização do áudio.

Os operadores semântico-timbrístico utilizam um descritor semântico para representar a configuração paramétrica do processamento de áudio (ver Freitas et al., neste volume). Com a inclusão dos descritores semântico-timbrísticos foi necessário implementar as classes Semantic\_Descriptor e Filter, contendo os métodos e atributos necessários para o processamento sonoro e a manipulação dos descritores.

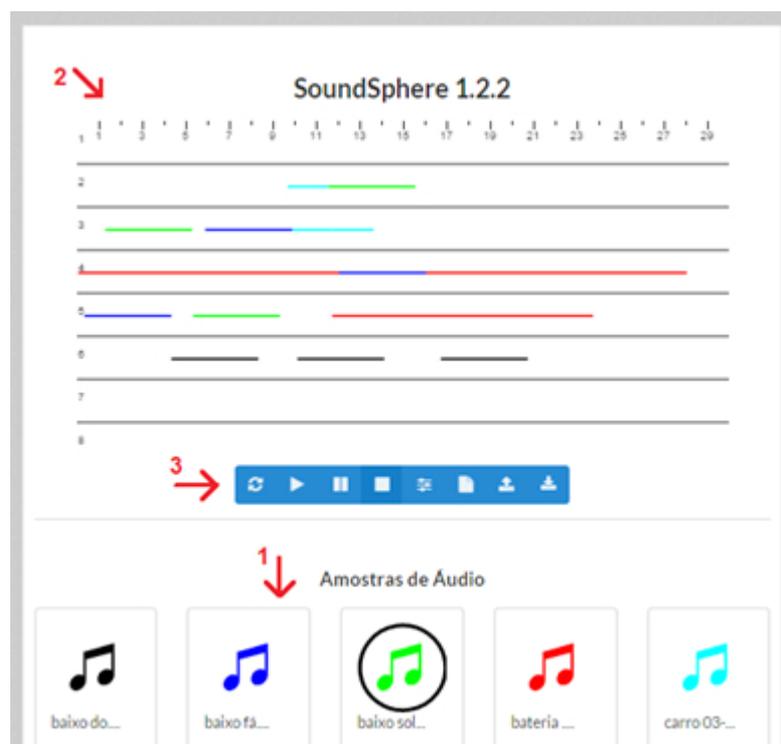
A classe SoundSphere\_Info armazena as informações sobre a versão do software para fins de validação durante a leitura dos arquivos de projeto. Ela permite a exportação e importação de arquivos gerados pelos componentes da ecologia da esfera sonora.

## 2.2. SoundSphere 1.2.2

Com o intuito de superar as limitações identificadas nos primeiros protótipos, foi implementado um novo aplicativo SoundSphere 1.2.2. Essa versão abrange três grupos funcionais: (de cima para baixo na figura 3) o painel de mixagem, o menu de ferramentas, e o painel de amostras de áudio ou painel de seleção. A seta 1 indica as amostras de áudio carregadas no programa. Para cada arquivo

carregado, o sistema gera um ícone com uma cor específica viabilizando a identificação da amostra no painel de mixagem. Para identificar o conteúdo das amostras de áudio, os usuários podem passar o mouse sobre cada item<sup>10</sup>. O sistema reproduz o áudio desde o início do arquivo. Ao mover o cursor, o objeto sai de foco e pausa a reprodução. Ao clicar sobre um ícone, a amostra é selecionada e o sistema desenha um círculo ao redor do ícone. Após esse procedimento, o usuário pode inserir o item no painel de mixagem, clicando no local desejado.

O painel de mixagem é indicado pela seta 2. Os números na borda superior representam o tempo, e os números na borda esquerda indicam a trilha. O usuário pode navegar pelo painel clicando e arrastando o mouse sobre o mesmo.<sup>11</sup>



**Figura 3.** SoundSphere v .1.2.2, a seta 1 indica a ferramenta de seleção de amostras de áudio, a seta 2 mostra o painel de interação e a seta 3 aponta para o menu de ferramentas que inclui múltiplas funcionalidades de edição e reprodução do áudio.

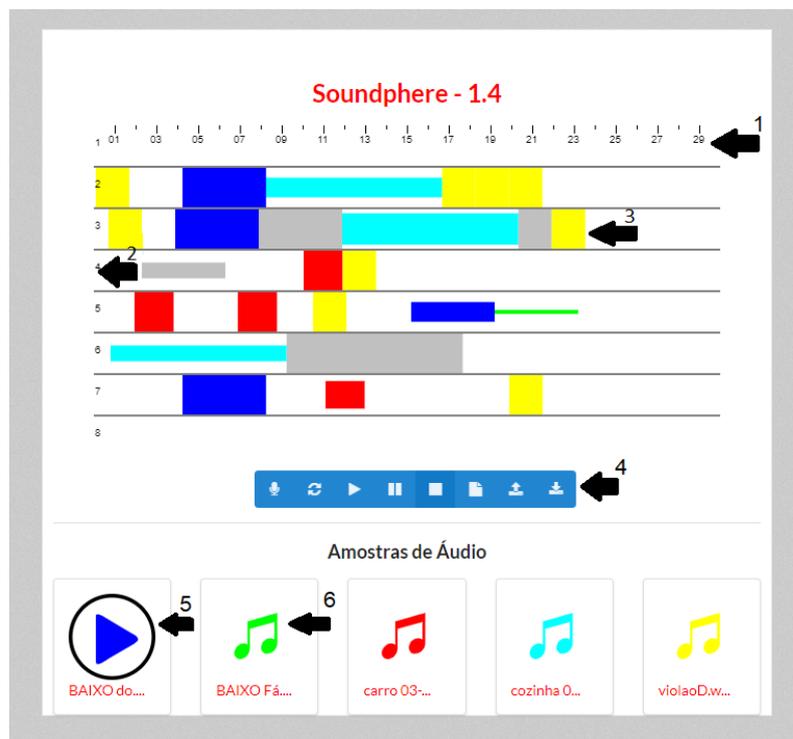
### 2.3. SoundSphere 1.4.0

A versão 1.4.0 apresenta mudanças significativas tanto nas funcionalidades quanto nas ferramentas de suporte. Como o foco deste artigo não é discussão da Ecologia SoundSphere, indicamos outras publicações para a análise detalhada desses aspectos, com destaque para o Editor de Operadores Semântico-Timbrísticos (TOE - Semantic Timbre-Operator Editor) e o Leitor SFS (SFS Reader) (Freitas et al. neste volume). Nesta seção descrevemos as funcionalidades mais relevantes para o conceito WYDIWYHE, sem entrar em detalhes sobre as outras ferramentas.

Na figura 4, as setas 1 e 2 indicam o sistema de organização em grades do painel de mixagem, com a separação das trilhas no eixo vertical e o contínuo temporal no eixo horizontal. A seta 1 aponta

para a escala do tempo e a seta 2 para o número da trilha. Quando uma amostra de áudio é inserida no painel, ela é representada por um evento (indicado pela seta 3). A cor do evento corresponde à cor da amostra definida na hora do carregamento do arquivo de áudio. O tamanho do evento é proporcional à duração da amostra. Na versão 1.4.0 a espessura do evento varia de acordo com a magnitude do parâmetro amplitude. Os eventos mudos são indicados com a cor cinza.

A seta 4 mostra o menu de ferramentas, incluindo um botão para ativar comando de voz e os botões repetir, reproduzir, pausar, parar, reiniciar, carregar amostras e baixar a mixagem<sup>12</sup>. No painel de seleção, a amostra escolhida é marcada com um círculo (seta 5). Feita a seleção, ela pode ser inserida com um clique no painel. A seta 6 indica uma amostra não selecionada.



**Figura 4.** Interface do painel de mixagem do SoundSphere 1.4.0.

*Navegação no painel de mixagem.* Ao longo dos experimentos e nas reuniões de design do NAP, identificamos a necessidade de implementar diversas funcionalidades para aprimorar o mecanismo de navegação do painel de mixagem. Após o clique e o movimento do cursor, o painel desloca-se para a direção oposta para a qual o cursor é arrastado. Quanto mais rápido o movimento, maior a velocidade de deslocamento. Esse mecanismo visa dar maior agilidade para os usuários que fazem projetos de longa duração ou com grande número de amostras.

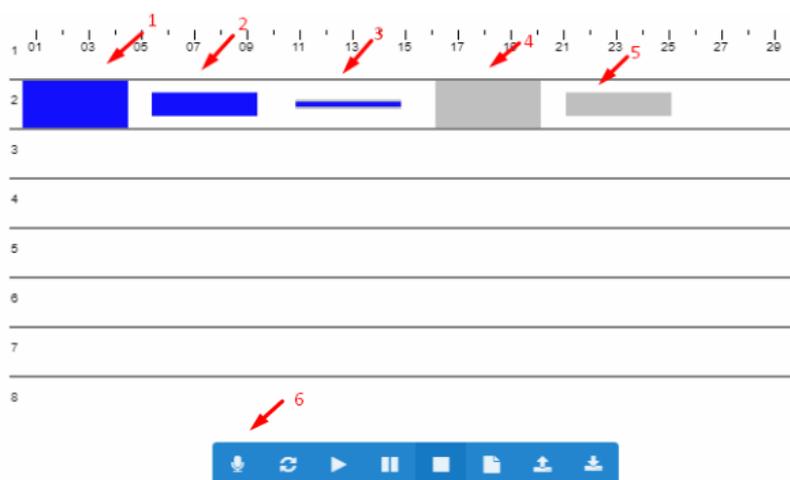
*Edição de eventos.* Nas versões iniciais era necessário clicar em um botão do menu para que ao clicar em um item de mixagem, o painel fosse ativado. Isso gerava operações redundantes em uma atividade iterativa. O botão foi removido. Para ativar a edição do evento, basta um clique no evento a ser editado (removendo a seleção da amostra de áudio). Em experimentos recentes, também identificamos a necessidade de reintroduzir a ferramenta deletar entre as opções do menu. Na versão 1.4.0, essa funcionalidade demanda abrir a janela de edição do evento e apertar no botão

correspondente. Os usuários experientes apontaram para a assimetria entre a inserção e a remoção de eventos, indicando que a primeira é muito fácil porém a segunda demanda mais ações.

*Colisões de eventos.* Visando um comportamento mais intuitivo, foi alterado o mecanismo de gestão de colisões entre eventos. Caso o usuário tente inserir um evento e o mesmo colida com algum item preexistente, o software realoca o novo item para a trilha inferior mais próxima. Se o local não está disponível na trilha imediatamente inferior, o algoritmo procura a seguinte até esgotar as trilhas. No caso (raro) de que a última trilha esteja indisponível, é retornada uma mensagem de erro. Consequentemente, procura-se manter o tempo de início do novo item alinhado com a ação do usuário. Vale ressaltar que caso a mudança de trilha impeça a visualização do evento, o painel movimenta-se automaticamente modificando o quadro da janela de visualização para manter o evento visível. O mesmo comportamento é adotado para todos os casos em que a inserção de eventos não é possível.

*Inserções inválidas.* Nas versões iniciais, ao inserir um evento com duração maior do que o tempo disponível, o sistema ajustava o posicionamento retrocedendo o ponto de inserção. Portanto, era aplicada uma mudança no tempo do início do evento (*onset*). A partir da versão 1.4.0, se o usuário tenta inserir um evento para o qual não há espaço no painel de mixagem, o sistema apresenta um aviso informando que a ação não é possível. Esse novo comportamento garante o princípio de que a ação corresponda de forma direta ao resultado obtido<sup>13</sup>.

*Visualização da magnitude.* No protótipo 1.3.0, o parâmetro amplitude é indicado pela espessura do evento. Quanto maior for o valor atribuído ao parâmetro, mais espesso fica o item. Na figura 5, vemos como é alterado um evento de acordo com a amplitude e o status ativo ou mudo. A seta 1 indica um evento com amplitude 100% e ativo, a 2 indica 50% de volume e ativo, a 3 aponta a evento com amplitude 0% porém ativo, já a 4 indica 100% de volume com status mudo, e o evento 5 tem a amplitude em 50% também com status mudo.



**Figura 5.** Painel do SoundSphere 1.3.0 exibindo eventos com diferentes níveis de amplitude indicados pela espessura e coloração do evento.

Caso a amplitude seja zero ou o evento esteja mudo deveria ser usada uma coloração neutra em cinza, indicando que o evento não está disponível para reprodução. Outro problema identificado nos experimentos foi a falta de espaço para a visualização de operadores semântico-timbrísticos. Para o caso 3, houve dificuldades para diferenciar as cores.

*Comandos de voz.* Para ampliar as possibilidades de uso por parte do público leigo, implementamos o suporte para comandos acionados via voz. A seta 6 mostra o botão que ativa comandos de voz no painel de mixagem. A interface da janela de edição de eventos tem um ícone com funcionalidade equivalente. A configuração paramétrica é feita na ferramenta TOE.

*Identificação da sessão.* A partir da versão 1.4.0, o sistema permite que o usuário nomeie seu arquivo de projeto<sup>14</sup>. Essa funcionalidade permite trabalhar em mais de uma composição simultaneamente ou alternar múltiplas janelas ou abas do navegador ampliando as possibilidades de uso em performance e permitindo comparações rápidas entre múltiplas versões da mesma mixagem<sup>15</sup>. Também é possível utilizar diversas configurações de processamento de áudio para o mesmo grupo de amostras ou manter codificações de visualização diversas para o mesmo conjunto de materiais. A identificação do projeto também é necessária para enviar o arquivo a outros participantes, viabilizando o trabalho colaborativo de forma iterativa. Nessa modalidade, um grupo de amostras compartilhadas é utilizado em um projeto comum que é modificado por cada parceiro, a nomeação é atualizada a cada compartilhamento.

*Comportamento da pausa.* Nas versões iniciais do SoundSphere era necessário reproduzir a mixagem completa desde o início. Isso inviabilizava os projetos com duração acima de 2 ou 3 minutos, já que se o usuário estivesse trabalhando no final de uma mixagem de vários minutos ele tinha que reproduzir toda a mixagem para conferir as modificações feitas. A alteração do comportamento permite que ao ativar a pausa, o usuário escolha livremente o local do início da reprodução. É interessante observar que essa funcionalidade, apesar de ser intuitiva, não é aproveitada por alguns usuários durante as sessões iniciais de exploração. Cabe investigar em mais detalhe a compreensão da organização temporal subjacente, vinculada ao potencial de interação das metáforas para a ação criativa (ver tópico Temporalidades flexíveis).

*Reproduzir.* O comando inicia a reprodução desde o tempo zero ou dá continuidade à execução a partir da posição do cursor temporal. Como vimos na utilização da pausa, o usuário pode interromper a execução e - por meio de um clique no painel - indicar onde quer reiniciar a reprodução. Ao pressionar o botão *play*, o painel se reposiciona (caso o evento sendo reproduzido não esteja visível). Portanto, sempre é visualizado o que está sendo reproduzido. Atualmente o sistema muda o posicionamento vertical para o ponto inicial da mixagem. Será necessário modificar esse comportamento em versões futuras, mantendo a posição vertical alinhada com a última ação realizada no painel.

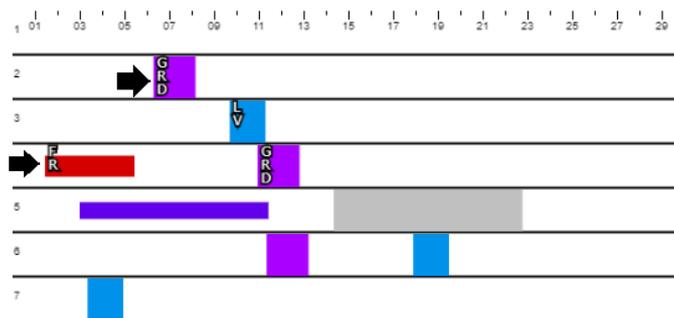
## **2.4. SoundSphere 1.4.12**

A informação sobre as ações realizadas pelos usuários tornou-se um assunto central nas sessões experimentais com o SoundSphere. Durante as atividades envolvendo poucos recursos sonoros, com tempo limitado, e sem a participação de múltiplos parceiros, a demanda por informações detalhadas

do histórico de operações não era indispensável. Mas quando refinamos o suporte para a navegação, introduzimos o processamento de áudio e incentivamos as sessões interativas com múltiplos participantes observamos um aumento na dificuldade de identificar as operações realizadas. Era necessário lidar com dois aspectos do problema. Por um lado, tínhamos que incorporar um mecanismo que permitisse identificar os eventos nos quais foram realizadas operações de processamento de áudio. Por outro lado, precisávamos implementar uma estratégia de visualização da magnitude dos operadores que fosse compatível com a codificação por cores. Neste último aspecto, alguns participantes relataram dificuldades para identificar a amostra sonora utilizada quando a espessura do evento ficava muito fina.

*Processamento de áudio via operadores semântico-timbrísticos.* Visando ampliar o acesso a funcionalidades refinadas para o público leigo, implementamos o suporte para o processamento de áudio via operadores semântico-timbrísticos. A arquitetura e os parâmetros do banco de filtros são editados com a ferramenta TOE. O mecanismo permite a criação de bancos de filtros abrangendo todas as opções fornecidas pela versão atual da biblioteca Web Audio. Ao importar o arquivo TOE, os operadores ficam disponíveis na janela de edição do evento. Essa estratégia permite que centenas de parâmetros sejam aplicados para cada item de mixagem a partir da escolha de um descritor.

*Visualização dos operadores timbrísticos.* Com a implementação dos operadores foi necessário aprimorar o mecanismo de visualização levando em conta a superfície reduzida dos eventos de curta duração. Estabelecemos um padrão de abreviação aplicando um esquema similar ao utilizado na codificação dos aeroportos. Os eventos com processamento são apresentados com um rótulo de até 3 caracteres, exibidos de forma vertical no início do item. Esse mecanismo viabiliza a visualização do descritor em eventos com durações curtas e abre a possibilidade de utilizar múltiplos operadores para cada evento em implementações futuras (figura 6)



**Figura 6.** Painel de mixagem do SoundSphere 1.4.0 demonstrando o uso de operadores semântico-timbrísticos.

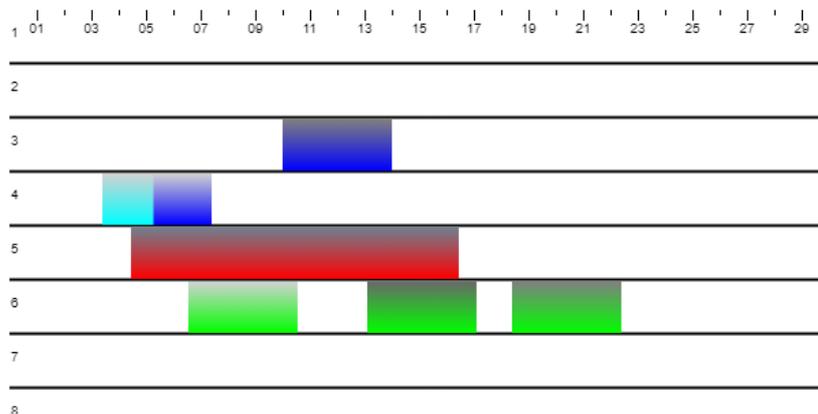
*Customização do sistema de cores.* Ao carregar os arquivos de áudio no SoundSphere 1.0, o sistema organizava as amostras seguindo a ordem alfanumérica e estabelecendo de forma automática cores individualizadas para cada amostra. Os resultados da disponibilização dos protótipos em diversos contextos mostraram algumas particularidades no uso desse sistema de codificação por cores (Freitas et al. 2018). A partir das observações experimentais (discutidas na segunda parte deste artigo), optamos por ampliar as possibilidades de visualização dos materiais sonoros via preferências

customizadas.

Pensando em um mecanismo de suporte para a organização de conjuntos de amostras de forma autônoma, implementamos um sistema de customização da visualização. Quando o nome do arquivo é lido - se existe um código em formato hexadecimal correspondente a uma cor - o sistema aplica a cor de forma persistente (ao longo de toda a sessão). Portanto, a partir da versão 1.4.12 SoundSphere dá suporte para duas modalidades de codificação dos materiais sonoros: 1. *Organização alfanumérica automática* (quando os nomes das amostras não contém códigos de cores) e 2. *Organização customizada* (quando são inseridos códigos hexadecimais nos nomes dos arquivos). Na modalidade 1 é assegurada a consistência da representação, fornecendo sempre cores diferenciadas e estáveis em múltiplas sessões com múltiplos usuários. Na modalidade 2, a consistência precisa ser administrada pelos participantes já que eles têm liberdade quase total para definir a paleta de cores.

Um caso específico - as cores correspondentes à escala de cinza - é tratado como exceção. A escala de cinza está reservada para a representação das magnitudes paramétricas, visualizadas a partir da geração de diversos tipos de degradê - geralmente vinculados ao cinza escuro nos valores elevados e ao cinza claro nos valores reduzidos. Por conta dessa restrição, ao inserir um código hexadecimal correspondente a um tipo de cinza o sistema fornece um aviso alertando o usuário para evitar esse tipo de escolha.

*Visualização da magnitude em degradê ou gradiente.* Entre os mecanismos que permitem a verificação rápida dos atributos utilizados nas mixagens, foi implementada a visualização da magnitude paramétrica através de um degradê individualizado para cada evento. Pretende-se usar esse mecanismo para indicar escalas de valores em parâmetros contínuos, como amplitude, ganho, panorama, quantidade de reverberação, flutuação do espectro, compressão, abrangendo os diversos tipos de processamento sonoro a serem desenvolvidos a partir das funcionalidades da biblioteca Web Audio. A figura 7 apresenta um exemplo de uso do degradê com diversos níveis representados pela intensidade da escala de cinza.



**Figura 7.** Painel do SoundSphere 1.4.12 demonstrando a aplicação do degradê para representar a magnitude paramétrica.

Na segunda parte deste artigo abordamos os aspectos práticos da disponibilização da metáfora da esfera sonora em ambientes educacionais e em espaços de transição. O detalhamento da descrição dos procedimentos justifica-se na análise da relação entre os recursos materiais, as interações sociais e os recursos tecnológicos, com impacto nos aspectos cognitivos e comportamentais da atividade criativa. A estratégia WIDYWYHE fundamenta-se nas propriedades relacionais que se manifestam no fazer criativo (Keller et al. 2014b; Keller et al. 2015). Portanto acreditamos que é difícil determinar o impacto das escolhas de design sem a aplicação em estudos de campo. Nas próximas seções tentaremos preencher parte dessa lacuna focando a discussão da aplicação da metáfora da esfera sonora em atividades realizadas principalmente por leigos.

**Exemplo 1.** Vídeo-demonstração de uso de SoundSphere: carregamento e mixagem de áudio.

[https://drive.google.com/file/d/1knIL06uwhxH4CjHvZr2C\\_Ehn8Cnp12YM/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1knIL06uwhxH4CjHvZr2C_Ehn8Cnp12YM/view?usp=sharing)

### **3. Estudo EMAC: SoundSphere em ambiente educacional**

O protótipo *SoundSphere* 1.2.2 foi utilizado em oficinas teóricas e práticas de sequenciamento e mixagem, fornecendo auxílio a atividades criativas musicais com crianças e adolescentes da Escola de Música do Acre (EMAC). A EMAC é uma instituição vinculada à rede estadual de ensino que fornece aulas de música para crianças, adolescentes, jovens e adultos. Ela serve como porta de acesso a estudos mais aprofundados em música nos níveis técnico (IFAC) e superior (UFAC). A grade curricular da EMAC não inclui disciplinas voltadas para a tecnologia musical. Porém, durante a entrevista realizada a administração reconheceu a importância de incentivar os alunos a interagir com ambientes de suporte para a criatividade.

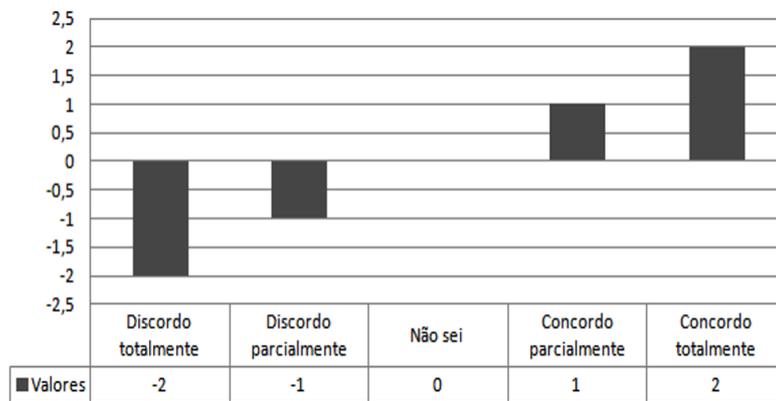
Levando em conta a ausência de atividades tecnológico-musicais, elaboramos uma proposta de oficina utilizando os recursos disponíveis no ambiente. Uma dificuldade encontrada foi a falta de um laboratório de informática. A falta de equipamento da EMAC foi contornada com o apoio do NAP, que disponibilizou sete computadores com fones de ouvido. Para superar o problema do espaço, adotamos a sala de reuniões dos funcionários da escola para uso exclusivo durante as sessões. O espaço tem suporte para projeção de vídeo e uma mesa grande, viabilizando a utilização de múltiplos dispositivos simultaneamente.

#### **3.1. Preparação**

*Materiais sonoros.* Disponibilizamos dez amostras de áudio, sendo três delas sons captados em ambientes diversos, incluindo sons de carros, sons biofônicos, e sons domésticos. As outras sete amostras são simulações de instrumentos musicais via síntese sonora (baixo, violão e bateria) que foram cedidas pelo músico Edemilson Ferreira.

*Ferramentas.* Na coleta de dados foram empregadas versões adaptadas dos questionários CSI-NAP<sup>16</sup> (*Creative Support Index*) e ISE-NAP (Perfil Individual Sócio-Econômico) (Keller et al. 2011). Com o objetivo de obter o levantamento do perfil dos participantes, o questionário ISE-NAP foi aplicado uma única vez após a apresentação do software.

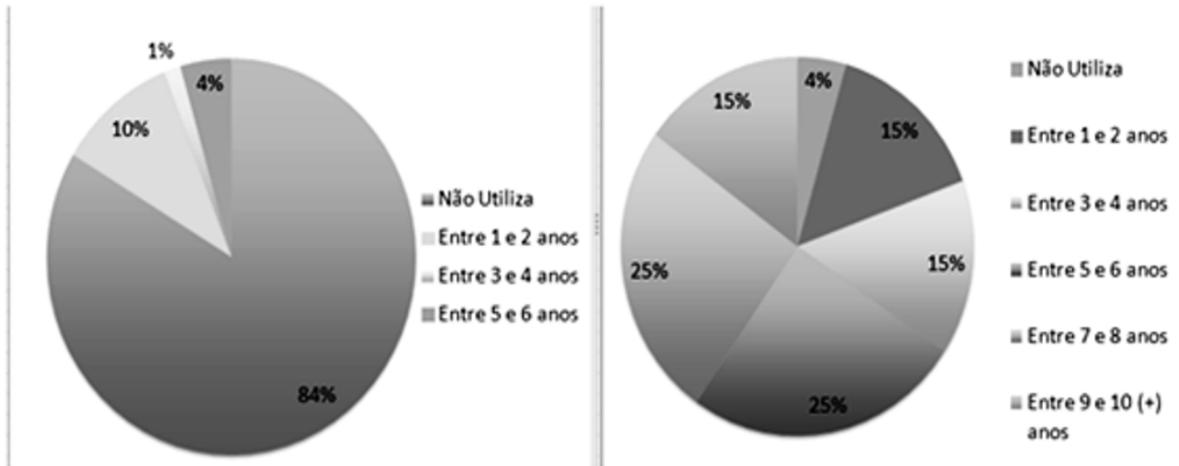
Para aferir o nível de suporte à criatividade, p questionário CSI-NAP foi aplicado logo após cada atividade de exploração, criação e imitação. Dois fatores do CSI-NAP descrevem o produto: a relevância e a originalidade, e quatro fatores estão vinculados à atividade em si: diversão, produtividade, atenção ou esforço cognitivo, e suporte para colaboração. Para todos os itens avaliados usou-se a escala Likert de cinco ítems. No questionário foram disponibilizados equivalentes semânticos em cada nível: concordo totalmente, concordo parcialmente, não sei, discordo parcialmente, discordo totalmente. A Figura 8 apresenta as opções disponíveis na avaliação e o valor numérico correspondente.



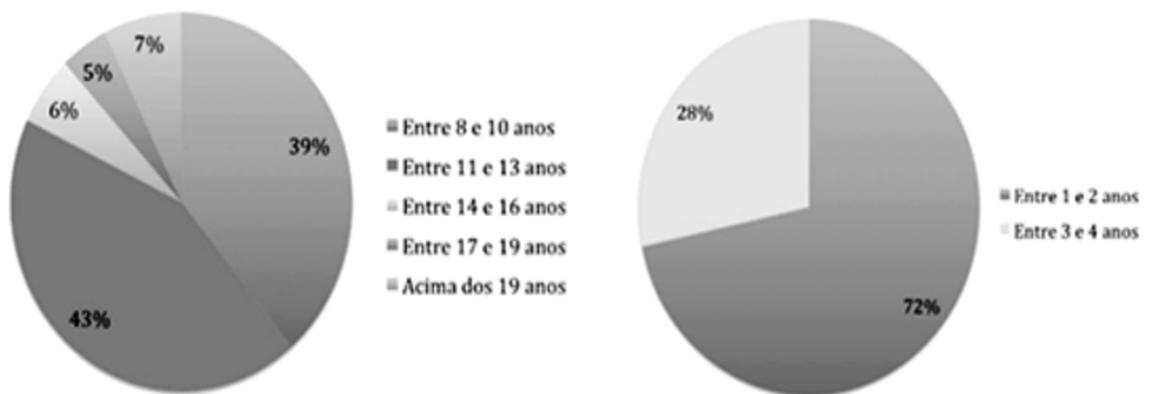
**Figura 8.** CSI-NAP: Escala Likert e descritores semânticos associados a cada valor.

### 3.2. Perfil dos participantes

Foram realizadas doze oficinas, atingindo um total de 67 (sessenta e sete) alunos. Em relação ao gênero, participaram quarenta meninos e vinte sete meninas. O público incluiu crianças e adolescentes, com média de idade de 12 anos (figura 9). 43% dos alunos pertence à faixa de 11 a 13 anos e 39% dos participantes tem entre 8 e 10 anos de idade. A média de tempo de treinamento musical é de 2 anos - 72% dos entrevistados estudou música entre 1 e 2 anos e 28% cursou de 3 a 4 anos. Portanto, a maioria dos participantes pode ser considerado leigo em música, sendo que parte dos participantes tem treinamento musical de nível intermediário.

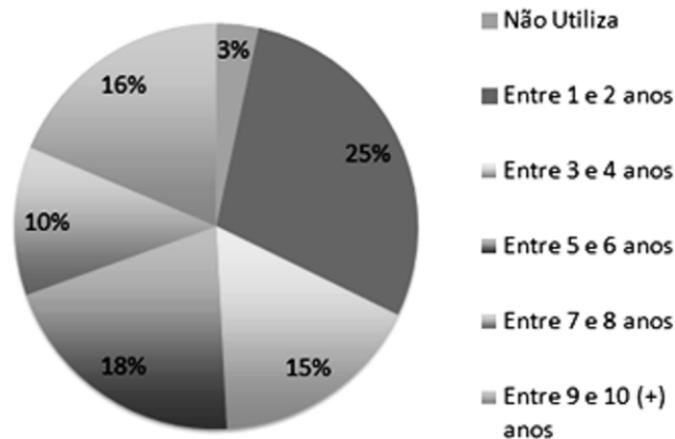


**Figura 9.** Faixa etária (esquerda), nível de estudo formal de música dos 67 participantes (direita).



**Figura 10.** Tempo de utilização de programas de ferramentas sonoras (esquerda), tempo de uso de computadores (direita).

Em relação à familiaridade com o uso de ferramentas sonoras (Audacity, Pro-Tools ou Reason, por exemplo) (figura 10), constatou-se que 84% dos entrevistados não faz uso de sistemas de edição de áudio. Para a grande maioria, SoundSphere foi o primeiro contato com sistemas de manipulação de dados musicais ou sonoros. Quanto ao tempo de uso de computadores, 25% dos entrevistados informaram utilizar o computador por um período entre 5 a 6 anos, 25% entre 7 e 8 anos de experiência, e 15% entre 9 e 10 anos. Os dados mostram que somente 4% dos entrevistados não têm familiaridade com sistemas estacionários. Quase todos utilizam dispositivos portáteis (somente 3% não faz uso de telefones celulares) (figura 6) (cf. Vieira da Silva et al. 2017).



**Figura 11.** Período de utilização de dispositivos portáteis.

### 3.3. Procedimentos

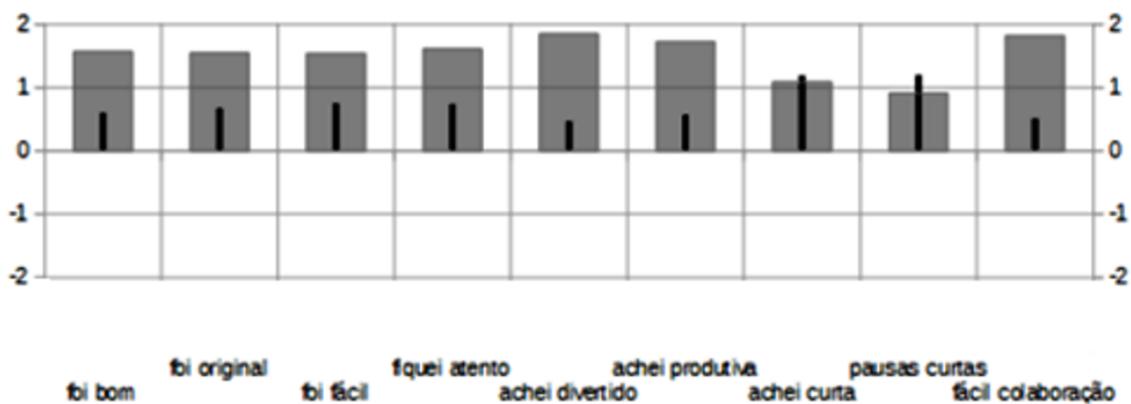
As oficinas foram realizadas nos dias 21, 22 e 28 de outubro de 2015, totalizando doze oficinas com grupos de quatro a sete alunos, com duração média de 52 minutos por sessão. Foram disponibilizados um fone de ouvido, um mouse e um computador portátil por aluno. Os equipamentos eram de marcas diversas, com sistemas operacionais variados. A utilização de equipamentos heterogêneos não resultou em nenhum prejuízo à realização da oficina, mas permitiu aferir as atividades em condições similares às encontradas nos espaços de ensino musical existentes em Rio Branco, AC.

As atividades foram divididas em cinco etapas: explicação do conceito de mixagem, instruções práticas da funcionalidade do software, e atividades de exploração, criação e imitação. A primeira fase visou explicar o objetivo da oficina, abrangendo os procedimentos para fazer mixagens e dando destaque para os aspectos criativos. Na segunda etapa foi apresentado um vídeo exemplificando o funcionamento do *SoundSphere*. Após a atividade 2 foi aplicado o questionário ISE-NAP v. 0.4 (Keller et al. 2011). Durante a fase 3 os participantes utilizaram o software explorando livremente as suas funcionalidades, sem limite de tempo. Essa fase é importante para identificar as principais dificuldades no manuseio da ferramenta e para avaliar o tempo de familiarização com os materiais e as funcionalidades. Para a atividade 4 foi estabelecido o tempo padronizado de um minuto para obter um produto sonoro. A atividade de criação permite avaliar se o usuário consegue obter um resultado sonoro satisfatório (aplicando critérios próprios), mesmo com tempo reduzido. Por fim, na atividade 5 (imitação) é apresentada uma composição de cinco a oito amostras sonoras, previamente elaborada pelos experimentadores. Solicitamos que os participantes tentem reproduzir o material sonoro fornecido, permitindo a audição e visualização livre dentro do lapso de um minuto. O objetivo da atividade é verificar se o suporte permite reproduzir um modelo sonoro. Após as atividades 3, 4 e 5 foi aplicado o questionário CSI-NAP v. 0.5.

Dedicamos de quatro e cinco minutos para as fases de apresentação e instruções específicas. Os sujeitos realizaram a atividade de exploração em aproximadamente sete minutos. O tempo da atividade de criação e de imitação foi controlado pelos experimentadores (média de um minuto de duração).

### 3.4. Estudo EMAC: Resultados

A atividade 3 (exploração) teve resultados positivos nos itens diversão, produtividade e colaboração (figura 12). Os quesitos diversão ( $1,85 \pm 0,46$ ), produtividade ( $1,72 \pm 0,57$ ) e colaboração ( $1,82 \pm 0,52$ ) atingiram médias acima de 1,7 com o desvio padrão entre 0,46 e 0,57. Já as avaliações dos produtos sonoros foram positivas (indicadas por médias altas nos itens relevância e originalidade do produto, mas o desvio padrão foi mais elevado do que o obtido no desempenho na atividade, portanto houve divergência entre as respostas fornecidas pelos sujeitos).



**Figura 12.** Avaliação de desempenho e resultado da atividade de exploração (média indicada pela barra e desvio padrão representado pela linha).

Para a atividade 4 (criação), o tempo e a quantidade de amostras foram previamente estabelecidos com objetivo de estabelecer comparações entre as múltiplas iterações realizadas (figura 13). Os participantes tiveram 1 minuto para realizar uma composição sonora no *SoundSphere*. Os resultados mostram que na atividade de criação houve um bom desempenho nos fatores diversão ( $1,79 \pm 0,47$ ), produtividade ( $1,69 \pm 0,58$ ) e engajamento ( $1,77 \pm 0,48$ ) atividade também demandou um nível alto de atenção ( $1,73 \pm 0,64$ ). Vários comentaram que gostariam de ter mais tempo para realizar a atividade.

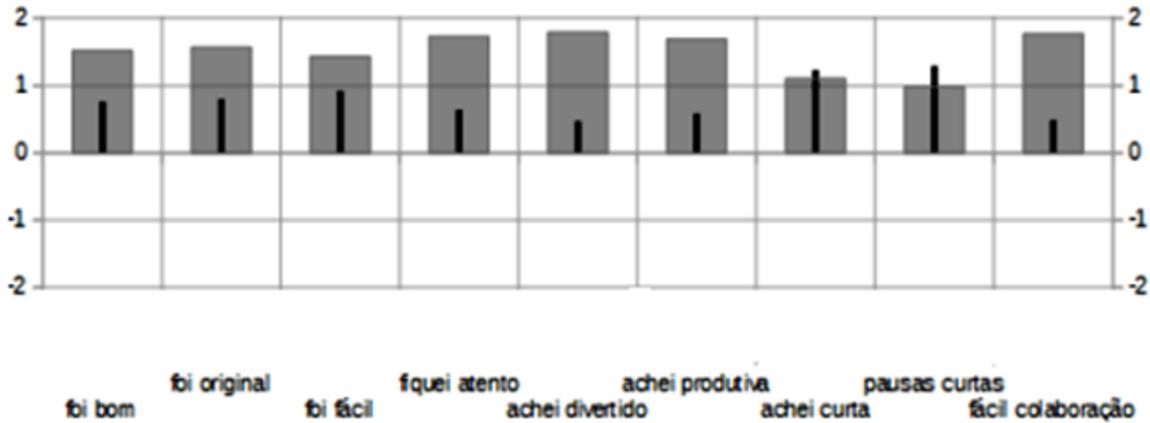


Figura 13. Avaliação do desempenho e do resultado da atividade de criação.

Durante a atividade 5 (imitação), os participantes tiveram um minuto para reproduzir um modelo de mixagem previamente realizado no *SoundSphere* (figura 14). Os dados da avaliação de desempenho e resultado da atividade de imitação apontam para a relevância do resultado ( $1,67 \pm 0,68$ ). Durante a atividade, os fatores atenção ( $1,75 \pm 0,61$ ), diversão ( $1,76 \pm 0,57$ ) e engajamento ( $1,75 \pm 0,84$ ) atingiram níveis altos.

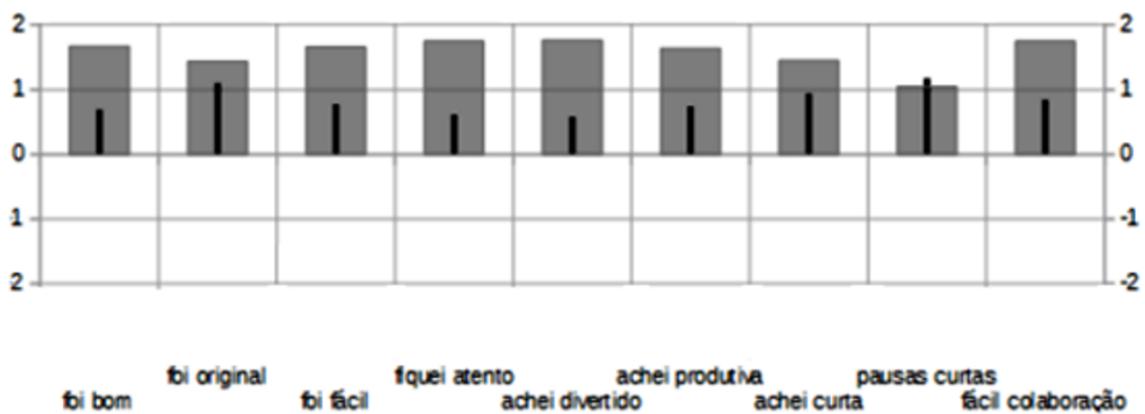


Figura 14. Avaliação de desempenho e do resultado da atividade de imitação.

### 3.5. Estudo EMAC: Discussão dos resultados

No estudo realizado com crianças e adolescentes estudantes de música procuramos verificar, através de atividades realizadas com o apoio do protótipo *SoundSphere 1.2.2*, a aplicabilidade da metáfora da esfera do som. Apesar da idade reduzida dos participantes e da falta de treinamento tecnológico-musical, observamos que a maioria dos entrevistados faz uso frequente de dispositivos tecnológicos.<sup>17</sup> Durante o estudo, todos os participantes conseguiram realizar as mixagens e se mostraram interessados nas propostas de criação sonora por meio de aplicativos. Muitos queriam continuar utilizando o protótipo após o término da atividade, e outros pediram o endereço da ferramenta para uso futuro.

Com base nos dados obtidos nas atividades de exploração, criação e imitação, concluímos que a metáfora para a ação criativa implementada fomenta a atenção, a diversão, a produtividade e o

engajamento. Os dados de avaliação dos resultados sonoros e do desempenho durante as atividades ressaltaram o desempenho nos quesitos atenção, diversão, produtividade e engajamento nas atividades de exploração e criação. Na atividade de exploração, a diversão e o engajamento tiveram maior nível de aprovação do que os outros fatores. Na atividade de imitação, destacaram-se os quesitos atenção, diversão, engajamento e relevância do resultado sonoro. Os dados obtidos na avaliação da atividade de imitação enfatizaram a atenção requerida ( $1,75 \pm 0,61$ ). No entanto, os escores da diversão ( $1,76 \pm 0,57$ ) e dos resultados criativos ( $1,67 \pm 0,68$ ) foram elevados. Esses escores apontam que os problemas relatados por Bessa et. al. (2015) na atividade de imitação empregando o protótipo 1.0 - vinculados à utilização de cores aleatórias para representar as amostras - foram corrigidos na versão 1.2.2.

#### 4. Estudo RU: Utilização de SoundSphere em ambiente de transição<sup>18</sup>

Como complemento aos estudos prévios realizados em ambientes educacionais (Bessa et al. 2015; Pereira et al. 2018), disponibilizamos o protótipo SoundSphere 1.4.0 em um ambiente de transição, no espaço de espera do restaurante central de uma instituição de ensino. O objetivo foi observar o suporte específico da ferramenta para a ação criativa, simultaneamente avaliando o impacto do contexto nas atividades criativas.

##### 4.1. Perfil dos sujeitos

Dezenove sujeitos colaboraram na pesquisa (tabela 1). Os participantes foram 12 homens e 7 mulheres. A média de estudo musical é de  $1,85 \pm 2,77$  anos. O período de uso de computador é de  $7,55 \pm 3,15$  anos. O tempo de uso de dispositivos móveis (tablet e celular) é de  $8,4 \pm 2,50$  anos.

**Tabela 1.** Perfil dos participantes (média  $\pm$  desvio padrão). N = 19.

<b>Sexo</b>	feminino: 7 masculino: 12
<b>Idade</b>	$22,75 \pm 4,10$
<b>Escolaridade</b>	Ensino Superior Incompleto
<b>Estudo musical</b>	$1,85 \pm 2,70$
<b>Uso de instrumentos acústicos</b>	$2,15 \pm 3,51$
<b>Uso de instrumentos eletrônicos</b>	$1,8 \pm 3,33$
<b>Uso de programas multimídia</b>	$2,15 \pm 3,74$
<b>Uso de computador</b>	$7,55 \pm 3,07$
<b>Uso de dispositivo portátil</b>	$8,4 \pm 2,43$
<b>Uso de recursos para a manipulação sonora</b>	$0,3 \pm 1,34$

---

<b>Uso de linguagens de programação musical</b>	0,7 ± 2,36
<b>Uso de navegador de internet</b>	8,42 ± 2,36
<b>Gravação de áudio e vídeo</b>	1,85 ± 3,28
<b>Uso de linguagens de programação</b>	1,00 ± 2,36
<b>Uso de redes sociais</b>	7,5 ± 3,06
<b>Edição de dados</b>	0,5 ± 1,79
<b>Atividade física semanal (em minutos)</b>	55,5 ± 53,55

---

#### 4.2. Local das sessões

As sessões foram realizadas no espaço de lazer do Restaurante Universitário da Universidade Federal do Acre (RU). Nesse espaço, os estudantes ficam nos sofás, em alguns casos utilizando recursos eletrônicos portáteis como telefones ou tablets. O ambiente é climatizado e tem iluminação natural, com amplas janelas de vidro. No centro do espaço tem uma mesa. Os tipos de materiais utilizados na construção (lajota e vidro) são altamente reverberantes e tendem a aumentar o nível de ruído. Porém, fora do horário das refeições o ambiente é tranquilo e a circulação de pessoas é baixa. As sessões aconteceram no período em que o RU não estava em plena atividade.

#### 4.3. Materiais

Foi utilizado um computador portátil Samsung 4 Core, com sistema operacional Windows 10, com tela de 13.3 polegadas, processador Quad Core 1.3 e 4 GB de memória RAM com o *touchpad* do próprio computador (sem mouse ou fones de ouvido). Foi utilizada a versão 75 do navegador Chrome.

#### 4.4. Materiais sonoros

As amostras sonoras foram padronizadas em durações de 3 e 19 segundos, e incluíram três classes sonoras: trechos musicais de piano, amostras de sons biofônicos e amostras de sons processados. As amostras de piano foram extraídas de três peças para piano solo: Fur Elise (Ludwig van Beethoven 1810), Sonata para piano Moonlight (Ludwig van Beethoven 1801), Ave Maria (Franz Schubert 1825). As amostras de sons biofônicos abrangem sons de sapos e grilos coletados no Parque Zoobotânico da UFAC (Pinheiro da Silva et al. 2013). As amostras de sons instrumentais foram extraídas da peça instrumental *Decadadente*.<sup>19</sup> O processamento, envolvendo a modificação da duração e da altura das amostras, foi realizado no editor Audacity (Mazzoni e Dannenberg 2000).

Após a preparação dos materiais, foram selecionadas 5 amostras de cada grupo (sons biofônicos, piano e sons instrumentais processados), totalizando 15 amostras sonoras. Os arquivos em formato PCM, 44100 Hz, 16 bits (WAVE) foram dispostos numa pasta na área de trabalho.

**Tabela 2.** Foram disponibilizadas 15 amostras, abrangendo sons biofônicos, sons instrumentais e sons instrumentais processados. Durações indicadas em segundos.

Sons biofônicos		Sons de piano		Sons processados	
M6I3C2M	00:00:09	C Fur Elise 005	00:00:10	SP-9	00:00:14
J6H3C4A	00:00:06	C Fur Elise 004	00:00:10	SP-8	00:00:11
D4G3R3G	00:00:19	C Fur Elise 003	00:00:05	SP-7	00:00:10
Ç1T3H7M	00:00:03	C Fur Elise 001	00:00:09	SP-5	00:00:09
A5U3V1 <sup>a</sup>	00:00:03	C Fur Elise 002	00:00:10	SP-3	00:00:09

#### 4.5. Procedimentos

Fases do estudo: 1. Instrução sobre a atividade: explicação dos objetivos criativos e dos procedimentos de utilização das ferramentas e preenchimento do formulário de identificação (ISE-NAP). 2. Seleção das amostras: os colaboradores ouvem as amostras para escolher o material para sua composição. 3. Atividade de exploração: O colaborador tem como objetivo utilizar todas as possibilidades da ferramenta SoundSphere, desde o carregamento das amostras, a inserção no painel de mixagem, até o processamento dos materiais sonoros. O tempo é livre. 4. Atividade de criação. Com tempo limitado em um minuto, os participantes desenvolvem um produto criativo, podendo utilizar amostras sonoras da atividade anterior ou inserir novas amostras. 5. Atividade de imitação. As amostras são carregadas no ambiente SoundSphere. Os sujeitos copiam uma produção criativa fornecida pelo experimentador, no tempo máximo de um minuto. 6. Preenchimento dos formulários de aferição da atividade e dos produtos sonoros (CSI-NAP).

#### 4.6. Aferição criativa (CSI-NAP)

Ferramentas e procedimentos descritos no estudo anterior (seção Preparação).

#### 4.7. Estudo RU: Resultados

Fizemos um levantamento dos recursos utilizados pelos participantes através da análise dos dados coletados no SoundSphere.<sup>20</sup> Nas três atividades foram carregadas entre 4 e 5 amostras e um número similar foi utilizado nas mixagens (tabela 3). Consistentemente, as mixagens abrangeram um número maior de eventos sendo que a maior elaboração correspondeu à atividade de exploração ( $9 \pm 4,32$ ).

**Tabela 3.** Resultados obtidos através da coleta do histórico de ações implementada na versão 1.4.0 do SoundSphere.

<b>Atividade</b>	<b>Amostras Disponíveis</b>	<b>Amostras Diferentes Utilizadas</b>	<b>Eventos</b>
Exploração	5 ± 2,28	5 ± 1,45	9 ± 4,32
Criação	5 ± 2,54	4 ± 1,2	7 ± 2,58
Imitação	4 ± 0,5	4 ± 0,89	7 ± 2,09

O desempenho na atividade de criação foi aferido pelos 19 sujeitos (tabela 4). Apresentamos a média e o desvio padrão das respostas a partir da aplicação de uma escala Likert de -2 a 2. As médias mais altas correspondem aos fatores colaboração e diversão ( $1,8 \pm 0,4$  e  $1,7 \pm 0,64$  respectivamente). Quanto ao produto criativo, os participantes indicaram que os resultados sonoros foram originais ( $1,75 \pm 0,66$ ), porém a avaliação da relevância dos produtos não atingiu o mesmo consenso que o fator originalidade ( $1,4 \pm 0,66$ ). Outros aspectos da atividade foram avaliados positivamente, porém as médias foram sensivelmente inferiores e a variabilidade das respostas foi maior: nível de atenção ( $1,5 \pm 0,59$ ), produtividade ( $1,5 \pm 0,67$ ). A menor média com maior variabilidade foi no fator que representa o inverso do esforço cognitivo: a facilidade ( $1,15 \pm 0,72$ ).

**Tabela 4.** Resultados da aferição dos fatores criativos na atividade de criação (N = 19).

<b>Qualidade do produto</b>	1,4 ± 0,66
<b>Originalidade do produto</b>	1,75 ± 0,66
<b>Facilidade</b>	1,15 ± 0,72
<b>Atenção</b>	1,5 ± 0,59
<b>Diversão</b>	1,7 ± 0,64
<b>Produtividade</b>	1,5 ± 0,67
<b>Colaboração</b>	1,8 ± 0,4

## **5. Estudos RU e EMAC: Discussão dos resultados desde a perspectiva WYDIWYHE**

Os resultados abrem um leque de possibilidades e apontam vantagens e limitações da estratégia de design adotada. Primeiramente, as avaliações positivas obtidas no estudo RU indicam que apesar da falta de familiaridade com os processos envolvidos e embora a participação seja casual (com uma explicação sucinta inicial, sem um contato prévio com a ferramenta e envolvendo sujeitos leigos em música), os colaboradores tiveram um engajamento efetivo na proposta criativa. Esse engajamento é indicado pelos escores positivos no item diversão e pela obtenção de produtos criativos satisfatórios segundo as avaliações de todos os participantes. Os resultados ressaltam o potencial da metáfora da esfera do som para resolver diversos problemas observados nos sistemas atuais de sequenciamento.

Porém também dão destaque para algumas limitações do design inicial. Nesta seção abordamos esses itens e indicamos possíveis linhas de investigação vinculadas ao enfoque WYDIWYHE.

*Proporcionalidade espaço-tempo.* Alguns sequenciadores - adotados na edição de partituras - usam representações simbólicas que vinculam eventos a elementos visuais de forma indireta. A notação tradicional exige aprendizagem e interpretação de múltiplas figuras e símbolos que servem para representar o tempo - utilizando, por exemplo, mínimas, semínimas, colcheias. A posição dos símbolos na partitura está correlacionada com o momento de início dos eventos sonoros (ataque ou *onset*), mas as durações são representadas pelo tipo de figura escolhida e não têm relação com a posição espacial. Essa falta de correlação entre os elementos visuais e a distribuição de eventos no tempo pode configurar um problema para os leigos em música. Um caminho para enfrentar essa limitação é a adoção da proporcionalidade.

O painel de mixagem representa uma instância de uma solução mais geral para a manipulação de dados musicais. Os sistemas de representação que estabelecem analogias entre os parâmetros sonoros e as estratégias de visualização têm sido amplamente explorados desde a década de 1960 (Lutoslawski 1960-1961). A utilização de um sistema proporcional entre ataque e duração do evento sonoro e o posicionamento no espaço fornece um avanço em direção à simplicidade conceitual. As linhas curtas são equivalentes a períodos curtos e os eventos longos são representados por linhas longas. O comprimento dos elementos gráficos e a duração tornam-se diretamente relacionados, fornecendo um sistema consistente de visualização e de acionamento do tempo.

*Temporalidades flexíveis.* A aplicação da proporcionalidade no campo da interação musical é rara e em alguns casos é enviesada. Por exemplo, o ambiente *Hyperscore* visa a inclusão de leigos e utiliza traços num canvas para representar alturas e durações (Farbood 2004). Mas na hora de renderizar os resultados sonoros, os eventos desenhados no canvas viram (magicamente) alturas na escala temperada, sequências de acordes e ritmos periódicos. Enquanto que os usuários interagem com um ambiente visual-analógico contínuo, o produto musical fica restrito a um sistema temperado, baseado em sequências harmônicas e com o tempo segmentado segundo o padrão métrico-periódico. Neste caso, a adoção da visão acústico-instrumental não é o problema (apesar de não utilizar a notação tradicional, a ferramenta poderia ter como objetivo somente resultados sonoros que encaixem dentro dos padrões da música instrumental). O problema é o descompasso entre a estratégia de interação adotada (supostamente livre) e a falta de opção do suporte para a renderização dos resultados sonoros (forçando a segmentação métrico-tonal sem fornecer outras alternativas).

Cabe então a pergunta, quais estratégias de design são condizentes com representações temporais flexíveis, que permitem a coexistência de múltiplas formas de organização e segmentação do tempo? Dois aspectos da metáfora da esfera do som parecem estar alinhados com a demanda de uma representação flexível para a organização temporal: 1. O ambiente de mixagem não tem restrições no tipo de material sonoro a ser adoptado. Nos estudos realizados foram utilizados sons de fontes diversas, abrangendo desde materiais musicais métrico-tonais (Freitas et al. 2018) até texturas sonoras sintetizadas ou coletadas no ambiente local (Pereira et al. 2018). No entanto, a liberdade na distribuição temporal dos eventos sonoros tende a privilegiar formas de organização baseadas nas

relações timbrísticas entre os materiais em detrimento da utilização de padrões rítmicos vinculados ao sistema métrico. 2. A representação é isomórfica, portanto não privilegia o encadeamento sequencial de eventos sonoros. Vejamos este segundo aspecto com mais detalhe.

*Isomorfismo.* A representação da pianola (ou *piano roll*) e a metáfora da esfera do som são muito próximas. No rolo da pianola, o eixo vertical corresponde à altura (às vezes apresentada no formato do teclado do piano). Os ataques (*onsets*) e as durações são representados por linhas no eixo horizontal. Portanto, o *piano roll* é uma representação bidimensional. Em contrapartida, o painel de interação da metáfora da esfera do som é uma visualização parcial de uma estrutura tridimensional subjacente. Enquanto o *piano roll* tem um começo fixo, o painel de mixagem representa um recorte de um objeto contínuo. Na esfera do som o mesmo tipo de representação pode ser utilizado por múltiplos participantes para interagir com um conjunto compartilhado de dados musicais. Nesse contexto de uso, cada participante teria acesso a uma visualização parcial da esfera. O sentido esquerda-direita direcionado pelo mapeamento fixo da pianola induz a adotar procedimentos sequenciais (exemplificados pela interação evento após evento). Tendo em vista que a representação aplicada na esfera do som é isomórfica (qualquer parte do eixo horizontal ou do eixo vertical é equivalente a qualquer outra área), os usuários não precisam organizar seus procedimentos a partir de sequências lineares. A disponibilização livre dos materiais sonoros pode fomentar interpretações alternativas, evitando a hegemonia da leitura do início ao fim. No entanto, as observações relativas ao uso em projetos de maior dimensão indicam que além da representação isomórfica também é necessário um suporte efetivo para a navegação rápida. Existem precedentes metodológicos que podem ajudar a avançar nessa direção (ver *manipulação direta*).

*Manipulação direta.* A perspectiva de design WYDIWYHE está fortemente vinculada ao enfoque cognitivo-ecológico (Keller e Lazzarini 2017). A relação íntima entre ação e cognição é enfatizada pelo nexos entre a manipulação de parâmetros sonoros e as estratégias de visualização e interação. Em diversas metáforas para a ação criativa (marcação temporal [*time tagging*]; marcação espacial [*spatial tagging*]; marcação procedimental-gráfica [*graphic-procedimental tagging*]) os elementos da interface priorizam a informação sobre as ações realizadas, deixando em segundo plano a visualização dos parâmetros físicos. Tradicionalmente quando existem alternativas entre dados de controle e dados de áudio, as estações digitais de áudio [*Digital Audio Workstations - DAWs*] têm priorizado a visualização de parâmetros físicos. Por exemplo, a variação da amplitude sonora ou a representação do espectro são os dois itens mais utilizados para visualizar o som, apesar de que desde uma perspectiva musical raramente são implementados mecanismos para interagir com esse tipo de informação.<sup>21</sup>

A estratégia de design adotada no SoundSphere consiste em manter o alinhamento entre a ação do participante, a visualização da ação e a disponibilização do recurso para as ações subsequentes. Nesse sentido, o enfoque não só visa a relação entre a ação e o resultado sonoro, ele também envolve a escolha de priorizar a visualização da ação realizada deixando em segunda plano a informação correspondente ao resultado sonoro. O entendimento é que o participante tem acesso ao resultado através da audição, mas o controle acionado para chegar nesse resultado não é sempre óbvio (especialmente para os usuários inexperientes). Na prática, o enfoque implica priorizar os recursos

visuais que representam ações realizadas com impacto nos resultados sonoros. A estratégia abrange tanto a relação entre *o que você faz, você vê* quanto *o que você faz, você ouve*.

Um aspecto negligenciado pela maioria das DAWs é o potencial de transferência de conhecimento do histórico das ações realizadas durante a atividade criativa. Em algumas ferramentas, o mecanismo de automação permite recuperar parte das ações. Porém, a limitação dessa funcionalidade como estratégia de transferência de conhecimento é a explosão informacional. Usuários experientes geralmente conseguem lidar com muita informação, filtrando os elementos que não são essenciais para seus objetivos. Mas os iniciantes frequentemente não sabem quais aspectos são importantes e quais podem ser ignorados para atingir seus objetivos musicais. Portanto, ainda está pendente a implementação de estratégias de adequação que evitem a explosão informacional na utilização do histórico das ações criativas em contextos casuais, abrangendo participantes sem treinamento específico. Uma estratégia de design que pode auxiliar a enfrentar esse dilema é a abstração.

*Abstração semântica.* No campo do design de interação, a abstração é utilizada para reduzir a quantidade de informação, fomentando mecanismos para interagir com fenômenos complexos. As representações icônicas e semânticas são as formas mais utilizadas na implementação de estratégias de interação. A notação musical fixa também é uma forma de abstração. Neste caso, as ações musicais são representadas por sistemas simbólicos que permitem determinar os parâmetros sonoros com diversos graus de exatidão, desde os elementos temporais - estabelecidos a partir de um marco temporal indicado em valores metronômicos e figuras baseadas em subdivisões hierárquicas, segundo estruturas periódicas (os compassos) - até indicações gerais que abrangem aspectos da articulação, o tempo e as microvariações paramétricas, por exemplo a indicação do caráter *cantabile*. O problema da adoção dos sistemas simbólicos - e em particular da notação musical fixa - é que eles demandam um investimento significativo em treinamento, colocando essa opção fora do alcance da participação casual em atividades musicais. No entanto, o uso de estratégias de abstração que não são compatíveis (ao menos em parte) com o conhecimento musical existente reduz as chances de fornecer um suporte efetivo para as atividades conjuntas de músicos e leigos. A combinação de elementos semânticos e de estratégias embarcadas-corporizadas<sup>22</sup> parece ser o caminho mais firme para atingir resultados no design criativo voltado para o contexto musical ubíquo. Exemplo desse enfoque na metáfora da esfera do som é a inserção de representações semânticas (os operadores semântico-timbrísticos) dentro de uma representação fortemente proporcional (os eventos no painel de mixagem). Como consequência, SoundSphere dá suporte para a combinação de elementos de duas modalidades complementares de interação: a manipulação direta e a abstração semântica.

*Propriedades relacionais (impacto dos espaços de transição).* Os resultados do estudo RU foram positivos, porém os escores do fator facilidade não atingiram um nível comparável aos outros fatores criativos. O desempenho mais fraco nesse fator pode ser interpretado a partir de premissas diversas. Levando em conta que a maioria dos participantes não tem estudos musicais formais e que só uma minoria tem experiência inicial com ferramentas de manipulação de recursos audiovisuais, não é surpreendente que parte dos sujeitos achem a atividade difícil. Sabemos pelos resultados de outros estudos (Pereira et al. 2018) que a causa da dificuldade não estão na interação com o painel de

mixagem nem no suporte fornecido para a audição e a escolha dos materiais sonoros. É possível que os sujeitos tenham avaliado a atividade como sendo difícil por causa do desafio de obter um resultado musical relevante com tempo restrito. Outro aspecto que poderia ter impactado essa variável é a modalidade casual da participação. Porém, nesse caso teria sido observada uma queda proporcional nos resultados obtidos com outras metáforas para a ação criativa (na utilização da marcação temporal, por exemplo). Nas comparações entre as atividades em ambientes isolados do contato social (como são o estúdio e o ambiente doméstico) e as atividades em espaços de transição, foi de fato apontado um aumento do esforço cognitivo para esta última condição experimental (Keller et al. 2013; Pinheiro da Silva et al. 2013). Porém esse aumento não estava alinhado com um incremento equivalente no nível de criatividade dos resultados. Quando a atividade ocorre nos espaços de transição, tende a melhorar a originalidade e tende a diminuir a relevância dos produtos criativos. É justamente o que observamos neste caso. Portanto, os resultados estão alinhados com a evidência obtida na aplicação de outras metáforas para a ação criativa, apontando um vínculo entre o esforço cognitivo e o contexto no qual a atividade acontece e destacando o impacto do ambiente tanto nos processos quanto nos resultados criativos. Esses aspectos estão atrelados ao estudo das propriedades relacionais (Keller et al. 2015).

## 6. Conclusões

A utilização da ecologia SoundSphere para fins de interação timbrística apresenta um bom potencial de aplicação nos contextos cotidianos e educacionais. A incorporação da estratégia semântica - via implementação de operadores semântico-timbrísticos - dá suporte para a transferência rápida de conhecimentos altamente técnicos e especializados sem demandar um período longo de preparação ou de treinamento no domínio específico. Em linha com os resultados obtidos em experimentos anteriores (Keller et al. 2013), a atividade criativa em espaços de transição tem impacto positivo no fator originalidade mas esse impacto não é acompanhado pelas avaliações da relevância dos produtos criativos. Possivelmente, na interação casual o nível de esforço cognitivo esteja fortemente relacionado ao contexto. Alinhadas com os resultados da aplicação de outras metáforas de suporte para a ação criativa (como a marcação temporal, a marcação espacial, os substitutos criativos ou a marcação procedimental-gráfica), as atividades com a metáfora da esfera do som foram avaliadas como sendo divertidas, com um alto potencial de colaboração.

Neste artigo delineamos parte das estratégias utilizadas numa nova vertente do design de interação embasada nas práticas criativas cognitivo-ecológicas (Keller e Lazzarini 2017), a perspectiva WYDIWYHE. O enfoque implica a utilização de recursos visuais para representar as ações que têm impacto nos resultados sonoros. O método abrange tanto a relação entre *o que você faz e o que você vê* quanto entre *o que você faz e o que você ouve* e inclui ao menos seis estratégias:<sup>23</sup> 1. *A proporcionalidade espaço-tempo*, exemplificada em SoundSphere pelos mecanismos de representação e acionamento do tempo diretamente proporcionais à disposição no espaço visual. Essa estratégia pode ser ampliada a outras modalidades, incluindo o uso de recursos materiais (dentro do campo da interação tangível) ou o suporte para a interação gestual.<sup>24</sup> 2. *As temporalidades flexíveis*,

que permitiriam a coexistência de diversas formas de organização do tempo deixando nas mãos dos participantes a aplicação dos recursos sonoros e as relações temporais entre eles. No caso do SoundSphere, essa liberdade está assegurada pela possibilidade de incorporar qualquer tipo de recurso sonoro. No entanto, não existe suporte específico para a periodicidade imposta pelo sistema métrico, portanto a temporalidade do SoundSphere tende a priorizar as formas de organização criativa, baseadas no uso do timbre. 3. *O isomorfismo* é um aspecto complementar às temporalidades flexíveis e está exemplificado pela estrutura da esfera sonora, na qual é possível distribuir os recursos sonoros sem hierarquias preestabelecidas. Esse suporte permite a aplicação simultânea de procedimentos diversos de apoio à organização dos materiais, incluindo os rascunhos sonoros (como tentativas iniciais de estabelecer relações sonoras), as estruturas modulares (que podem ser combinadas livremente ou podem estabelecer restrições específicas) ou a incorporação dos resultados de recursos externos ao SoundSphere (incluindo as técnicas de sonificação ou o uso de elementos multimídia) (um exemplo concreto é descrito em Aliel et al. 2019). Porém, esses aspectos estão melhor representados nos estudos longitudinais e portanto não foram explorados nos dois estudos discutidos neste texto. 4. *A manipulação direta*, que visa aproximar a utilização dos recursos tecnológicos a formas cotidianas de interação, priorizando a relação ação-percepção. Esse enfoque está no cerne das práticas criativas cognitivo-ecológicas e dá destaque para as estratégias síncronas, sendo relevante também no design do suporte assíncrono. Em SoundSphere, a manipulação direta é utilizada no processo de escolha dos recursos sonoros (painel de seleção) e no mecanismo de inserção dos eventos sonoros (painel de mixagem). 5. *A abstração semântica*, que envolve o acesso a processos complexos através do uso de palavras. Essa estratégia permite a manipulação timbrística aplicando operadores associados a rótulos escolhidos pelos usuários.<sup>25</sup> 6. *As propriedades relacionais*, que emergem a partir da interação entre os indivíduos e o ambiente, e que estão fortemente vinculadas aos recursos locais. Em particular, nos espaços de transição observamos um impacto significativo no nível de esforço cognitivo e no perfil dos produtos criativos, com aumento da originalidade e redução da relevância.

O caráter exploratório e aberto da pesquisa ubimus nos encoraja a extrair conceitos a partir das observações empíricas e dos dados coletados. Porém, não afirmamos que a proposta WYDIWYHE tenha se esgotado nas estratégias exemplificadas. Na procura de respostas aos questionamentos surgidos durante o design da metáfora da esfera sonora, talvez seja possível estabelecer claramente as limitações do enfoque WYDIWYHE, impulsionando mais uma estratégia de design para as atividades criativas cotidianas.

## Referências

- Adorf, J. (2013). *Web Speech API [Technical Report]*. Stockholm, Sweden: KTH Royal Institute of Technology.
- Aliel, L., Keller, D. & Alvim, V. (2019). A Soundtrack for *Atravessamentos*: Expanding ecologically grounded methods for ubiquitous music collaborations. In *Proceedings of the Workshop on Ubiquitous Music (UbiMus 2019)* (pp. 652-662). Marseille, France: Ubiquitous Music Group and CMMR. (ISBN: 979-10-97-498-01-6.)

- Aliel, L., Keller, D. & Costa, R. (2015). Comprovisation: An approach from aesthetic heuristics in ecomposition (Comprovisação: Abordagens desde a heurística estética em ecomposição). In *Proceedings of the Brazilian Symposium on Computer Music (SBCM 2015)* (pp. 169-180). Campinas, SP: SBC. (ISBN: 2175-6759.)
- Bessa, W. R. B., Keller, D., Farias, F. M., Ferreira, E., Pinheiro da Silva, F. & Pereira, V. S. (2015). SoundSphere v. 1.0: Documentação e análise dos primeiros testes. In F. Z. Oliveira, D. Keller, J. T. de Souza Mendes da Silva & G. F. Benetti (eds.), *Anais do Simpósio Internacional de Música na Amazônia (SIMA2015)*. Porto Velho, RO: UNIR.
- Bhagwati, S. (2013). Towards interactive onscreen notations for improvisation in large ensembles. In *Sound & Score: Essays on Sound, Score and Notation* (pp. 143-177). Brussels: Leuven University Press.
- Farbood, M. M., Pasztor, E. & Jennings, K. (2004). Hyperscore: A graphical sketchpad for novice composers. *IEEE Computer Graphics and Applications* **24** (1), 50-54. (Doi: 10.1109/MCG.2004.1255809.)
- Farias, F. M., Keller, D., Lazzarini, V. & Lima, M. H. (2015). Bringing aesthetic interaction into creativity-centered design: The second generation of mixDroid prototypes. *Journal of Cases on Information Technology* (17), 53-72. (Doi: 10.4018/JCIT.2015100104.)
- Freitas, B., Keller, D., Bessa, W. R. B. & Ferreira da Costa, D. (2020). Interação timbrística em música ubíqua: A ecologia de metáforas da esfera sonora. *Journal of Digital Media & Interaction*.
- Freitas, B., Martins, A. J., Bessa, W. R. B. & Keller, D. (2018). Causas da fixação criativa: Viés cognitivo ou recurso tecnológico? Um estudo utilizando o ambiente musical ubíqua SoundSphere. In *Anais do Seminário de Iniciação Científica do Acre (IC 2018)*. Rio Branco, AC: UFAC.
- Guedes, G. T. A. (2011). *UML 2: Uma abordagem prática*. São Paulo: Novatec.
- Keller, D. (2000). Compositional processes from an ecological perspective. *Leonardo Music Journal* **10**, 55-60. (Doi: 10.1162/096112100570459.)
- Keller, D., Capasso, A. & Tinajero, P. (2019). Knowledge transfer in ecologically grounded approaches to ubimus: InMesh 1.0. *Journal of New Music Research* **48** (4), 397-411. (Doi: 10.1080/09298215.2019.1642361.)
- Keller, D. & Lazzarini, V. (2017). Ecologically grounded creative practices in ubiquitous music. *Organised Sound* **22** (1), 61-72. (Doi: 10.1017/S1355771816000340.)
- Keller, D. & Lazzarini, V. (2017). Theoretical approaches to musical creativity: The ubimus perspective. *Musica Theorica* **2** (1), 1-53.
- Keller, D., Lazzarini, V. & Pimenta, M. S. (2014a). *Ubiquitous Music, Vol. XXVIII*. Berlin and Heidelberg: Springer International Publishing. (ISBN: 978-3-319-11152-0.)
- Keller, D. & Lima, M. H. (2016). Supporting everyday creativity in ubiquitous music making. In P. Kostagiolas, K. Martzoukou & C. Lavranos (eds.), *Trends in Music Information Seeking, Behavior, and Retrieval for Creativity* (pp. 78-99). Vancouver, BC: IGI Global Press.
- Keller, D., Otero, N., Lazzarini, V., Pimenta, M. S., Lima, M. H., Johann, M. & Costalonga, L. (2014b). Relational properties in interaction aesthetics: The ubiquitous music turn. In K. Ng, J. P. Bowen & S. McDaid (eds.), *Proceedings of the Electronic Visualisation and the Arts Conference (EVA 2014)*. London: BCS, Computer Arts Society Specialist Group.
- Keller, D., Otero, N., Lazzarini, V., Pimenta, M. S., Lima, M. H., Johann, M. & Costalonga, L. L. (2015). Interaction aesthetics and ubiquitous music. In N. Zagalo & P. Blanco (eds.), *Creativity in the Digital Age* (pp. 91-105). London: Springer. (ISBN: 978-1-4471-6680-1.)

- Keller, D., Pinheiro da Silva, F., Ferreira, 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., Pinheiro da Silva, F., Giorni, B., Pimenta, M. S. & Queiroz, M. (2011). Spatial tagging: an exploratory study (Marcação espacial: estudo exploratório). In L. Costalonga, M. S. Pimenta, M. Queiroz, J. Manzolli, M. Gimenes, D. Keller & R. R. Faria (eds.), *Proceedings of the 13th Brazilian Symposium on Computer Music (SBCM 2011)*. Vitória, ES: SBC.
- Lindstrom, S. (2017). *Refatoração de CSS*. São Paulo: Novatec.
- Lutoslawski, W. (1960-1961). *Jeux Vénitiens* [Orchestral score]. Warsaw, Poland: PWM Orchestral score.
- Mazzone, D. & Dannenberg, R. (2000). Audacity [Audio Editor]. Carnegie Mellon University <http://audacity.sourceforge.net/about/credits>.
- Pereira, V. S., Silva, S. L., Bessa, W. R. B., Alcântara-Silva, T. R. & Keller, D. (2018). SoundSphere: Participatory design as a strategy to develop sustainable technologies in ubiquitous music (SoundSphere: O design participativo como estratégia para o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis em música ubíqua). *Sonic Ideas* **10** (19), 7-44.
- Pinheiro da Silva, F., Keller, D., Ferreira, E., Pimenta, M. S. & Lazzarini, V. (2013). Everyday musical creativity: Exploratory study of ubiquitous musical activities (Criatividade musical cotidiana: Estudo exploratório de atividades musicais ubíquas). *Música Hodie* **13**, 64-79.
- Sorba, C. (2006). To Please the Public: Composers and Audiences in Nineteenth-Century Italy. *The Journal of Interdisciplinary History* **36** (4), 595-614.
- Stolfi, A. S., Milo, A. & Barthelet, M. (2019). Playsound.space: Improvising in the browser with semantic sound objects. *Journal of New Music Research* **48** (4), 366-384. (Doi: 10.1080/09298215.2019.1649433.)
- Turchet, L., Fischione, C., Essl, G., Keller, D. & Barthelet, M. (2018). Internet of Musical Things: Vision and Challenges. *IEEE Access* **6**, 61994-62017. (Doi: 10.1109/ACCESS.2018.2872625.)
- Vieira da Silva, L., Barros, A. E. B. & Keller, D. (2017). A utilização das tecnologias da informação e comunicação no ensino de música: Estudo nas escolas do município de Rio Branco, Acre. In *Anais do Simpósio Internacional de Música na Amazônia (SIMA 2017)*. Macapá, AP: Universidade Estadual do Amapá.

<sup>1</sup> *Fast knowledge transfer* (Keller et al. 2019).

<sup>2</sup> *Direct manipulation, segundo a perspectiva da interação humano-computador*.

<sup>3</sup> *Sound Sphere Metaphor*.

<sup>4</sup> <https://html.spec.whatwg.org/multipage/>

<sup>5</sup> <https://code.visualstudio.com/>

<sup>6</sup> <https://www.google.com/chrome/>

<sup>7</sup> <https://www.w3.org/TR/webaudio/>

<sup>8</sup> Flávio Miranda, Edemilson (Nicke) Ferreira, Marcello Messina e Luzilei Aliel forneceram propostas que ajudaram no processo de design. Além deles houve outros pesquisadores e participantes de sessões experimentais que também contribuíram.

<sup>9</sup> <https://trello.com/>

<sup>10</sup> O termo técnico utilizado em programação web é *hovering*.

<sup>11</sup> O termo técnico é *click-and-drag*.

<sup>12</sup> *Loop, play, pause, stop, reset, upload samples, download mix*.

<sup>13</sup> Porém, existem diversas considerações a serem feitas sobre o processo de inserção de eventos e a relação entre o material sonoro novo e os materiais já existentes nas mixagens. Na discussão final abordamos algumas possibilidades de designs alternativos.

<sup>14</sup> A informação também é disponibilizada no Leitor SFS, apresentando os dados de início e fim de sessão cada vez que o usuário modifica o arquivo de projeto.

<sup>15</sup> No entanto, cabe destacar alguns acréscimos nas funcionalidades, necessários quando o foco da atividade é a geração síncrona de áudio. O design de SoundSphere foi sempre voltado para a atividade criativa assíncrona, a ampliação do leque de aplicações apresenta desafios interessantes.

<sup>16</sup> Durante a aplicação do formulário, os colaboradores aferem diversos aspectos da sua experiência e dos produtos obtidos. Avalia-se o resultado sonoro e o desempenho através das seguintes perguntas: “O resultado foi bom?”, “O resultado foi original?”, “A atividade foi fácil?”, “Você ficou atento?”, “A atividade foi divertida?”, “A atividade foi produtiva?”, “Foi fácil colaborar?”. Cada pergunta corresponde a um fator de suporte à criatividade.

<sup>17</sup> Um estudo realizado pelo NAP em todas as instituições de ensino médio de Rio Branco que ofereciam aulas de música em 2015 indicou que somente 18% dos alunos faz uso de recursos tecnológicos no contexto do ensino formal, mas que 83% deles utiliza recursos tecnológicos para fins musicais nos espaços informais, com destaque para o âmbito doméstico (Vieira da Silva et al. 2017).

<sup>18</sup> O presente estudo foi inicialmente publicado no Simpósio Internacional de Música na Amazônia (SIMA 2019) (Freitas et al. 2019). Fornecemos uma versão editada para facilitar a compreensão da análise crítica apresentada na seção final do artigo.

<sup>19</sup> Autor: Arthur José Martins (2017).

<sup>20</sup> A implementação e descrição da ferramenta utilizada é tópico de outro artigo em processo de elaboração.

<sup>21</sup> Obviamente existem exceções, como é o caso da ferramenta *Audiosculpt*. A crítica está dirigida à adoção frequente da amplitude como a única forma de visualização das informações sonoras, sendo que esse tipo de interface é pobre em informações musicalmente relevantes.

<sup>22</sup> *Embedded-embodied* no original em inglês. Refere-se à utilização de recursos locais, incluindo aspectos corporais e materiais presentes no entorno onde a atividade criativa é realizada. Ver (Keller 2000; Keller e Lazzarini 2017) para aplicações no campo das práticas criativas.

<sup>23</sup> Apontamos aqui o questionamento de um revisor. O argumento é que a proporcionalidade espaço-tempo e as temporalidades flexíveis seriam duas características compartilhadas pela maioria dos editores de áudio. Como indicamos no texto, a proporcionalidade espaço-tempo é uma característica comum à maioria das representações de dados musicais baseadas na analogia visual (com destaque para o *piano roll* e similares). Uma contribuição deste artigo é indicar que essa estratégia forma parte de um paradigma de design mais amplo, descrito aqui pela sigla WYDIWYHE. Já as temporalidades flexíveis demandam a compatibilidade entre diversas formas de organização temporal envolvendo, por exemplo, a utilização de descrições aproximadas (como poderia ser uma partitura verbal) em simultâneo com sistemas hierárquicos ou fixos (como é a organização das durações na notação tradicional). Esse suporte não é fornecido por SoundSphere e constitui um problema de pesquisa em aberto (ver Freitas et al. neste volume, para considerações complementares).

<sup>24</sup> Nesse contexto de desenvolvimento podem ter utilidade as propostas vinculadas à internet das coisas musicais (IoMusT - Turchet et al. 2018).

<sup>25</sup> Como complemento, ver a proposta de Stolfi et al. (2019) para o acesso a bases de dados sonoros de forma remota a partir de descritores semânticos. Cabe uma consideração cuidadosa das estratégias a serem aplicadas quando a degradação do desempenho impede o acesso à rede. Em SoundSphere, após o carregamento inicial do software no navegador a funcionalidade é garantida mesmo não tendo acesso ao serviço de internet.