

UNIVERSIDADE ABERTA



UNIVERSIDADE
AbERTA
www.uab.pt

Blendwave: Uma Ferramenta de Sound Design para
Autores Audiovisuais

Werther Teixeira de Azevedo Neto

Mestrado em Expressão Gráfica e Audiovisual

2018

UNIVERSIDADE ABERTA



UNIVERSIDADE
AbERTA
www.uab.pt

Blendwave: Uma Ferramenta de Sound Design para
Autores Audiovisuais

Werther Teixeira de Azevedo Neto

Mestrado em Expressão Gráfica e Audiovisual

Dissertação orientada por
Professor Doutor José Manuel Emiliano Bidarra de Almeida

2018

Dedicatória

À minha pequena, Carol
e à minha família.

Agradecimentos

À minha mulher, pelo amor incondicional, e por nunca me deixar desistir.

À minha família, com a qual sempre pude contar, e sempre poderei.

Ao Professor Doutor José Manuel Emiliano Bidarra de Almeida, pelo apoio, paciência e sabedoria, e por ter me apresentado à Practice-Based Research.

À toda a equipe do MEGA, por proporcionar conteúdo de qualidade, num formato que pode conciliar com minhas outras ambições.

Ao amigo e parceiro criativo Ygor Speranza, que acompanhou minha jornada no mestrado e sempre ofereceu apoio e sugestões valiosas.

Ao amigo e parceiro criativo Dan, por partilhar de meu amor pelo som e pela música como ninguém mais.

A todos os participantes da avaliação qualitativa. Sua contribuição foi essencial.

À Professora Doutora Luiza Novaes, minha eterna orientadora.

À PUC-Rio, por despertar meu amor pela sala de aula.

Resumo

Esta dissertação apresenta a ferramenta de suporte à criatividade (CST) Blendwave, produto de uma investigação baseada na prática com enfoque na desmistificação e democratização do processo de *sound design* dentre autores de obras audiovisuais. Partindo da hipótese de que a criação do som se tornou inacessível para usuários não especializados em razão da inadequação e/ou complexidade das ferramentas digitais disponíveis, a investigação inicia-se pela análise do estado da arte do ferramental dedicado à sonoplastia, identificando possíveis pontos de atrito para usuários inexperientes. Após a apresentação da abordagem metodológica, segue o relato do processo de design e construção de um artefato digital para prototipagem rápida do som, ideologicamente ancorado na simplicidade de outras ferramentas populares. Por fim, obedecendo a uma abordagem de desenvolvimento iterativo, o software é testado e avaliado qualitativamente e quantitativamente, tanto em termos de usabilidade, como em sua capacidade de fornecer suporte criativo ao ato de projetar novos sons.

Palavras-chave: sound design, sonoplastia, sonorização, ferramenta de suporte à criatividade, design de interação

Abstract

This document presents Blendwave, a creativity support tool (CST), product of a practice-based research focused on demystifying and democratizing the sound design process among authors of audiovisual works. Starting from the hypothesis that sound creation has become inaccessible to non-specialized users due to the inadequacy and/or complexity of available digital tooling, the research starts with a state of the art analysis of the current sound design toolset, identifying possible points of friction for inexperienced users. Following the presentation of the methodological approach, we report on the process of designing and building a digital artifact for the rapid prototyping of sound, grounded on the simplicity of similar popular tools. At last, by following an iterative development approach, the software system is tested and evaluated, both qualitatively and quantitatively, in terms of usability and its capacity to support the creative act of designing new sounds.

Keywords: sound design, sound art, creativity support tool, interaction design, practice-based research

Índice

1. Introdução.....	13
Estrutura da Dissertação.....	15
1.1 – Apresentação e Motivações.....	16
1.1.1 – O Equívoco do pré-requisito musical.....	16
1.1.2 – Efeitos Sonoros dependentes de software.....	17
1.2 – Problematização	18
1.2.1 – O Ferramental para o <i>Sound Design</i>	18
1.2.2 – Digital Audio Workstations (DAWs)	19
1.2.3 – Patchers.....	20
1.2.4 – O Problema	22
1.3 – Questões de Pesquisa	22
1.4 – Objetivos	23
2. Ferramentas de Suporte à Criatividade e o Som	24
2.1 – Samplers, Samples e Sampling.....	25
2.1.1 – Possibilidades expressivas da síntese baseada em <i>samples</i>	25
2.1.2 – Tipos de Sampler.....	28
2.1.3 – Samplers Virtuais	29
2.2 – Web Audio API	35
2.3. – Investigações relevantes.....	36
2.3.1 – TAPESTREA: um novo paradigma de <i>Sampler</i>	37
2.3.2 – PART: sound design e o público leigo	39
2.3.3 – reViSiT: vivacidade e <i>Flow</i>	41
2.3.4 – Gibber: som através do código	42

2.4 – Sfxr e a Game Jam	44
3. Metodologia	48
3.1 – Practice-Based Research	49
3.2 – Trajetória: Teoria, Prática e Avaliação	51
3.3 – A trajetória de Blendwave	52
3.3.1 – Prática: criar, exibir, refletir	52
3.3.2 – Teoria: ler, pensar, escrever, desenvolver	54
3.3.3 – Avaliação: observar, registrar, analisar, refletir	55
4. Projetando e construindo Blendwave	58
4.1 – Design conceitual	59
4.1.1 – Dividir e conquistar: o paradigma de interface <i>Wizard</i>	60
4.1.2 – Texto e terminologia	61
4.1.3 – Painel Fonte Sonora	62
4.1.4 – Mecanismo de reprodução do som	63
4.1.5 – Painel Envelope	64
4.1.6 – Painel Filtro	65
4.1.7 – Painel Efeitos	65
4.1.8 – Painel Saída	67
4.2 – Desenvolvimento do protótipo de alta-fidelidade	67
4.2.1 – Pizzicato.js	68
4.2.2 – Primeira etapa: Envelope, Pitch e Filtro	69
4.2.3 – Pausa para estudo e Vue.js	70
4.2.4 – Painel de Efeitos	71
4.2.5 – Painel Saída	72

4.3 – Avaliação do protótipo de alta-fidelidade	73
4.3.1 – Aplicação do teste	73
4.3.2 – Resultados	74
4.4 – Design físico	77
4.4.1 – Marca	77
4.4.2 – Interface gráfica	78
4.5 – Finalização da versão beta	80
4.5.1 – Aprimorando o painel Saída	80
4.5.2 – Painel Fonte Sonora e a biblioteca de som	81
4.5.3 – Implementação visual	82
4.5.4 – Ajuste no envelope	83
5. Avaliação	84
5.1 – O índice de suporte à criatividade (CSI)	86
5.2 – Avaliação Qualitativa	89
5.2.1 – Caracterização do usuário	89
5.2.2 – Elaboração das tarefas	90
5.2.3 – Teste remoto síncrono	94
5.2.4 – Testes piloto	94
5.2.5 – Administração dos testes finais	96
5.2.6 – Resultados	98
5.3 – Avaliação Quantitativa	103
5.3.1 – Preparação	103
5.3.2 – Resultados	106
6. Considerações finais	113

6.1 – Reflexão sobre as questões de pesquisa	114
6.1.1 – Primeira questão.....	114
6.1.2 – Segunda questão.....	116
6.2 – Revisão dos objetivos de pesquisa.....	118
6.2.1 – Objetivo geral.....	118
6.2.2 – Objetivos específicos.....	119
6.3 – Trabalhos futuros	121
Bibliografia	124
Anexos.....	135
I. Avaliação do protótipo – Modelo de Formulário	136
II. Avaliação qualitativa da versão beta – Formulário de perfil do usuário.....	141
III. Avaliação qualitativa da versão beta – Formulário de avaliação	145
IV. Resultados do CSI.....	154
Resultados do CSI para Blendwave.....	156
Resultados do CSI para Bfxr	158
V. Avaliação qualitativa – Dados aferidos.....	160
VI. Arquivos do DVD-ROM e acesso online.....	167
DVD-ROM.....	167
Online.....	167

Índice de figuras

Figura 1.1 - Pro Tools	20
Figura 1.2 - Pure Data	22
Figura 2.1 – Native Instruments KONTAKT	31
Figura 2.2 – KONTAKT com o painel Instrument Rack completamente expandido	32
Figura 2.3 – Ez Sampler	35
Figura 2.4 – Colagem com alguns dos painéis de interface de TAPESTREA	39
Figura 2.5 – sfxr	47
Figura 3.1 – Trajectory Model of practice and research.....	52
Figura 4.1 – Exemplo de storyboard feito à mão para o painel Filtro	60
Figura 4.2 – Storyboard do painel Fonte Sonora	62
Figura 4.3 – Storyboard do painel Envelope.....	64
Figura 4.4 – Storyboard do painel Filtro	65
Figura 4.5 – Storyboard do painel Efeitos.....	66
Figura 4.6 – Storyboard do painel Saída	67
Figura 4.7 – Protótipo de alta-fidelidade com foco no painel Efeitos	76
Figura 4.8 – Avaliação em sala de aula	76
Figura 4.9 – Esquema do processo de desenvolvimento da marca	78
Figura 4.10 – Painel Saída em sua versão final	80
Figura 5.1 – Jogo Ivory Springs.....	93
Figura 5.2 – Animação “The Postcard”	93
Figura 5.3 – Teste piloto com o produtor musical Dan Eisenberg.....	96
Figura 5.4 – Publicação de recrutamento no Twitter	105
Figura 5.5 – Lista de gravações da Hotjar com filtro aplicado.....	108
Figura 5.6 – Reprodução de uma sessão de uso registrada pela Hotjar	111
Figura 5.7 – Feedback da especialista em áudio Karen Collins.....	112

1. Introdução

A forma como percebemos alterações na atmosfera em nosso entorno chamamos de som. Vital como o ar que o impulsiona, esta forma de energia foi indispensável para o desenvolvimento de nossa espécie. Dentro de um intervalo relativamente pequeno de frequências audíveis, o ser humano encontrou e construiu sofisticados mecanismos de comunicação, sem os quais possivelmente não teria se tornado um animal social, alcançando o privilegiado posto que ocupa dentre os seres vivos. Emitir sons é uma tarefa trivial para o humano padrão, seja através do aparelho vocal ou por decorrência de movimentos corporais. No entanto, para além de sua utilização como mecanismo de linguagem, o emprego artístico e expressivo do som, seja ele em formato musical ou não, tem seu processo de criação envolto em uma atmosfera de mistério. O que deveria ser simples, até mesmo instintivo, transformou-se com o tempo em uma prática altamente especializada.

Nos meios audiovisuais, tradicionais ou interativos, o som constitui parte indissociável de qualquer obra. Seu emprego é ubíquo na construção da tessitura emocional na qual se entremeia o discurso do autor. Sendo o áudio, neste contexto, um elemento tão comum quanto a imagem, seria de se esperar que o projeto sonoro, em seu nível mais básico, fosse tão simples quanto a construção imagética. Entretanto, verifica-se o contrário. O *sound design* para o meio audiovisual, conforme realizado hoje, oferece uma série de complexidades que tornam sua realização restrita aos especialistas do domínio. Autores audiovisuais, tais como *game designers*, diretores cinematográficos e animadores, dificilmente se aventuram a rascunhar soluções sonoras na mesma medida em que o fazem através da linguagem visual. E, quando um elemento da obra não é ponderado nos estágios iniciais da ideação, é natural que seja relegado ao plano da pós-produção, como ocorre com o som. É possível que, com isto, a oportunidade de pensar o som em nível conceitual desde o princípio esteja sendo subutilizada, resultando em obras audiovisuais que, em última análise, estariam aquém de seu máximo potencial expressivo.

Nesta Dissertação, investigaremos as possíveis causas para que a atividade de *sound design*, mesmo em modalidade de prototipagem rápida, seja percebida como inacessível por autores de obras audiovisuais sem histórico em educação musical. Para tanto, será utilizado como método de pesquisa o desenvolvimento de um artefato digital, cujos objetivos principais são ampliar a compreensão acerca deste problema e, em paralelo, combatê-lo.

Estrutura da Dissertação

No Capítulo 1, introduzimos a hipótese de que há um equívoco por parte de autores audiovisuais em relação à existência de um pré-requisito técnico e/ou musical para a realização do *sound design*. Para suportar esta hipótese, examinamos a utilização de sistemas computacionais de música como ferramentas predominantes na prática desta atividade. À luz da definição de tais sistemas como ferramentas epistêmicas (Magnusson, 2009), buscaremos identificar características ideológicas que contribuam para o mito de que a criação de sons demanda um patamar mínimo de especialização. Em contraponto, Blendwave é apresentada como uma ferramenta que, ao abnegar estas características, busca reduzir o atrito identificado, promovendo e democratizando a prática da prototipagem rápida de sons nos meios audiovisuais.

No Capítulo 2 é realizado um estudo do Estado da Arte no campo das ferramentas digitais de suporte à criatividade (CSTs) voltadas para a geração de sons. De especial interesse na são instrumentos cujo método de síntese é baseada em amostras (*samplers*), assim como ferramentas online, desenvolvidas com uso da Web Audio API, que constitui a plataforma tecnológica escolhida para o desenvolvimento da Blendwave. Em seguida, no Capítulo 3, apresentamos a metodologia de pesquisa baseada na prática que utilizaremos ao construir o conhecimento a partir do processo de desenvolvimento da ferramenta.

No Capítulo 4 é documentado o processo de desenvolvimento do artefato, desde o design de experiência do usuário (UX), seguido pela implementação de um protótipo funcional testado em sala de aula, pela realização de refinamentos em resposta ao *feedback* recebido e, finalmente, pela elaboração da identidade visual.

Para aprimorar qualquer software iterativamente, é necessário avalia-lo com usuários dentro do público-alvo, em seu contexto real. Por este motivo, o Capítulo 5 descreve o processo de avaliação de usabilidade aplicado na versão Beta do aplicativo, que inclui análises qualitativa e quantitativa, incluindo a aferição de métricas de uso durante a maior *Game Jam* existente, além da estipulação de seu Índice de Suporte à Criatividade (Cherry & Latulipe, 2014) em comparação à ferramenta bfxr.

Por fim, o Capítulo 6 apresenta a conclusão, onde refletimos sobre os dados aferidos e acerca do processo de desenvolvimento como um todo, afim de reavaliar a hipótese inicial e definir os próximos passos em direção ao aprimoramento da ferramenta.

1.1 – Apresentação e Motivações

1.1.1 – O Equívoco do pré-requisito musical

O design de mídias digitais é, sob muitos aspectos uma atividade interdisciplinar. Ao conceber um artefato digital audiovisual, seu autor necessita compreender, pelo menos em nível elementar, todas as suas componentes criativas. Tahiroğlu, Özcan, & Ikonen (2014) identificam esta tendência interdisciplinar nas indústrias criativas, salientando, neste contexto, o uso do som: “No contexto mais amplo das indústrias criativas, o papel do som e da música não está restrito à publicação musical; *sound design* é uma parte necessária e essencial de muitas indústrias criativas, desde a arte interativa até jogos de computador, filmes, publicidade, e aplicativos de entretenimento para telefones móveis” (Tahiroğlu, Özcan, & Ikonen, 2014). Com isso, compreendem que o estudo do som deve ser incluído como parte do currículo básico de qualquer curso de design: “O som, como um elemento de design e mediação, pode manifestar as qualidades do objeto do design e abrir novas maneiras para que consideremos nossas interações com ele. Com o incremento do conhecimento e compreensão do som como elemento de design nos estudos em design, estudantes tornam-se melhor equipados para enriquecer a usabilidade, a atratividade e as qualidades comunicativas dos artefatos projetados.” (Tahiroğlu et al., 2014).

Reconhecendo este panorama, muitas graduações universitárias com enfoque em mídias digitais vêm incorporando unidades curriculares dedicadas ao som. A Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro não é diferente e oferece, dentro da grade do curso de Design, a disciplina “Áudio e Sonorização Digitais”. (“Optativas - Artes & Design | PUC-Rio”, [s.d.]) Como docente desta disciplina, tenho a oportunidade de vivenciar os desafios enfrentados por autores de obras audiovisuais em seu primeiro contato com o mundo do som. A cada semestre, este autor recebe uma nova turma, em geral formada por alunos cursando a habilitação Mídia Digital, que se dividem entre potenciais cineastas, animadores e designers digitais. Questionados sobre suas motivações para cursar a disciplina, a grande maioria alega desconhecimento total em relação ao processo de sonorização. São jovens que possuem intimidade com lápis, papel,

softwares de design gráfico, vídeo e animação, mas nunca se aventuraram a sequer registrar a paisagem sonora que os cerca. Uma afirmação comum é a de que, por não possuírem embasamento em teoria musical, não seriam capazes de compreender os demais processos criativos em torno do som. A suposição de que existe uma relação direta entre composição musical e *sound design* é compreensível, já que música e a sonoplastia podem ser interpretadas como diferentes abordagens na codificação e organização de uma linguagem comum: o discurso sonoro. Além disto, é verdade que uma parte significativa dos profissionais e pesquisadores especializados em áudio possuem em seu currículo a educação musical. No entanto, limitar a prática do *sound design* aos músicos seria como limitar a prática da fotografia a artistas visuais. De fato, o sonoplasta não é um músico, mas um “fotógrafo do som”. Na introdução do popular manual de efeitos sonoros, “The Sound Effects Bible” (Viers, 2008), Charles Maynes afirma que “trabalhar com som apresenta desafios não dissimilares à fotografia. No processo de captura de som, temos muitas preocupações e técnicas de produção similares.” (Viers, 2008: xxi) O livro segue, ensinando técnicas de gravação e manipulação do som por centenas de páginas, sem jamais mencionar educação musical como pré-requisito. O mesmo ocorre em ofertas universitárias, onde o mito da educação musical não encontra eco. A grade de unidades curriculares obrigatórias do Bacharelado em Sound Design da Universidade DePaul (“Sound Design (BFA) - Major Requirements”, [s.d.]) não revela obrigatoriedades em termos de educação musical. A comparação com a mesma grade do Bacharelado em Música (“Music (BA) - Major Requirements”, [s.d.]) não permite identificar sequer uma unidade curricular em comum. Ademais, o Bacharelado em *Sound Design* é uma oferta da escola de teatro, e não de música.

Diante destes indícios de que qualquer ouvinte é capaz de desenhar o som, permanece a questão: onde nasce o equívoco do pré-requisito musical?

1.1.2 – Efeitos Sonoros dependentes de software

Nem todo tipo de som utilizado em uma obra audiovisual requer a utilização de uma ferramenta de manipulação digital para ser concebido. Além dos sons do tipo Foley, Opolski (Opolski, 2013) divide os efeitos sonoros cinematográficos em três categorias: “1) *backgrounds*, os sons que compõem os ambientes, 2) *hard-effects*, efeitos que são vistos pelo espectador, relativos a uma fonte sonora on frame, e 3) *sound effects*, que são os efeitos não-literais, não-

indiciais e que não devem ser submetidos a escutas casuais, pois não são representativos.” (Opolski, 2013: 38), ou seja, “não remetem a nada real nem a nenhum objeto de cena” (Opolski, 2013: 47) . A definição desta última categoria pela autora está ancorada na noção de ficção não fantástica, onde em geral a maior parte dos objetos em cena existem, ou já existiram, no mundo real. Em narrativas fantásticas, como costumam ser a maior parte dos jogos eletrônicos, os *sound effects* muitas vezes remetem a objetos de cena, sejam eles reais ou não. Porém, ainda que do nível de representatividade dos efeitos desta categoria possa variar de acordo com o contexto em que são empregados, sua criação é sempre realizada de duas formas: “1) por processamento e manipulação de sons naturais com o intuito de modificar as características dos mesmos [...]; 2) por manipulação e criação de ondas sonoras provenientes de fontes eletrônicas ou digitais”. (Opolski, 2013: 48) Por mais que as práticas modernas de *sound design*, como as descritas por Viers (Viers, 2008) e Opolski (2013) normalmente envolvam algum tipo de processamento digital e síntese, sons do tipo Foley, *backgrounds* e *hard-effects* são geralmente concebíveis através do uso de microfones de qualidade e boas práticas de gravação. Ademais, a necessidade para estes tipos de som na etapa de prototipagem em geral é satisfeita por bibliotecas de som, tais como a Sound Ideas (“Sound Ideas”, [s.d.]). *Sound Effects*, por outro lado, tendem a ser representações abstratas de elementos ficcionais e, como tal, dependem de ferramentas digitais para serem concebidos. Por este motivo, é importante determinar que o foco desta investigação está nos sons desta categoria e, em geral, quando nos referirmos à *sound design*, estaremos fazendo alusão ao processo de criação de *Sound Effects* por via de ferramentas digitais.

1.2 – Problematização

1.2.1 – O Ferramental para o *Sound Design*

Magnusson (Magnusson, 2009) afirma que “objetos tecnológicos nunca são neutros, eles contêm scripts aos quais subscrevemos ou os quais rejeitamos de acordo com nossa constituição ideológica. O problema é que os scripts estão frequentemente escondidos e ocultos, o que pode resultar na utilização acrítica de tecnologias criativas – tecnologias inerentes com conteúdo ideológico” (Magnusson, 2009: 170). A afirmação é especialmente verdadeira no caso das tecnologias voltadas para o *sound design*, onde a constituição ideológica de seus autores, longe de estar escondida, se manifesta declaradamente em favor de músicos ou especialistas.

1.2.2 – Digital Audio Workstations (DAWs)

Quando no domínio digital, a prática do *sound design* é majoritariamente realizada em Digital Audio Workstations – as DAWs (Figura 1.1). Viers (Viers, 2008), que tampouco menciona alternativas em seu guia, glorifica a DAW como o local “onde toda a mágica acontece. Um arquivo de áudio pode ser aberto, processado e manipulado em praticamente qualquer modo concebível” (Viers, 2008: 140). A afirmação é verdadeira, e de fato indica que estes aplicativos podem ser utilizados como poderosas ferramentas de *sound design*. No entanto, basta uma visita ao *website* dos fabricantes para constatar que as DAWs são desenvolvidas, projetadas e promovidas como ferramentas de utilização musical. Segundo o website especializado Ask.Audio, as DAWs mais populares para *sound design* são Logic, Pro Tools, Cubase, Studio One e Ableton Live. (Hiebner, 2014) A Steinberg afirma que o Cubase “estabelece o *benchmark* para o software contemporâneo de produção musical” (“Cubase”, [s.d.]), ao passo que a Ableton define o Live como um software “rápido, fluido e flexível para criação musical e performance” (“Ableton Live | Ableton”, [s.d.]). No *slogan* do Logic Pro X, a Apple garante “toda a criatividade que você quer na música” (“Logic Pro X”, [s.d.]), enquanto a Presonus afirma que o “Studio One 3 foi construído por pessoas criativas para a produção musical criativa” (“Studio One | PreSonus”, [s.d.]). Somente o Pro Tools é promovido de maneira mais genérica, com a frase “Crie música ou som para filmes/TV” (“Pro Tools | Avid”, [s.d.]). É relevante considerar que um dos principais objetivos destes *websites* é promover a venda dos softwares. Ações de marketing buscam atingir a parcela mais rentável do público, e a fatia de consumidores dedicados à criação musical é bem superior a aquela formada por sonoplastas. Ainda assim, a associação entre DAWs e música na comunicação dos fabricantes é clara e manifesta, o que possivelmente contribui para que a mesma associação seja feita por autores audiovisuais.

Há que se considerar, também, os scripts ideológicos impregnados no próprio paradigma de uso das DAWs. Nestes aplicativos, diferentes camadas de som são sobrepostas, mescladas e manipuladas, estando sempre subordinadas a uma linha do tempo principal. Esta linha do tempo é quantificada, por padrão, por unidades musicais como compassos, batidas, barras e notas. Ainda que o paradigma da linha do tempo, presente também em ferramentas como editores de vídeo e softwares de animação, seja familiar para autores audiovisuais, a associação com

medidas musicais em DAWs condiciona o utilizador a pensar o *sound design* como uma modalidade alternativa de composição musical. Tal interpretação do processo de construção do som pode ser válida, e até mesmo eficiente, mas traz consigo as barreiras discutidas anteriormente, afastando do processo de experimentação sonora o autor audiovisual que se julga musicalmente inapto. Segundo Magnusson (2009), o *locus* da verdadeira natureza de sistemas de música digital está fundamentalmente no reino simbólico. É através de símbolos que nos habituamos com o modelo de funcionamento destas ferramentas e é também por via desta simbologia que se manifesta o viés ideológico de seus desenvolvedores. O emprego contínuo da linguagem musical na interface gráfica de uma DAW sugere ao leigo, de forma análoga à sinalização de trânsito em um país estrangeiro, que este ambiente foi projetado para os falantes desta linguagem.

Figura 1.1 - Pro Tools



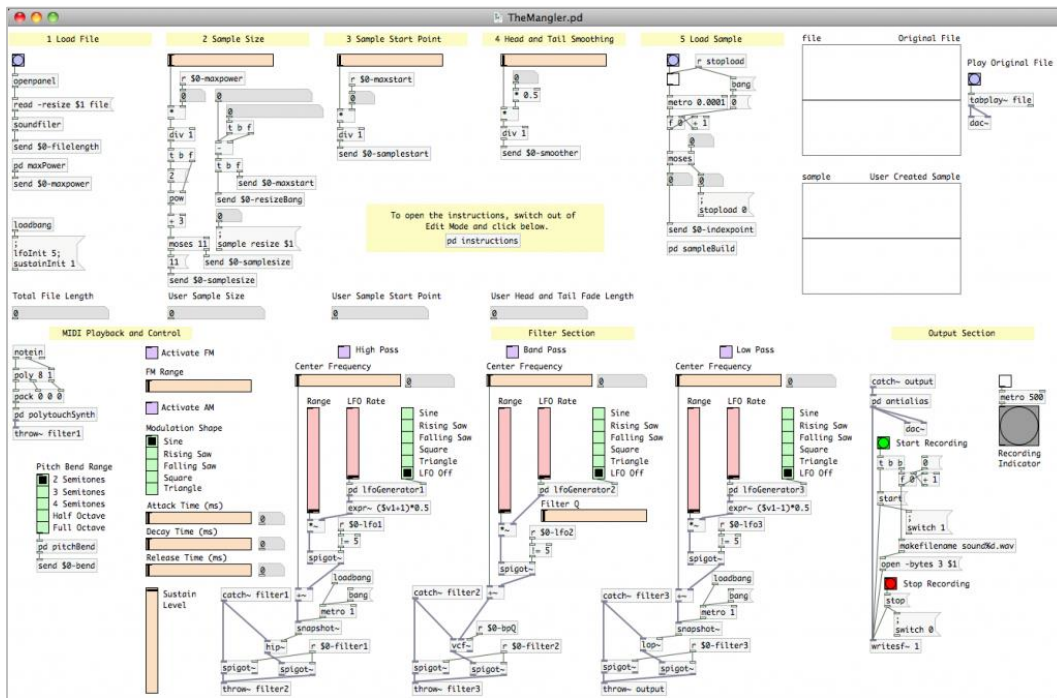
(“Pro Tools 12.6 - A Detailed Look At The New Features — Pro Tools Blog”, 2016)

1.2.3 – Patchers

Além da linha do tempo presente nas DAWs, o outro paradigma de interface mais comumente utilizado em ferramentas de síntese e manipulação do som é o Patcher, um “ambiente gráfico para fazer música computacional em tempo real” (Puckette, 1988: 420).

Presente em ferramentas como MAX-MSP e Pure Data (Pd) (Figura 1.2), dentre outros, este paradigma abandona a linha do tempo como metáfora fundamental, voltando o enfoque para o fluxo de sinal, não mais através de notas e compassos, mas de abstrações como unidades sonoras, operadores e modificadores. Com isto, a manipulação do som passa a ser feita através de um grafo cujos nós simbolizam diversos elementos, não somente aqueles associados ao som, como osciladores, filtros e efeitos, mas também operadores lógicos e aritméticos, variáveis e outras estruturas de dados comuns em ambientes de programação. Se, por um lado, tais ferramentas dissociam-se da ideia de música ao abandonarem a linha do tempo e a simbologia musical, por outro, são sistemas com uma enorme gama de funcionalidades e casos de uso, projetados primariamente para usuários experientes, que através deles podem gerar desde uma simples onda senoidal até, em alguns casos, instalações de arte interativas. Na introdução do livro “Theory and Techniques of Electronic Music”, onde o criador do Pure Data utiliza a ferramenta em todos os exemplos, Max Matthews resume a questão, quando afirma que “Max e Pd permitem a quase qualquer um sintetizar timbres desinteressantes quase instantaneamente. Fazer timbres interessantes é bem mais difícil, e requer muito conhecimento adicional” (Puckette, 2007: ix). Magnusson (2010), que considera que ambientes de programação musical como os Patches contribuem para libertar artistas das amarras composicionais impostas por DAWs, também reconhece que estes ambientes impõem aos usuários problemas como o “escopo expressivo praticamente infinito do ambiente, às vezes resultando em paralisia criativa ou no frequente sintoma do músico convertido em engenheiro” (Magnusson, 2010: 62). Ferramentas baseadas em fluxo de sinal, portanto, apesar de adotarem um paradigma de interface neutro e possivelmente convidativo para os não iniciados em teoria musical, acabam carecendo da simplicidade de uso que viria por possibilitar a autores audiovisuais sem experiência prévia na manipulação digital do som alcançar resultados significativos para suas aspirações criativas.

Figura 1.2 - Pure Data



(“Pure Data Wavetable Synth – Part 1”, 2013)

1.2.4 – O Problema

É possível identificar, portanto, uma clara lacuna no ferramental popularmente estabelecido para as práticas sonoras. Não há atualmente uma variedade de aplicativos cujo objetivo seja possibilitar ao autor de obras audiovisuais a prototipagem e experimentação com ideias sonoras, sem a necessidade de um especialista, ou de significativo conhecimento prévio.

1.3 – Questões de Pesquisa

Partindo da premissa de que o processo de *sound design* é pouco acessível para autores audiovisuais não especializados, e que parte do problema reside na natureza das ferramentas disponíveis, esta investigação fundamenta-se em torno da seguinte questão:

- Como contribuir para a desmistificação e democratização do processo de *sound design*, tornando-o mais acessível para autores de obras audiovisuais?

A partir deste questionamento central, propõe-se o desenvolvimento de Blendwave, uma ferramenta de suporte à criatividade (CST) com a intenção de encorajar estes autores a incluir a prototipagem rápida do som como etapa fundamental em seu processo criativo. A

decisão de utilizar um artefato digital como mecanismo de pesquisa implica na definição de parâmetros para nortear o processo projetivo. Carroll, Latulipe, Fung, & Terry (Carroll, Latulipe, Fung, & Terry, 2009) mapearam seis fatores fundamentais a serem avaliados numa CST: Exploração, Colaboração, Engajamento, Transparência, Relação Esforço/Recompensa, e Expressividade. Nossa intenção é desenvolver uma ferramenta que contemple estes fatores. Contudo, o enfoque desta investigação na atividade de prototipagem rápida torna os dois últimos fatores especialmente relevantes, e é neles que nos baseamos para formular a segunda questão de pesquisa:

- *Como desenvolver uma ferramenta para a criação de efeitos sonoros que gere resultados expressivos com o mínimo de esforço por parte de seus usuários?*

1.4 – Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é investigar, através do processo de desenvolvimento de uma ferramenta de suporte à criatividade (CST) dedicada ao *sound design*, um modelo de uso amigável para autores de obras audiovisuais, de forma a compreender como ferramentas nesta modalidade podem incentivar a adoção da prototipagem sonora nos estágios iniciais da ideação de artefatos digitais.

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Identificar ferramentas e paradigmas de criação de som populares dentre usuários não especializados, fora do universo das DAWs e Patches.
- Aferir as capacidades de uma ferramenta online, desenvolvida dentro das normas estipuladas pelos Padrões Web (Adenot & Wilson, 2015) em atender às demandas de criação e prototipagem de efeitos sonoros.
- Identificar possíveis pontos de atrito no processo de aprendizado da manipulação do som através de ferramentas digitais
- Identificar, através de avaliações de usabilidade, os modelos mentais e padrões de comportamento do público-alvo durante a atividade de criação de efeitos sonoros.

2. Ferramentas de Suporte à Criatividade e o Som

Blendwave é uma ferramenta digital desenvolvida para possibilitar, de forma amigável, a criação de novos sons a partir de amostras sonoras (*samples*) pré-existentes. O aplicativo se enquadra, portanto, na definição de ferramenta de suporte à criatividade (*Creativity Support Tool*, ou CST): “Aplicativos de software que são utilizados para criar artefatos digitais ou como parte do processo de trabalhar em direção à conclusão de um artefato” (Cherry & Latulipe, 2014: 2). A denominação abrange um vasto universo de subcategorias, que vão de “Visualização de Informação” a “Mapeamento de Conceitos” (Shneiderman, 2007), dentre as quais “Música” engloba aplicativos de computação musical, dedicados à autoria do som. Apesar de nossos esforços para definir Blendwave, desde o princípio, como um sistema dissociado da atividade de composição musical, a área de computação musical abrange também ferramentas cujo objetivo exclusivo é o *sound design*. Dentro deste universo, é possível ainda isolar certas características que singularizam Blendwave em relação a outros sistemas:

1. O método de síntese empregado (*Sampling*), e as decisões arquiteturais que este método incorre;
2. A Web Audio API, plataforma tecnológica escolhida para o desenvolvimento;
3. A proposta de uma ferramenta especializada para o *sound design*, sem nenhuma associação com a atividade de composição musical;
4. O público-alvo a que se destina: autores audiovisuais leigos em *sound design*;

Neste capítulo, estas características serão utilizadas como parâmetros para uma análise do estado da arte que adota uma abordagem híbrida: além do tradicional levantamento bibliográfico, baseado em investigações relevantes na área de computação musical, analisaremos também aplicações que, apesar de não documentadas cientificamente, possuem características arquiteturais que constituem a base do elemento prático desta investigação, que é a construção da ferramenta.

2.1 – Samplers, Samples e Sampling

2.1.1 – Possibilidades expressivas da síntese baseada em *samples*

O design de efeitos sonoros em capacidade profissional é realizado principalmente a partir de amostras de sons, ou *samples*, como fonte. Ao descrever seu processo de *sound design* para a série “Stranger Things” (Andersen, 2016), Craig Henighan detalha como combinou um

grande sortimento de gravações do mundo real, tais como sons de focas e gemidos de porta para construir cada efeito sonoro daquele universo ficcional. O depoimento não é incomum, e relatos similares podem ser encontrados na maior parte de entrevistas do gênero (“SoundWorks Collection”, [s.d.]). O favorecimento ao uso *samples* do mundo real em detrimento de sons puramente sintetizados por parte de *sound designers* está sem dúvida relacionado à expectativa da audiência, mas se justifica sobretudo pelo alto grau de dificuldade encontrado para se alcançar sons verossímeis por outros métodos. Os sons do mundo real são complexos, geralmente formados por um rico conteúdo harmônico em virtude de das características físicas dos objetos materiais que os emitem. Gravar sons complexos como uma onda do mar ou o motor de um carro é uma atividade trivial, através do uso de gravadores portáteis. Sintetizar o motor de um carro de maneira realista já é uma tarefa bem mais complexa, demandando alto nível de proficiência em ambientes especializados como Super Collider (“Designing Sound in SuperCollider/Cars”, [s.d.]).

Se a utilização de *samples* como base é a prática padrão entre *sound designers* profissionais, é surpreendente que ferramentas voltadas para leigos, como analisaremos adiante, não ofereçam este método de síntese sonora. Ao reconhecer esta contradição, e a conseqüente oportunidade de mesclar os aspectos populares destas ferramentas com a autenticidade das amostras de som, Blendwave foi concebido como um sintetizador baseado em *samples* ou, em resumo, um *sampler*. Este tipo de sintetizador baseia-se na tecnologia de *sampling*, onde “o som é resintetizado a partir de ondas sonoras naturalmente geradas em sua fonte, capturadas em primeira instância via conversor analógico para digital.” (Manning, 2013: 225).

A origem da síntese baseada em amostras, ou *sampling*, remonta a 1948, quando Harry Chamberlin produziu o Chamberlin 100, um instrumento cujo teclado disparava gravações de sons armazenadas em fitas magnéticas. Fabricado em pequena escala e com um mecanismo não muito confiável, o Chamberlin permaneceu na obscuridade até que em 1963, os irmãos Bradley introduziram no mercado uma versão aperfeiçoada do instrumento, batizando-a de Mellotron (Epan, 1976). Embora ainda não pudesse ser considerado um *sampler* completo, visto que não possuía as capacidades de manipulação de som de seus sucessores digitais, este popular teclado foi utilizado por diversos grupos musicais de renome nas décadas de 1960 e 1970, tais como Yes

e Tangerine Dream (Manning, 2013), uma vez que possibilitou a reprodução de sonoridades com uma estética realista que os sintetizadores analógicos da época não eram capazes de alcançar. Em 1979, o sintetizador Fairlight CMI foi introduzido no mercado, marcando, enfim, o nascimento do *sampler* digital e da síntese baseada em samples, “que mais tarde iria causar uma revolução nos sintetizadores nos 1980s e adiante” (Dean, 2009: 62). Assim como seu predecessor, o Fairlight CMI foi utilizado extensivamente por muitos artistas populares, como John Paul Jones, Kate Bush, Peter Gabriel, Pet Shop Boys, e Stevie Wonder (Manning, 2013), dando início a uma revolução também no cenário da música popular, onde *samplers* passaram a ser utilizados extensivamente, sobretudo na elaboração de arranjos percussivos.

O apelo imediato dos *samplers* em relação a outros tipos de sintetizador tem uma simples justificativa:

“Manipular material sonoro natural de maneira similar à empregada nos loops de fita do Mellotron oferece um número de vantagens práticas, nomeadamente o fato que as fontes sonoras, se cuidadosamente selecionadas, são intrinsecamente interessantes de maneiras que não podem ser sintetizadas facilmente a partir de princípios primários”

(Manning, 2013: 225)

Ou seja, o mesmo fato que compele *sound designers* contemporâneos a utilizar *samples* como base de seu ofício foi o segredo do sucesso do *sampler* como instrumento musical: é mais prático obter resultados interessantes através deste método. Com o tempo, o *sampler* foi evoluindo como equipamento, e ao Fairlight seguiram-se modelos menos complexos e mais acessíveis financeiramente, notoriamente os fabricados pela marca Akai. A facilidade de uso e acessibilidade desta nova geração de *samplers* é frequentemente mencionada como pilares fundamentais de gêneros musicais urbanos, como o rap e o hip-hop, onde artistas com baixas condições financeiras e educação musical muito restrita encontraram caminhos criativos de expressão artística através da cultura do *remix*. Conforme Navas (2012), “*Remix* como um conceito próprio e eventual discurso tem seu nascimento no desenvolvimento de *samplers* musicais” (Navas, 2012: 125). De fato, a relação entre *remix* e *samplers* existe desde o advento destes instrumentos digitais. Dois anos após o lançamento do primeiro Fairlight CMI, o diretor Slava Tsukerman ficou tão maravilhado com as possibilidades criativas oferecidas pelo

instrumento, que fez questão basear a trilha sonora de seu filme “Liquid Sky” no pioneiro *sampler*. Boa parte da música do filme não é original, mas um *remix* de temas de Carl Orff, Marin Marais e Anthony Philip Heinrich, executados por Brenda Hutchinson e Clive Smith, que foram contratados principalmente por figurarem entre os poucos compositores com capacidade técnica de operar o equipamento na época (Gallon, 2007).

A inspiração de Blendwave nos *samplers* ampara-se, portanto, no histórico de sucesso destes sintetizadores em capacitar músicos e leigos a criar sons interessantes com relativa facilidade. Assim como ocorreu com estes artistas, que ao “remixarem” amostras de som do mundo natural puderam alcançar novos patamares de expressividade e criatividade, a expectativa desta investigação reside na possibilidade da replicação do processo para o *sound design*, onde o *remix* e processamento de amostras de som pode possibilitar a qualquer um alcançar novos e expressivos efeitos sonoros.

2.1.2 – Tipos de Sampler

Sintetizadores baseados em *samples* dividem-se em três variantes principais:

1. “A forma mais convencional de sampler tem como intenção a recriação dos sons de instrumentos naturais. Assim sendo, estes são instrumentos altamente poderosos com uma ampla variedade de ferramentas, e embora possam fazer muito mais do que simplesmente reproduzir um instrumento real perfeitamente, seu foco principal é garantir detalhe e fidelidade na reprodução sonora.
2. Depois, existem os instrumentos que utilizam samples como base para a criação de novos sons. A fonte sonora é processada e manipulada – tanto pela distorção da fonte no domínio digital quanto pela aplicação de uma variedade de técnicas e ferramentas pseudo-analógicas. Estes *samplers* podem se comportar como os *samplers* mais convencionais; entretanto o foco principal destas ferramentas é na criação de sons ao invés da fidelidade na reprodução.
3. O terceiro grupo de samplers são ferramentas especializadas – a principal especialidade sendo samplers específicos para ritmo e percussão. Além de criar e controlar o som de percussões individuais, muitas destas unidades possuem ferramentas dedicadas para a reprodução de loops. “

Cann (2011)

A classificação de Cann (2011) é de grande valia para a compreensão dos princípios e decisões arquiteturais de cada tipo de *sampler*, e será utilizada como referência para a análise de ferramentas existentes e também, para situar Blendwave. Na falta de uma denominação apropriada por parte do autor, utilizar-se-á uma terminologia própria para cada categoria:

1. Instrumentais
2. Criadores de Som
3. Especializados

Conforme observado na sessão 2.1.1, a categoria “Instrumentais” abrange tanto o Mellotron quanto o Fairlight CMI, assim como a maior parte dos *samplers* subsequentes. Comercializados como instrumentos musicais, estes equipamentos sempre buscaram emular sonoridades musicais do mundo real da forma mais realista possível, sendo frequentemente caracterizados como um instrumento capaz de imitar todos os outros, ou ainda, como uma “orquestra fantasma nas pontas de seus dedos” (Epan, 1976). A categoria “Especializados” deriva diretamente desta, ainda abrangendo *samplers* que se pretendem instrumentos musicais. Conforme mencionado pelo autor, tal modalidade é representada principalmente por *samplers* dedicados à percussão, como as *Drum Machines* e baterias eletrônicas. Por fim, a descrição da categoria “Criadores de Som” se aproxima bastante da própria definição de Blendwave, cujo interesse é exatamente permitir a criação de sons livre, independentemente de paradigmas musicais. De fato, é exatamente na abordagem radical nesta direção que a Blendwave diverge da classificação de Cann já que, segundo o autor, Criadores de Som também podem se comportar como *samplers* convencionais. Conforme discutido anteriormente, um dos objetivos desta investigação é exatamente manter Blendwave longe da ideologia musical que domina o cenário das ferramentas de sound design atuais e, por este motivo, a ferramenta não obedecerá ao formato tradicional do artefato que emite sons em resposta aos comandos de um teclado musical regido pelas notas da escala diatônica.

2.1.3 – Samplers Virtuais

Assim como ocorre com outros tipos de sintetizador contemporâneos, os *samplers* modernos apresentam-se, em sua maioria, na forma de um software dedicado. Tais instrumentos virtuais, como são chamados, costumam ser distribuídos num formato de plug-in para utilização

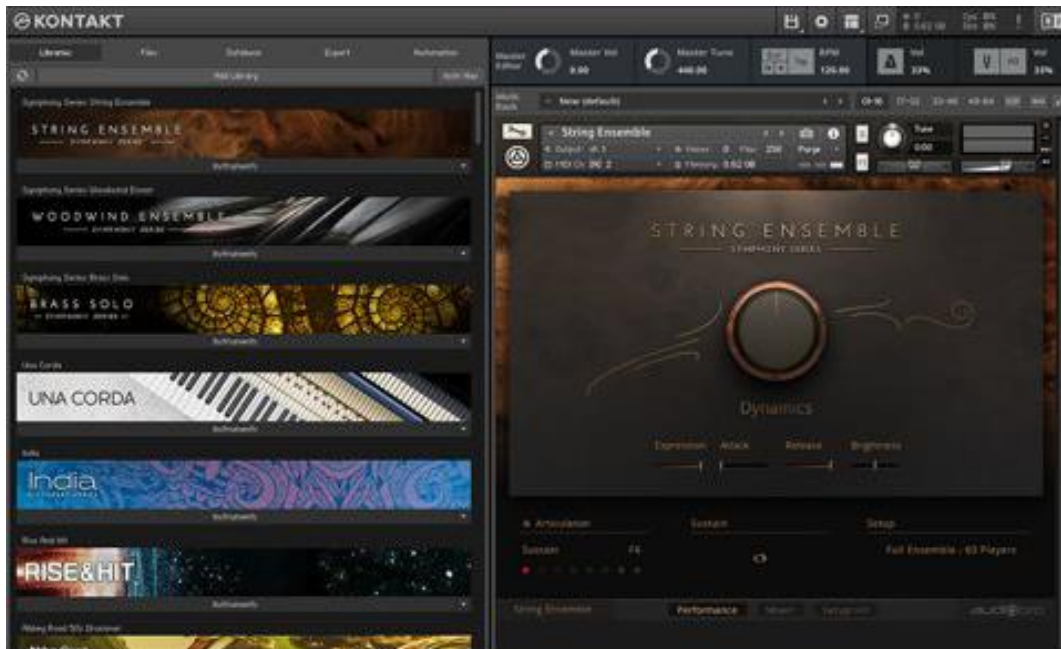
dentro de um software hospedeiro, geralmente uma Digital Audio Workstation. O mercado dos *samplers* virtuais é diverso, e algumas DAWs como o Ableton Live, Logic Pro e o Steinberg Cubase, já oferecem *samplers* como parte integrante de suas *workstations*. Em geral, *samplers* virtuais trabalham com um formato de arquivo próprio, também denominado instrumento, que armazena o conjunto de *samples* e outras informações específicas, tais como efeitos, filtros, envelopes e instruções sobre o comportamento do instrumento em resposta aos eventos do usuário.

2.1.3.1 - KONTAKT

Apesar da miríade de *samplers* e formatos de instrumento disponíveis no mercado, a navegação no catálogo de instrumentos para *samplers* de uma loja *online* popular, como a Big Fish Audio (“Virtual Instruments & Plug-Ins | Big Fish Audio”, [s.d.]), revela que a maior parte de pacotes de instrumentos são comercializados no formato do sistema KONTAKT, produzido e comercializado pela empresa Native Instruments (Figura 2.1). Trata-se de um *sampler* complexo, oferecendo “s sofisticado mecanismo de sons, ampla variedade de efeitos, poderosas possibilidades de modulação e *scripting* avançado” (“KONTAKT 5”, [s.d.]). Em termos de *samplers* “Instrumentais”, nenhum concorrente oferece o nível de sofisticação do KONTAKT, que é utilizado em virtualmente todo tipo de produção musical moderna, possibilitando a reprodução de timbres exóticos, texturas sobrenaturais e até mesmo orquestras sinfônicas hiper-realistas, que em muitas produções audiovisuais de baixo e médio orçamento substituem convincentemente suas correspondentes no mundo natural. Como é inevitável em qualquer ferramenta com tal nível de versatilidade e poder de fogo, o desfrute das possibilidades oferecidas pelo KONTAKT incorre em uma íngreme curva de aprendizado. O manual do usuário da presente versão (Morgenstern & Hanley, 2017) possui 353 páginas e adverte que tornar-se perito na ferramenta demanda tempo. Cann, que utiliza o instrumento nos exemplos de seu guia de síntese baseada em *samples*, adverte que só aborda a superfície da ferramenta: “Seria necessário todo o restante do livro (e vários volumes depois disto) para tentar descrever todas as funcionalidades do KONTAKT” (Cann, 2011). O sistema possui uma quantidade enorme de painéis, controles, gráficos, botões, janelas (Figura 2.2), fazendo jus à clássica metáfora do painel de avião.

Está fora do objetivo desta investigação avaliar se a interface gráfica deste *sampler* poderia passar por melhorias de usabilidade, mas é razoável afirmar que a intenção com Blendwave é seguir uma abordagem extremamente oposta à de KONTAKT, em termos de ideologia, quantidade de funcionalidades, simplicidade de uso e público-alvo.

Figura 2.1 – Native Instruments KONTAKT



[\(https://www.native-instruments.com/en/products/komplete/samplers/kontakt-5/\)](https://www.native-instruments.com/en/products/komplete/samplers/kontakt-5/)

Figura 2.2 – KONTAKT com o painel Instrument Rack completamente expandido



(Morgenstern & Hanley, 2017)

2.1.3.2 – EZ Sampler

Em via oposta ao KONTAKT, é possível encontrar em websites especializados uma série de *samplers* virtuais gratuitos, distribuídos sob o modelo *freeware*. Por serem gratuitos para o usuário final, os *samplers* desta categoria são mais condizentes com os ideais democráticos de Blendwave e, merecendo análise própria. Para o levantamento das ofertas de *samplers* virtuais gratuitos, foi utilizado o banco de dados do KVR Audio, um popular *website* dedicado a plug-ins de áudio. O portal disponibiliza uma ferramenta de busca completa, que possibilita filtrar as consultas a seu vasto banco de dados por parâmetros como tipo de plug-in, tecnologia, sistema operacional suportado, etc. Para chegar a uma listagem de *samplers* gratuitos, realizou-se uma busca com os seguintes filtros:

- **Sistemas Operacionais:** Windows, Mac OS ou Linux
- **Categoria:** “Instrument”
- **Método de monetização:** “Free”
- **Tags:** “Sampler” e “Sampler/Sample Player”

A busca retornou 63 instrumentos virtuais distribuídos em 4 páginas (“KVR Audio: Sampler or Sampler/Sample Player”, [s.d.]). Boa parte das ofertas gratuitas são desenvolvidos por amadores, o que resulta numa inconsistente variedade de estilos de interface gráfica e funcionalidades oferecidas. As opções mais sofisticadas, como o TX16Wx (“https”, [s.d.]), são *samplers* Instrumentais e, ao preconizar a emulação de instrumentos naturais, possuem complexidade e arquitetura próximas às do KONTAKT. Conforme já foi estabelecido, *samplers* “Instrumentais” não se enquadram na categoria de Blendwave, e geralmente oferecem um conjunto de funcionalidades mais complexas do que o desejado para uma ferramenta amigável. Assim sendo, nossa análise fica restrita à categoria “Criadores de Som”, dentro da qual o plug-in Ez-Sampler (Figura 2.3) foi eleito, por corresponder aos requisitos de simplicidade desta investigação.

O Ez-Sampler é um *sampler* descomplicado, de arquitetura enxuta e, como sugere o trocadilho em seu nome, “projetado para tornar o processo de *sampling* mais fácil e amigável ao usuário” (“Ez-Sampler by Sound-Base Audio, LLC - Sampler/Sample Player VST Plugin”, [s.d.]). Apesar de sua simplicidade, o conjunto de funcionalidades oferecidas é suficiente para modificar o som em suas principais grandezas: Timbre, Ritmo, Altura, Amplitude e Conteúdo Harmônico. O

uso se inicia com o carregamento de uma única *sample*. A interface oferece 6 botões que alteram os controles disponíveis para o usuário, essencialmente dividindo a funcionalidade em seções:

- **Sample:** Nessa seção, é possível reverter a direção de reprodução, inverter os canais estéreo, reproduzir em modo repetido, controlar a imagem panorâmica (pan) e o volume, transpor a tonalidade/altura e definir pontos de início de fim para limitar a reprodução a um trecho da amostra.
- **Amp:** É possível aplicar um ganho extra através do controle “Boost”. Além disto, é oferecida uma interface comum de envelope e LFO que se repete pelas 3 próximas seções. Através dela, é possível manipular a amplitude do som resultante através de um envelope de ADSR e também de um oscilador de baixa frequência (LFO) regulável, com os parâmetros velocidade e profundidade.
- **Filter:** Como sugere o nome, é possível aplicar filtros Passa-baixa (LP) ou Passa-alta (HP), cuja frequência de corte e ressonância podem ser reguladas. Também é possível submeter o filtro aplicado a um envelope ADSR e um LFO.
- **Pitch:** Repete o controle de tonalidade/altura da seção “Sample”, introduzindo novamente a interface comum de envelope ADSR e LFO.
- **Pan:** Proporciona um controle simples de imagem panorâmica do som.
- **Info:** Oferece detalhes do arquivo carregado, a opção de mudar a cor da interface e opções adicionais para o carregamento de arquivos MP3.

No centro da interface, em todas as seções que envolvem a manipulação do som, um visor exibe uma imagem da onda sonora. A interação com os controles é simples, já que todos os parâmetros são reguláveis através de dois tipos de componente de interface (*knobs* e interruptores), e dependendo do parâmetro manipulado, o visor central oferece diferentes *feedbacks* visuais.

Em nossa avaliação, este conjunto de possibilidades satisfaz as necessidades de *sound design* de um usuário leigo no contexto da prototipagem rápida, e por este motivo, pretendemos utilizar esta arquitetura enxuta como base para Blendwave. A grande desvantagem do Ez-Sampler vem no quesito acessibilidade. Por ser um plug-in, depende que o usuário possua instalada uma Digital Audio Workstation ou outro hospedeiro compatível com o padrão VST, com

a capacidade de enviar comandos MIDI. Ademais, além de todo o processo necessário para instalar e configurar uma DAW, o software também demanda instalação própria para funcionar. Por fim, não há suporte para sistemas operacionais afora o Windows. Para evitar estes bloqueios em Blendwave, é necessário buscar uma base tecnológica mais democrática, multi-plataforma e com o menor esforço possível de instalação e configuração.

Figura 2.3 – Ez Sampler



2.2 – Web Audio API

Como alicerce tecnológico para o desenvolvimento de Blendwave, foram eleitos os Padrões Web, compostos pelas linguagens de programação HTML, CSS e Javascript. Recentemente, tornou-se possível o desenvolvimento de aplicações de áudio digital no navegador, graças à implementação da *Web Audio API*, uma “API de Javascript de alto nível para processar e sintetizar áudio em aplicações web” (Adenot & Wilson, 2015). A especificação, iniciada em 2011, encontra-se atualmente e estado “*Working Draft*”, e a API é suportada por um conjunto de navegadores que representa a maior parcela da população conectada (“Can I use... Web Audio API”, [s.d.]). Embora o navegador não se equipare às ferramentas especializadas, em termos de funcionalidades ou performance, Wyse & Subramanian (Wyse & Subramanian, 2013a)

identificam na plataforma Web uma série de vantagens pertinentes a esta pesquisa, nomeadamente:

1. A enorme comunidade de desenvolvedores, que resulta em uma rica diversidade de bibliotecas em áreas relevantes para desenvolvedores de computação musical;
2. Conectividade;
3. Facilidade de acesso;
4. Portabilidade.

Ainda que ferramentas de código aberto como a Libpd (“Libpd”, [s.d.]) também ofereçam atrativos similares, nenhuma solução nativa se equipara ao navegador web em termos de ubiquidade e facilidade de acesso ao aplicativo. Para uma pesquisa que se propõe a democratizar um processo criativo, é extremamente valiosa a possibilidade de uma ferramenta que dispensa procedimentos de instalação ou configuração, e pode ser utilizada imediatamente ao se acessar uma simples URL através do navegador. Além disto, a natureza multi-plataforma da Web significa que, em teoria, um autor pode projetar sons em diferentes dispositivos, em diferentes contextos, sem atritos e na mesma interface. Futuramente, seria possível até mesmo cogitar a criação colaborativa de sons, aparando-se na inerente conectividade desta plataforma.

A facilidade de instalação, configuração e acesso, portanto, já seriam justificativas suficientes para a escolha desta plataforma tecnológica, mas a Web oferece ainda a enorme conveniência de facilitar a avaliação quantitativa do sistema, através de ferramentas como Google Analytics (“Google Analytics”, [s.d.]) e Hotjar (“Hotjar”, [s.d.]), que possibilitam, com mínimo esforço, a coleta e análise de uma ampla variedade de métricas de uso. Edmonds & Candy (2010) apontam a avaliação como um dos três elementos primordiais para a realização de investigações baseadas na prática, o que torna o uso da Web Audio API uma escolha em favor da metodologia de pesquisa empregada nesta investigação.

2.3. – Investigações relevantes

No cenário da investigação em computação musical, não é tão comum encontrar trabalhos preocupados especificamente com a acessibilidade do processo de *sound design* para o meio audiovisual, ou com a dominância da ideologia musical em ferramentas destinadas a este fim. Pelo contrário, a maior parte do conhecimento está voltada exatamente para questões relacionadas à prática e performance musicais quando em conjunto com sistemas

computacionais. Disto isto, vários sistemas com enfoque musical abordam problemas similares aos levantados nesta investigação, tais como a introdução da síntese de som para iniciantes, as possibilidades expressivas e criativas proporcionadas por sistemas sonoros, a criação musical ou sonora em modalidade prototipagem rápida, e o potencial educacional de ferramentas que utilizam o som como linguagem.

2.3.1 – TAPESTREA: um novo paradigma de *Sampler*

Há um razoável corpo de investigações onde, embora o enfoque não seja o usuário leigo ou a prototipagem rápida, o processo de criação sonora é abordado através de ferramentas computacionais. De especial interesse para esta investigação são novas propostas para a síntese baseada em *samples*. Um bom exemplo é o TAPESTREA, um “*framework de sound design e composição que facilita a criação de novos sons a partir de gravações de áudio digital existentes, através da análise interativa, transformação e resíntese.*” (Misra, Wang, & Cook, 2009: 1033). Os autores apontam como principal diferencial da ferramenta a oferta de um ambiente de trabalho integrado de análise, transformação e síntese sonora em tempo real. O processo criativo é dividido nas seguintes etapas:

- Identificar pontos de interesse no som e extraí-los na forma de modelos reutilizáveis;
- Transformar estes modelos independentemente do som de fundo ou outros artefatos;
- Re-sintetizar continuamente texturas sonoras;
- Posicionar os modelos criados por sobre som de fundo, utilizando uma singular interface gráfica ou a linguagem de programação Chuck.

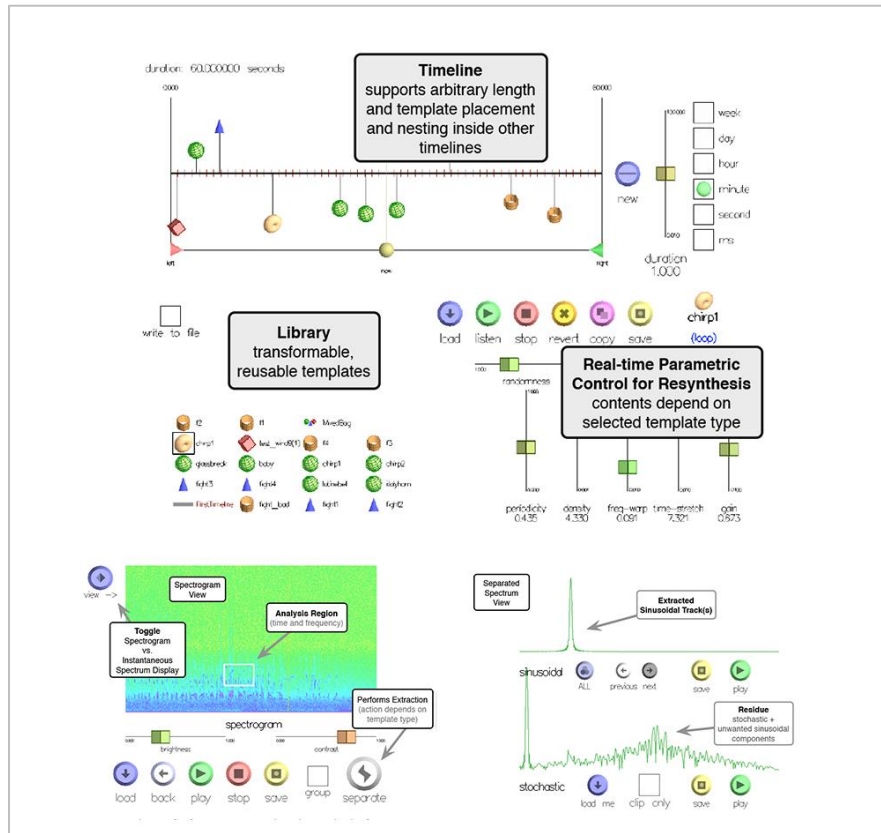
O objetivo final é criar uma “cena sonora” que pode ser utilizada em composições musicais, sobretudo em obras de *musique concrète* e música acusmática, ou empregado como efeito sonoro em obras audiovisuais. Com isto, o sistema caracteriza-se não somente como uma ferramenta para a criação de novas sonoridades, mas como a peça central de um novo paradigma de *sound design* baseado na recomposição de gravações sonoras através da extração, análise e processamento.

Ao utilizar a linguagem de programação ChuckK como base, mas preconizando a interface gráfica como mecanismo de interação, o sistema oferece possibilidades de manipulação e síntese poderosas, sem obrigar o criador de som a aprender uma linguagem de programação. Esta característica em si torna esta ferramenta uma alternativa mais acessível aos *Patchers*, já que oferece uma vasta gama de possibilidades de manipulação do som através de um paradigma de uso mais amigável. Por este motivo, TAPESTREA guarda similaridades com Blendwave, sendo possivelmente uma das principais referências para esta pesquisa. Em face aos nossos objetivos, no entanto, duas características da ferramenta chamam a atenção:

- A complexidade envolvida no processo de criação dos sons, que requer a manipulação de um número de interfaces gráficas e controles diversos (Figura 2.4), é uma possível fonte de fricção para leigos;
- Por ser fundamentada pelos ideais da *musique concrète* e música acusmática (Misra, Wang, & Cook, 2007), a ferramenta parece ser melhor adaptada para a criação de *backgrounds* (Opolski, 2013) e paisagens sonoras (Schafer, 2011) do que para a elaboração de *sound effects* de curta duração

Infelizmente, não há registro de testes de usabilidade conduzidos no sistema para elucidar a questão da complexidade, mas é seguro dizer que Blendwave será uma alternativa mais simples em termos de interface e funcionalidades oferecidas, com enfoque total na criação de *sound effects*, sendo possivelmente inapropriado para *backgrounds*. É cabível imaginar, portanto, que as ferramentas venham a ser complementares.

Figura 2.4 – Colagem com alguns dos painéis de interface de TAPESTREA



(Misra et al., 2007)

2.3.2 – PART: sound design e o público leigo

A utilização do som por parte de um público não especializado não é um problema novo, e vem sendo abordado na área de computação musical através de diferentes perspectivas. Liljedahl & Fagerlönn (2010) investigaram maneiras de possibilitar a busca, teste e avaliação de sons adequados para interfaces, produtos e ambientes por parte de designers e desenvolvedores médios. O enfoque da investigação é a área de sonorização interativa e de produtos físicos, onde por muitas vezes a criação do som é realizada de forma desconexa em relação ao contexto final do som. Para lidar com as questões de busca, teste e avaliação no contexto apropriado, dois sistemas foram desenvolvidos como parte de um método para o *sound design* focado em produtos e ambientes: PART e AWESOME. Enquanto o segundo sistema endereça o problema de simular sons em seus contextos arquitetônicos finais, o que não é uma questão que concerne Blendwave, PART é um sistema relevante para esta investigação. Através dele, projetistas podem

escolher sons para simbolizar eventos em produtos e *displays* auditivos e realizar testes de usabilidade onde o público final é capaz de manipular determinadas grandezas destes sons de acordo com seu melhor entendimento. No exemplo apresentado na investigação, motoristas de caminhão foram confrontados com uma série de imagens de eventos de trânsito como diferentes níveis de urgência, e podiam manipular amostras de um quarteto de cordas em termos de ritmo (tons por unidade de tempo), complexidade harmônica e altura para adequá-las, na dimensão sonora, ao nível de gravidade da situação. Em nenhum momento era permitida a comunicação com o moderador, de modo a compelir os participantes a se comunicarem através do som. Ao final do teste, os participantes preencheram um questionário com 15 afirmações sobre a usabilidade do sistema. Dois dos achados da pesquisa são extremamente relevantes:

1. “O questionário mostrou que os motoristas estavam confortáveis em se expressar usando o som, e pareceram apreciar o conceito interativo e não verbal. Quase responderam que prefeririam usar a ferramenta à se expressarem verbalmente” (Liljedahl & Fagerlönn, 2010: 6);

Este resultado é um indício de que, dada a oportunidade e as ferramentas adequadas, o ser humano não tem problema nenhum em se comunicar através do som. O poder expressivo desta linguagem abstrata pode estar ao alcance de todos, contanto que apresentado numa interface coerente com as capacidades expressivas dos usuários.

2. “A maior parte dos comentários sobre *sound design* relacionou-se ao timbre dos sons. 11 caminhoneiros escreveram que se sentiram restringidos pelo som de instrumentos de corda. Alguns acharam impossível projetar sons para as situações mais urgentes.” (Liljedahl & Fagerlönn, 2010: 6).

O que confirma uma característica fundamental de sistemas baseados em amostra de som: o sistema só será tão expressivo e capaz quanto for o tamanho de sua biblioteca de amostras. Isto era verdade para o Mellotron e o Fairlight CMI, e continuará sendo para Blendwave. Para melhores resultados e menor insatisfação por parte do criador de som, é mister que a biblioteca seja tão abrangente e diversa quanto o tempo permitir.

2.3.3 – reViSiT: vivacidade e *Flow*

Embora o trabalho de Nash & Blackwell (2012) concentre-se no uso de um sistema alternativo de notação musical, nomeadamente aquele utilizado em sequenciadores musicais conhecidos como *Trackers*, o objetivo final é proporcionar ao usuário final uma experiência de uso criativa fluida e recompensadora, enraizada na popular teoria de *Flow*, de Csikszentmihalyi (1996), e no conceito de vivacidade (*liveness*), de Auslander (2008). Assim como em, a investigação de Nash inicia-se também em uma dissertação de mestrado onde uma ferramenta, então VSTTrack (Nash, 2004) e, posteriormente reViSiT (Nash, 2011), também ancorada na síntese baseada em *samples* (o que é verdade para a maior parte dos *trackers*), foi desenvolvida como ponto central da investigação. Mas para além destas “felizes coincidências”, o estudo aborda um aspecto da composição musical através de *trackers* de grande valia, que é a capacidade destas ferramentas em proporcionar vivacidade ao autor através de um curto ciclo de edição-audição. Ao descrever a utilização de um *tracker* por um compositor profissional, os autores enfatizam uma técnica composicional granular e iterativa, onde o ato reflexivo da contínua reprodução de pequenos trechos de som através do teclado possibilita um alto nível de vivacidade (3 numa escala de 4), comparável à fluência atingida por programadores através de sistemas de completção automática. Este paradigma de uso seria bem-vindo numa ferramenta como Blendwave, onde o produto composicional, o *sound effect*, é um artefato de curta duração cuja expressiva criação através de um ágil ciclo de audição e refinamento se assemelha com o tratamento dado por compositores aos fragmentos musicais que constituem a matéria-prima dos *Trackers*. Ademais, a pesquisa em torno de reViSiT é sólida, relativamente longa, conta com uma amostragem superior a 1.000 usuários, oferece um estudo comparativo de *Flow* entre DAWs e *Trackers*, e revela *insights* fascinantes para qualquer investigação baseada no suporte à criatividade através do som. Apesar dos *Trackers*, assim como DAWs, serem também ferramentas projetadas para a composição musical, sua utilização granular e mecanismo de síntese se aproxima muito de uma versão aumentada de um *Sampler* “Especializado”, sendo, portanto, uma relevante referência prática e teórica.

2.3.4 – Gibber: som através do código

O ecossistema de ferramentas de suporte à criatividade e instrumentos digitais musicais desenvolvidos com a *Web Audio API* é vasto, oferecendo uma variedade de *samplers*, sintetizadores e sequenciadores (“Web Audio Weekly”, [s.d.]). Poucos deles, entretanto, foram tão bem documentados quanto o ambiente de programação criativa audiovisual Gibber (Charles Roberts, Wright, Kuchera-Morin, & Höllerer, 2014), cujo desenvolvimento e progressão foram publicados em uma série de conferências relevantes no período entre 2012 e 2015. Ambientes de *Live Coding* são bastante comuns na área de computação musical, e em sua revisão do estado da arte, Roberts et al (2014) oferecem um sólido panorama, que contempla ferramentas como Processing, LuaAV, SuperCollider, dentre outras. Se por um lado estes sistemas são fundamentalmente diferentes de *samplers* virtuais e outros aplicativos como Blendwave, onde a interação é realizada primariamente por meio de uma interface gráfica, por outro, muitos deles amparam-se nos mesmos ideais de facilitar a prototipagem rápida e promover o suporte à criatividade de maneira democrática que deram origem a esta investigação.

Além desta similaridade ideológica, Gibber possui ainda outras características significativas para esta pesquisa. A primeira, e mais óbvia, é a base tecnológica em comum. Os autores afirmam que parte de sua motivação foi capitalizar na ubiquidade e funcionalidades suportadas por navegadores, tais como gráficos 3D, síntese e i/o de áudio e vídeo em tempo real, comunicações em rede e suporte a mouse, teclado e toque. Por lançar mão de todas estas possibilidades em sua implementação, Gibber é uma excelente referência do que pode ser alcançado na Web em termos de criatividade audiovisual. O sistema permite o mapeamento multimodal entre áudio e gráficos, sendo possível criar, por exemplo, figuras geométricas cujo movimento e dimensões são atualizadas dinamicamente por parâmetros de um gerador sonoro, como ritmo, altura, etc. Dentre os possíveis geradores de som oferecidos estão a emulação de uma *drum machine* analógica, um sintetizador FM de dois operadores, um sintetizador monofônico de três osciladores, um *sampler*, dentre outros. O produto final da codificação, denominado “Gibblet”, é armazenado em um banco de dados online e pode ser compartilhado através de uma simples URL, fazendo jus à natureza conectada da Web.

Boa parte das decisões arquiteturas do sistema foram tomadas em função de torná-lo acessível para novatos. A linguagem de programação é concisa, permitindo que “usuários finais criem obras audiovisuais num nível mais alto de abstração, diminuindo os fardos da programação multimodal para programadores criativos iniciantes.” (Roberts et al., 2014: 3). Ao contrário de outros ambientes que possuem linguagens próprias, Gibber usa Javascript, de modo a servir como uma ferramenta de aprendizado desta linguagem. A API é deliberadamente minimalista, com o intuito de permitir que usuários criem o que os autores chamam de “instrumentos musicais de uma linha”. Por exemplo, o código “*Sine(Slider(), Slider())*” cria um oscilador senoidal cuja frequência e amplitude são imediatamente controláveis através de *sliders* desenhados na tela, controláveis tanto através do *mouse*, como por telas de toque, o que é bastante impressionante. Isto faz de Gibber um sistema otimizado para a prototipagem rápida no domínio audiovisual e, embora o *sound design* não seja necessariamente sugerido pelos autores, que estão mais interessados na prototipagem de instrumentos musicais digitais (Charlie Roberts, Wright, Kuchera-Morin, & Höllerer, 2014), é certamente possível utilizar o sistema para este fim.

Por fim, o sistema também demonstra potencial como ferramenta educativa. Em uma enquete realizada com 28 usuários, 72% afirmaram que utilizariam Gibber, total ou parcialmente, para ensinar programação. Os autores relatam ainda que o sistema já foi utilizado para ensinar princípios musicais e design de instrumentos digitais no contexto escolar (Charles Roberts, Wright, & Kuchera-Morin, 2015). De fato, Allison et al. (2016) registraram sua experiência na organização de um acampamento de verão educativo, onde a ferramenta foi utilizada em conjunto com outras bibliotecas baseadas na Web Audio API para ensinar princípios de programação para alunos também em fase escolar. Ao longo de uma semana, estudantes foram capazes de utilizar Javascript para projetar instrumentos musicais digitais, com os quais foi realizada uma performance ao final da atividade.

Sistemas de *Live Coding* divergem daqueles que empregam interfaces gráficas de forma fundamentalmente significativa, já que o propósito da interface gráfica é exatamente utilizar metáforas visuais e componentes pré-estabelecidos para aprimorar a usabilidade. Sistemas baseados em código demandam que se aprenda o mínimo sobre aquela linguagem de antemão para que se comece a obter resultados. Por este motivo, não é tão simples abrir Gibber pela

primeira vez e utilizá-lo como uma ferramenta de prototipagem rápida de efeitos sonoros, que é o nosso objetivo com Blendwave. No entanto, esta divergência não impede que Gibber possa ser uma inspiração para esta investigação, pois além de todas as características já mencionadas, o sistema poderia até mesmo ser utilizado para gerar uma ferramenta similar a Blendwave, através de sua capacidade em desenhar e anexar componentes gráficos a geradores de som com algumas linhas de código.

2.4 – Sfxr e a Game Jam

De todas as ferramentas e estudos analisados neste capítulo, nenhum se enquadra conceitualmente nas características pretendidas para Blendwave quanto o sfxr (“DrPetter’s homepage - sfxr”, [s.d.]), um pequeno gerador de sons, criado sem grandes ambições. Desenvolvido por Tomas Pettersson em 2007, a ferramenta foi concebida em conexão com a 10ª edição da Ludum Dare (“Ludum Dare”, [s.d.]), uma das mais populares *game jams* do mundo.

A *game jam* é um acontecimento importante no cenário de desenvolvimento de jogos, podendo ser definida como “um evento acelerado e oportuno onde um jogo é criado em um intervalo de tempo relativamente curto explorando determinadas restrições de design, e os resultados são compartilhados publicamente” (Kultima, 2015: 8). De forma sucinta, pode-se afirmar que a *game jam* é uma iniciativa coletiva de prototipagem rápida, já que os jogos finalizados dentro das restrições de tempo impostas pelo evento dificilmente alcançam o estado de refinamento exigido por um produto comercial. Este formato de evento tem despertado crescente interesse da comunidade acadêmica, já tendo sido descrito como uma nova plataforma de pesquisa (Kultima, 2015) ou até mesmo como um método de pesquisa em design (Deen et al., 2014). Musil et al. (2010) argumentam que *game jams* são uma compilação das melhores estratégias de design e desenvolvimento flexível, graças a uma dinâmica que pode ser decomposta em 8 elementos:

- **Desenvolvimento de novos produtos**, cujos resultados podem contribuir como base de conhecimento para o planejamento de portfólio;
- **Design participativo**, eliminando hierarquias e posições estabelecidas e favorecendo a contribuição de ideias por todos os integrantes;

- **Construção leve** a partir da utilização de bibliotecas pré-existentes, reduzindo a incerteza e contribuindo para que se atinja o prazo agressivo;
- **Foco em valor**, sendo implementadas somente as funcionalidades que causam perceptível adição de qualidade, reduzindo o risco de produtos “inchados”;
- **Prototipagem rápida de experiências**, evitando dificuldades técnicas através do uso exacerbado de *mock-ups* e favorecendo integridade estética sobre qualidades técnicas;
- **Estética e tecnologia** são equilibradas em função do uso subjetivo do produto, o que resulta em maior enfoque em características do produto voltadas para negócio e usuário, e diminuindo o peso de decisões técnicas arquiteturais;
- **Desenvolvimento concorrente** promovido por times de 2 a 5 pessoas, resultando em um conjunto de soluções inovadoras para o mesmo problema;
- **Multidisciplinaridade**: equipes formadas por membros de diferentes disciplinas e níveis de experiência diversos, relacionando-se em hierarquia horizontal aumentam a probabilidade do surgimento de soluções inesperadas;

Neste cenário de alta inovação, constante colaboração e pouco tempo, a escolha do tipo de ferramenta a ser utilizada muitas vezes define o sucesso ou fracasso de uma equipe. A característica “construção leve” se estende também à criação do som, que precisa ser realizada com eficiência e agilidade, e foi esta necessidade que deu origem ao sfxr. Pettersson afirma que o propósito original da ferramenta à época de sua concepção era “proporcionar um meio simples de se inserir efeitos sonoros básicos em um jogo para aqueles que estavam trabalhando duro para finalizar suas entradas dentro das 48 horas e não tinham tempo para procurar modos adequados de fazê-lo.” (“DrPetter’s homepage - sfxr”, [s.d.]). A ferramenta caiu no gosto popular, sendo amplamente utilizada por desenvolvedores de jogos, dentro e fora do contexto das *game jams*, e é atualmente oferecida como primeira opção de ferramenta de áudio no *website* da Ludum Dare (“Tools | Ludum Dare”, [s.d.]). Por ter sido publicada com código aberto, gerou também uma série de produtos derivados, como as variedades *online* Bfxr (“Bfxr”, [s.d.]) e o jfxr (“jfxr”, [s.d.]). Assim como Blendwave, ambos rodam no navegador, sem necessidade de instalação. Enquanto o último foi desenvolvido com a Web Audio API, o Bfxr, cuja interface é

mais fiel à original, depende do plug-in Flash, cujo encerramento foi anunciado pela fabricante Adobe para o ano de 2020 (“Flash & The Future of Interactive Content | Adobe Blog”, 2017).

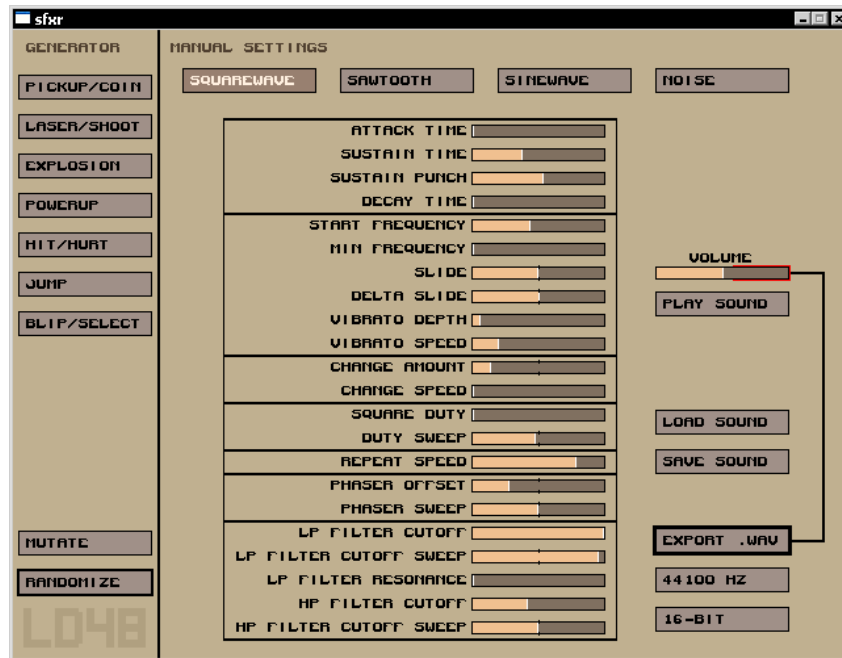
O *sfxr* é, na prática um sintetizador subtrativo com 4 osciladores, oferecendo possibilidades de geração de som similares às de videogames e computadores da década de 1980, o que resulta em efeitos sonoros com qualidades estéticas equivalentes às da época. Nesta característica reside uma das principais limitações da ferramenta, que é incapaz de alcançar uma paleta sonora variada tal como um *sampler*, ou até mesmo se equiparar às possibilidades oferecidas por um sintetizador subtrativo moderno, com mais osciladores e opções. A interface gráfica é bastante congestionada (Figura 2.5), oferecendo dezenas de controles amontoados para alterar os parâmetros do som. O pouco cuidado em organizar os controles de forma amigável para o usuário parece ter sido intencional: o uso sugerido pelo autor é que o botão “randomize” seja apertado diversas vezes, de modo a gerar sequencialmente sons com parâmetros aleatórios até que o usuário esteja satisfeito com o som resultante (“DrPetter’s homepage - sfxr”, [s.d.]). Esta abordagem condiz com as necessidades imediatas de um leigo no contexto apressado de uma *game jam* e, a julgar pela popularidade da ferramenta, é um método aprovado pelos usuários. Afinal, é seguro afirmar que a maioria dos participantes de uma *game jam* não está interessada em aprender o ofício da criação de sons naquelas circunstâncias. A total dependência da combinação aleatória de parâmetros para gerar um som, no entanto, dificilmente pode ser considerada como característica do processo de *sound design*, uma vez que não há qualquer intenção projetual por parte do criador, que passa a subordinar-se passivamente ao acaso para alcançar a sonoridade desejada.

Por ser uma CST voltada para a criação do som gratuita, popular, acessível, de código aberto, projetada sob medida para um dos principais cenários da prototipagem rápida no meio audiovisual, e utilizada amplamente neste cenário, o *sfxr* é uma grande inspiração para Blendwave. Com o desenvolvimento de uma nova ferramenta para o mesmo fim, não objetivamos substituir o *sfxr*, mas complementá-lo em suas deficiências, nomeadamente:

- Interface gráfica desordenada e congestionada;
- Necessidade de instalação na máquina do usuário;
- Baixo potencial educativo por depender da geração aleatória de som;

- Estreita faixa de possibilidades estéticas oferecidas, ao não possibilitar do uso de *samples*, proporcionando somente síntese subtrativa equivalente a um videogame de 8 bits;

Figura 2.5 – sfxr



(<http://www.drpetter.se/images/sfxr.gif>)

Ao se incrementar o cenário das CSTs voltadas para o som com uma ferramenta simples, online e com todo o poderio de um sampler, pretende-se investigar o potencial deste tipo de ferramenta em termos de educação e prototipagem rápida de *sound design*, contribuindo para a construção do conhecimento nas áreas de computação musical e suporte à criatividade.

3. Metodologia

Esta dissertação iniciou-se com a exposição de questões e hipóteses relacionados à acessibilidade do *sound design* como prática de prototipagem rápida nos meios audiovisuais, à qual se seguiu uma exploração do panorama dos *samplers* e investigações relacionadas. Tal processo foi cuidadosamente delineado para promover a reflexão de uma série de questões que motivam o autor como professor, designer e artista sonoro: e se existisse um *sampler* facilmente acessível online através de qualquer computador capaz de emitir som, cuja ideologia projetual visasse, tanto quanto possível, o afastamento de metáforas visuais e paradigmas de uso relacionados à linguagem musical? Como o usuário leigo reagiria a tal ferramenta? Seria possível contribuir, através dela, para a disseminação da prática do *sound design* dentre autores de obras audiovisuais? Para explorar tais questionamentos, uma abordagem investigativa comum poderia basear-se no levantamento e análise do ferramental existente, cujas características se aproximassem desta definição, e sua conseguinte avaliação junto ao usuário final com o intuito de, amparando-se em suficiente sustentação teórica, isolar características e modelos de uso que favorecessem a construção da ferramenta ideal. Outra abordagem, típica de praticantes de atividades criativas, seria construir uma ferramenta por conta própria, partindo de um amálgama entre acepções individuais e respaldo teórico, utilizando o artefato e seu processo de construção como mecanismo investigativo. Felizmente, esta abordagem existe, foi definida por Candy (2006) como “*Practice-Based Research*”, ou pesquisa baseada na prática, e representa a metodologia adotada por esta investigação.

3.1 – Practice-Based Research

Embora tenha sido formalizada em 2006, a *Practice-Based Research* vem sendo realizada no âmbito do doutoramento há mais de 35 anos (Candy & Edmonds, 2018), período que não por acaso coincide com a emergência da utilização de sistemas interativos como prática artística. A abordagem é definida como “uma investigação original realizada para que se ganhe novo conhecimento em parte por meio da prática e dos resultados desta prática” (Candy, 2006: 1), e tem como característica fundamental a centralização da investigação na elaboração de um ou mais artefatos criativos. Operando de forma interdependente e complementar com a pesquisa teórica, o artefato promove a geração de um novo corpo de conhecimento “embutido em uma série de resultados: entendimento sobre a experiência da audiência, estratégias para projetar

sistemas de arte envolventes, taxonomias de comportamento emergente e modelos de colaboração, para dar alguns exemplos.” (Candy & Edmonds, 2018).

Um equívoco frequentemente rejeitado por Candy & Edmonds (2018) é a noção de que o artefato, por ser a peça chave para a concretização da investigação, pode ser apresentado como forma única de registro e contribuição para o corpo de conhecimento coletivo, obtendo precedência sobre a palavra escrita. Pelo contrário, embora nas investigações realizadas nesta modalidade a apreciação do artefato seja indispensável, tão importante quanto o registro por escrito, ele não o substitui. O método é caracterizado pelo contínuo e cíclico inter-relacionamento entre teoria e prática ao longo da investigação. Candy (2006) elabora este duplo requerimento:

- É necessária a descrição linguística que relacione o desenvolvimento e a natureza do artefato a entendimentos sobre o processo criativo;
- O texto, embora descreva a inovação incorporada no artefato, não pode ser compreendido sem a referência ao artefato e observação do mesmo.

Por isto, afirma que o formato final de pesquisas realizadas de acordo com esta metodologia sempre deve contemplar as duas componentes: o documento escrito, cujo papel é produzir uma “espécie de narrativa sobre o fluxo percepção-cognição-intuição” (Candy, 2006: 9) do ato criativo, e o artefato em si.

Blendwave não é somente um artefato, mas também uma CST: um artefato para facilitar e estimular a criação de outros artefatos. Sistemas deste tipo são candidatos óbvios para a utilização da abordagem baseada na prática, que afinal preconiza a atividade criativa como arcabouço da construção do conhecimento. Scrivener (1982), por exemplo, utilizou a abordagem ao desenvolver uma linguagem de programação gráfica para investigar as possibilidades da computação gráfica em proporcionar formas de trabalho flexíveis para artistas. Johnston (2009), por sua vez, lançou mão do método para estudar o potencial de sistemas computacionais em prover novas possibilidades expressivas a músicos convencionais, através do desenvolvimento de uma série de instrumentos virtuais. Ainda que ambas as investigações tenham sido realizadas no escopo de doutoramentos, o objetivo central de suportar a criatividade e a expressividade de um público específico através do desenvolvimento e avaliação de sistemas computacionais

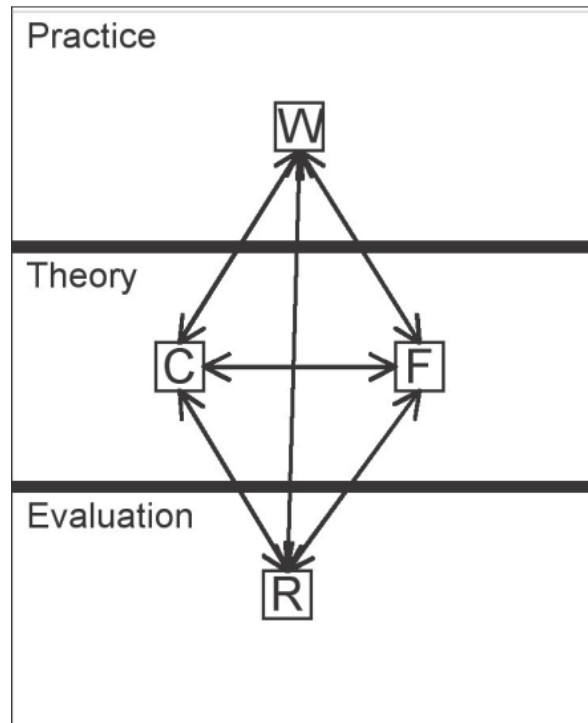
condiz com o propósito de Blendwave, o que contribui para reforçar a adequação da *Practice-Based Research* para esta investigação. Em especial, a natureza iterativa deste método acomoda a necessidade de um contínuo ciclo de criação, avaliação e aprimoramento que caracteriza o processo de desenvolvimento de uma CST. Este ciclo visa a realimentação do processo criativo através dos *insights* por ele produzidos, de modo a contribuir para a construção do que Edmonds & Candy definem como o *framework* do praticante, “uma estrutura conceitual que é utilizada para informar a avaliação e o desenvolvimento da prática.” (Edmonds & Candy, 2010: 1). Por fim, é usual que investigações relacionadas ao som encontrem na palavra escrita uma barreira para a plena consolidação conceitual. O discurso sonoro é abstrato, e debatê-lo inteiramente fora de seu contexto é, na melhor das hipóteses, um grande desafio. O ensino do som em sala de aula se dá costumeiramente em âmbito laboratorial, pois é impossível compreender o potencial da linguagem sonora sem que se possa ouvi-la. Blendwave é o cerne de uma investigação centrada na atividade de *sound design* e, como tal, requer a audição de dos artefatos por ele gerado, durante e após o ato criativo, para que possa ser compreendido por inteiro.

3.2 – Trajetória: Teoria, Prática e Avaliação

A trajetória de um pesquisador-praticante durante sua investigação é formalizada por Edmonds & Candy (2010) através de modelo baseado em três componentes: Teoria, Prática e Avaliação (Figura 3.1). “Da Prática, os principais resultados são os Trabalhos (W), tais como artefatos, instalações, performances, etc.; da Teoria os principais resultados são Critérios (C) (estratégias de design) e *Frameworks* (F); da Avaliação vêm os resultados (R).” (Edmonds & Candy, 2010: 471). Os autores descrevem uma série de variações do modelo, nas quais uma das componentes assume prioridade sobre as demais, de acordo com as características do projeto. No caso de Blendwave, a componente prática governou o processo, e a construção do artefato contribuiu tanto para a formulação de novas questões como para o esclarecimento dos melhores métodos de avaliação. É importante atentar para o fato que “a trajetória de prática e pesquisa, apesar de ser um caminho ordenado pelo tempo, está longe de (ser) um conjunto de atividades linear, passo a passo, que se move inexoravelmente em direção à meta pretendida.” (Edmonds & Candy, 2010: 471). Ou seja, existe no método uma expectativa de que o processo de pesquisa

seja iterativo e não-linear, permitindo que se aprenda durante o percurso, como é comum na prática criativa.

Figura 3.1 – Trajectory Model of practice and research



(Edmonds & Candy, 2010 ©Ernest Edmonds)

3.3 – A trajetória de Blendwave

A trajetória desta investigação também pode ser relatada de acordo com o modelo de Edmonds & Candy, analisando o processo sob a perspectiva de suas três componentes.

3.3.1 – Prática: criar, exibir, refletir

“Prática é o elemento primário da trajetória, proporcionando a motivação para a condução da pesquisa tanto quanto gerando as atividades para criar e exibir resultados tangíveis tais como obras de arte, exposições, instalações, composições musicais e sistemas criativos de software.”

(Edmonds & Candy, 2010: 471)

Conforme discutido, a prática é a principal componente do método e, no escopo desta investigação, representa o conjunto de atividades necessárias para tornar tangível o artefato Blendwave. Por definição, a componente prática deixa espaço para a individualidade do

pesquisador-praticante, característica que Edmonds & Candy (2010) apontam como vital para este tipo de pesquisa. Por conseguinte, a *Practice-Based Research* não impõe nenhum conjunto de regras ou etapas para o processo de desenvolvimento do artefato, deixando o planejamento desta etapa por conta do pesquisador. Dentre os exemplos de investigações de doutoramento relatadas por Edmonds & Candy (2010, 2018), artefatos foram desenvolvidos com estratégias distintas e subjetivas, delineadas pelos praticantes e refinadas ao longo do processo. De fato, como a *Practice-Based Research* pode ser empregada no desenvolvimento de artefatos diversos, que vão de sistemas computacionais audiovisuais a um método de curadoria interativa, cabe ao praticante conceber a estratégia mais adequada.

Blendwave, apesar de original em sua premissa e posicionamento, tem seu formato estrutural baseado nos *samplers virtuais*. Reconhecendo que o artefato, em seu formato final, não se distanciaria tanto desta estrutura convencional, nossa estratégia de desenvolvimento foi também convencional, baseada nos preceitos do Design de Interação. Com base no método projetual descrito em Preece, Rogers, & Sharp (2005), que enfatizam a tríade Design, Prototipação e Construção, a realização da componente prática de Blendwave foi concretizada ao longo das seguintes etapas:

- Prototipação de baixa-fidelidade;
- Prototipação de alta fidelidade: Sistema Web funcional;
- Refinamentos do sistema interativo em resposta à avaliação do protótipo;
- Design físico: projeto visual da interface;
- Implementação do design físico;
- Desenvolvimento do artefato em versão beta;

O processo de programação do design físico foi também inspirado no paradigma de aprimoramento iterativo (Basil & Turner, 1975), que consiste em iniciar com a implementação mais simples possível de um subproblema do projeto, incrementando o software aos poucos através de iterações subdivididas em fases de design, análise e implementação. Embora o método original não contemple a avaliação como elemento norteador dos aprimoramentos durante a fase de análise, como em Preece et al. (2005), a mentalidade de desenvolver o artefato

de forma incremental foi uma diretriz importante ao longo do processo, contribuindo para manter o escopo sob controle e dentro das capacidades técnicas do pesquisador.

O produto da componente prática foi, conforme o pretendido, um *sampler virtual online* cujo processo de construção fomentou o amadurecimento do *framework* do praticante, dando origem a novos questionamentos e reflexões que influenciaram as demais componentes. De acordo com as expectativas do método, o artefato Blendwave é indispensável para a apreciação, avaliação e crítica desta investigação.

3.3.2 – Teoria: ler, pensar, escrever, desenvolver

“Teoria, conforme compreendida no contexto da *Practice-Based Research*, possivelmente consistirá em diferentes maneiras de examinar, criticar e aplicar áreas do conhecimento consideradas relevantes para a prática individual. Se, por exemplo, o praticante busca criar um artefato em formato software que pode ser utilizado de maneiras análogas à função de um instrumento musical convencional, então ser capaz de selecionar e adaptar o conhecimento relevante de modelagem física do som é um papel necessário de tal ‘teoria’. Por outro lado, a teoria do praticante pode consistir em uma opinião não testada (ou hipótese) de que o artefato será capaz de causar certas emoções ou qualidades experienciais em uma audiência ou ‘usuário’; esta permanecerá uma teoria-em-ação pessoal até que seja sujeita a uma forma de estudo mais rigorosa que envolve a investigação da validade da opinião além do ponto de vista individual”.

(Edmonds & Candy, 2010: 472)

A realização da componente teórica nesta investigação reflete integralmente os dois lados da definição acima. A hipótese que motivou o desenvolvimento do Blendwave originou-se na experiência pessoal do autor em sala de aula e, embora concebida a partir de muitos anos de observação empírica, tratava-se de uma opinião não testada. A noção de que instrumentos baseados em *samples* em geral são mais acessíveis também é também oriunda da vivência pessoal como músico e designer de som, amparando-se sobretudo na experiência profissional no mercado de som para os meios audiovisuais. Para testar e sustentar hipóteses pessoais experienciadas no âmbito prático, este pesquisador-praticante precisou formular seu *framework* a partir do aprofundamento áreas do conhecimento distintas, de modo a concretizar a visão de Blendwave:

- Para melhor compreender onde o artefato de situa no universo dos sistemas computacionais e refletir acerca de seu papel fundamental, foi imprescindível o levantamento bibliográfico do estudo realizado no campo das ferramentas de suporte à criatividade, conforme formalizadas por Shneiderman et al. (2005) e pesquisadores subsequentes;
- A concretização da visão de um *sampler online* exigiu um levantamento extensivo do estado da arte dentre *samplers* e ferramentas de áudio online, assim como estudo aprofundado do aspecto técnico da *Web Audio API* e de bibliotecas relacionadas para que o artefato pudesse ser programado, oferecendo um conjunto mínimo de funcionalidades para testar as hipóteses;
- Em meio ao processo de desenvolvimento, sobretudo após o primeiro teste com o protótipo funcional, emergiram questões sobre a melhor forma de se avaliar a ferramenta, especialmente nos quesitos criatividade e expressividade, o que resultou em uma jornada teórica em busca de métodos sob medida para as CST, culminando no CSI de Cherry & Latulipe (2014).

Conforme o previsto por Edmonds & Candy, a criação, concepção e desenvolvimento de Blendwave demandaram, em diferentes momentos da investigação, o enriquecimento teórico e conceitual do *framework* do praticante, num processo de contínua realimentação do ciclo criação-pesquisa. Esta dissertação representa o derradeiro resultado desta componente teórica, e é indissociável do artefato Blendwave.

3.3.3 – Avaliação: observar, registrar, analisar, refletir

“Avaliação, que informa a prática, tem um papel particular definido pelos próprios praticantes com o intuito de facilitar reflexões sobre a prática e a compreensão mais ampla, por exemplo, da experiência dos artefatos pela audiência. (A Avaliação) geralmente envolve observação direta, monitoração, registro, análise e reflexão como parte de uma abordagem semiformal para a geração de entendimentos que vão além de reflexões informais sobre a prática pessoal.”

(Edmonds & Candy, 2010: 472)

A avaliação é a componente final da *Practice-Based Research* e consolida-se com a experimentação do artefato pela audiência pretendida, realizada em paralelo ao registro e

observação sistemáticos do comportamento dos usuários. O processo de avaliação marca também uma etapa fundamental no ciclo de investigação, ao possibilitar que o pesquisador-praticante amadureça e refine seu *framework*, realimentando o processo criativo com novas questões, que demandarão novas soluções, que inevitavelmente precisarão ser avaliadas novamente. A avaliação, portanto, fecha um ciclo de pesquisa e desenvolvimento, dando início ao seguinte.

Independentemente de seu desenvolvimento no escopo de uma investigação, a grande maioria dos sistemas interativos é projetada objetivando a utilização eficiente por parte de um público-alvo e, qualquer aprimoramento realizado sem a validação por parte deste público possuirá caráter arbitrário, compelido por aspirações artísticas ou pela ideologia pessoal do criador. Apesar de nascido em parte a partir do ímpeto individual de um praticante criativo, cujas motivações artísticas, conceituais e ideológicas já foram abordadas, Blendwave não é uma obra de arte, mas uma ferramenta. Ferramentas demandam a validação de sua funcionalidade principal, neste caso, o suporte à criatividade na esfera do som. A definição do artefato como uma CST foi instrumental ao longo do processo para que se pudesse refletir sobre o método de avaliação mais apropriado, que acabou por se consolidar numa combinação de técnicas variadas de IHC, como a observação não-participante em sala de aula, aplicação de dois inquéritos distintos (SUS e CSI), protocolo “Pensar em Voz Alta” e avaliação quantitativa remota adaptada para o contexto de uma *game jam*.

Candy & Edmonds (2018) ressaltam que a aplicação da *Practice-Based Research* no doutoramento é caracterizada por muitos ciclos de prática/teoria/avaliação. No escopo reduzido de um mestrado, o desafio passa a ser acomodar estes ciclos no pouco tempo disponível. Com esta limitação em mente, o planejamento inicial de Blendwave previa um mínimo duas iterações deste ciclo, cujas etapas de avaliação se entremeariam com a componente prática nos seguintes momentos:

- **Prática:** Desenvolvimento do protótipo de alta fidelidade
- **Avaliação:** Teste qualitativo do protótipo de alta fidelidade em sala de aula;
- **Prática:** Desenvolvimento do artefato em versão Beta
- **Avaliação:** Testes qualitativo e quantitativo do artefato

Felizmente, este planejamento pôde ser executado a contento e o relatório detalhado sobre os processos de desenvolvimento e avaliação será realizado nos dois capítulos seguintes. Num cenário ideal, mais ciclos teriam sido realizados, mas consideramos que a consolidação sistemática de duas iterações foi suficiente para a elaboração de um *framework* do praticante consistente, atendendo aos requisitos da metodologia adotada.

4. Projetando e construindo Blendwave

O desenvolvimento de Blendwave foi realizado ao longo do período de um ano, distribuído em intervalos de dedicação parcial e integral. Conforme discutido, a *Practice-Based Research* dá margem para que o pesquisador imprima sua individualidade à componente prática da pesquisa, estabelecendo sua própria estratégia de construção. Neste quesito, talvez por ter sido realizado por um pesquisador com formação e experiência profissional em Design, o processo de desenvolvimento se deu dentro dos parâmetros metodológicos convencionais de um projeto de Design de Interação. Preece et al. (2005) caracterizam este tipo de projeto em quatro etapas:

1. Identificar necessidades e estabelecer requisitos;
2. Desenvolver *designs* alternativos que vão ao encontro desses requisitos;
3. Construir versões interativas de maneira que possam ser transmitidas aos outros e apreciadas;
4. Avaliá-las;

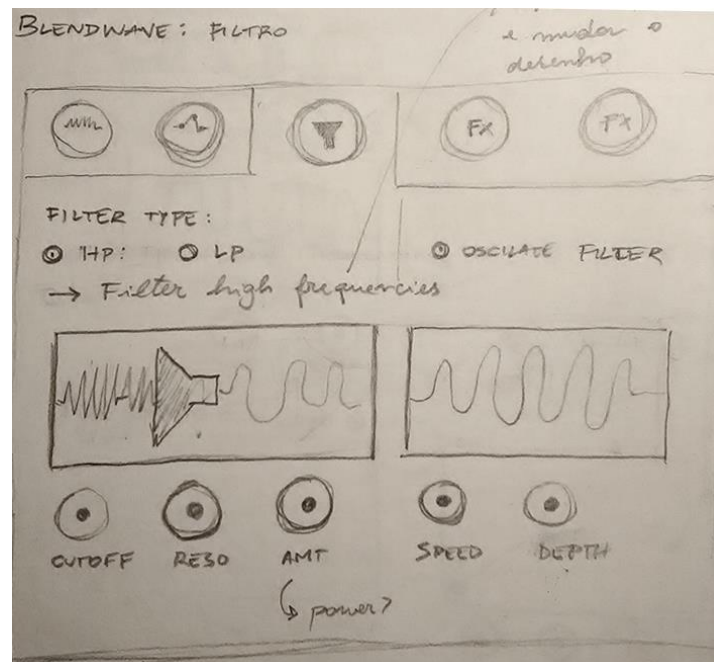
Enquanto a etapa 1 já foi realizada como parte desta investigação ao longo dos três primeiros capítulos, a etapa 4 será discutida no capítulo adiante. Neste capítulo, portanto, enfocaremos nas etapas de design (2) e construção (3) do artefato interativo.

4.1 – Design conceitual

Design conceitual é como Preece et al. (2005) nomeiam primeira fase do processo de design, onde o objetivo é estabelecer um modelo conceitual, ou seja, “uma descrição do sistema proposto – no que diz respeito a um conjunto de ideias integradas e de conceitos sobre o que ele deveria fazer, como se comportar e com o que se parecer – que seria compreensível pelos usuários da maneira pretendida” (Preece et al., 2005: 268). Quando do início desta etapa, boa parte das ideias e conceitos relacionados a Blendwave já haviam sido amadurecidos como parte do processo investigativo. Naquele momento, portanto, nossa maior preocupação era traduzir rapidamente as questões do modelo conceitual em um formato minimamente tangível, para que se pudesse realizar uma prova de conceito com a Web Audio API o quanto antes. Por possuir pouca experiência prática com esta tecnologia, era necessário dimensionar a capacidade do pesquisador em empregá-la para concretização de um *sampler*. Por este motivo, optou-se por esboçar o modelo conceitual através de protótipos de baixa-fidelidade: *storyboards* feitos à mão.

Segundo Preece et al. (2005), a utilização de protótipos de baixa-fidelidade para suportar a exploração de *designs* e ideias alternativas é especialmente adequada ao design conceitual, pois neste momento é importante utilizar ferramentas de ideação flexíveis, que encorajem a modificação e a exploração. A rápida iteração inerente ao formato rascunho permitiu que se atingisse com brevidade a primeira representação visual do conjunto de telas que viriam a compor Blendwave. Após a consolidação dos conceitos através dos esboços, os *storyboards* foram passados à limpo utilizando uma ferramenta vetorial, para melhor legibilidade. Apesar da urgência em partir para a prova de conceito, a maior parte das ideias contidas nestes rascunhos iniciais sobreviveram até a versão final do artefato, o que comprova o valor de se iniciar a componente prática após um processo de pesquisa estruturado. A seguir, discorreremos sobre algumas destas ideias, elaborando o processo de ideação e racionalização que as originou.

Figura 4.1 – Exemplo de storyboard feito à mão para o painel Filtro



4.1.1 – Dividir e conquistar: o paradigma de interface Wizard

No Capítulo 2, mencionamos que o escopo de funcionalidades de Blendwave foi inspirado no plug-in Ez Sampler. Apesar de considerarmos o conjunto de funções oferecidas por esta

ferramenta ideal para o usuário novato, os “painéis” que mencionamos em nossa análise não são explicitamente delimitados pela interface gráfica, o que constitui uma das principais deficiências desta ferramenta em nossa aceção. Com Blendwave, pretendíamos explorar a ideia de sugerir ao usuário um percurso linear pelas funcionalidades, iniciando sua jornada com a seleção de um som, e em sequência passeando por diferentes possibilidades de manipulação. Para tanto, lançamos mão do paradigma de interface gráfica “*Wizard*”, cuja utilização tem o exato objetivo de “dividir e conquistar. Ao fatiar a tarefa em uma sequência de pedaços, com cada um dos quais o usuário pode lidar em um espaço mental discreto, efetivamente simplifica-se a tarefa.” (Tidwell, 2011). Outra característica do sistema comunicada por este paradigma é o caminho sonoro. Numa cadeia de processamento do som, a ordem através da qual as alterações são aplicadas é de suma importância nas características do som resultante, portanto torna-se necessário que esta ordem esteja transparente para o usuário, dado que não pode ser alterada em Blendwave. A utilização do *wizard* foi, portanto, uma das principais decisões estruturais realizadas durante a etapa de Design conceitual, pois estabelece um modelo inicial de utilização linear, com a expectativa de que o usuário passe a navegar à vontade entre os painéis após se habituar com o sistema.

4.1.2 – Texto e terminologia

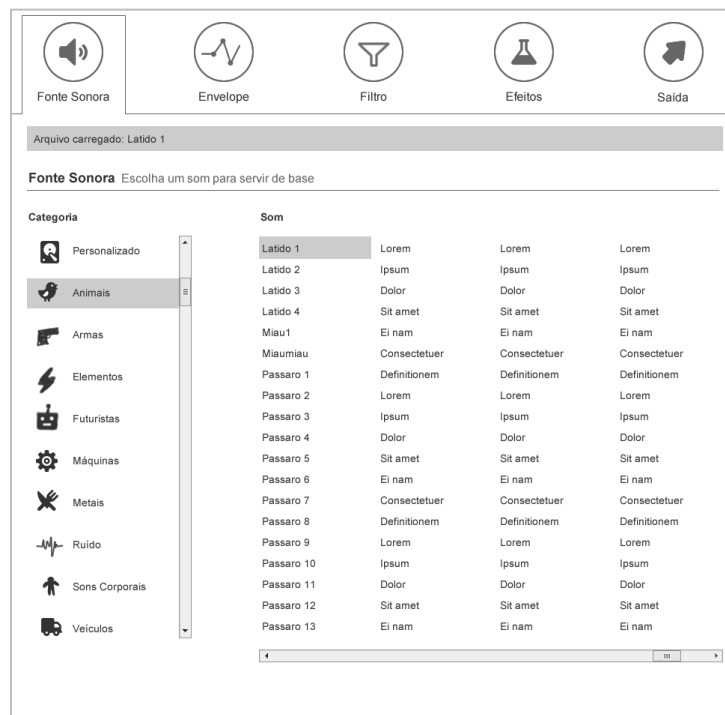
Uma preocupação recorrente ao longo da elaboração dos *storyboards* foi o teor da comunicação textual com o usuário final. O som, em sua natureza abstrata, é um elemento cuja descrição desafia a palavra escrita, e o jargão comumente utilizado em *softwares* de computação musical não significa muito para quem vem de fora do domínio. Assim sendo, na comunicação de Blendwave foi necessário tomar a importante decisão entre utilizar a terminologia do domínio ou optar por uma linguagem mais informal e possivelmente mais amigável para o leigo. A estratégia adotada foi híbrida: por considerarmos Blendwave uma ferramenta com papel educativo, que visa introduzir o leigo não somente ao processo do *sound design*, mas também à terminologia da área, optamos por manter o jargão na maior parte dos títulos e etiquetas do sistema. Acompanhando estes títulos e etiquetas, entretanto, estão textos explicativos com teor menos formal e/ou imagens que visam explicar conceitos abstratos através de metáforas visuais. Com esta abordagem, a intenção é educar o usuário tangencialmente, enquanto este

experimenta com o som e correlaciona os textos e imagens explicativos com os resultados obtidos.

4.1.3 – Painel Fonte Sonora

Como nenhum *sampler* funciona sem a seleção prévia de uma amostra sonora, sempre foi nossa intenção sugerir esta tarefa como ponto de partida, através da interface gráfica. Desde o primeiro rascunho, o painel “Fonte Sonora” já trazia a ideia de uma biblioteca de sons categorizada, que permitiria ao usuário escolher sua *sample* inicial a ser manipulada. Este conceito não é inovador, manifestando-se em muitos *samplers* com viés musical no formato de uma biblioteca de instrumentos, mas dificilmente está presente em ofertas mais simples com o Ez Sampler. Com base na experiência do autor em sala de aula, optou-se por testar a hipótese de que o usuário leigo prefere se ancorar desde o início em um som familiar, cujas características se aproximem da sonoridade final que tem em mente, mesmo que posteriormente venha a manipulá-lo, desfigurando estas características. Além da biblioteca, era pretendido oferecer ao usuário a possibilidade de realizar o *upload* de um arquivo local, uma ideia que acabou sendo adiada para futuras versões.

Figura 4.2 – Storyboard do painel Fonte Sonora



4.1.4 – Mecanismo de reprodução do som

No painel Fonte Sonora, o som de uma nova amostra é reproduzido automaticamente no ato da seleção, de modo a agilizar a escolha do som base. Daí em diante, existem algumas questões a endereçar em relação ao método de reprodução ideal para o processo de *sound design*. Nash & Blackwell (2012) enfatizam a importância de um curto ciclo de edição-audição para o favorecimento do *flow* na utilização expressiva de uma ferramenta sonora. Uma das decisões estruturais que mais influenciam a realização deste ciclo, no caso de um *sampler*, é o mecanismo de reprodução do som. Esta consideração é crítica para Blendwave, cujo modelo de utilização se manifesta em ciclos muito curtos de edição-audição, o que torna essencial proporcionar ao usuário uma forma veloz de comparar continuamente o antes e o depois do som durante a manipulação.

No ambiente das DAWs, *samplers* virtuais são projetados para reproduzir o som em resposta a eventos MIDI, que podem ser disparados por um controlador externo, pelo mouse ou, em muitos casos, pelo teclado. Deste modo, a edição é realizada primariamente através do mouse, e a audição através do apertar de uma tecla do teclado ou controlador. Nos *trackers*, a filosofia é manter o usuário com as mãos no teclado durante a maior parte do tempo, o que Nash (2004) argumenta favorecer a eficiência e expressividade. Já no caso do *sfxr*, que não oferece suporte ao protocolo MIDI, o software é configurado por padrão para reproduzir o som imediatamente em resposta a toda e qualquer manipulação paramétrica. Este modelo de uso é interessante para Blendwave, que também é uma ferramenta de utilização autônoma, porém em nossos testes, o disparo contínuo de *samples* através da Web Audio API em resposta à manipulação de elementos via mouse, em intervalos muito curtos, resultou em funcionamento errático.

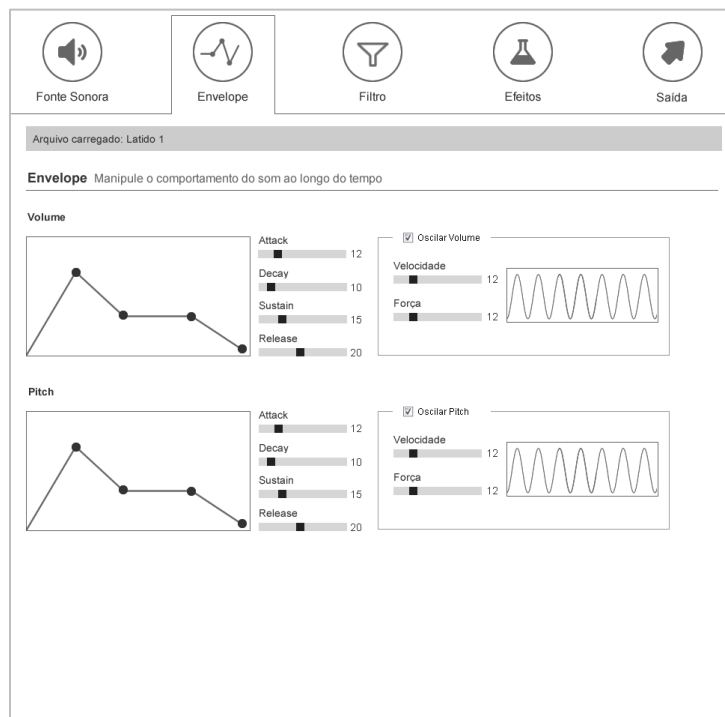
Após alguma reflexão sobre estas questões, o modo de interação escolhido para Blendwave baseou-se naquele empregado em DAWs. A reprodução do som pode ser realizada tanto pelo mouse, através do clique em um cabeçalho presente em todos os painéis, quanto pelo teclado, através da tecla “P”. A primeira opção seria a barra de espaço, como é convencional, mas esta tecla está relacionada a diversos comportamentos padronizados do navegador quando se utiliza elementos de formulário, como é o caso em Blendwave. Em nossa concepção, a

utilização ideal da ferramenta se daria através da combinação da utilização do mouse para edição com o teclado para audição, ou seja, ergonomicamente o usuário ficaria com a mão direita no mouse e a esquerda no teclado. Este foi o modo utilizado pelo pesquisador durante o processo de desenvolvimento, mas era necessário validá-lo junto aos usuários.

4.1.5 – Painel Envelope

O objetivo neste painel era oferecer as opções de manipulação de amplitude e altura (*pitch*) através de sua modulação via envelopes ADSR ou osciladores de baixa frequência (LFOs). Embora estas qualidades do som sejam bastante distintas, a similaridade de seu modelo de uso nos levou a agrupar as funcionalidades do mesmo painel. Com base na vivência do pesquisador como *sound designer*, sabia-se também que a manipulação de tais grandezas é bastante recorrente no processo de *sound design*, o que resultou no posicionamento deste painel como segundo passo do *wizard*, logo após a seleção da fonte sonora. Apesar de pequenas alterações em razão de dificuldades técnicas com a Web Audio API, e rediagramação dos componentes de interface, a versão beta desta interface, rebatizada como “Amplitude e Pitch” permaneceu fiel à proposta do rascunho.

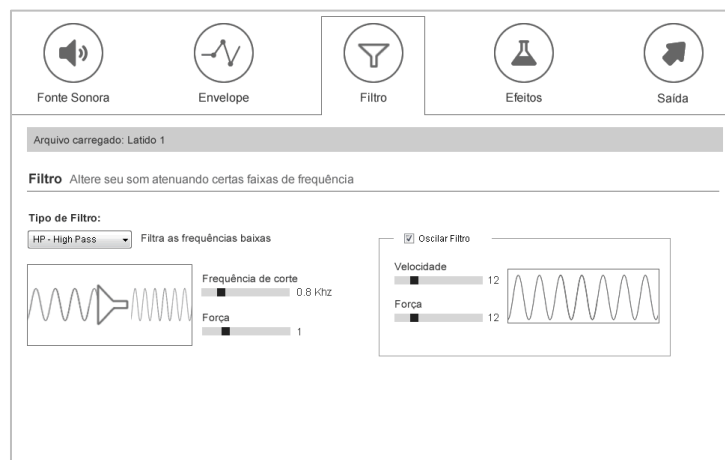
Figura 4.3 – Storyboard do painel Envelope



4.1.6 – Painel Filtro

O *storyboard* deste painel ilustra uma funcionalidade bastante simples, onde duas opções de filtro são oferecidas ao usuário: HP (*High Pass*, ou Passa Alta), permitindo filtrar as baixas frequências, e LP (*Low Pass*, ou Passa Baixa), permitindo filtrar as altas frequências. Esta funcionalidade está presente em praticamente todos os sintetizadores, e permite uma equalização “grosseira” do som, porém sem exigir que o usuário tenha qualquer conhecimento prévio de conteúdo harmônico ou faixas de frequência específicas. Uma ideia de viés pedagógico presente no esboço, que veio a perdurar, foi a inclusão de uma metáfora visual da ação do filtro sobre o som, retratando uma onda de alta frequência se tornando baixa e vice-versa, de acordo com o filtro aplicado. O esboço também já contemplava a possibilidade de oscilar o filtro com um LFO, assim como no painel Envelope. O posicionamento deste painel na terceira posição foi pensado em virtude de sua relação com o painel de Efeitos. Como o resultado sonoro impresso pelo filtro é menos expressivo do que efeitos como *Ring Modulator* em sua capacidade de alterar completamente as características estéticas do som do que os efeitos DSP, optamos por impedir que estes efeitos pudessem ser filtrados, o que minimizaria seu impacto.

Figura 4.4 – Storyboard do painel Filtro



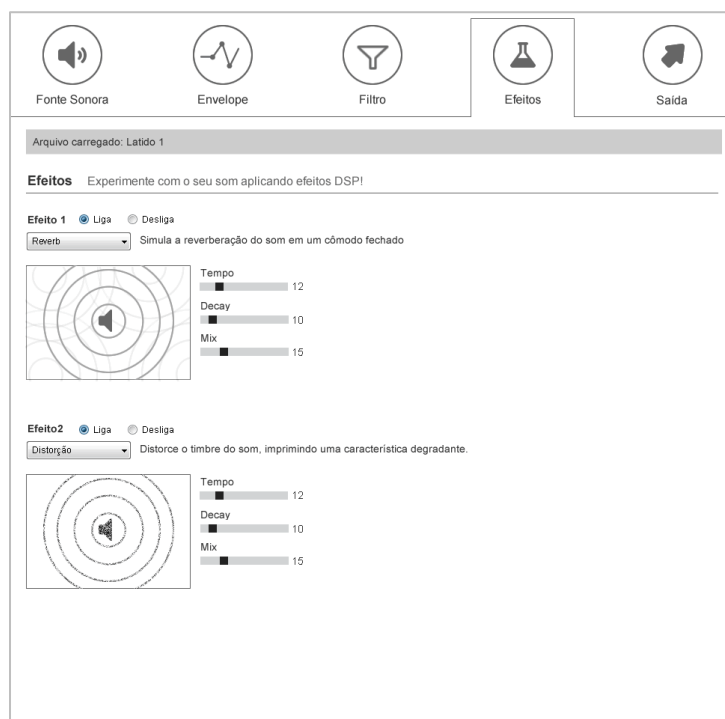
4.1.7 – Painel Efeitos

Com este painel, o conjunto de funcionalidades de Blendwave ultrapassa o do Ez Sampler e ofertas similares. Por serem projetados para utilização dentro do ambiente da DAW, que já oferece uma suíte básica de efeitos DSP, muitos *samplers* em formato plug-in não os oferece.

Como Blendwave é uma ferramenta independente, julgou-se necessário oferecer esta possibilidade. Com base, mais uma vez, na experiência em sala de aula, sabíamos que muitas vezes a terminologia de efeitos DSP, como *Reverb*, *Delay*, etc., é familiar a autores de obras audiovisuais, pois são comumente incluídos em ferramentas de edição e conversão de vídeo. Ademais, apesar do desconhecimento em relação ao *sound design*, a maior parte dos alunos de Mídia Digital já tiveram contato prévio com editores de som, como o Audacity (“Audacity®”, [s.d.]), para realizar pequenos ajustes, e foram expostos aos efeitos DSP durante o processo. Uma pesquisa preliminar dentre bibliotecas de código baseadas na Web Audio API revelou que a implementação de efeitos DSP não exigiria que fossem codificados os algoritmos matemáticos dos efeitos em si, o que nos encorajou a incluí-los como parte do projeto.

A ideia inicial era incluir dois painéis gêmeos cuja utilização sequencial ficaria explícita através da navegação do *wizard*, porém durante o refinamento do *storyboard*, optamos por uma navegação menos convoluta, agrupando dois efeitos no mesmo painel. Cada efeito poderia ser habilitado ou desabilitado, e viria acompanhado de uma série de controles específicos para manipular seus parâmetros. Aqui, como em Filtro, repetiu-se a proposta de exibir imagens que pudessem auxiliar os usuários a entender visualmente as características sonoras de cada efeito.

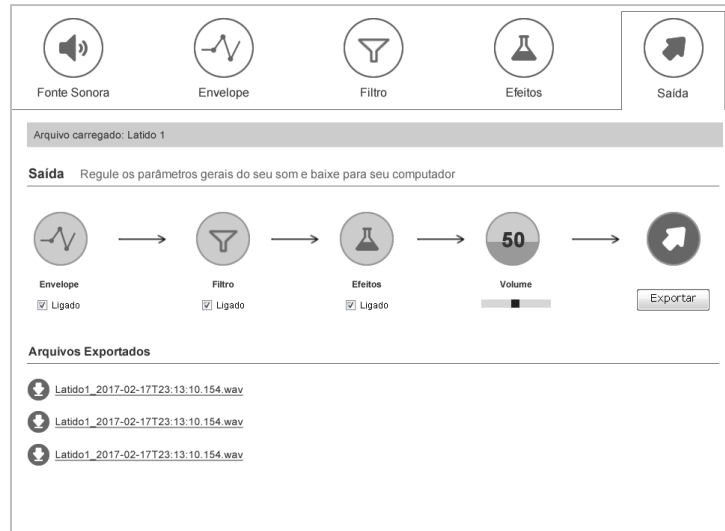
Figura 4.5 – Storyboard do painel Efeitos



4.1.8 – Painel Saída

A omissão mais crítica nos primeiros *storyboards* feitos à mão foi a de um mecanismo de exportação do som ao final do processo, de modo a permitir o armazenamento local na máquina do usuário e a posterior utilização em conjunto com o meio audiovisual pretendido. Esta falha foi detectada durante a elaboração do protótipo de alta-fidelidade e um novo *storyboard* precisou ser criado para estipular seu funcionamento. Nele, foram determinadas duas funcionalidades principais: a seção superior permitiria ao usuário habilitar ou não o processamento de som pelos demais painéis e controlar o volume final, e a seção inferior listaria os arquivos exportados pelos usuários, que estariam disponíveis para *download* enquanto perdurasse a sessão de uso.

Figura 4.6 – Storyboard do painel Saída



4.2 – Desenvolvimento do protótipo de alta-fidelidade

Com o design conceitual estabelecido através dos rascunhos, endereçamos a necessidade de um protótipo interativo de alta-fidelidade. Além da urgência em experimentar com a Web Audio API e dimensionar os riscos técnicos, era importante, em acordo com a filosofia de design centrado no usuário (Preece et al., 2005), ter como envolver os usuários no processo de desenvolvimento o quanto antes. Com efeito, Travis (2012) recomenda que sejam realizadas avaliações sumativas junto aos usuários com a maior frequência possível, de modo a “avaliar as suposições que se faz sobre o sistema e consertar as questões de usabilidade enquanto ainda é barato fazê-lo” (Travis, 2012). Em virtude da natureza de Blendwave, no entanto, este tipo de

avaliação só seria possível através de um sistema que possibilitasse ao usuário ouvir e manipular o som, portanto técnicas de prototipagem mais baratas, como papel, cartolina ou sequências de interfaces clicáveis estavam descartadas.

4.2.1 – Pizzicato.js

O tempo limitado e a relativa inexperiência do pesquisador no desenvolvimento de aplicativos motivaram a busca por uma biblioteca de Javascript que facilitasse a utilização da Web Audio API através de abstrações de sintaxe popularmente conhecidas como “açúcar sintático”, cujo objetivo é tornar uma API mais simples de ler ou expressar (“Syntactic sugar”, 2018). Um levantamento revelou uma série de bibliotecas disponíveis, mas a maior parte priorizava a síntese baseada em osciladores ou a utilização da API para fins musicais.

Ao refinar a busca para as bibliotecas que ofereciam capacidades genéricas de síntese baseada em amostras, chegou-se a duas candidatas: Tone.js (Mann, 2015) e Pizzicato.js (Guillen, 2015/2018). A preferência foi dada à Tone.js, uma biblioteca focada na criação de música interativa, mas versátil o suficiente para proporcionar o conjunto de funcionalidades desejadas. Apesar de sua maturidade e popularidade, no entanto, os primeiros testes com Tone.js revelaram funcionamento errático no envelope ADSR de amplitude quando aplicado à *samples*, funcionalidade considerada essencial para Blendwave. Com isso, o foco mudou para Pizzicato.js, uma biblioteca mais enxuta projetada para a tarefa específica de carregar e reproduzir uma amostra ou conjunto de amostras, roteando o som para uma cadeia de efeitos DSP. O envelope de amplitude oferecido por esta biblioteca só oferecia Ataque e Decaimento, mas ao contrário da Tone.js, funcionou à contento. Em virtude dos desafios envolvidos na codificação de um envelope ADSR por conta própria, e também por considerarmos Ataque e Decaimento parâmetros suficientes para a versão beta de Blendwave, esta limitação foi considerada uma concessão razoável. Uma importante característica de Pizzicato.js é permitir ao desenvolvedor o acesso ao grafo de nós da Web Audio API, o chamado *Audio Context*, o que possibilita expandir as capacidades da ferramenta com soluções feitas sob medida, incluindo o desenvolvimento de um envelope ADSR no futuro. Outra característica vantajosa desta biblioteca é que o conjunto de efeitos DSP oferecidos por padrão coincide com a maior parte das funcionalidades estipuladas

nos *storyboards*. Assim sendo, optamos por utilizar Pizzicato.js como “motor sonoro” de Blendwave.

4.2.2 – Primeira etapa: Envelope, Pitch e Filtro

O processo de programação do protótipo funcional começou oficialmente no dia 22/11/2016 com a adoção da Pizzicato.js. A meta naquele momento era testar o protótipo em sala de aula durante o primeiro semestre letivo, por volta de abril de 2017, refiná-lo de acordo com os resultados da avaliação, e testar novamente no segundo semestre letivo, nos idos de setembro.

O primeiro passo foi implementar um esqueleto de interface gráfica similar ao desenhado nos *storyboards*. Para tanto, foi codificada uma estrutura básica em HTML e CSS utilizando-se da biblioteca Bootstrap (“Bootstrap”, [s.d.]), que facilita a prototipagem rápida por oferecer uma grade responsiva e componentes prontos. Para os controles, foram utilizados componentes nativos de formulário do HTML: *checkboxes* para ligar e desligar, *select boxes* para selecionar itens em listas e, sobretudo, *range Inputs* para manipular os parâmetros de cada efeito.

Em seguida, as funcionalidades começaram a ser implementada na ordem dos painéis. O painel Fonte Sonora foi simplificado para uma lista simples de sons, cuja seleção e carregamento foram implementados. No painel Envelope, o envelope e oscilador de Amplitude foram implementados sem grandes problemas, utilizado as facilidades da Pizzicato.js, que além do já mencionado envelope *attack/release*, oferece um efeito de *tremolo*, que nada mais é do que um oscilador de amplitude. As funcionalidades de *Pitch* foram os primeiros grandes desafios técnicos, pois não são oferecidas pela Pizzicato.js, e por isto tiveram que ser implementadas nativamente através da Web Audio API, através do acesso ao *Audio Context*. Este aprendizado tomou muitos dias, e exigiu estudo aprofundado da documentação da Web Audio API, em especial a interface *AudioBufferSourceNode* (“AudioBufferSourceNode”, [s.d.]), que controla o carregamento e reprodução de amostras de som. A necessidade de implementar por conta própria as funcionalidades de *Pitch* diretamente na Web Audio API acabou por demandar a simplificação do que estava previsto no *storyboard* (Figura 4.3). O controle de Pitch, ao invés de um envelope, tornou-se um simples *slider*, enquanto o oscilador não pôde ser incrementado com

um controle de força. Este foi o primeiro de muitos momentos em o pesquisador se questionou sobre o real benefício da utilização de uma biblioteca ao invés de lidar diretamente com a API.

O período letivo se iniciou em março de 2017, e naquele momento já era claro que seria necessário retroceder ao plano original, e realizar somente um teste do protótipo em sala de aula. O momento ideal pretendido para o teste era num ponto muito específico do processo pedagógico, quando os alunos ainda não tiveram contato com DAWs e *samplers* virtuais. Era importante testar o protótipo ao menos uma vez com um público-alvo de designers de mídia digitais majoritariamente ignorantes em relação ao ferramental do som. Com somente dois painéis prontos, o artefato não estava pronto, portanto o desenvolvimento se seguiu com a nova meta em vista.

O painel Filtro começou a ser desenvolvido nesta época. A implementação da filtragem em si não foi complexa, uma vez que a Pizzicato.js oferece os filtros HP e LP dentre seus efeitos, portanto é uma questão de anexá-los ao som. O oscilador, entretanto, exigiu um trabalho semelhante ao *pitch*, mas, desta vez, foi possível implementá-lo conforme o pretendido. Ainda assim, foram muitos dias de trabalho, compreendendo a arquitetura interna dos filtros da Pizzicato e mapeando parâmetros a interfaces.

4.2.3 – Pausa para estudo e Vue.js

À época da implementação do painel Efeitos, a arquitetura do software já começava a apresentar uma série de desafios. Neste momento, o código do aplicativo já era complexo o suficiente para que o mapeamento dos parâmetros de efeitos a controles de interface se tornasse confuso. Em adição a este fator, a natureza do *AudioBufferSourceNode*, que é descartado após o uso, requer que o um novo grafo seja montado sempre que o som é reproduzido, contribuindo para agravar as dificuldades de gerenciamento e compreensão do código. Candy & Edmonds (2018) afirmam que numa pesquisa baseada na prática, são comuns os momentos onde o pesquisador-praticante precisa tornar à teoria para facilitar a prática, e foi exatamente o que ocorreu nesta etapa do desenvolvimento. O processo de programação entrou num hiato de dois meses, durante os quais foi necessário aprofundar o estudo em Javascript e buscar bibliotecas que acomodassem as necessidades arquiteturais de Blendwave. O produto deste ciclo teórico foi a adição da biblioteca Vue.js (“Vue.js”, [s.d.]), cuja arquitetura inspirada no

paradigma Model–view–viewmodel (“The Vue Instance — Vue.js”, [s.d.]), ou MVVM, acabou por impor certos padrões organizacionais de código, cuja ausência estava dificultando o andamento do projeto. Além disto, assim como outras bibliotecas correntes de Javascript, Vue.js oferece diretivas de reatividade que aliviam o programador do trabalho de gerenciar estados de todos os componentes de interface, e Blendwave, principalmente em razão do painel de Efeitos, possui muitos componentes e vários possíveis estados.

4.2.4 – Painel de Efeitos

Mesmo com a nova biblioteca e os novos conhecimentos adquiridos, o desenvolvimento do painel de Efeitos foi longo e tenebroso. O primeiro passo foi escolher quais efeitos proporcionados pela Pizzicato.js seriam disponibilizados em Blendwave. A biblioteca oferece um total de 15 efeitos. Removendo os que já estavam sendo utilizados em outros painéis, restam 11:

- Delay
- Ping-pong delay
- Dub delay
- Distortion
- Quadrafuzz
- Reverb
- Convolver
- Flanger
- Compressor
- Ring modulator
- Stereo Panner

Muitos da lista são variações do mesmo tipo de efeito: 3 *delays* (Delay, Ping-pong e Dub), 2 *distorções* (Distortion, Quadrafuzz) e 2 *reverbs* (Reverb e Convolver). Com o intuito de tornar Blendwave livre de redundâncias que poderiam confundir o leigo, optou-se por oferecer somente um efeito de cada tipo. Dos restantes, foram eliminados o Compressor, que apesar de importante é um efeito que requer um certo amadurecimento auditivo para ser percebido, e Stereo Panner, com o intuito de permitir mais flexibilidade para que os sons gerados por Blendwave possam

eventualmente ser misturados em múltiplas camadas sem poluir o espectro estereofônico. Tomadas estas decisões, a lista de efeitos final foi:

- Reverb
- Delay
- Distortion
- Flanger
- Ring modulator

Apesar de bastante simplificada, esta variedade de efeitos, quando combinada com as opções de manipulação de som dos demais painéis, permitem um sem-número de combinações expressivas a explorar.

A implementação dos efeitos foi demasiado complexa, pois a decisão de proporcionar ao usuário a capacidade de utilizar dois efeitos dobra a quantidade de parâmetros e estados a serem gerenciados, totalizando 30 possíveis parâmetros. Além disto, é interessante que os parâmetros de cada efeito já venham pré-configurados de maneira que possibilite ao usuário perceber seu impacto no som antes mesmo de manipulá-los. Isto demandou a criação de um arquivo de configuração separado para armazenar os valores padrão, que precisam ser atribuídos aos controles cada vez que um efeito é selecionado. Foi também trabalhoso conseguir individualizar os parâmetros de cada efeito por *slot* pois compreender os mecanismos de clonagem de objetos e referência de valores na linguagem Javascript representou um grande desafio. Por fim, este foi o primeiro painel a ser desenvolvido com a Vue.js, e as transferências de valor entre instâncias de interface desta biblioteca e objetos Pizzicato.js também geraram uma série de complexidades e inconsistências que demandaram tempo de desenvolvimento.

4.2.5 – Painel Saída

Uma implementação básica do painel saída já havia sido realizada na primeira etapa, na qual a biblioteca Recorder.js (Diamond, 2012) é utilizada para monitorar a saída do *Audio Context* da Pizzicato.js, codificando o resultado em um arquivo WAV quando o *AudioBufferSourceNode* registra o fim da reprodução do som original. Comparada ao *storyboard* (Figura 4.6), esta implementação carece da seção superior, que permitia o ajuste fino da saída de todos os painéis.

Antes que se pudesse endereçar esta parte, no entanto, o sistema de gravação precisou de ajustes. A detecção do final do som original não era suficiente, já que as alterações possibilitadas por Blendwave, como a aplicação de *Reverb* ou *Delay*, fazem com que o som a ser registrado no final do processo tenha a duração superior ao som original. Para lidar com este problema, foi necessário novamente utilizar uma funcionalidade nativa da Web Audio API, o *AnalyserNode*, através do qual é possível analisar as frequências emitidas por um nó gerador de som. Com isto, o novo algoritmo passou a exportar o áudio no momento correto, quando o som modificado deixa de ser emitido. Foram necessários ajustes para lidar, por exemplo, com a aplicação de *delays* com intervalos de *Feedback* tão longos que levam o som ao silêncio entre as repetições, mas após uma bateria de testes, o algoritmo se mostrou confiável.

4.3 – Avaliação do protótipo de alta-fidelidade

Com o início de um novo período letivo, o processo de desenvolvimento se intensificou, e foi possível chegar a uma versão suficientemente refinada do protótipo (Figura 4.7) para a realização de um teste qualitativo no momento pretendido. Para tanto, planejamos uma sessão de observação não-participante informal, onde os alunos presentes utilizariam Blendwave na realização de um exercício cujo objetivo era refazer os efeitos sonoros do jogo Super Mario Bros. (“Super Mario Bros.”, [s.d.]). Este exercício é aplicado semestralmente na primeira fase da disciplina, dedicada ao *sound design*. Realizado em etapas, os alunos iniciam gravando uma série de sons com seus celulares e no estúdio, para numa segunda etapa manipulá-los digitalmente, finalmente sincronizando os efeitos sonoros gerados com um vídeo de *gameplay* do jogo. O procedimento usual é que a manipulação digital seja realizada dentro do ambiente da DAW, mas desta vez utilizou-se Blendwave antes que os alunos pudessem ter contato com outros ambientes.

4.3.1 – Aplicação do teste

Como a prioridade desta avaliação era aproveitar a oportunidade de observar os alunos utilizando o artefato em seu contexto natural, num momento muito específico do currículo, não era a nossa expectativa realizar um teste rigidamente estruturado, como viria a ser feito posteriormente (ver capítulo 5). Afinal, o ambiente de sala de aula não contribui para o controle das condições de uso, principalmente quando o moderador da avaliação também é o professor,

e a presença de vários usuários e somente um moderador também impossibilitava a aplicação do protocolo “pensar em voz alta”. Por estes motivos, foi necessário estipular um sistema de avaliação próprio, adaptando algumas características do processo de avaliação qualitativa tradicional (Afonso, Angélico, Lima, & Cota, 2014). O resultado foi uma dinâmica de utilização em grupo (Figura 4.8), seguida de um questionário de satisfação, observada de forma não-participante pelo moderador. O questionário de satisfação escolhido foi o SUS – System Usability Scale, um inquérito genérico de usabilidade muito popular, cuja confiabilidade já foi comprovada em estudos comparativos (Tullis & Stetson, 2004).

Esta estratégia foi realizada de acordo com o seguinte roteiro:

1. Apresentação da ferramenta, sem qualquer explicação sobre seu funcionamento;
2. Preenchimento do questionário sobre Perfil do Usuário;
3. Enunciado da tarefa: foi solicitado aos alunos que tentassem utilizar a ferramenta para recriar os efeitos sonoros de um jogo eletrônico, dentro de um intervalo de 30 minutos, utilizando suas próprias gravações como ponto de partida;
4. Preenchimento do questionário sobre o grau de satisfação do usuário (SUS);
5. Conversa informal com os alunos, colhendo opiniões e sugestões;
6. Agradecimento e finalização.

4.3.2 – Resultados

O questionário de perfil dos usuários (em anexo) revela que alunos de Mídia Digital, conforme o esperado, constituem o público-alvo ideal para Blendwave. A imensa maioria (88%) indicou a área de atuação como sendo Games ou Animação. 55,6% afirmaram não ter experiência alguma com *design de som* e os 44,4% restantes qualificaram sua habilidade na atividade como nula ou básica. Dentre os leigos totais, 30% assinalaram não ter se envolvido com o *sound design* por não possuir conhecimento musical, enquanto 50% assinalaram não saber por onde começar. Numa escala de 1 a 5, 83,3% dos alunos qualificou com nota máxima a utilidade de conseguir criar efeitos sonoros para suas obras.

Além da importância óbvia do teste por representar o primeiro contato de Blendwave com seu público alvo, esta avaliação também era significativa para validar algumas das hipóteses conceituais mencionadas anteriormente, como o mecanismo de reprodução do som, a

terminologia e o paradigma *wizard*. Neste sentido, os resultados foram animadores. Sem nenhuma orientação ou experiência prévia com a ferramenta, os alunos foram capazes de criar efeitos sonoros para Super Mario Bros. Ouvindo o processo através de fones de ouvido convencionais, a maioria utilizou a ferramenta conforme o pretendido, reproduzindo os sons com a mão esquerda na tecla “P” (o aviso aperte “P” para *preview* na interface parece ter ajudado) e editando-os com o mouse. O *wizard* pareceu cumprir o seu papel de priorizar uma jornada inicialmente linear entre os painéis, enquanto não foi possível observar nenhum comportamento conclusivo sobre a terminologia, mas após o teste alguns alunos reclamaram da dificuldade em entender os termos, sugerindo que a ferramenta incluísse um glossário.

O resultado do SUS foi excelente para o primeiro teste com um protótipo. Sauro (2011), a partir de um estudo incluindo 500 diferentes avaliações, determinou que o valor médio do SUS é 68. Blendwave obteve um valor médio de 77,5 (desvio padrão 14,52), um valor bem acima da média e próximo do que Sauro (2011) classifica como conceito A, ou seja, o grupo dos 10% sistemas com as melhores qualificações. Apesar do bom resultado, ficou evidente que ainda havia muito espaço para melhorias. Solicitados a qualificar, numa escala de 1 a 5, seu entusiasmo para continuar utilizando Blendwave, somente 27,8% dos alunos escolheu a nota máxima. A maioria escolheu nota 4, e os 27,8% restantes deram nota 3. De fato, boa parte dos alunos sugeriu em suas respostas e na conversa informal após o teste uma série de aprimoramentos, dos quais consideramos as mais relevantes:

- Visualização da onda sonora após a exportação;
- Funcionalidade de busca;
- Possibilidade de somar diferentes sons;
- Tutorial;
- Glossário ou melhor explicação da terminologia;
- Possibilidade de escutar o som em loop.

Por fim, o teste também permitiu observar um problema grave de usabilidade no processo de exportação. Durante o processamento, não existia qualquer feedback, o que fez com que muitos não compreendessem o que acontecia. Por vezes, isto levou os alunos a usarem o botão “Exportar” repetidas vezes, causando frustração e problemas técnicos.

Figura 4.7 – Protótipo de alta-fidelidade com foco no painel Efeitos

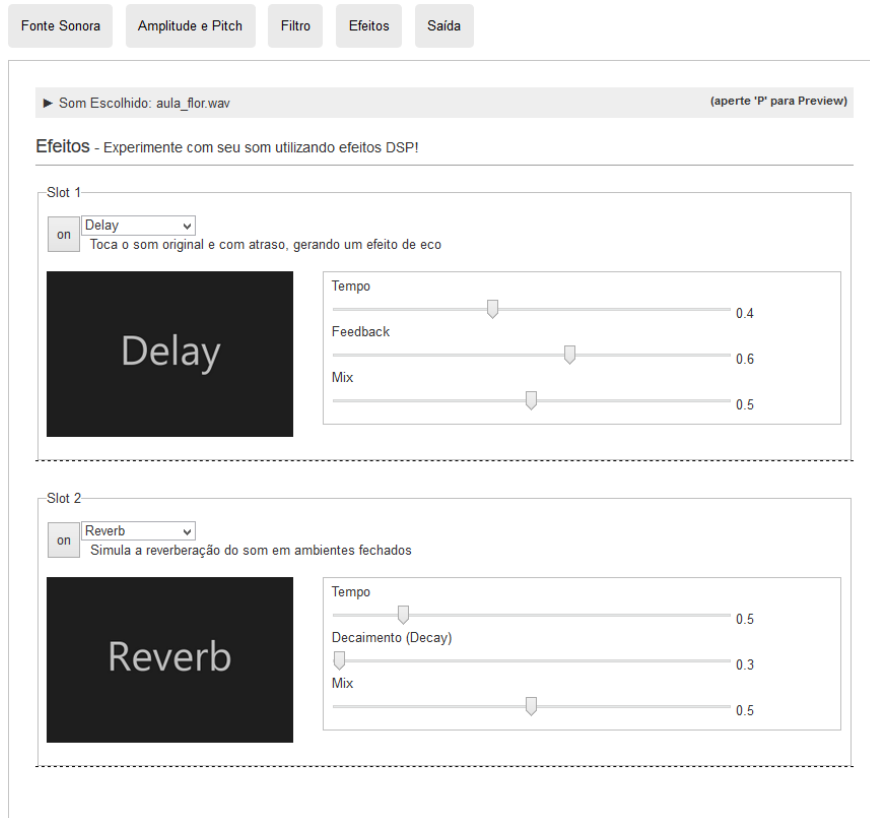
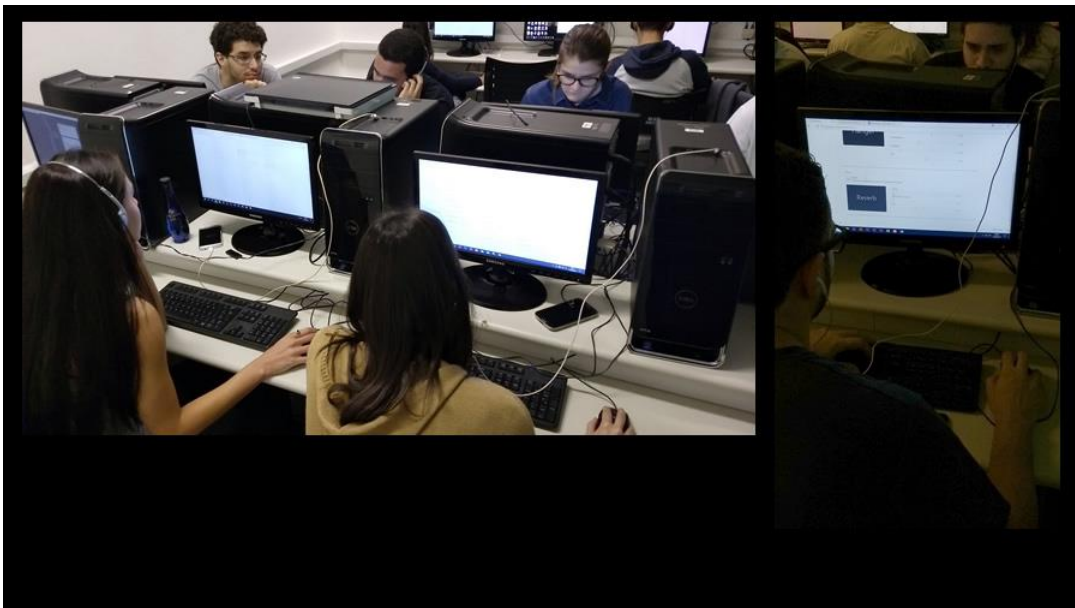


Figura 4.8 – Avaliação em sala de aula



4.4 – Design físico

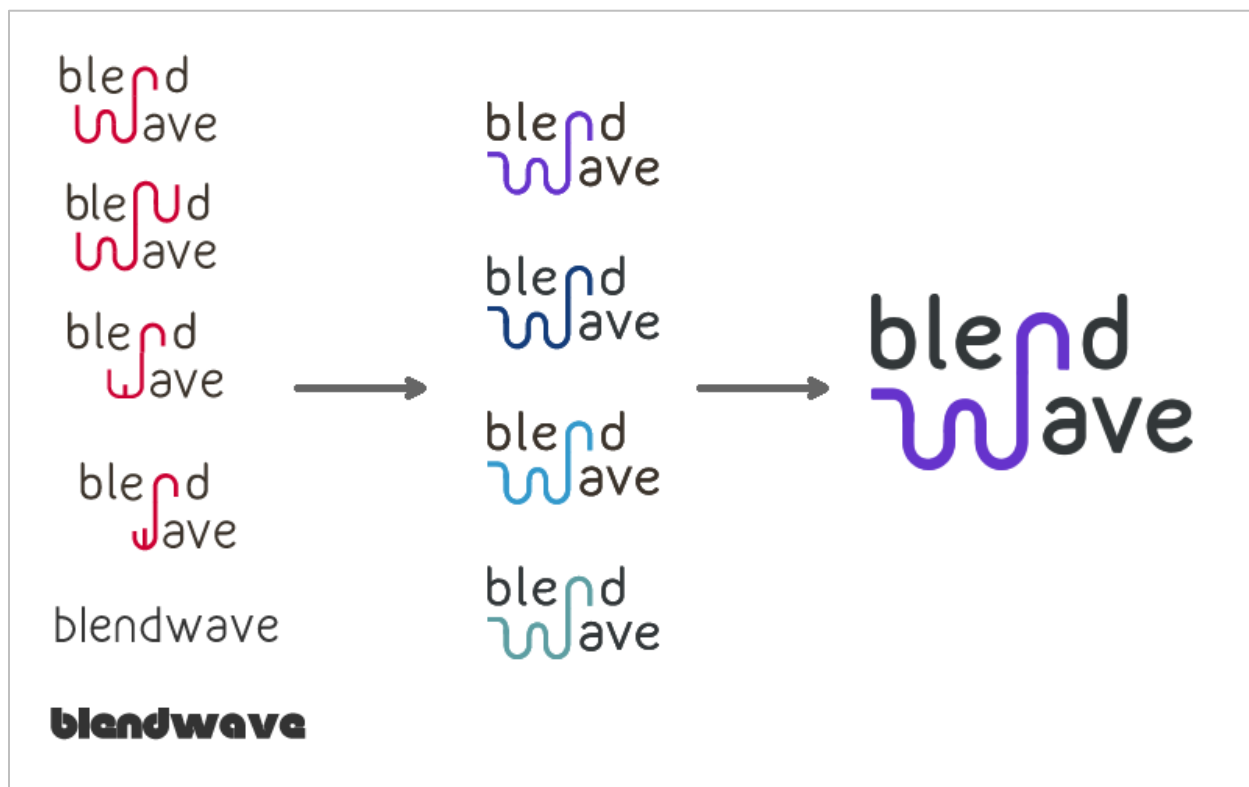
Como os resultados da avaliação foram majoritariamente positivos, não revelando nenhum grande grave problema estrutural, o processo de design de interação avançou para a etapa do design físico, onde se deve “considerar questões mais concretas e detalhadas acerca do projeto de uma interface, como design de tela ou do teclado, quais ícones utilizar, como estruturar menus, etc.”(Preece et al., 2005: 284). Ou seja, nesta etapa realizam-se a maior parte das decisões de projeto visual que não foram contempladas durante a fase conceitual.

4.4.1 – Marca

Os elementos primários de um sistema de identidade visual “são aqueles nos quais se baseiam todos os demais e cuja veiculação intermitente nas aplicações é essencial para o funcionamento do sistema. São eles o logotipo, o símbolo e a marca.” (Peón, 2001). Nem todo aplicativo precisa de um elaborado sistema de identidade visual baseado numa marca, mas, talvez em virtude da formação do pesquisador-praticante em Comunicação Visual, optou-se por adotar esta abordagem tradicional para definir as diretrizes visuais de Blendwave.

Numa versão simplificada do processo sugerido por Peón (2001), a geração de alternativas começou novamente no papel. Das alternativas rascunhadas, foi selecionado o conceito de criar um símbolo cujas letras formassem o desenho de uma onda sonora. Esta ideia foi levada para o computador, onde uma série de combinações de cor e tipografia foram exploradas, até que se definisse um partido, onde símbolo e logotipo harmonizam em formas fluidas que fazem alusão ao espectro sonoro. A seguir, iniciou-se um novo ciclo de experimentações de cor, priorizando os tons frios, relacionados ao ideal tecnológico. Ao final do processo, optou-se por um matiz violeta saturado, trazendo um pouco do calor do vermelho para a frieza do azul, e simbolizando com isso a união de som e tecnologia (Figura 4.9).

Figura 4.9 – Esquema do processo de desenvolvimento da marca



4.4.2 – Interface gráfica

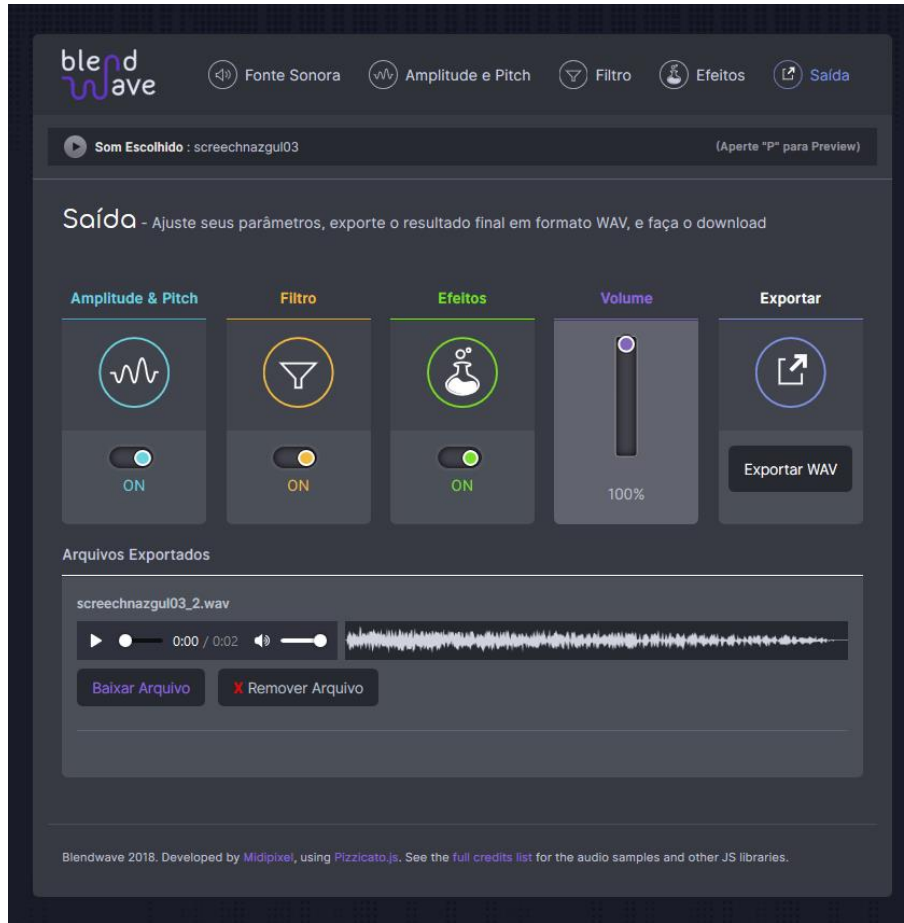
Com a definição da marca, o violeta do símbolo e as formas fluidas do logotipo tornaram-se parâmetros para a identidade visual da interface gráfica. A primeira decisão relevante foi basear a cor primária da interface num tom acinzentado escuro, derivado do violeta. A opção por um tema escuro ecoa o padrão vigente dentre as CSTs no momento desta dissertação. Ferramentas profissionais de todas as áreas, desde sistemas musicais, como o Kontakt e o Studio One, a editores de vídeo como o VEGAS Pro, ou os populares aplicativos da Adobe Creative Cloud, priorizam a utilização de tonalidades escuras e não saturadas em suas interfaces gráficas. Tais ferramentas fazem parte do cotidiano dos autores de obras audiovisuais, e como a acessibilidade é um dos pilares de Blendwave, optou-se por esta linguagem visual com o intuito de introduzi-los ao *sound design* através de um ambiente familiar. A utilização de uma harmonia análoga de cores derivadas do violeta, no entanto, pareceu monótona para uma CST. A criatividade, afirmam Carroll et al. (2009) está diretamente relacionada ao conceito do lúdico, uma vez que atividades

criativas muitas vezes mais parecem brincadeiras do que trabalho. A paleta de cores, em concordância com este conceito, foi aberta para o uso de um conjunto de cores luminosas e saturadas que acabaram sendo empregadas para identificar cada painel, o que trouxe um bem-vindo contraste à seriedade do tom escuro predominante na interface, resultando em uma identidade coerente com a proposta de Blendwave.

O menu de navegação deu sequência à ideia que já havia sido estabelecida nos *storyboards*, de utilizar iconografia para simbolizar o significado de cada painel. Com isso, um megafone faz alusão à fonte sonora, uma onda sonora sugere as possibilidades de manipulação através de envelopes e osciladores em Amplitude e Pitch, um filtro físico estilizado simboliza a filtragem de frequências, uma “poção mágica” faz alusão à alquimia sonora possibilitada pelos efeitos DSP, e um ícone padronizado de exportação simboliza a funcionalidade principal do painel Saída. Os ícones são simples e estilizados, e seu formato pouco rebuscado visa reforçar o conceito lúdico iniciado com as cores. Também em acordo com os *storyboards*, nos painéis Filtro e Efeitos foi levada a diante a ideia de oferecer imagens ilustrativas para auxiliar o usuário na compreensão das alterações que estes efeitos imprimem ao som. Embora nossa intuição indique que não há artifício visual eficiente em comunicar a natureza do som, e que a única real maneira de entender esta linguagem é através dos ouvidos, a intenção foi utilizar todos os recursos ao alcance na missão de suavizar a introdução do leigo ao mundo do *sound design*.

O resultado do processo de design físico foi uma interface gráfica que busca harmonizar a noção de elegância e profissionalismo trazida pelas tonalidades escuras com a característica lúdica e vivaz do processo de manipulação do som simbolizada por cores vibrantes e iconografia descontraída. O painel Saída (Figura 4.10), em virtude de sua funcionalidade de oferecer ao usuário um panorama geral dos demais painéis, é o melhor exemplo da aplicação das características visuais da interface gráfica de forma integrada.

Figura 4.10 – Painel Saída em sua versão final



4.5 – Finalização da versão beta

O estabelecimento dos layouts da interface gráfica clarificou duas grandes demandas para que o artefato atingisse a versão beta: adicionar ao protótipo de alta-fidelidade todas as funcionalidades pensadas durante a etapa de design ainda pendentes, e implementar integralmente o sistema visual projetado. Adicionalmente, era necessário resolver pequenos *bugs* detectados durante o teste do protótipo e, se possível, incorporar alguma sugestão dos alunos.

4.5.1 – Aprimorando o painel Saída

O painel Saída foi o mais problemático durante a avaliação, portanto a prioridade inicial foi resolver o mal funcionamento detectado. A adição de uma janela modal bloqueando o uso durante o processo de exportação ajudou a proteger o sistema da maior parte dos possíveis

problemas, trazendo também um benefício ao usuário com a clarificação do procedimento. Em adição a este ajuste, entretanto, ainda foram necessárias algumas baterias de teste para refinar a funcionalidade de detecção de frequências e garantir o bom funcionamento em alguns casos de fronteira.

O segundo passo foi implementar o setor superior do painel conforme planejado durante a etapa conceitual, de modo a proporcionar ao usuário o controle individual de cada painel e do volume mestre. O desenvolvimento desta funcionalidade foi mais dispendioso do que o previsto, exigindo um sistema de registro do estado atual de todos os parâmetros ativos de cada painel, de modo a habilitá-los ou desabilitá-los. Para tanto, foi necessário reformular, em todos os painéis, determinadas partes do código que não haviam sido codificadas de forma apropriada para prover esta possibilidade.

O último incremento ao painel Saída foi a implementação de uma das sugestões dos alunos: uma maneira de visualizar a onda após a exportação, de modo a detectar visualmente possíveis distorções. Uma pesquisa revelou a existência da biblioteca Wavesurfer.js (katspaugh, 2012/2018), dedicada a gerar visualizações a partir de um arquivo de áudio digital. A integração foi bastante simples, e em pouco tempo foi possível exibir a visualização na listagem de arquivos exportados.

4.5.2 – Painel Fonte Sonora e a biblioteca de som

De todos os painéis, Fonte Sonora teve a implementação mais rudimentar e incompleta no protótipo, que oferecia uma lista desordenada de sons, ao contrário da biblioteca categorizada inicialmente planejada. Isso ocorreu em parte por limitações de tempo, mas também em virtude da adaptação do protótipo para atender ao contexto da aula. Uma biblioteca de sons estruturada e minimamente diversa, no entanto, é um requisito essencial para promover uma interessante gama de possibilidades sonoras através de um *sampler*, portanto era necessário concretizar esta visão.

Antes de iniciar a programação, foi necessário angariar, curar e editar os sons da biblioteca. Para tanto, foi feito um extensivo levantamento de repositórios de sons e efeitos sonoros gratuitos na Web a partir de um artigo do website Super Dev Resources (“1000+ Free Sound Effects, Music Tracks & Loops for Game Development”, 2015). O acervo de várias destas

bibliotecas é vasto, todavia as licenças de uso da grande maioria não permitem que os sons sejam redistribuídos em outros websites ou aplicativos, o que infelizmente impossibilitou o uso de muitas *samples* interessantes em Blendwave. Ainda assim, foi possível extrair uma suficiente quantidade de sons das poucas alternativas com licenças mais flexíveis. Além dos sons, o levantamento de repositórios de som possibilitou também a formulação de uma lista consolidada das categorias de efeitos sonoros mais comumente utilizadas nestes repositórios, que foi utilizada para refinar a lista preliminar que havia sido determinada no *storyboard*. Afora os sons obtidos em repositórios, a biblioteca foi incrementada também com sons do acervo pessoal do pesquisador e com alguns sons doados em resposta a solicitações feitas em redes sociais. Após alguns dias de curadoria e edição dos sons, a primeira versão consolidada da biblioteca foi concluída, totalizando 670 amostras de som divididas entre 14 categorias. Para honrar as licenças de uso de algumas destas amostras, foi adicionada ao sistema uma janela modal de créditos, acessível a partir de um link no rodapé.

Com a biblioteca pronta, a implementação do painel seguiu as diretrizes estabelecidas pelo *storyboard*: Um menu de navegação lateral com as categorias, e uma área central onde os sons da categoria são listados, divididos em colunas de 10 itens. Como a biblioteca Wavesurfer.js já estava integrada no sistema, não foi complexo adicionar uma área de visualização da onda que, além de fornecer respaldo visual para o usuário, exibe o aviso de carregamento do som e oferece a regulagem do ponto inicial de reprodução do som. Esta funcionalidade, normalmente intitulada *offset* em *samplers* virtuais, abre um leque de possibilidades criativas, ao permitir que a cadeia de modificações de Blendwave sejam aplicadas a trechos das amostras. Idealmente, é interessante oferecer também a opção de um ponto de seleção final, mas esta funcionalidade já é demandaria mais trabalho, e foi adiada para versões futuras.

4.5.3 – Implementação visual

A implementação do design físico foi realizada aos poucos, de maneira não-linear, conforme cada painel recebia seus aprimoramentos. Para tanto, utilizou-se a linguagem CSS para formatar visualmente a interface de acordo com os leiautes estipulados. Com o intuito de tornar o carregamento do sistema o mais rápido possível, evitou-se a utilização de imagens *bitmap* ao máximo, priorizando-se arquivos vetoriais ou a implementação de efeitos visuais via código,

quando possível. Algumas animações sutis foram adicionadas para realçar determinadas interações, mas este é um aspecto que pode ser aprimorado em versões futuras. De maneira geral, todos os painéis precisaram de ajustes de diagramação para evoluir a disposição simplória dos elementos no protótipo em direção à proposta mais sofisticada dos novos designs. De modo geral, esta foi a etapa menos desafiadora do ponto de vista técnico, pois o pesquisador já possuía conhecimento avançado da linguagem CSS.

4.5.4 – Ajuste no envelope

A versão beta já estava praticamente pronta para avaliação quando um problema de última hora exigiu atenção. O envelope de amplitude simplesmente parou de funcionar corretamente no navegador Firefox, em virtude da atualização deste sistema para a versão Quantum. O problema foi reportado para o autor da Pizzicato.js (“Pizzicato - Issue #79”, [s.d.]), porém a esta altura o prazo de conclusão da investigação se aproximava, e não havia como esperar por uma resposta. A solução foi investir alguns dias compreendendo parte do código-fonte da biblioteca, e reescrevendo o envelope de amplitude de forma mais simplificada, porém adequada às necessidades de Blendwave. Ironicamente, um dos principais motivos para a escolha da Pizzicato.js acabou caindo por terra neste momento, mas a essa altura, o conhecimento da Web Audio API adquirido durante os meses de desenvolvimento do artefato foi suficiente para possibilitar a elaboração de um envelope sob medida, o que resultou num funcionamento mais próximo do pretendido inicialmente.

Com este último ajuste, a versão beta já se encontrava estável o suficiente para se encontrar novamente com seu público-alvo e, com isso, o desenvolvimento foi concluído e iniciaram-se os preparativos para o processo de avaliação.

5. Avaliação

A avaliação é uma etapa indispensável em qualquer metodologia de desenvolvimento de software, sobretudo quando se adota a abordagem do aprimoramento iterativo (Basil & Turner, 1975), onde desde o início já estão previstos ciclos de melhoria, que precisam ser realizados em função de deficiências constatadas durante o uso. Na *Practice-Based Research*, também existe esta necessidade:

”Para melhores resultados, o trabalho deve ser realizado num ambiente o mais realista (naturalista) possível e, ao mesmo tempo, os resultados devem prover uma oportunidade de transformar o que é aprendido em modificações para o evolutivo sistema de arte.”

(Candy, 2006: 18)

Se a importância de avaliar um sistema computacional para que se possa evoluí-lo e aprimorá-lo é ponto passivo, o método de avaliação nem sempre é tão óbvio, uma vez que precisa ser delineado em função das características únicas daquele sistema. O objetivo inicial desta investigação era empregar uma abordagem de avaliação tradicional, na qual seria suficiente submeter Blendwave a testes de usabilidade qualitativos e quantitativos, aferir métricas de uso e traçar conclusões de acordo. Dando sequência a este planejamento, o primeiro teste qualitativo foi realizado em sala de aula, conforme descrito anteriormente: o protótipo foi submetido à utilização por parte dos alunos, mediante observação não-participante. A realização desta avaliação foi útil naquele momento, não somente para validar paradigmas de interface e corrigir falhas, mas também para fundamentar a definição das prioridades do desenvolvimento dali em diante. Contudo, aquela avaliação também originou uma questão: Assumindo que os testes de usabilidade fossem positivos, seria a aceção de Blendwave como uma ferramenta de fácil utilização, ou até mesmo produtiva, suficiente para que se atingisse os objetivos estipulados? Seriam os parâmetros comumente avaliados em testes de usabilidade suficientes para se concluir que a ferramenta poderia contribuir para a democratização do *sound design*, ao capacitar o usuário leigo a alcançar resultados expressivos? A partir deste questionamento, esta investigação norteou-se em busca de um novo tipo de avaliação, que pudesse complementar as métricas de eficiência e facilidade de uso com fatores menos tangíveis, relacionados ao processo criativo.

5.1 – O índice de suporte à criatividade (CSI)

Em 2007, Shneiderman identificou uma transição dentre uma parcela de profissionais da computação, que migraram do desenvolvimento de ferramentas de suporte à produtividade, que podem ser “convenientemente avaliadas por medidas padrão como tempo por tarefa, custo por transação, e erros por pedido” (Shneiderman, 2007: 22) para as ferramentas de suporte à criatividade (CST), que apresentam desafios como “requerimentos vagos para a descoberta e inovação, assim como comportamento não ortodoxo por parte dos usuários e métricas de sucesso sem clareza” (Shneiderman, 2007: 22). Do centro deste contraponto emerge a noção de que as CST não podem ser avaliadas somente a partir de métricas relacionadas à facilidade de uso, eficácia e eficiência, geralmente prioritárias em testes de usabilidade. Carroll et al. (2009) detalham o problema:

“Embora o tempo mais longo despendido numa tarefa possa normalmente indicar deficiências em uma ferramenta, despende mais tempo em uma tarefa criativa é provavelmente mais indicativo do engajamento com a atividade, e erros num empreendimento criativo são frequentemente vistos como desafios do acaso. Outra métrica comum de IHC é a produtividade, mas o produto do trabalho criativo é frequentemente único e não pode ser medido em relação a trabalhos similares para que se julgue seus méritos. A quantidade de trabalho produzido tampouco é uma medida razoável, já que indivíduos criativos são mais propensos a se preocupar com qualidade do que quantidade.”

(Carroll et al., 2009: 1)

Em suma, ainda que a avaliação de usabilidade seja indispensável para identificar pontos de melhoria no sistema, no caso das CST, faz-se necessário também envidar esforços no sentido de avaliar parâmetros menos tangíveis almejados por artistas e outros praticantes de atividades criativas. Estes parâmetros, em geral, não são contemplados por métodos tradicionais do campo da Interação Humano-Computador. Motivadas por esta constatação, Cherry e Latulipe delinearam o *Creativity Support Index*, ou CSI, um inquérito psicométrico que almeja “permitir que pesquisadores compreendam não somente o quão bem uma ferramenta suporta o trabalho criativo em geral, mas quais aspectos do suporte criativo podem precisar de atenção” (Cherry & Latulipe, 2014: 21). Fundamentado em literatura sobre ferramentas de suporte criativo, criatividade, *play* e *flow*, o CSI tem seu formato inspirado pelo NASA Task Load Index (TLX), um inquérito originalmente desenvolvido para mensurar a carga de trabalho em tarefas relacionadas

a aeronaves, porém amplamente utilizado pela comunidade de Interação Humano-Computador para avaliar sistemas computacionais. Assim como o inquérito no qual foi baseado, o CSI consiste em duas seções: “uma seção de avaliação em escala e uma seção de comparação de pares de fatores. Há seis fatores: Colaboração, Satisfação, Exploração, Expressividade, Imersão e Resultados Dignos do Esforço. Para cada fator, há duas declarações de concordância (...)” (Cherry & Latulipe, 2014: 21:5). A administração do teste é simples. O participante primeiro responde a seção de comparação de pares de fatores, onde deve sequencialmente escolher entre duas afirmações no que diz respeito à tarefa realizada. As declarações de concordância desta seção, traduzidas e adaptadas para esta investigação, são:

Ao realizar a tarefa de criar um efeito sonoro, é mais importante que eu consiga:

- Ser criativo e expressivo;
- Ficar imerso na atividade;
- Gostar de utilizar a ferramenta;
- Explorar muitas diferentes ideias, resultados ou possibilidades;
- Produzir resultados que compensem o esforço que realizei;
- Trabalhar com outras pessoas.

O participante responde, portanto, a um total de 15 ($C_{6,2}$) comparações na primeira etapa. Em seguida, aplica-se uma seção de avaliação em escala, onde devem ser qualificados, numa escala de 1 a 10, um total de 12 declarações de concordância em relação ao uso do sistema, agrupadas em duas por fator (ver anexo). Por fim, calcula-se o CSI

“primeiramente somando as declarações de concordância por cada fator, para obter um subtotal de fator. Cada subtotal de fator é então multiplicado pela contagem de comparação de fatores (i.e, o número de vezes que foi selecionado nas comparações de fator). Enfim, estes são somados e divididos por três para um índice de pontuação baseado em 100.”

(Cherry & Latulipe, 2014: 21:8)

Ou, em forma de equação:

$$\text{CSI} = \frac{[(\text{Colaboração1} + \text{Colaboração2}) * \text{ContagemColaboração} + (\text{Satisfação1} + \text{Satisfação2}) * \text{ContagemSatisfação} + (\text{Exploração1} + \text{Exploração2}) * \text{ContagemExploração} + (\text{Expressividade1} + \text{Expressividade2}) * \text{ContagemExpressividade} + (\text{Imersão1} + \text{Imersão2}) * \text{ContagemImersão} + (\text{ResultadosEsforço1} + \text{ResultadosEsforço2}) * \text{ContagemResultadosEsforço}]}{3.0}$$

A pontuação do obtida ao final do inquérito reflete

“o quão bem aquela ferramenta suporta a criatividade para uma tarefa ou atividade em particular na qual o usuário se engajou e isso é possivelmente dependente tanto de preferências individuais como do nível de *expertise* do indivíduo com a ferramenta. Como ocorre com a maioria das métricas, um placar individual vai refletir diferenças individuais, e, portanto, a informação mais útil (a não ser que se esteja interessado em qualificar o indivíduo) é alcançado através da agregação.”

(Cherry & Latulipe, 2014: 21:8)

Como o “CSI foi projetado com a intenção de ser uma métrica de avaliação adicional, que pesquisadores possam usar em conjunto com outras abordagens de avaliação.” (Cherry & Latulipe, 2014: 21:4), não foi difícil concluir que o melhor momento para administrar o CSI seria durante o teste de usabilidade qualitativo. Afinal, já estava prevista a aplicação do SUS novamente, com o intuito de comparar os resultados com aqueles obtidos durante a avaliação do protótipo, e a aplicação de um questionário adicional não traria transtorno para o participante. Além disto, seria possível obter o resultado agregado, conforme sugerido pelas autoras. Por fim, uma outra característica relevante do CSI recorrentemente salientada no estudo de Cherry e Latulipe (2014) é que a pontuação funciona melhor quando utilizada de forma comparativa, idealmente no cenário onde o usuário realiza a mesma tarefa em duas CST's diferentes. Para atender a esta recomendação, o teste qualitativo foi também incrementado com uma tarefa adicional, onde o participante deve repetir a criação de sons utilizando o notório Bfxr. A adição desta etapa foi especialmente interessante, pois gerou a oportunidade de realizar um estudo comparativo entre a Blendwave e o Bfxr, uma das ferramentas mais influentes em sua concepção, possivelmente permitindo alcançar conclusões em relação às nossas hipóteses iniciais sobre as limitações desta ferramenta.

5.2 – Avaliação Qualitativa

Diferentemente do teste conduzido com o protótipo, onde as prioridades foram o contexto de sala de aula, e o momento ideal no cronograma da disciplina, o segundo ciclo de testes pôde ser planejado de maneira mais cuidadosa. O maior problema com a observação não-participante realizada em sala de aula foi a impossibilidade de aplicar o protocolo “Pensar em Voz Alta” (Boren & Ramey, 2000), uma vez que a atividade foi realizada simultaneamente com 18 pessoas e somente um moderador. Como este protocolo é considerado indispensável na maior parte das metodologias de avaliação (Afonso et al., 2014), julgamos necessário organizar um novo teste qualitativo de forma sistemática, para validar a ferramenta já no estado de alta fidelidade, em condições de maior controle, ouvindo os usuários ao longo do processo de realização de tarefas pré-estabelecidas.

5.2.1 – Caracterização do usuário

O processo de caracterização tem como objetivo estreitar o espaço amostral de usuários, para que se possa analisar com mais precisão as necessidades de um grupo específico. Pode-se afirmar que este estreitamento já foi realizado desde o início desta investigação, a partir do momento em que foi definido o personagem “autor audiovisual”. Esta caracterização se origina no mesmo lugar que nossa hipótese: a sala de aula do curso de mídia digital da PUC-Rio. A grosso modo, os alunos deste curso podem ser agrupados nas seguintes áreas de atuação: Animação, Design de Jogos, Cinema e UX Design (e suas variações: UI Design, Product Design, etc.). Em nosso primeiro teste qualitativo, a pergunta “Área de Atuação” partia deste pressuposto, listando como alternativas as 3 primeiras áreas e um campo “Outros”. A pergunta permitia múltiplas seleções, o que a tornava mais passível de variabilidade. Ainda assim, os resultados foram esclarecedores, confirmando nossa intuição. Dos 18 respondentes, 13 (72,2%) assinalaram Games, 10 (55,6%) escolheram Animação, 2 marcaram Cinema (11,1%) e 3 assinalaram “Outros”, dos quais 2 escolheram Designer de Interação ou variações. Somente dois alunos fugiram do padrão, assinalando “Escritor” e “Podcast”. Por mais que este único teste não seja suficiente para assegurar que a maior parte dos alunos de mídia digital sempre seguirão o mesmo padrão, os resultados são suficientemente sólidos para que se possa definir dois perfis de usuário: **Desenvolvedor de Jogos** e **Animador**. O interesse desta pesquisa recai com mais peso sobre o

primeiro perfil que, além de representar a maioria dos respondentes em nosso primeiro teste, faz parte de uma atividade onde a etapa de prototipagem rápida é bastante disseminada, sobretudo no formato da *game jam*, que consideramos o cenário ideal para a utilização de Blendwave.

5.2.2 – Elaboração das tarefas

Escrever as tarefas para um teste de usabilidade qualitativo é uma etapa de suma importância, pois um erro neste momento pode levar o usuário a realizar atividades não condizentes com os objetivos fundamentais do aplicativo, conduzindo o pesquisador a conclusões errôneas sobre os parâmetros avaliados. Meyer (Meyer, 2018) estabelece uma série de critérios para a elaboração de tarefas, que foram utilizadas como parâmetros nesta investigação:

Buscar o que o usuário precisa fazer com o produto como inspiração para as tarefas

A diretriz diz respeito ao cuidado que se deve tomar para não forçar os participantes a realizarem tarefas não condizentes com o uso do aplicativo na vida real. Blendwave, felizmente, é uma ferramenta altamente especializada, onde o objetivo geral é sempre o mesmo: criar um som a partir de uma biblioteca de *samples*. O tipo de som pode ser diferente, as características estéticas dependem das inúmeras combinações entre fonte sonora e efeitos, o efeito sonoro gerado pode não atingir as pretensões expressivas de seu criador, mas existe uma verdade fundamental: O usuário precisa conseguir criar e exportar um som. A utilização deste modelo como base para qualquer tarefa ajudou a evitar equívocos.

Evitar fornecer dicas acidentalmente em suas tarefas

Aqui, a autora orienta que se evite usar a linguagem específica de rótulos da interface gráfica, de modo a não dar dicas ao usuário. Em Blendwave, é muito relevante obedecer a esta recomendação, pois a terminologia é um dos fatores-chave a se avaliar. Durante a etapa de Design, optamos por manter a maior parte dos termos especializados do universo do áudio profissional, para que a ferramenta também mantivesse papel educativo, servindo como um degrau para os usuários que resolverem partir para ferramentas mais sofisticadas. Neste sentido, parte da avaliação está relacionada a observar como os usuários interpretam esta terminologia.

Tentar manter a tarefa emocionalmente neutra

Ou seja, evitar invadir a privacidade emocional do usuário com tarefas como “crie um som inspirado em sua mãe”. Tal critério é menos relevante para Blendwave, pois em geral os cenários de uso mais comuns não contemplam este tipo de utilização emotiva da ferramenta.

Sempre realizar um teste piloto com suas tarefas

Apontado como uma etapa crítica, muitas vezes ignorada por pesquisadores, esta recomendação foi muito relevante para o planejamento desta etapa, e resultou na realização de dois testes em caráter piloto, que serão detalhados adiante.

Estas diretrizes se referem a qualquer tipo de tarefa, mas Meyer (2018) ainda lista 3 recomendações adicionais, específicas para testes qualitativos:

Tarefas abertas (open-ended) são OK

Diferentemente de avaliações quantitativas, onde é importante se certificar que as tarefas são específicas e realizáveis somente de uma maneira, em testes qualitativos não há problema em criar tarefas mais abertas, com múltiplas soluções. No caso de ferramentas voltadas para a criatividade, como exposto anteriormente, é raro que uma tarefa só possua uma solução. E no processo de *sound design*, não é diferente, portanto a criação de tarefas abertas é o caminho mais natural.

Ofereça detalhes suficientes para estabelecer a cena, sem exageros

Se o participante for realmente representativo do público-alvo, e a tarefa é realista, não há necessidade de exagerar na descrição da tarefa. Com esta ideia em mente, escrevemos tarefas diretas e sucintas.

Se não estiver obtendo os insights necessários, mude a tarefa

Segundo a autora, é possível mudar a maneira como a tarefa é verbalizada no meio do teste, ou até mesmo estabelecer uma nova tarefa no ato. Esta recomendação foi importante para que a moderação dos testes tenha sido mais ativa quando foram detectados *bugs* no sistema, ou quando um problema de usabilidade já era conhecido, e pretendia-se avaliar o uso sem sua interferência. Por exemplo, um dos primeiros *insights* foi o fato que alguns usuários ignoraram a legenda de “P para *preview*”, utilizando o mouse como método primário para reproduzir o som.

Nos dois últimos testes, já ciente deste problema, passei a sugerir o uso do teclado para a reprodução do som, após constatar que o usuário utilizaria o mouse até o final.

Após estas considerações, foram elaboradas duas tarefas, verbalizadas da seguinte maneira:

- A. O vídeo abaixo ilustra um jogo de plataforma 2D. Baseado nele, utilize o Blendwave para criar, e exportar para o formato WAV, os seguintes sons:
 - Efeito Sonoro para o Ataque da Protagonista (Tiro)
 - Efeito Sonoro do Inimigo Explodindo após o ataque
- B. O vídeo abaixo ilustra o trecho de uma animação. Utilize o Blendwave para criar, e exportar para o formato WAV, os seguintes sons:
 - Efeito Sonoro da Motocicleta Futurista

Com o objetivo de aplicar o CSI comparativamente, foi adicionada uma tarefa idêntica à primeira, com outra ferramenta:

- C. Refaça a tarefa A, desta vez utilizando a ferramenta Bfxr.

Em resumo, as tarefas consistem em criar efeitos sonoros para eventos em dois vídeos, disponibilizados via *Web*, cujos sons originais foram removidos. O primeiro vídeo (Figura 5.1) retrata uma gravação de *gameplay* do jogo eletrônico “Ivory Springs” (Sandberg, 2009), enquanto o segundo vídeo (Figura 5.2) é um trecho da animação “The Postcard” (Device, 2017). Estas obras foram selecionadas, por oferecerem oportunidades interessantes de sonorização em suportes representativos, buscando-se evitar ao máximo influências diretas de outras obras. A escolha de um jogo eletrônico e uma animação foi feita não somente em função dos perfis de usuário resultantes da etapa de caracterização, mas também com a intenção de qualificar a capacidade da ferramenta em atender as demandas de efeitos sonoros destes dois diferentes suportes midiáticos, e identificar qualquer diferença relevante entre estas demandas. Outro parâmetro importante na seleção foi a priorização de obras não populares, com a intenção de que os participantes não fossem diretamente influenciados por ícones sonoros pré-existentes em suas memórias. Em nossas observações casuais em sala de aula, percebemos que quando se solicita a sonorização de uma obra icônica, como o jogo Super Mario Bros., a tendência é que os alunos procurem imitar os efeitos sonoros da obra, ao invés de criar sons originais. Por fim, o

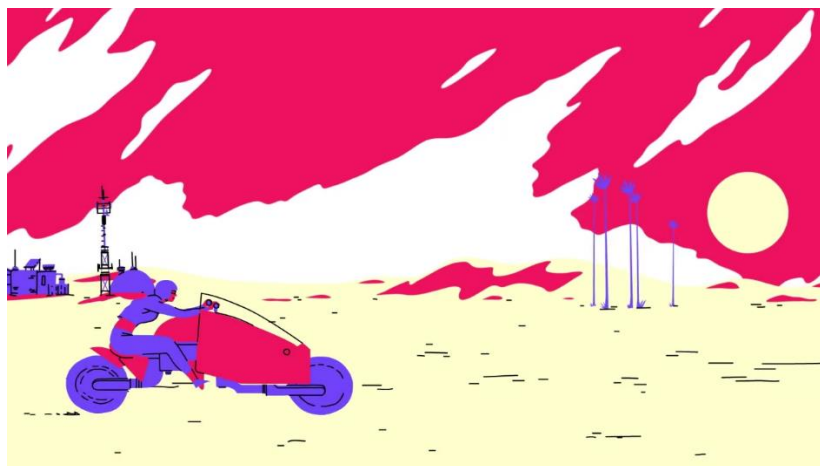
jogo “Ivory Springs”, por possuir uma característica visual própria da Geração 16 Bits (“Fourth generation of video game consoles”, 2018), sugere a adequação tanto efeitos sonoros baseados em *samples* quanto aqueles criados por síntese subtrativa, já que ambas as técnicas eram utilizadas nesta geração. O intuito, neste caso, foi tentar equalizar as vantagens que Blendwave possa por ventura apresentar sobre o Bfxr em termos de versatilidade estética, para que este fator pesasse menos na elaboração do CSI.

Figura 5.1 – Jogo Ivory Springs



(<http://www.konjak.org/>)

Figura 5.2 – Animação “The Postcard”



(<http://www.devicers.com/project/the-postcard/>)

5.2.3 – Teste remoto síncrono

Com o avanço das taxas de conexão à Internet e a difusão do uso de aplicativos de colaboração remota e videoconferência, a administração remota de testes de usabilidade tornou-se um método confiável. Com efeito, há uma década atrás, Andreasen, Nielsen, Schrøder, & Stage (Andreasen, Nielsen, Schrøder, & Stage, 2007) já concluíam que a utilização do método remoto síncrono é virtualmente equivalente à administração convencional do teste, feita em laboratório. No estudo, “os dois métodos identificaram quase o mesmo número de problemas de usabilidade, e os participantes dos testes gastaram o mesmo tempo completando as tarefas.” (Andreasen et al., 2007: 1413). Ademais, “uma vantagem imediata desta abordagem é que realmente captura o contexto do participante: o teste é realizado no ambiente usual do participante, utilizando seu próprio computador, monitor e conexão de rede” (Travis, 2007). Funcionar no contexto real do usuário é uma prioridade para esta investigação, alinhando-se com o ideal democrático da ferramenta. Por fim, o teste remoto é conveniente para o participante, que não precisa sair de casa, e aumenta o conjunto de possíveis candidatos, ao dispensar que estejam na mesma localidade geográfica do moderador. Como não havia muita disponibilidade de incentivos financeiros para oferecer aos participantes, era importante contar com o aumento deste conjunto para atingir uma quantidade mínima de voluntários. Ao fim do processo, esta vantagem foi factualmente comprovada: dos 8 participantes do teste, 3 estavam no estado do Rio de Janeiro, 2 em outros estados brasileiros, 2 no Reino Unido e 1 nos Estados Unidos, muito embora todos fossem brasileiros.

5.2.4 – Testes piloto

Apesar de todas as vantagens do teste remoto, nossa experiência pessoal com trabalho à distância e seus eventuais contratempos ocasionados por problemas de conexão sugeria cautela. Atendendo à recomendação de Meyer (2018), portanto, foram organizados dois testes piloto com usuários menos representativos dos perfis pretendidos, mas ainda dentro do universo das indústrias criativas: um produtor musical (Figura 5.3) e uma designer gráfica. Para a realização dos testes piloto, foi elaborado um roteiro inicial, baseado nos procedimentos padrão sugeridos por Nielsen (1993) e Dumas e Redish (1999), e adaptado para nossos objetivos:

1. Saudação;

2. Preenchimento do questionário sobre Perfil do Usuário;
3. Esclarecimentos sobre a sessão de teste;
4. Realização das tarefas A e B com Blendwave, utilizando o protocolo “Pensando Alto”;
5. Realização da tarefa C com Bfxr
6. Preenchimento do questionário sobre o grau de satisfação do usuário (SUS);
7. Preenchimento do questionário sobre suporte à criatividade (CSI), repetindo a segunda seção para Bfxr;
8. Agradecimento e encerramento da sessão;

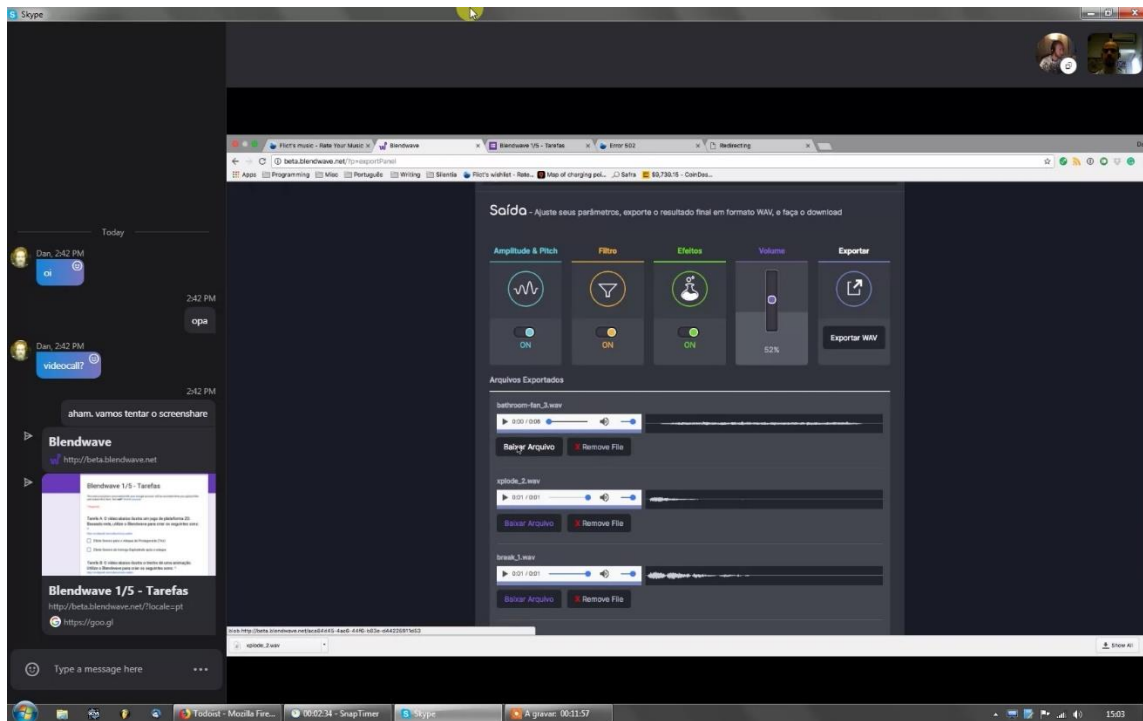
Em termos de configuração técnica, utilizou-se o software de mensagem instantânea e videoconferência Skype (“Skype”, [s.d.]) para promover a comunicação e o compartilhamento de tela entre o participante e o moderador, em cujo ambiente foi utilizado o sistema de gravação de telas Icecream (“Icecream Screen Recorder”, [s.d.]) para que o teste fosse registrado integralmente.

Os testes piloto foram realizados no mesmo dia, e ocorreram com alguns percalços que justificaram sua realização. No primeiro teste, o som da ventoinha do computador do moderador foi detectado somente pelo participante, causando incômodo em alguns momentos. Isto exigiu a reconfiguração do sistema de áudio para utilização de um fone de ouvido com microfone independente, o que acabou ocasionando o não registro da voz do moderador durante o segundo teste. Além disto, durante a administração, foi possível detectar alguns detalhes de fluxo de trabalho que tornaram o teste menos fluido, como a ordem de envio dos links para preenchimento dos diferentes formulários, o processo de instalação da ferramenta Bfxr, a configuração do Icecream para remover o mouse do moderador da tela, e a necessidade de reiterar o pedido para que os sons fossem exportados em WAV ao final do processo. Outro ajuste realizado foi o desligamento da câmera do moderador durante a realização do teste, para minimizar problemas de comunicação.

Apesar dos contratemplos, os participantes conseguiram realizar todas as tarefas, preencheram os questionários e, muito embora não se enquadrassem completamente no perfil de usuário pretendido, já forneceram uma série de *insights* sobre as deficiências da ferramenta,

que viriam a ser confirmados nos testes posteriores. O sucesso da segunda participante, que jamais havia realizado nenhuma tarefa deste tipo, em gerar sons expressivos, também foi um fator motivador, indicando que a utilização da ferramenta pode ser acessível a um grupo mais variado de usuários.

Figura 5.3 – Teste piloto com o produtor musical Dan Eisenberg



5.2.5 – Administração dos testes finais

Em paralelo aos testes piloto, foi iniciado o recrutamento de voluntários para os testes finais, através de convocações em redes sociais. A meta era conseguir ao menos 5 usuários, conforme estipulado por Nielsen (2006). Foi possível angariar 6 participantes interessados, 5 dos quais são ex-alunos do curso de mídia digital da PUC-Rio. A distribuição de perfis não foi tão homogênea, com 4 usuários no perfil Desenvolvedor de Jogos e 2 no Perfil Animador, mas tal distribuição condiz com as prioridades desta investigação, conforme discutido anteriormente.

Os testes ocorreram através do acesso à URL <http://teste.blendwave.net>, criada para este fim, para facilitar a o isolamento das métricas de uso. Para a administração desta leva de testes, o roteiro inicial foi revisado, de modo a corrigir os problemas detectados durante os testes piloto:

1. Verificação das configurações de áudio e de gravação de tela

2. Saudação
3. Configuração do compartilhamento de tela via Skype
4. Caso o participante não tenha o Bfxr instalado, guiá-lo através do processo de instalação
5. Preenchimento do questionário sobre Perfil do Usuário
6. Esclarecimentos sobre a sessão de teste, reforçando necessidade do upload de arquivos
7. Realização das tarefas A e B com Blendwave, utilizando o protocolo “Pensando Alto”
8. Realização da tarefa C com Bfxr
9. Preenchimento do questionário sobre o grau de satisfação (SUS)
10. Preenchimento do questionário sobre suporte à criatividade (CSI), repetindo a segunda seção para Bfxr
11. Agradecimento e encerramento da sessão

A execução do novo roteiro contribuiu para que a administração dos testes finais tenha ocorrido com poucos contratempos, quando em comparação com os testes piloto. A supervisão do protocolo “pensando alto” foi essencial. Segundo Travis (2012), o papel fundamental do moderador neste tipo de teste é manter o usuário verbalizando seus pensamentos em voz alta, e esta recomendação foi atendida com rigor, através de uma moderação ativa, sempre garantindo que os participantes verbalizassem seus pensamentos e questionamentos. Na maior parte do tempo, a definição visual da tela dos participantes foi excelente, sem artefatos ocasionados pela compressão de dados, o que permitiu compreender em todos os momentos a sequência de atividades realizadas. O único real problema, em termos de processo, ocorreu durante a captura do vídeo: Em duas ocasiões, por desatenção do moderador, o áudio do participante foi reproduzido através de caixas de som e captado pelo microfone, o que resultou na adição de um eco na gravação final. Felizmente, este artefato não elimina a inteligibilidade do que é falado, mantendo-se, portanto, a integridade do registro. Outro contratempo encontrado, este não relacionado à metodologia utilizada, foi a existência de um bug no sistema, disparado principalmente ao trocar entre sons da biblioteca rapidamente. Como efeito colateral, a

ferramenta parava de emitir sons, obrigando o usuário a recarregar a página para continuar. Esta deficiência sem dúvida afetou o tempo de realização das tarefas quando ocorreu, mas não pareceu frustrar tanto os participantes. Por fim, uma característica dos testes que se deve mencionar é que, em virtude da maneira como as telas foram compartilhadas via Skype, somado ao fato que a maior parte dos participantes estavam utilizando fones de ouvido, não foi possível ouvir o som dos efeitos sonoros conforme foram esculpidos. Poder escutar integralmente cada som sendo construído seria interessante para aprofundar a análise do processo criativo dos participantes, mas a impossibilidade em fazê-lo não impediu o objetivo principal do teste, que era a avaliação da usabilidade.

5.2.6 – Resultados

5.2.6.1 – Perfil dos Usuários

Analisando as respostas do questionário de perfil dos usuários, nota-se que a maioria (5) afirmou possuir experiência prévia com *sound design*. Destes, 1 classificou sua habilidade como nula, 1 como básica, 2 como intermediária e 1 como avançada. Por mais que esta autoclassificação sugira um grupo mais experiente do que o ideal, os dois usuários que se classificaram como intermediários não praticam o *sound design* regularmente, e não demonstraram desenvoltura diferente dos demais durante o teste, diferentemente do que se observou com o usuário com conhecimentos avançados. Todos os desenvolvedores de jogos já haviam utilizado o Bfxr ou sfxr anteriormente, o que confirma a popularidade destas ferramentas dentre os usuários deste perfil. Todos os usuários avaliaram a habilidade de conseguir criar sons para suas obras como “muito útil”, o que contribui para reforçar a motivação inicial desta investigação. Em termos de monitoração do som, 4 usuários realizaram o teste com fones de ouvido, sendo 2 destes classificados como profissionais. Os restantes utilizaram caixas de som, um dos quais, Ygor Speranza, realizou o teste em condições de muito ruído, com a presença de outras pessoas conversando ao fundo. Priorizando a necessidade de testar Blendwave num contexto realista, não interferimos neste cenário de uso adverso, mas o usuário ficou em dúvida em determinado momento em relação a exportação de um dos sons, que considerou muito baixo.

5.2.6.2 – Tempo de realização das tarefas

Todos os participantes conseguiram realizar as tarefas até o fim, criando e exportando um total de 3 efeitos sonoros utilizando Blendwave. Quatro usuários consideraram todos os efeitos sonoros gerados interessantes, enquanto dois usuários qualificaram somente 2 como interessantes. Em somatório, estes números significam que 88% dos 18 sons gerados com Blendwave foram considerados interessantes por seus criadores. O tempo de realização médio para a criação dos 3 efeitos foi de 38,5 minutos, ou 12,8 minutos por efeito sonoro, cabendo considerar que um dos participantes se mostrou especialmente metucioso na busca da sonoridade ideal, demorando mais do que o dobro da média de tempo combinada dos demais. Descontando este usuário, o tempo médio cai para 10,4 minutos por efeito. Se por um lado já observamos, em Carroll et al (2009) que a utilização de métricas temporais nem sempre é apropriada para o trabalho criativo, por outro Blendwave tem seu enfoque no processo de prototipagem rápida, e a demora excessiva na realização de tarefas poderia representar obstáculos nesta direção. Todavia, uma média de 12,8 minutos para o primeiro uso é um bom indicativo de que a ferramenta está pronta até para cenários extremos como *game jams*, onde existe a pressão de um prazo muito curto para a criação de sons. Extrapolando estes números, um novato seria capaz de produzir até 37 efeitos sonoros numa jornada de 8 horas, que é uma quantidade superior à demanda média de uma *game jam*.

5.2.6.3 – Processo criativo e dificuldades encontradas

Um acréscimo em relação ao questionário de satisfação aplicado durante a etapa de protótipo foi a pergunta “Como foi seu processo criativo?”. As alternativas oferecidas foram “Exploratório: Brinquei com as funcionalidades até chegar a um som satisfatório”, “Pragmático: Imaginei um som específico e utilizei o Blendwave para alcançá-lo” e “Outros”. O objetivo da pergunta é compreender se usuário inicia seu processo com alguma espécie de visão criativa do som a ser gerado, conseqüentemente estabelecendo expectativas em relação à capacidade da ferramenta em concretizar esta visão, ou se simplesmente prefere experimentar com a combinação de possibilidades oferecidas pela ferramenta, “descobrimdo” o som pretendido através da exploração. Em outras palavras, amparado no que se discutiu anteriormente sobre as CSTs em Shneiderman (2007) e Cherry & Latulipe (2014), a pergunta busca compreender se o

modelo de uso de Blendwave foi mais condizente com o que geralmente se associa à criatividade (Exploratório), ou produtividade (Pragmático). Conforme o esperado, já que a Exploração é uma das dimensões chave associadas à criatividade no estudo de Carroll et al. (2009), todos os usuários assinalaram “Exploratório”. Surpreendentemente, no entanto, quatro usuários assinalaram também “Pragmático”, afirmando que seu processo era uma combinação dos dois fatores. Ainda que amparada em uma baixa amostragem, esta caracterização híbrida do processo de *sound design* atesta em favor de nosso método de avaliação, combinando métricas de usabilidade e de criatividade.

Outra questão atualizada neste formulário foi “Quais foram suas maiores dificuldades utilizando o Blendwave?”. Baseando-se nas dificuldades respondidas na primeira versão, onde a resposta era livre, apresentamos as seguintes opções: Terminologia, Comparação do som gerado com o som original, Utilização da Interface e Exportação do Som, além do campo “Outros”. As respostas a esta questão foram bastante heterogêneas, com “Terminologia” sendo a única tendência de destaque, apontada como dificuldade por metade dos respondentes. “Comparação do som gerado com som original” também ganhou dois votos, mas as demais respostas foram diferentes entre si, tendendo a representarem preferências pessoais de cada usuário, ao invés de uma percepção uniforme. A questão da terminologia sempre se apresenta como um desafio, pois um dos objetivos de Blendwave é cumprir a função pedagógica de aclimatar os usuários à terminologia utilizada em outras ferramentas de *sound design*, de modo a suavizar a transição para estas ferramentas. Em contrapartida, não é realista esperar que autores audiovisuais compreendam a correspondência sonora de termos abstratos como “ataque” ou “profundidade”, como de fato não ocorreu nos testes. Ideologicamente, nossa abordagem parte do pressuposto que não há como compreender certos parâmetros do universo do áudio digital sem tentar manipulá-los, o que poderia tornar menos relevante a terminologia utilizada, mas os testes revelaram que a maior parte dos usuários se preocupa com o fato de não compreender os termos utilizados, o que pode se tornar um obstáculo à experimentação. As tentativas de amenizar este efeito com rótulos amigáveis como “sacuda seu filtro” e “modele o volume ao longo do tempo” pareceram, por vezes, incomodar os usuários ao invés de ajudar.

5.2.6.4 – Resultados dos questionários

A média do SUS foi **82,5** (desvio padrão 12,75), o que representa um aumento razoável em relação aos 77,5 aferidos durante o primeiro teste. Utilizando novamente os valores médios de Sauro (2011) como referência, este valor significa que Blendwave agora alcançou o conceito A, figurando entre o grupo dos 10% sistemas melhor qualificados. Alcançar este ponto é gratificante, pois indica que os usuários consideram a ferramenta fácil de usar, o que sem dúvida é uma importante conquista em direção à democratização do *sound design*. No mais, constar entre a parcela de 10% dos sistemas melhor pontuados geralmente significa que “usuários tem mais propensão de recomendar o produto para um amigo.” (Sauro, 2011), representando um adicional ponto positivo para a popularização da ferramenta.

O CSI médio aferido foi **76,44** (desvio padrão 12,66). Conforme sugerido por Cherry & Latulipe (2014), é válido analisar este valor isoladamente e comparativamente. A análise isolada do índice indica que, embora Blendwave esteja muito acima da média, há melhorias a serem realizadas em termos de suporte à criatividade. Para que se possa localizar os aspectos a melhorar, é interessante utilizar os resultados de contagem e pontuação de fatores (em anexo). Os fatores considerados mais importantes pelos usuários durante a tarefa de *sound design* são, por uma margem significativa, **Exploração**, **Expressividade** e **Resultados Dignos do Esforço**. Destes, Expressividade foi o menos pontuado, com uma média de 14,83 para o valor máximo de 20. Isto significa que, embora tenham qualificado a maior parte dos sons gerados como interessantes, os usuários consideram que Blendwave ainda não proporciona o melhor conjunto de funcionalidades para que consigam realizar suas visões criativas. Relacionando esta hipótese com o que se observou durante os testes, podemos estipular alguns possíveis motivos, tais como:

- Biblioteca ainda limitada em termos de quantidade e variedade de sons
- Problemas com o envelope de Volume
- Dificuldades para compreender exatamente como os osciladores, envelopes, filtros e efeitos atuam sobre o som
- Quantidade limitada de efeitos DSP oferecidos pela seção “Efeitos”

Exploração é um fator que não pontuou mal, principalmente levando-se em conta que a ferramenta ainda não permite versionamento, duplicação ou qualquer maneira de salvar estados

durante o processo criativo. Outra deficiência apontada por alguns usuários neste quesito é a ausência de uma ferramenta de busca, para facilitar a localização de sons base por palavra-chave. Resultados Dignos de Esforço foi o fator melhor avaliado dentre os 3 mais relevantes. Embora ainda haja margem para melhoria, a avaliação condiz com o bom resultado obtido no SUS. Se o sistema é fácil de usar, é de se esperar que o usuário considere o resultado obtido digno do esforço empenhado.

A análise comparativa do CSI entre Bfxr e Blendwave foi bastante favorável em prol do último, confirmando algumas das suposições que deram origem a esta investigação. Com exceção de 3 usuários que já conheciam bem o Bfxr, os restantes demonstraram dificuldade em compreender a interface gráfica, o que gerou impacto na qualidade dos sons gerados. Embora nesta fase dos testes não fosse mais necessário pensar alto, uma parcela dos usuários fez questão de expressar seu descontentamento e confusão em relação à interface gráfica. Como consequência, a maior parte dos respondentes avaliaram a ferramenta muito mal nas declarações de concordância, o que resultou em um valor de CSI de **44,61**, que, por ser inferior a 5, “indica que a ferramenta não suporta o trabalho criativo muito bem” (Cherry & Latulipe, 2014: 21:8). Adicionalmente, apesar de a seleção do jogo Ivory Springs ter sido feita em função das capacidades do Bfxr, metade dos usuários afirmaram que a estética dos sons gerados era muito “retrô” e limitada para sonorizá-lo, o que ajuda a assegurar a decisão arquitetural de basear o mecanismo de Blendwave em *samples*, de modo a complementar o que já era oferecido por ferramentas similares. Uma última consideração sobre o comparativo é que as ferramentas não foram avaliadas em condições de igualdade, dado que todos os usuários estavam tendo contato com Blendwave pela primeira vez, ao passo que metade já conhecia o Bfxr. Esta condição contribui para sedimentar Blendwave como uma alternativa amigável desde o primeiro uso.

5.3 – Avaliação Quantitativa

5.3.1 – Preparação



Durante o teste realizado com o protótipo, o código de Blendwave já havia sido adaptado para o recolhimento de dados de uso quantitativo através da ferramenta Google Analytics. Com a adição de novas funcionalidades no aplicativo, sobretudo nas seções “Fonte Sonora” e “Saída”, esta integração precisou ser revista e atualizada para a nova bateria de testes. Com isto, garantiu-se o mapeamento de todos os eventos de mouse e teclado no sistema. Em adição a estes eventos, também era nossa intenção utilizar mapas de calor como auxílio visual no processo de interpretação dos dados. Após o levantamento de ferramentas adequadas para esta tarefa, optou-se pela suíte comercial “Hotjar” que, além da funcionalidade de mapas de calor, ainda proporciona gravações da tela e outras conveniências que auxiliam a refinar a coleta de dados quantitativos, aproximando-a do processo realizado nos testes qualitativos. Assim sendo, o código foi também adaptado para fornecer os eventos necessários para a API da Hotjar.

Com o amparo tecnológico propriamente estabelecido, os testes qualitativos foram aproveitados para também testar e validar os mecanismos de coleta de dados. O próximo passo seria o recrutamento do maior número possível de usuários através de chamadas em redes sociais, visto que optamos novamente pela realização do teste em caráter remoto, porém desta vez na modalidade assíncrona e não-moderada. Com efeito, os testes qualitativos piloto foram realizados e a coleta de dados funcionou a contento, tanto através do Google Analytics quanto pela Hotjar. Antes que os testes qualitativos fossem finalizados, e que qualquer estratégia de recrutamento pudesse ser estabelecida, no entanto, uma oportunidade única se apresentou: o advento da Global Game Jam, a maior *game jam* do mundo, ocorrendo simultaneamente em 803 localidades físicas distribuídas em 112 países diferentes ao redor do planeta (“Global Game Jam[®]”, [s.d.]). Conforme já foi recorrentemente mencionado nesta dissertação a *game jam* é um dos contextos fundamentais de utilização de Blendwave, portanto a oportunidade de testar a ferramenta na maior delas era indispensável.

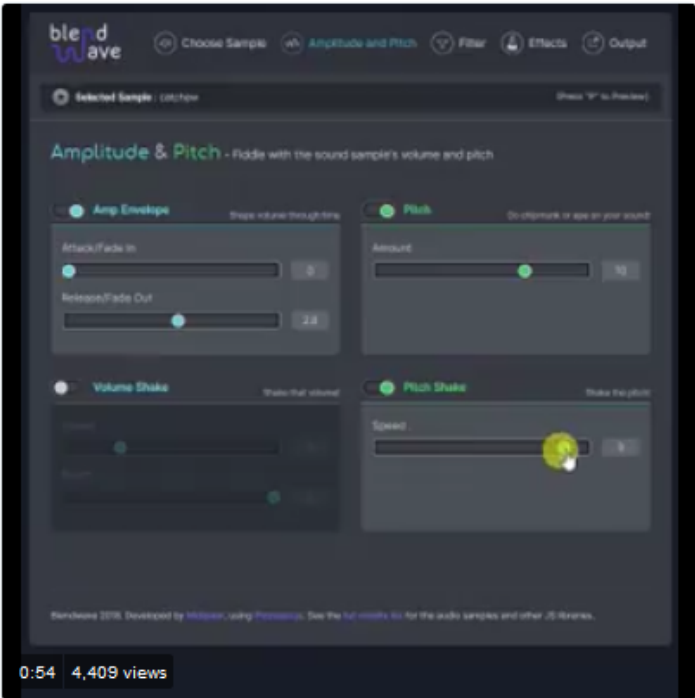
O recrutamento acabou sendo feito de forma improvisada, mas eficiente. Uma publicação informal foi feita através da rede social Twitter (Figura 5.4), convidando os participantes da Global Game Jam a utilizar Blendwave para criar seus sons. Em conjunto com a publicação, foi

incluído um vídeo da ferramenta sendo utilizada. Lançando mão de uma base pessoal de aproximadamente 1.000 seguidores na rede social Twitter, e apelando pela republicação por parte de outros desenvolvedores de jogos de nosso conhecimento, a publicação teve um excelente alcance orgânico: 90 republicações (*retweets*), 217 curtidas (*likes*), e o vídeo foi visualizado mais de 4.000 vezes. Como o Twitter é a rede social mais utilizada durante a Global Game Jam, esta difusão foi eficaz em gerar tráfego significativo para o servidor da ferramenta, o que garantiu a coleta das estatísticas desejadas.

Figura 5.4 – Publicação de recrutamento no Twitter


Werther  
@w_midipixel


YO, GLOBAL GAME JAMMERS! How about helping me Betatest Blendwave in a real Game Jam Scenario? I promise you'll rapidly come up with cool sounds for your games! Just visit beta.blendwave.net in your desktop browser and start making SFX! #indiedev #gamedev #GGJ18 #GGJ2018





0:54 4,409 views


9:44 PM - 25 Jan 2018

90 Retweets 217 Likes 

10 90 217 

Werther   @w_midipixel · Jan 25

Amigos @bakudas @ysperanza @pauladneves @peeteco @_Gabrielfer @misteaky @DidiGameBoy @ricardojuchem @matheuslrod @the_ximenes , se puderem RT para divulgar, agradeço imensamente! Seria fantástico ver todo mundo fazendo sonzinhos para a jam no Blendwave! Obrigado! ❤️

 Translate from Portuguese

(https://twitter.com/w_midipixel/status/956674103242567685)

5.3.2 – Resultados

A Global Game Jam ocorre ao longo de um final de semana. Dentro do limitado intervalo de 48 horas, equipes se empenham para concluir um jogo em estado não refinado, porém jogável. É uma experiência igualmente empolgante e estressante, onde a limitação de tempo leva os participantes a enfrentarem intensa privação de sono para alcançar o objetivo. Nestas circunstâncias, é inviável exigir que participantes cumpram um roteiro de tarefas pré-estabelecidas, como se pratica costumeiramente em testes de usabilidade quantitativos, portanto optamos por caracterizar nossa avaliação como um beta teste livre, de modo a estimular o uso livre e irrestrito da ferramenta, monitorando eventos e observando padrões de uso. Em sistemas extensos e complexos, onde se pode realizar uma grande variedade de tarefas, esta abordagem é contraindicada, podendo resultar em métricas confusas e inconclusivas. Meyer (2018) adverte quanto aos riscos de utilizar tarefas muito abertas em testes quantitativos, pois é difícil definir o conceito de sucesso quando há demasiada variabilidade nos dados coletados. Mas no caso de Blendwave, sabemos que existe essencialmente uma finalidade, que é gerar um efeito sonoro. Se o usuário consegue começar com um som da biblioteca, alterá-lo a contento, e exporta um som ao fim do processo, é seguro considerar que obteve sucesso. Ademais, no contexto de uma *game jam*, sabemos também que o destino dos sons gerados será um jogo eletrônico. A combinação destas características com ferramentas como mapas de calor e gravação de tela nos permitem utilizar as métricas aferidas para chegar a algumas conclusões com baixa margem de erro.

5.3.2.1 – Visão Geral

Durante o evento, que ocorreu entre os dias 26 e 28 de janeiro de 2018, o Google Analytics registrou 922 sessões, realizadas por um total de 617 usuários, dos quais 66,7% foram novos e 33,3% recorrentes. 97,19% dos usuários acessaram a URL a partir de navegadores modernos, que suportam a Web Audio API, o que indica que a imensa maioria não deve ter encontrado entraves técnicos ocasionados pela incompatibilidade com esta API. Em termos de sistema operacional, 86,44% utilizam sistemas operacionais desktop (Windows, Mac OS ou Linux). Esta informação é relevante, pois a interface gráfica de Blendwave ainda não está adaptada a dispositivos móveis, e por este motivo um aviso é exibido para os usuários que

acessam a partir destas plataformas. Este fator também sem dúvida contribui para a elevação da taxa de rejeição, já que o anúncio foi feito via Twitter, uma rede social acessada via dispositivos móveis por 80% de seus usuários (“Twitter 2017 Annual Report”, [s.d.]).

Em termos de duração de cada utilização, a métrica adequada do Google Analytics a se levar em conta não é a “duração média da sessão”, mas o “tempo médio na página”, já que esta métrica só considera a permanência de usuários que não rejeitaram a página, oferecendo um retrato mais coerente da utilização ativa do aplicativo (“Google Analytics”, 2015). Este tempo médio foi de 07:52, que se aproxima do tempo médio de 10 minutos para a realização de um efeito sonoro aferido durante os testes qualitativos, descontando-se o usuário que desviou do padrão. Para ampliar a compreensão sobre o tempo de sessão, alguns dados interessantes podem ser obtidos através da Hotjar através da listagem dos vídeos de utilização registrados (Figura 5.7). Durante o mesmo período, a ferramenta registrou as sessões de uso de 569 usuários. A diferença entre os números aferidos por Google Analytics e Hotjar se deve sobretudo à utilização de plug-ins bloqueadores de publicidade, que tendem a ser mais rigorosos com ferramentas de rastreamento como a Hotjar. Filtrando o conjunto de dados para que sejam exibidas somente as sessões de pelo menos 5 minutos, com interação mínima entre 3 painéis, obtém-se 102 registros. Embora este intervalo de tempo seja muito inferior ao valor médio aferido durante os testes qualitativos, o contexto frenético de uma *game jam* requer que os participantes otimizem ao máximo seu tempo de utilização, diferentemente do ambiente relaxado do teste remoto, onde não foi estipulado um tempo limite para a confecção dos sons. Assim sendo, é razoável assumir que estes 102 acessos representam o uso ponderado da ferramenta. Refinando mais ainda os dados para uma duração mínima de 10 minutos de utilização, obtém-se 62 registros. Ou seja, pelo menos 10% das sessões de uso registradas pela Hotjar igualaram o tempo médio para a criação de um som nas condições ideais de utilização. É sempre válido lembrar que estas métricas se referem, excetuando as sessões recorrentes, a usuários sendo expostos à ferramenta pela primeira vez.

Figura 5.5 – Lista de gravações da Hotjar com filtro aplicado

#	USER	PAGES	# PAGES	TIME	OS	DATE	Actions
577	ea4906dc	/p=wavePanel /p=exportPanel	15 pages	10:52	Windows	28th January	Play
560	a3bbe5b	/p=wavePanel /p=exportPanel	26 pages	15:28	Windows	28th January	Play
555	8dae98e8	/p=wavePanel /p=exportPanel	17 pages	13:07	Windows	28th January	Play
552	61d428ab	/p=wavePanel /p=fxPanel	40 pages	26:51	Windows	28th January	Play
549	7e7e8e58	/p=wavePanel /p=exportPanel	32 pages	23:41	Windows	28th January	Play
543	5d8a3175	/p=wavePanel /p=fxPanel	5 pages	12:00	Windows	28th January	Play
531	b3e1ff81	/p=wavePanel	1 page	10:11	Windows	28th January	Play
530	1a84d455	/p=wavePanel /p=envolopePanel	33 pages	47:16	Windows	28th January	Play

5.3.2.2 – Comportamento dos usuários

A seção de “Eventos” do Google Analytics (em anexo) é onde se encontram os *insights* mais valiosos sobre a utilização de Blendwave, pois ali se pode verificar as métricas dos 39 eventos de mouse e teclado que mapeamos intencionalmente via Javascript, o que permite o levantamento do volume de interação por painel, ou até por componente de interface.

As ações mais realizadas pelos usuários, não surpreendentemente, estão relacionadas com a funcionalidade básica de ouvir o som: a navegação entre os sons da biblioteca (“*Change File*”) e os comandos de reprodução (“*Preview Audio*” e “*Click To Play*”). É interessante observar que, apesar do problema de usabilidade identificado durante a avaliação qualitativa, onde uma parcela significativa dos usuários ignorou o rótulo “Aperte ‘P’ para *Preview*”, a maior parte dos usuários utilizou o teclado para este fim, registrando 15.989 eventos da tecla P contra 6.691 cliques no botão de *preview*. Ainda assim, a análise dos mapas de calor (Figuras 5.10 a 5.14) torna claro que a interação com o botão de *preview* é muito significativa, o que novamente caracteriza uma questão de usabilidade a ser remediada. Outra característica perceptível nos mapas de calor é uma clara tendência à navegação linear entre os painéis. Com exceção do painel “Saída”, o

último da sequência linear, em todos os painéis pode-se constatar uma incidência muito alta de cliques no item de navegação que leva ao painel imediatamente seguinte. Esta tendência de navegação constata o sucesso da utilização do paradigma de interface *wizard*, cujo objetivo é de fato criar uma linearidade no processo, estimulando o usuário a explorar todas as possibilidades da ferramenta.

No painel “Fonte Sonora” foi registrada a maior quantidade de eventos em todo o sistema, totalizando 21.224 cliques. Tais dados são coerentes com as características funcionais de um *sampler*, que requer a seleção inicial de uma amostra de som para operar, obedecendo também a intencionalidade do *design* da interface, já que o painel foi posicionado como ponto de entrada obrigatório da ferramenta. Ademais, baseando-se no que se observou nos testes qualitativos, o momento da seleção da fonte sonora é efetivamente onde os usuários investem a maior parte do seu tempo, engajados em uma busca criteriosa por uma sonoridade que, desde o início, já se aproxime de suas metas criativas. Ainda neste painel, o mapa de calor (em anexo) revela bastante atividade na área de visualização da onda sonora, onde atualmente a única funcionalidade oferecida é definir um ponto inicial para a reprodução da amostra sonora. Esta tendência pode indicar uma inclinação dos usuários no sentido de manipular a onda diretamente, o que pode servir como base para futuras investigações nesta direção.

A atividade nos demais painéis foi desequilibrada em favor de “Amplitude e Pitch” e “Efeitos”, que registraram uma quantidade de eventos muito superior aos restantes. A expectativa era de alto volume de interações no painel “Efeitos” onde afinal se encontra a maior variedade de oportunidades de manipulação do som. Além disto, o termo “efeitos” é universalmente empregado para simbolizar a manipulação do som em sistemas que oferecem esta funcionalidade, o que torna factível a atração intuitiva dos usuários por este painel. A surpresa ficou por conta do painel “Amplitude & Pitch” que, com 6.778 eventos registrados, foi o painel mais manipulado dos quatro. Uma possível explicação é novamente o modelo linear de navegação adotado pelos usuários, que sugere este painel como o primeiro passo lógico após a escolha do som. Outra constatação válida é que os painéis mais acessados são aqueles que proporcionam as alterações mais perceptíveis no som. Só o controle de Pitch, por exemplo, foi manipulado 1.588 vezes, o que representa 23% da atividade neste painel. Em contrapartida, o

painel “Filtro”, que possui quatro possíveis controles, registrou 2.535 eventos, o que demonstra um relativo baixo interesse por parte dos usuários por este modo de manipulação do som que, por vezes, não é tão perceptível quanto os demais efeitos oferecidos pela ferramenta.

Apesar de toda a informação que o rastreamento dos eventos possa conter, as revelações mais esclarecedoras sobre o comportamento dos usuários estão nos vídeos registrados pela Hotjar. Ao reproduzir estas gravações, é possível observar tudo o que o usuário fez durante a sessão de uso, com a adição de amparos visuais que mapeiam o percurso do mouse e os eventos por ele gerados (Figura 5.8). Após a reprodução de aproximadamente 30 gravações, a maior parte das quais provenientes de sessões superiores a 10 minutos, fica evidente que a utilização da ferramenta durante a Global Game Jam foi muito diferente daquela observada durante os testes qualitativos. De modo geral, os vídeos retratam um padrão de uso experimental e pouco eficiente, onde os usuários passam muito tempo navegando na biblioteca de sons, experimentam com algumas possibilidades no painel “Amplitude e Pitch”, eventualmente aplicam efeitos, e abandonam a página sem exportar o som. Com efeito, a tabela de eventos (em anexo) confirma que o botão “exportar WAV” só foi acionado 235 vezes e, a julgar pelos vídeos, a maior parte destas exportações foi realizada por um número pequeno de usuários.

Ainda durante o período da Global Game Jam, 6 usuários utilizaram o botão de *feedback* proporcionado pela Hotjar, um dos quais relata um problema técnico, enquanto os cinco restantes são mensagens favoráveis, elogiando diferentes aspectos do sistema. Destes depoimentos, um merece destaque (Figura 5.9), pois foi proporcionado por Karen Collins (“Karen Collins”, 2013), educadora e renomada acadêmica da área de áudio para games:

“Eu utilizaria algo assim em minhas aulas de *sound design* para principiantes, pois é fácil de enxergar o que as coisas fazem, ao contrário de ferramentas como Audacity ou Audition, que sobrecarregados com opções e detalhes.”

O reconhecimento da clareza da interface de Blendwave, e de seu potencial como ferramenta educacional vindo de uma especialista do domínio é um indício extremamente positivo. Apesar do caráter informal da afirmação, as características elogiadas coincidem com as diretrizes de *design* da ferramenta: simplicidade e foco no usuário principiante.

Em última análise, os dados aferidos dão a entender que um número significativo de participantes da Global Game Jam se interessou por Blendwave, mas somente uma minoria optou por dedicar tempo suficiente à ferramenta para compreender sua funcionalidade a ponto de gerar sons satisfatórios. A conclusão mais provável é que, apesar de o contexto de uma *game jam* ser uma excelente caracterização do cenário de prototipagem rápida, o alto grau de estresse e distração do evento favorece a utilização de ferramentas com as quais os desenvolvedores já possuam afinidade, ao invés de uma nova proposta. Por mais que tenhamos envidado esforços para simplificar a ferramenta ao máximo, seu uso aparentemente ainda não é intuitivo o suficiente para que desenvolvedores apressados se sintam capacitados a criar sons rapidamente, ao contrário do que se observou no ambiente mais amigável da avaliação qualitativa.

Figura 5.6 – Reprodução de uma sessão de uso registrada pela Hotjar

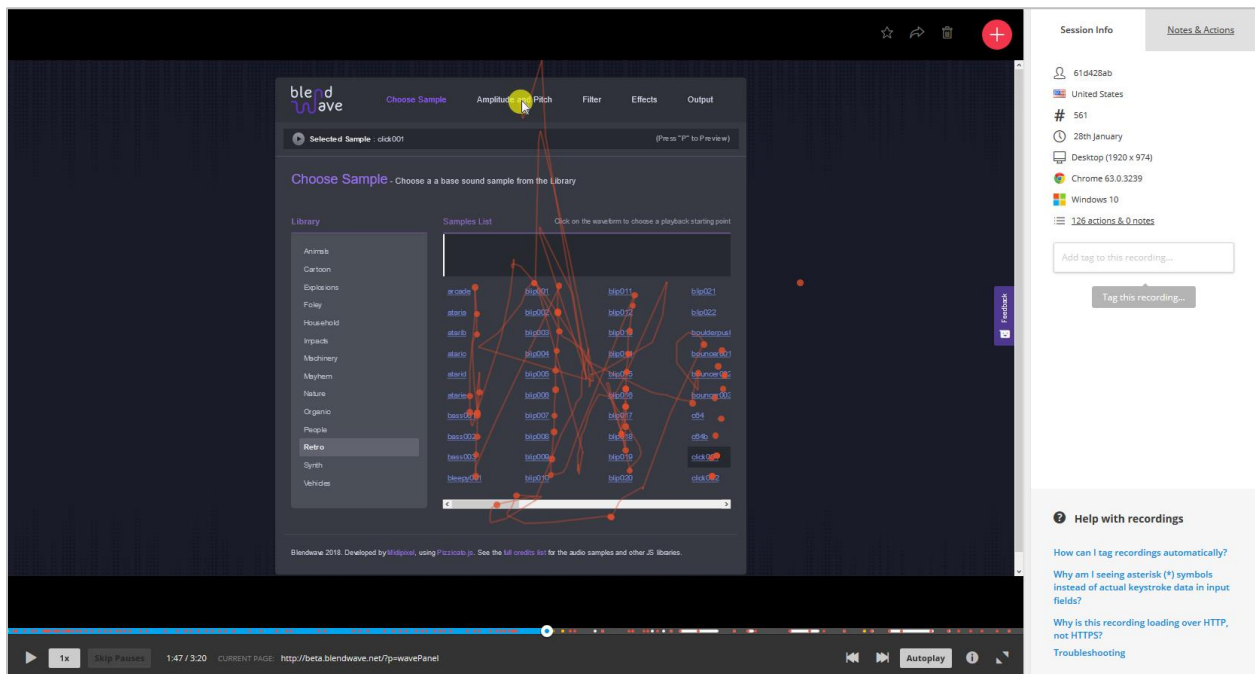



Figura 5.7 – Feedback da especialista em áudio Karen Collins

 “ very cool! I like how you explain the effects . Would be cool to have an upload your own file but I know that can be a pain because people don't know about formats and you'd have to temporarily store them on the server for them. I would use something like this in my beginner sound design class because it's easy to see what things do, unlike something like Audacity or Audition which is kind of overloaded with options and details for tweaking things. I wonder if you could talk to Freesound and get them to build this into their site? Would be really cool! --karen ”

blend wave Choose Sample Amplitude and Pitch Filter Effects Output

Selected Sample : ss3 (Press "P" to Preview)

Choose Sample - Choose a base sound sample from the Library

Library

- Animals
- Cartoon
- Explosions
- Foley
- Household
- Impacts
- Machinery
- Mayhem
- Nature
- Organic
- People
- Retro**
- Synth
- Vehicles

Samples List Click on the waveform to choose a playback starting point

arcade	blp001	blp011	blp021
atari	blp002	blp012	blp022
atari2	blp003	blp013	boulderpost
atari3	blp004	blp014	bouncer001
atari4	blp005	blp015	bouncer002
atari5	blp006	blp016	bouncer003
base001	blp007	blp017	cl4
base002	blp008	blp018	cl4b
base003	blp009	blp019	click001
blmp001	blp010	blp020	click002

Blendwave 2018. Developed by Midiplex, using Pizzicato.js. See the full credits list for the audio samples and other JS libraries.


RESPONSE DETAILS

3

[?p=wavePanel](#)


USER DETAILS


[11d0686b](#)


 Canada


[Left blank](#)


SESSION DETAILS

 26th January

 Desktop (1618 x 945)

 Chrome 64.0.3282

 Mac OS X 10.12.6

 Delete

6. Considerações finais

A semente desta investigação foi a identificação de uma lacuna no ferramental utilizado para a criação do som nos meios audiovisuais. De um lado, observamos uma série de ferramentas complexas como as DAWs e Patchers, muitas vezes construídas com o objetivo primário de composição musical, e adaptadas para o *sound design*. De outro, utilitários como sfxr foram projetados com o objetivo específico de criar efeitos sonoros, mas oferecem um espaço restrito de possibilidades expressivas. Para o pesquisador, contribuir para o preenchimento desta lacuna no domínio das ferramentas de suporte à criatividade significava também ganhar uma ferramenta educacional para utilização em sala de aula, na introdução autores de obras audiovisuais ao maravilhoso universo do som. Para além da contribuição para estes autores e docentes de *sound design* através de um sistema computacional, entretanto, esta dissertação, como componente teórico da *Practice-based Research* representa a aplicação de um processo metodológico estruturado à investigação da simples ideia de combinar as características democráticas dos *samplers* com a ubiquidade e acessibilidade da Web. Neste capítulo, refletiremos sobre este processo em contraponto às questões de pesquisa e objetivos originais.

6.1 – Reflexão sobre as questões de pesquisa

A partir do problema identificado, foram formuladas duas complexas questões de pesquisa, cujas respostas dificilmente poderiam ser inteiramente alcançadas no curto período dentro do qual nos propusemos a explorá-las. Na *Practice-Based Research*, a maior contribuição para o conhecimento não vem necessariamente na forma de respostas concretas, mas através de um artefato tangível que ajude a repensar as perguntas originais, acompanhado da documentação do processo de amadurecimento do *framework* do praticante (Edmonds & Candy, 2010). Sob esta ótica, neste momento é interessante tornar às questões de pesquisa iniciais, refletindo acerca dos ciclos de prática e investigação realizados em direção a elas, e identificando outras questões que naturalmente emergiram ao longo do processo.

6.1.1 – Primeira questão

“Como contribuir para a desmistificação e democratização do processo de sound design, tornando-o mais acessível para autores de obras audiovisuais?”

Esta questão tem ramificações conceituais cuja abrangência vai muito além do que poderia ser respondido pelo desenvolvimento de um simples artefato, mas para rascunhar uma

resposta à luz de nosso percurso investigativo, é válido revisitar a hipótese que o originou. Ao início desta investigação, estabelecemos que o ferramental popularmente estabelecido para a prática de *sound design* não é adequado para autores de obras audiovisuais leigos, por ser composto por aplicativos demasiadamente complexos ou musicalmente enviesados. A estratégia adotada para verificar esta hipótese foi a elaboração de um artefato simples, porém suficientemente expressivo, e desprovido de alusões ao universo musical.

O que se verificou com Blendwave, em todas as avaliações realizadas, foi a ausência de qualquer atrito inicial em sua utilização. Os usuários familiarizaram-se imediatamente com o ponto de partida, que é a escolha de um som conhecido, e o processo de manipulação deste som através dos demais painéis fluiu de forma intuitiva. Não é possível afirmar com absoluta certeza que tais resultados se devem exclusivamente à desassociação com a música, e é difícil verificar este tipo de causalidade através de métodos de avaliação, mas a simplicidade atingida pela interface de Blendwave, quando comparada a uma DAW, está diretamente relacionada à desnecessidade de suportar a utilização musical. O mesmo pode ser afirmado em comparação a um *Patcher*. Ao contrário destes ambientes complexos, que contemplam um cenário diverso de utilizações, Blendwave é focado em seu objetivo, tal como as ferramentas em que foi inspirado, o que reduz o cenário de utilização para somente uma possibilidade: começar com uma *sample*, e finalizar com um efeito sonoro. A característica que levou Blendwave a pontuar bem no SUS e no CSI, portanto, foi uma **simplicidade** que dificilmente pode ser atingida por sistemas que buscam atender a diversos perfis de usuário e cenários de utilização.

Um problema detectado em Blendwave, também em todas as avaliações, foi o uso de terminologia especializada. Nos testes qualitativos, muitos usuários reportaram “não saber o que estavam fazendo”, ou então afirmavam que não sabiam bem o que aqueles termos significavam, portanto iriam experimentar para descobrir. Com a intenção de explorar o potencial educativo da ferramenta, apostamos na possibilidade onde este processo de experimentação ajudaria a elucidar as dúvidas conceituais, fazendo a ponte entre o termo abstrato e seu efeito prático no campo sonoro. Contudo, por muitas vezes foi possível perceber que a ignorância em relação ao conteúdo textual representava uma barreira à utilização do artefato. Em algumas das gravações de tela realizadas durante a Global Game Jam, é possível observar que certos usuários perdem o

interesse na ferramenta após a escolha inicial do som, e embora possa haver muitas explicações para isto, a terminologia é uma delas. O reconhecimento do emprego de terminologia especializada como um problema de usabilidade contribui para caracterizar este aspecto de Blendwave também como um obstáculo ao processo de democratização. Democratizar é tornar acessível, removendo barreiras. A terminologia ainda é uma barreira a ser derrubada, mas Blendwave eliminou outros obstáculos ao aprendizado do *sound design* ao ser oferecida gratuitamente, através do simples acesso a uma URL por um navegador Web. *Samplers* são, historicamente, ferramentas acessíveis. Um *sampler* online, gratuito e acompanhado de uma biblioteca de sons demonstrou ser um grande passo em direção ao ideal democrático.

Em suma, Blendwave não é a resposta definitiva para a primeira questão, mas sua construção e avaliação se apresentaram como um eficiente método investigativo para se aproximar de uma resposta. Com base nos resultados das avaliações, realizadas sobre um artefato em versão beta, com muito a melhorar, é possível afirmar que o desenvolvimento de um sistema computacional é, com efeito, uma das maneiras de contribuir para a democratização do processo de *sound design*. E, no cerne desta contribuição, estão os ideais de promover a expressividade através da simplicidade e a de fomentar a democratização do conhecimento a partir da remoção de barreiras.

6.1.2 – Segunda questão

“Como desenvolver uma ferramenta para a criação de efeitos sonoros que gere resultados expressivos com o mínimo de esforço por parte de seus usuários?”

Em face do que se constatou nesta investigação, pode-se afirmar que esta questão agora admite uma possível resposta: construa um *sampler* online, simplifique sua interface ao máximo, evite utilizar jargão na comunicação textual, e capriche na elaboração da biblioteca. É necessário, claro, elaborar sobre os aspectos únicos desta pesquisa que nos permitiram chegar a esta conclusão.

No início desta dissertação, afirmamos que o *sound designer* é como um fotógrafo do som. A fotografia pode ser uma atividade altamente especializada, realizada através da utilização de câmeras sofisticadas, cujas imagens são refinadas em ferramentas complexas como o Adobe Photoshop. Mas pode também ser uma atividade trivial, ao alcance de todos. De fato, nos tempos

atuais, qualquer pessoa pode se expressar com a câmera de seu telefone móvel, e realizar ajustes e refinamentos através de aplicativos amigáveis. Através desta investigação, constatamos que o *sampler* pode ser utilizado, de maneira análoga, como uma ferramenta amigável para facilitar a atividade de *sound design* de maneira expressiva, simples e lúdica. Como se verifica na história da computação musical, este formato de instrumento por muitas vezes tornou a experimentação do som acessível para leigos. Blendwave é uma iniciativa bem-sucedida para tornar a acessibilidade e expressividade dos *samplers virtuais* transparente para autores de obras audiovisuais, ao transferir seu uso das DAWs para o ambiente democrático da Web.

A presença online de Blendwave foi, de fato, um fator chave na investigação. A possibilidade da implementação de uma ferramenta deste tipo em navegadores sem a utilização de plug-ins é, todavia, um advento recente. Esta investigação é um produto de sua época, e não poderia ter sido conduzida sem a existência e adoção da Web Audio API por parte dos navegadores. Todas as vantagens oferecidas por esta API, conforme listadas no Capítulo 2 (Wyse & Subramanian, 2013), foram instrumentais na condução desta pesquisa. Talvez a mais relevante tenha sido a rica diversidade de bibliotecas. Sem o emprego de Pizzicato.js, Recorder.js, Wavesurfer.js e Vue.js, teria sido muito difícil chegar ao momento das avaliações com um produto suficientemente maduro. E estas avaliações teriam sido impossíveis sem conectividade e facilidade de acesso da Web, que possibilitaram a exposição da ferramenta a uma parte do enorme público da Global Game Jam e a conseguinte aferição de variadas métricas de utilização através de ferramentas de fácil configuração.

A utilização da *Practice-Based Research* como metodologia central, aliada ao processo convencional de Design de Interação para o projeto e construção do artefato de acordo com um paradigma de aprimoramento iterativo é peça final na resposta para a segunda questão de pesquisa. O método baseado na prática permite que o pesquisador-praticante imprima sua individualidade ao trabalho sem desviar das exigências de uma investigação científica, o que foi fundamental para aliar a motivação de uma jornada pessoal com uma contribuição sistemática para o corpo de conhecimento coletivo. Edmonds & Candy (2010) enfatizam a importância do ciclo teoria-prática-avaliação durante o processo investigativo, e foi a aplicação deste ciclo, por duas vezes, que possibilitou responder à supracitada questão com segurança.

6.2 – Revisão dos objetivos de pesquisa

6.2.1 – Objetivo geral

Nosso objetivo geral foi definido no primeiro capítulo como ***“investigar, através do processo de desenvolvimento de uma ferramenta de suporte à criatividade (CST) dedicada ao sound design, um modelo de uso amigável para autores de obras audiovisuais, de forma a compreender como ferramentas nesta modalidade podem incentivar a adoção da prototipagem sonora nos estágios iniciais da ideação de artefatos digitais.”***

A meta geral foi indubitavelmente atingida. Blendwave é uma CST voltada para o *sound design* cujo modelo de uso baseado no paradigma de interface wizard, a partir de uma biblioteca de som, se constatou amigável através de processos de avaliação que comprovaram sua usabilidade e suporte à criatividade. A adoção da prototipagem sonora no processo de ideação de artefatos digitais já é uma meta mais ambiciosa, e se Blendwave não é a solução definitiva para esta mudança de mentalidade coletiva, é uma iniciativa testada e incisiva nesta direção. Os resultados desta pesquisa indicam que ferramentas simples, acessíveis, democráticas e focadas num objetivo claro podem ser utilizadas com sucesso para introduzir conceitos complexos como o *sound design* para um público leigo. Durante as avaliações, a maior parte dos participantes mencionou espontaneamente o benefício que Blendwave poderia oferecer para a prototipagem de sons durante a elaboração de jogos ou animações, tanto para comunicar suas intenções para um *sound designer* profissional no formato apropriado, como em relação à possibilidade de introduzir ideias sonoras desde o princípio em seu ciclo criativo, testando sua adequação ao conceito geral.

O ímpeto por trás de Blendwave não termina com esta investigação. Nossa expectativa é continuar aprimorando e divulgando a ferramenta, com a expectativa que sua utilização continuada no contexto educativo e em eventos de prototipagem rápida como *game jams* funcione como incentivo para que estes autores contemplem, cada vez mais, a criação sonora como parte natural de seu processo criativo.

6.2.2 – Objetivos específicos

Os objetivos específicos desta pesquisa também foram atingidos, com diferentes níveis de sucesso. Foram eles:

Identificar ferramentas e paradigmas de criação de som populares dentre usuários não especializados, fora do universo das DAWs e Patches.

O levantamento de sistemas de computação musical realizado para esta pesquisa foi compreensivo, revelando um vasto ecossistema que vai muito além do apresentado no capítulo 2. No próprio universo de aplicativos concebidos com a Web Audio API (“Web Audio Weekly”, [s.d.]), é possível identificar uma miríade de opções construídas com o leigo em mente e, como é comum na Web, esta oferta cresce a cada dia. No entanto, na vasta maioria dos casos, estes sistemas se apresentam como opções alternativas ou divertidas para se fazer música. Assim como ocorre com as DAWs, é possível subverter muitas destas ferramentas para realizar o *sound design*, mas nossa meta era exatamente identificar opções fora destas características. Neste sentido, o panorama é bastante escasso, e *sfxr* e seus clones se destacaram como as únicas opções realmente populares. Por este motivo, *sfxr* e *Bfxr* foram tão relevantes ao longo da pesquisa, sendo inclusive utilizados para a avaliação comparativa do CSI.

Aferir as capacidades de uma ferramenta online, desenvolvida dentro das normas estipuladas pelos Padrões Web em atender às demandas de criação e prototipagem de efeitos sonoros.

As capacidades de *Blendwave* não são sinônimo do que pode ser atingido com a Web Audio API, e é possível encontrar exemplos mais sofisticados, como o próprio *Gibber* (Roberts et al., 2015), analisado no capítulo 2. Dito isto, é possível afirmar com segurança que *Blendwave* explora a maior parte das capacidades oferecidas pela biblioteca *Pizzicato.js*, atendendo a praticamente todas as demandas básicas de criação e prototipagem de efeitos sonoros, com uma notável exceção: a possibilidade de realizar o *time stretch*. Esta funcionalidade, que possibilita o ajuste da duração do som sem impacto na altura (*pitch*), foi solicitada por um grande número de usuários avaliados. Sua implementação demanda o desenvolvimento de um algoritmo mais sofisticado, muitas vezes baseado em síntese granular, e não é oferecida por nativamente pela Web Audio API, e nem pela *Pizzicato.js*. Isto não significa que é impossível atingir tal efeito, pois

na especificação da API está prevista a capacidade de desenvolver efeitos DSP customizados, através da interface *Audio Worklet* (“The AudioWorklet Interface”, [s.d.]). O único problema é que, neste momento, a interface ainda não foi adotada por todos os navegadores, motivo pelo qual Blendwave e outras ferramentas baseadas na Web Audio API precisarão aguardar para proporcionar o *time stretch* a seus usuários.

Identificar possíveis pontos de atrito no processo de aprendizado da manipulação do som através de ferramentas digitais

Conforme mencionado, o maior ponto de atrito identificado através de Blendwave foi possivelmente a terminologia. Foi notável constatar como a incompreensão de determinados termos resultava no receio em manipular aquele parâmetro por parte de certos usuários. Em adição, muitos usuários sentiram falta da presença de mais *feedback* visual para auxiliá-los a compreender exatamente o efeito suas manipulações estavam surtindo no som. Esta é uma concessão sobre a qual relutamos, por acreditar que parte indispensável do ensino do som é precisamente treinar os ouvidos, ao invés de depender dos olhos para tomar decisões. Ao longo do processo de avaliação de Blendwave, diversos pontos de atrito adicionais foram identificados e documentados nos capítulos 4 e 5.

Identificar, através de avaliações de usabilidade, os modelos mentais e padrões de comportamento do público-alvo durante a atividade de criação de efeitos sonoros.

De todos os objetivos específicos, este talvez seja o único em que as expectativas não somente foram alcançadas, mas superadas. A aplicação de 3 avaliações de usabilidade ao longo do desenvolvimento, sendo uma delas durante um evento de global que só ocorre em um final de semana por ano, foi um grande êxito desta investigação. A “descoberta” do CSI como um método estruturado e bem documentado, cujas características atendiam exatamente o que se pretendia avaliar em Blendwave foi também, indubitavelmente, um dos pontos altos do processo de avaliação.

Cada uma das avaliações foi planejada e aplicada individualmente de acordo com suas necessidades específicas, e todas atingiram seus objetivos. Na avaliação do protótipo, as metas eram observar o funcionamento em sala de aula, medir seu potencial como ferramenta educativa e validar as ideias geradas durante o design conceitual. Por este motivo, a aplicação do teste foi

menos rígida, mas ainda assim valiosa, gerando *insights* essenciais para a construção da versão beta. O segundo teste qualitativo, pelo contrário, foi aquele com maior planejamento e controle. A metodologia de teste remoto funcionou perfeitamente, permitindo o registro de todas as sessões para análise posterior, e a aplicação do CSI de forma comparativa e do SUS contribuíram para que se pudesse avaliar o artefato sob diferentes óticas. Por fim, a avaliação durante a Global Game Jam foi fruto de oportunismo, e embora naquele momento de estresse os usuários estivessem menos dispostos a aprender uma nova ferramenta, a quantidade e diversidade de dados aferidos proporcionaram muitos indícios sobre os pontos do sistema que precisam de melhorias mais urgentes, complementando o que havia sido aferido nos testes anteriores.

6.3 – Trabalhos futuros

Num mundo ideal, teria sido possível realizar ainda mais um ciclo de desenvolvimento e avaliação, o que nos permitiria aplicar os aprimoramentos prioritários, promovendo o aplicativo para além da versão beta, e avaliá-lo novamente. Mas, embora este ciclo adicional não tenha sido possível no escopo desta investigação, Blendwave segue como uma jornada pessoal que está longe de seu desfecho.

Em virtude da divulgação realizada para a Global Game Jam, o artefato ganhou alguma tração entre a comunidade de desenvolvimento de jogos (“BlendWave -- Awesome & Free Sound Effects Creation Tool”, [s.d.]), e a versão beta tem registrado acessos diários até então. Esta resposta positiva da comunidade fortalece a já presente ambição pessoal de continuar aprimorando a ferramenta, até que ela possa ser considerada uma alternativa completa para a prototipagem rápida de sons. Para atingir esta meta, ainda é necessário corrigir as principais deficiências identificadas durante o processo de avaliação, e trabalhar em algumas funcionalidades que estavam no plano inicial, mas não puderam ser implementadas em tempo hábil. Em resumo, os próximos passos no desenvolvimento de Blendwave são:

- **Interface responsiva** – A ubiquidade e portabilidade da Web, e o crescente acesso a partir de dispositivos móveis diversos, requerem que aplicativos Web modernos sejam desenvolvidos de acordo com a filosofia do Web Design Responsivo, segundo a qual um artefato Web deve se adaptar ao dispositivo do usuário (Marcotte, 2014). Em Blendwave, a escassez de tempo resultou na priorização do

ambiente desktop, que representa o local onde majoritariamente se pratica o *sound design*. No entanto, como a Web Audio API também é suportada por versões modernas de navegadores móveis, nossa intenção é tornar a interface responsiva o quanto antes.

- **Ampliação da biblioteca de sons** – Por algumas vezes ao longo desta dissertação, afirmamos que um *sampler* só é tão expressivo quanto a variedade de sons que o alimentam, e isto se comprovou em nossas avaliações. Tanto através de mensagens pelo *widget* de feedback, como durante as avaliações qualitativas, usuários solicitaram uma variedade maior de sons iniciais para aumentar suas possibilidades criativas.
- **Busca de sons por palavra-chave** – Esta funcionalidade é uma das mais requisitadas pelos usuários. É natural que sistemas com bancos de dados extensos ofereçam a funcionalidade de busca, e a biblioteca de Blendwave já é grande o suficiente para que usuários tenham expressado o desejo de buscar sons por palavra-chave. Este problema só vai se intensificar com o aumento da biblioteca, o que faz com que o aprimoramento seja prioritário.
- **Registro persistente do trabalho** – A maior parte dos sistemas computacionais permitem o registro do trabalho num formato padronizado. Blendwave permite a exportação do som ao final do processo, mas ainda não oferece um mecanismo de armazenamento dos parâmetros manipulados. Shneiderman (2007) salienta a importância de oferecer o registro histórico do trabalho em CSTs, portanto a funcionalidade sempre esteve nos planos. Por demandar a utilização de um banco de dados, o que aumentaria a complexidade do projeto, esta funcionalidade acabou caindo em prioridade, mas os usuários expressaram esta necessidade em repetidas ocasiões.
- **Múltiplos canais de áudio** – A maioria das CSTs dedicadas ao som possibilitam a interação entre múltiplos canais de áudio. Curiosamente, esta possibilidade era tão prioritária no planejamento inicial que influenciou o nome do aplicativo, que alude à mesclagem entre ondas sonoras. No desenrolar do projeto, os desafios

representados por um único canal de áudio não permitiram que esta funcionalidade fosse implementada em tempo hábil, mas ainda a consideramos essencial para a plena realização da visão inicial de Blendwave.

- **Clarificação da licença de uso dos sons** – Alguns usuários expressaram preocupação em utilizar Blendwave por não terem certeza se a licença dos sons permitiria o uso em suas obras. Ficou claro que é necessário aprimorar a forma como esta informação é transmitida a partir da interface, para que este questionamento não aliene uma parcela do público-alvo.

Este conjunto de funcionalidades, aliado à pequenos ajustes e correções de *bugs* detectados durante os testes, já são suficientes para constituir mais um ciclo do projeto, e estão em nossos planos de curto prazo para o lançamento da primeira versão oficial de Blendwave. A estrada à frente ainda é longa, mas promissora, e o desenvolvimento da ferramenta segue, amparado na certeza que esta dissertação deu origem a uma contribuição relevante para o campo das práticas criativas sonoras.

Bibliografia

- 1000+ Free Sound Effects, Music Tracks & Loops for Game Development. (2015, março 24). Recuperado 24 de março de 2018, de <https://superdevresources.com/free-music-sound-effects-games/>
- Ableton Live | Ableton. ([s.d.]). Recuperado 31 de janeiro de 2018, de <https://www.ableton.com/en/live/what-is-live/>
- Adenot, P., & Wilson, C. (2015). Web Audio API. Recuperado 6 de fevereiro de 2018, de <https://www.w3.org/TR/webaudio/>
- Afonso, A. P., Angélico, M. J., Lima, J. R., & Cota, M. P. (2014). UsaWeb. A model for usability evaluation web interfaces. In *Information Systems and Technologies (CISTI), 2014 9th Iberian Conference on* (p. 1–6). IEEE.
- Allison, J., Holmes, D., Berkowitz, Z., Pfalz, A., Conlin, W., & Hwang, N. (2016). Programming Music Camp: Using Web Audio to Teach Creative Coding. Recuperado de <https://smartech.gatech.edu/handle/1853/54601>
- Andersen, A. (2016). How the outstanding sound for “Stranger Things” is made: | A Sound Effect. Recuperado 6 de fevereiro de 2018, de <https://www.asoundeffect.com/stranger-things-sound/>
- Andreasen, M. S., Nielsen, H. V., Schrøder, S. O., & Stage, J. (2007). What happened to remote usability testing?: an empirical study of three methods. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (p. 1405–1414). ACM.

Audacity® | Free, open source, cross-platform audio software for multi-track recording and editing. ([s.d.]). Recuperado 20 de março de 2018, de <http://www.audacityteam.org/>

AudioBufferSourceNode. ([s.d.]). Recuperado 21 de março de 2018, de <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/AudioBufferSourceNode>

Auslander, P. (2008). *Liveness: performance in a mediatized culture* (2nd ed). London ; New York: Routledge.

Basil, V. R., & Turner, A. J. (1975). Iterative enhancement: A practical technique for software development. *IEEE Transactions on Software Engineering*, *SE-1*(4), 390–396. <https://doi.org/10.1109/TSE.1975.6312870>

Bfxr. ([s.d.]). Recuperado 14 de março de 2018, de <https://www.bfxr.net/>

BlendWave -- Awesome & Free Sound Effects Creation Tool. ([s.d.]). Recuperado 25 de março de 2018, de <https://www.youtube.com/watch?v=nesKoc04dRA&t=5s>

Bootstrap. ([s.d.]). Recuperado 21 de março de 2018, de <https://getbootstrap.com/>

Boren, T., & Ramey, J. (2000). Thinking aloud: Reconciling theory and practice. *IEEE transactions on professional communication*, *43*(3), 261–278.

Can I use... Web Audio API. ([s.d.]). Recuperado 6 de fevereiro de 2018, de <https://caniuse.com/#feat=audio-api>

Candy, L. (2006). Practice based research: A guide. *CCS Report*, *1*, 1–19.

Candy, L., & Edmonds, E. (2018). Practice-Based Research in the Creative Arts: Foundations and Futures from the Front Line. *Leonardo*, *51*(1), 63–69. https://doi.org/10.1162/LEON_a_01471

Cann, S. (2011). *How to Make a Noise*. Cork: BookBaby.

- Carroll, E. A., Latulipe, C., Fung, R., & Terry, M. (2009). Creativity factor evaluation: towards a standardized survey metric for creativity support. In *Proceedings of the seventh ACM conference on Creativity and cognition* (p. 127–136). ACM.
- Cherry, E., & Latulipe, C. (2014). Quantifying the Creativity Support of Digital Tools through the Creativity Support Index. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 21(4), 1–25.
<https://doi.org/10.1145/2617588>
- Csikszentmihalyi, M. (1996). *Creativity: flow and the psychology of discovery and invention*. New York: Harper.
- Cubase: Create. Produce. Mix. Repeat. ([s.d.]). Recuperado 31 de janeiro de 2018, de <https://www.steinberg.net/en/products/cubase/start.html>
- Dean, R. (2009). *The Oxford Handbook of Computer Music*. Oxford: Oxford University Press, USA.
- Deen, M., Cercos, R., Chatman, A., Naseem, A., Bernhaupt, R., Fowler, A., ... Mueller, F. (2014). Game jam: [4 research] (p. 25–28). ACM Press.
<https://doi.org/10.1145/2559206.2559225>
- Designing Sound in SuperCollider/Cars. ([s.d.]). Recuperado 7 de fevereiro de 2018, de https://en.wikibooks.org/wiki/Designing_Sound_in_SuperCollider/Cars
- Device, T. (2017). *The Postcard*. Recuperado de <http://www.devicers.com/project/the-postcard/>
- Diamond, M. (2018). *Recorderjs: A plugin for recording/exporting the output of Web Audio API nodes*. JavaScript. Recuperado de <https://github.com/mattdiamond/Recorderjs> (Original work published 2012)
- DrPetter's homepage - sfxr. ([s.d.]). Recuperado 14 de março de 2018, de http://www.drpetter.se/project_sfxr.html

Dumas, J. S., & Redish, J. (1999). *A practical guide to usability testing* (Rev. ed). Exeter, England ; Portland, Or: Intellect Books.

Edmonds, E., & Candy, L. (2010). Relating theory, practice and evaluation in practitioner research. *Leonardo*, 43(5), 470–476.

Epand, L. (1976). A Phantom Orchestra At Your Fingertips. *Crawdaddy! Magazine*. Recuperado de <http://egrefin.free.fr/images/Chamberlin/HCInterview.pdf>

Ez-Sampler by Sound-Base Audio, LLC - Sampler/Sample Player VST Plugin. ([s.d.]). Recuperado 6 de março de 2018, de <https://www.kvraudio.com/product/ez-sampler-by-sound-base-audio>

Flash & The Future of Interactive Content | Adobe Blog. (2017). Recuperado 14 de março de 2018, de <https://theblog.adobe.com/adobe-flash-update/>

Fourth generation of video game consoles. (2018). In *Wikipedia*. Recuperado de https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Fourth_generation_of_video_game_consoles&oldid=825773915

Gallon, C. G. (2007). *Liquid Sky: Cult Cinema, Film Scoring, and the Fairlight CMI* (PhD Thesis). Florida State University.

Global Game Jam®. ([s.d.]). Recuperado 25 de fevereiro de 2018, de <https://globalgamejam.org/>

Google Analytics. ([s.d.]). Recuperado 6 de fevereiro de 2018, de <https://www.google.com/analytics/>

Google Analytics: Avg. Time on Page vs. Avg. Session Duration. (2015). Recuperado 27 de fevereiro de 2018, de <https://www.codecomputerlove.com/blog/google-analytics-avg-time-on-page-vs-avg-session-duration>

Guillen, A. M. (2018). *pizzicato: Library to simplify the way you create and manipulate sounds with the Web Audio API.* JavaScript. Recuperado de <https://github.com/alemangui/pizzicato> (Original work published 2015)

Hiebner, G. (2014). 9 Software Suggestions for Sound Designers. Recuperado 31 de janeiro de 2018, de <https://ask.audio/articles/9-software-suggestions-for-sound-designers>

Hotjar. ([s.d.]). Recuperado 6 de fevereiro de 2018, de <https://www.hotjar.com>

Icecream Screen Recorder. ([s.d.]). Recuperado 15 de fevereiro de 2018, de <https://icecreamapps.com/Screen-Recorder/>

jfxr. ([s.d.]). Recuperado 14 de março de 2018, de <https://jfxr.frozenfractal.com/#>

Johnston, A. (2009). *Interfaces for musical expression based on simulated physical models.* University of Technology, Sydney.

Karen Collins. (2013, março 13). Recuperado 1º de março de 2018, de <https://uwaterloo.ca/english/people-profiles/karen-collins>

katspaugh. (2018). *wavesurfer.js: Navigable waveform built on Web Audio and Canvas.* JavaScript. Recuperado de <https://github.com/katspaugh/wavesurfer.js> (Original work published 2012)

KONTAKT 5. ([s.d.]). Recuperado 4 de março de 2018, de <https://www.native-instruments.com/products/komplete/samplers/kontakt-5/>

Kultima, A. (2015). Defining Game Jam. Apresentado em FDG. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Kultima_Annakaisa/publication/281748266_Defining_Game_Jam/links/55f729d908ae07629dc114bd.pdf

KVR Audio: Sampler or Sampler/Sample Player. ([s.d.]). Recuperado 5 de março de 2018, de <https://www.kvraudio.com/plugins/windows/macosex/linux/instruments/free/sampler/sampler-sample-player/newest>

Libpd. ([s.d.]). Recuperado 6 de fevereiro de 2018, de <http://libpd.cc/>

Liljedahl, M., & Fagerlönn, J. (2010). Methods for sound design: a review and implications for research and practice. In *Proceedings of the 5th Audio Mostly Conference: A Conference on Interaction with Sound* (p. 2). ACM. Recuperado de <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1859801>

Logic Pro X. ([s.d.]). Recuperado 31 de janeiro de 2018, de <https://www.apple.com/logic-pro/>

Ludum Dare. ([s.d.]). Recuperado 14 de março de 2018, de <http://ludumdare.com/compo/about-ludum-dare/>

Magnusson, T. (2009). Of Epistemic Tools: musical instruments as cognitive extensions. *Organised Sound*, 14(02), 168. <https://doi.org/10.1017/S1355771809000272>

Magnusson, T. (2010). Designing Constraints: Composing and Performing with Digital Musical Systems. *Computer Music Journal*, 34(4), 62–73. https://doi.org/10.1162/COMJ_a_00026

Mann, Y. (2015). Interactive Music with Tone.js (p. 5).

Manning, P. (2013). *Electronic and computer music* (4th ed). New York: Oxford University Press.

Marcotte, E. (2014). *Responsive web design*. Recuperado de <https://jproxy.lib.ecu.edu/limited/Responsive-Web-Design-2e.pdf>

Meyer, K. (2018). Writing Tasks for Quantitative and Qualitative Usability Studies. Recuperado 22 de janeiro de 2018, de <https://www.nngroup.com/articles/test-tasks-quant-qualitative/>

- Misra, A., Wang, G., & Cook, P. (2007). Musical Tapestry: Re-composing Natural Sounds. *Journal of New Music Research*, 36(4), 241–250. <https://doi.org/10.1080/09298210801984839>
- Misra, A., Wang, G., & Cook, P. R. (2009). TAPESTREA: a new way to design sound (p. 1033). ACM Press. <https://doi.org/10.1145/1631272.1631505>
- Morgenstern, J., & Hanley, A. (2017). *KONTAKT - Manual*. Native Instruments. Recuperado de https://www.native-instruments.com/fileadmin/ni_media/downloads/manuals/kontakt/KONTAKT_5_7_Manual_English.pdf
- Music (BA) - Major Requirements. ([s.d.]). Recuperado 31 de janeiro de 2018, de <https://www.depaul.edu/university-catalog/degree-requirements/undergraduate/music/music-ba/Pages/major-requirements.aspx>
- Musil, J., Schweda, A., Winkler, D., & Biffli, S. (2010). Synthesized essence: what game jams teach about prototyping of new software products (Vol. 2, p. 183). ACM Press. <https://doi.org/10.1145/1810295.1810325>
- Nash, C. (2004). *VSTrack: Tracking Software for VST Hosts*. Trinity College Dublin, Dublin.
- Nash, C. (2011). *Supporting Virtuosity and Flow in Computer Music*. Recuperado de <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10020070412331343851>
- Nash, C., & Blackwell, A. (2012). Liveness and Flow in Notation Use. *NIME*, 6.
- Navas, E. (2012). *Remix Theory the Aesthetics of Sampling*. Vienna: Springer Vienna : Imprint : Springer. Recuperado de <http://0-dx.doi.org.fama.us.es/10.1007/978-3-7091-1263-2>
- Nielsen, J. (1993). *Usability engineering*. Boston: Academic Press.

Nielsen, J. (2006). Quantitative Studies: How Many Users to Test? Recuperado 17 de janeiro de 2018, de <https://www.nngroup.com/articles/quantitative-studies-how-many-users/>

Opolski, D. R. (2013). *Introdução ao desenho de som: uma sistematização aplicada na análise de longa-metragem Ensaio sobre a cegueira*. João Pessoa: Editora UFPB.

Optativas - Artes & Design | PUC-Rio. ([s.d.]). Recuperado 5 de fevereiro de 2018, de <http://dad.puc-rio.br/graduacao/optativas/>

Peón, M. L. (2001). *Sistemas de identidade visual*. Rio de Janeiro: 2AB.

Pizzicato - Issue #79. ([s.d.]). Recuperado 24 de março de 2018, de <https://github.com/alemangui/pizzicato/issues/79>

Preece, J., Rogers, Y., & Sharp, H. (2005). *Design de interação: além da interação homem-computador*. Porto Alegre: Bookman.

Pro Tools | Avid. ([s.d.]). Recuperado 31 de janeiro de 2018, de <http://www.avid.com/pro-tools>

Pro Tools 12.6 - A Detailed Look At The New Features — Pro Tools Blog. (2016). Recuperado 31 de janeiro de 2018, de <https://www.pro-tools-expert.com/home-page/2016/9/9/pro-tools-126-a-detailed-look-at-the-new-features>

Puckette, M. (1988). The Patcher. *Proceedings of International Computer Music Conference*, 420–429.

Puckette, M. (2007). *The theory and technique of electronic music*. Hackensack, NJ: World Scientific Publishing Co.

Pure Data Wavetable Synth – Part 1. (2013). Recuperado 1º de fevereiro de 2018, de <http://designingsound.org/2013/04/pure-data-wavetable-synth-part-1/>

Roberts, Charles, Wright, M., & Kuchera-Morin, J. (2015). Music Programming in Gibber (p. 8).
Apresentado em ICMC.

Roberts, Charles, Wright, M., Kuchera-Morin, J., & Höllerer, T. (2014). Gibber: Abstractions for
Creative Multimedia Programming (p. 67–76). ACM Press.
<https://doi.org/10.1145/2647868.2654949>

Roberts, Charlie, Wright, M., Kuchera-Morin, J., & Höllerer, T. (2014). Rapid Creation and
Publication of Digital Musical Instruments. In *NIME* (p. 239–242). Recuperado de
<https://vislab.mat.ucsb.edu/Publications/2014-NIME-RapidCreation.pdf>

Sandberg, J. (2009). *Ivory Springs*.

Sauro, J. (2011). MeasuringU: Measuring Usability with the System Usability Scale (SUS).
Recuperado 19 de fevereiro de 2018, de <https://measuringu.com/sus/>

Schafer, R. M. (2011). *A afinação do mundo: uma exploração pioneira pela história passada e
pelo atual estado do mais negligenciado aspecto do nosso ambiente: a paisagem sonora*.
São Paulo: Editora Unesp.

Scrivener, S. A. (1982). *An interactive raster graphics system and language for artists and
designers*.

Shneiderman, B. (2007). Creativity support tools: accelerating discovery and innovation.
Communications of the ACM, 50(12), 20–32. <https://doi.org/10.1145/1323688.1323689>

Shneiderman, B., Fisher, G., Czerwinski, M., Myers, B., & Resnick, M. (2005). NSF workshop
Report on Creativity Support Tools. In *NSF Workshop Report on Creativity Support Tools*.

Skype. ([s.d.]). Recuperado 15 de fevereiro de 2018, de <https://www.skype.com/pt-br//>

Sound Design (BFA) - Major Requirements. ([s.d.]). Recuperado 31 de janeiro de 2018, de <https://www.depaul.edu/university-catalog/degree-requirements/undergraduate/theatre/sound-design-bfa/Pages/major-requirements.aspx>

Sound Ideas. ([s.d.]). Recuperado 6 de fevereiro de 2018, de <https://www.sound-ideas.com/>

SoundWorks Collection. ([s.d.]). Recuperado 4 de março de 2018, de <http://soundworkscollection.com/videos/category/film-sound-profile>

Studio One | PreSonus. ([s.d.]). Recuperado 31 de janeiro de 2018, de <https://www.presonus.com/products/Studio-One>

Super Mario Bros. ([s.d.]). In *Wikipédia, a enciclopédia livre*. Recuperado de https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Super_Mario_Bros.&oldid=51034415

Syntactic sugar. (2018). In *Wikipedia*. Recuperado de https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Syntactic_sugar&oldid=831238058

Tahiroğlu, K., Özcan, O., & Ikonen, A. (2014). Sound in New Media and Design Studies. *Design Issues, 30*(2), 56–66. https://doi.org/10.1162/DESI_a_00262

The AudioWorklet Interface. ([s.d.]). Recuperado 25 de março de 2018, de <https://webaudio.github.io/web-audio-api/#audioworklet>

The Vue Instance — Vue.js. ([s.d.]). Recuperado 21 de março de 2018, de <https://vuejs.org/v2/guide/instance.html>

Tidwell, J. (2011). *Designing interfaces: patterns for effective interaction design* (2. ed). Beijing: O'Reilly.

Tools | Ludum Dare. ([s.d.]). Recuperado 14 de março de 2018, de <http://ludumdare.com/compo/tools/>

Travis, D. (2007). How to run an unmoderated usability test. Recuperado 15 de fevereiro de 2018, de <https://www.userfocus.co.uk/articles/unmoderated.html>

Travis, D. (2012). Two kinds of usability test. Recuperado 22 de janeiro de 2018, de <https://www.userfocus.co.uk/articles/2-kinds-of-usability-test.html>

Tullis, T. S., & Stetson, J. N. (2004). A comparison of questionnaires for assessing website usability. In *Usability professional association conference* (p. 1–12).

Twitter 2017 Annual Report. ([s.d.]). Recuperado 1º de março de 2018, de <https://investor.twitterinc.com/annuals-proxies.cfm>

TX16Wx Software Sampler. ([s.d.]). Recuperado 6 de março de 2018, de <https://www.tx16wx.com/>

Viers, R. (2008). *The sound effects bible: how to create and record Hollywood style sound effects*. Studio City, CA: Michael Wiese Productions.

Virtual Instruments & Plug-Ins | Big Fish Audio. ([s.d.]). Recuperado 4 de março de 2018, de <http://www.bigfishaudio.com/instruments.html>

Vue.js. ([s.d.]). Recuperado 21 de março de 2018, de <https://vuejs.org/>

Web Audio Weekly. ([s.d.]). Recuperado 13 de março de 2018, de <http://www.webaudioweekly.com/>

Wyse, L., & Subramanian, S. (2013). The viability of the web browser as a computer music platform. *Computer Music Journal*, 37(4), 10–23.

Anexos

I. Avaliação do protótipo – Modelo de Formulário

Blendwave - Informações Gerais

*Obrigatório

1. **Nome ***

2. **Ocupação**

Marcar apenas uma oval.

- Estudante
 Profissional

3. **Área de Atuação ***

Marque todas que se aplicam.

- Games
 Animação
 Cinema
 Outro: _____

4. **Tem experiência prévia com Design de Som? ***

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não

5. **Se respondeu SIM, como classificaria sua habilidade em Design de Som?**

Marcar apenas uma oval.

- Nula
 Básica
 Intermediária
 Avançada

6. **Se respondeu NÃO, por quê?**

Marque todas que se aplicam.

- Nunca me interessei
 Não entendo nada de música
 Não sei por onde começar
 Outro: _____

7. Já utilizou ferramentas para criar efeitos sonoros anteriormente? (Por exemplo: BFXr, SFXr e similares) *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

8. Se respondeu SIM, quais ferramentas você utilizou?

Blendwave: Avaliação de Uso

9. Quantos sons você criou utilizando o Blendwave? *

10. Dentre os sons que criou, quantos considera interessantes? *

11. Por favor, avalie as afirmações seguintes em relação à sua utilização do Blendwave: *

Marcar apenas uma oval por linha.

	1 (Discordo Completamente)	2	3	4	5 (Concordo Completamente)
Eu acho que gostaria de usar esse sistema com frequência.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eu acho o sistema desnecessariamente complexo.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eu achei o sistema fácil de usar.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eu acho que precisaria de ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar o sistema.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eu acho que as várias funções do sistema estão muito bem integradas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eu acho que o sistema apresenta muita inconsistência.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eu imagino que as pessoas aprenderão como usar esse sistema rapidamente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eu achei o sistema atrapalhado de usar.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eu me senti confiante ao usar o sistema.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eu precisei aprender várias coisas novas antes de conseguir usar o sistema.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

12. Como você avaliaria seu entusiasmo para continuar criando efeitos sonoros após utilizar o Blendwave? *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Pouco Entusiasmado(a)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito Entusiasmado(a)!

13. Como autor(a) audiovisual, como você avalia a utilidade de conseguir criar efeitos sonoros para as suas obras? *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Inútil	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito Útil

14. Quais foram suas maiores dificuldades utilizando o Blendwave?

15. Caso tenha sugestões para a melhoria do aplicativo, por favor as descreva abaixo:

Powered by
 Google Forms

II. Avaliação qualitativa da versão beta – Formulário de perfil do usuário

Perfil do Usuário

Olá! Você está participando do Teste de Usabilidade do Blendwave. Este é um formulário curtinho para determinar seu perfil!

*Perguntas Obrigatórias.

Nome *

Por favor, escreva aqui...

Principal área de atuação criativa *

- Desenvolvimento de Games
- Animação ou Videografismo
- Cinema
- Áudio
- Outra:

Capacidade em que atua na área respondida na questão anterior *

- Estudante
- Profissional
- Hobbyista

Tem experiência prévia com Design de Som? *

- Sim
- Não

Se respondeu "SIM", como classificaria sua habilidade em Design de Som?

- Nula
- Básica
- Intermediária
- Avançada

Se respondeu "NÃO", por quê?

- Nunca me interessei
- Não tenho nenhum conhecimento musical
- Não sei por onde começar
- Outro motivo:

**Já utilizou ferramentas específicas para criar efeitos sonoros anteriormente?
(Por exemplo: BFXr, SFXr e similares) ***

- Sim
- Não

Se respondeu SIM, quais ferramentas você utilizou?

Por favor, escreva aqui...


Como autor(a) audiovisual, como você avalia a utilidade de conseguir criar efeitos sonoros para as suas obras? *

- Inútil
- Útil
- Muito útil

Qual equipamento você utilizará para ouvir os sons que está criando no Blendwave? *

- Fone de Ouvido Comum
- Fone de Ouvido Profissional para Monitorização
- Caixas de Som Comuns
- Monitores Profissionais de Áudio

ENVIAR

 Not using Hotjar (https://www.hotjar.com/?utm_source=client&utm_medium=survey&utm_campaign=insights) yet?

III. Avaliação qualitativa da versão beta – Formulário de avaliação

Blendwave - Teste de Usabilidade

<http://teste.blendwave.net/?locale=pt>

*Obrigatório

1. **Tarefa A: O vídeo abaixo ilustra um jogo de plataforma 2D. Baseado nele, utilize o Blendwave para criar, e exportar para o formato WAV, os seguintes sons: ***

<http://midjpixel.site/videos/ivory.webm>

Marque todas que se aplicam.

- Efeito Sonoro para o Ataque da Protagonista (Tiro)
 Efeito Sonoro do Inimigo Explodindo após o ataque

2. **Tarefa B: O vídeo abaixo ilustra o trecho de uma animação. Utilize o Blendwave para criar, e exportar para o formato WAV, os seguintes sons: ***

<http://midjpixel.site/videos/moto.webm>

Marque todas que se aplicam.

- Efeito Sonoro da Motocicleta Futurista

3. **Tarefa C: Refaça a tarefa A, desta vez utilizando a ferramenta bfxr. ***

<https://www.bfxr.net/>

Marque todas que se aplicam.

- Efeito Sonoro para o Ataque da Protagonista (Tiro)
 Efeito Sonoro do Inimigo Explodindo após o ataque

4. **Por favor, realize o upload dos 5 efeitos sonoros criados: ***

Arquivos enviados:

Blendwave 2/5 - Questionário de Uso

5. **Até chegar nas versões finais, quantos sons você criou utilizando o Blendwave? ***

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	10 ou superior

6. **Dentre os sons que criou, quantos considera interessantes? ***

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	10 ou superior

7. **Como foi seu processo criativo? ***

Marque todas que se aplicam.

- Exploratório: Brinquei com as funcionalidades até chegar a um som satisfatório
- Pragmático: Imaginei um som específico e utilizei o Blendwave para alcançá-lo
- Outro: _____

8. **Avalie as afirmações seguintes em relação à sua utilização do Blendwave ***

Marcar apenas uma oval por linha.

	1 (Discordo Muito)	2	3	4	5 (Concordo Muito)
Eu acho que gostaria de usar esse sistema com frequência.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eu acho o sistema desnecessariamente complexo.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eu achei o sistema fácil de usar.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eu acho que precisaria de ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar o sistema.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eu acho que as várias funções do sistema estão muito bem integradas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eu acho que o sistema apresenta muita inconsistência.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eu imagino que as pessoas aprenderão como usar esse sistema rapidamente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eu achei o sistema atrapalhado de usar.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eu me senti confiante ao usar o sistema.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eu precisei aprender várias coisas novas antes de conseguir usar o sistema.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9. **Quais foram suas maiores dificuldades utilizando o Blendwave? ***

Marque todas que se aplicam.

- Terminologia
- Comparação do som gerado com som original
- Utilização da Interface
- Exportação do Som
- Outro: _____

10. **Caso tenha sugestões para a melhoria do aplicativo, por favor as descreva abaixo:**

3/5 - Ao realizar a tarefa de criar um efeito sonoro, é mais importante que eu consiga:

Compare os pares de opções seguintes com esta pergunta em mente

11. *

Marcar apenas uma oval.

- Ser criativo(a) e expressivo(a)
- Ficar imerso(a) na atividade

12. *

Marcar apenas uma oval.

- Ficar imerso(a) na atividade
- Gostar de utilizar a ferramenta

13. *

Marcar apenas uma oval.

- Produzir resultados que compensem o esforço que realizei
- Trabalhar com outras pessoas

14. *

Marcar apenas uma oval.

- Gostar de utilizar a ferramenta
- Trabalhar com outras pessoas

15. *

Marcar apenas uma oval.

- Ser criativo(a) e expressivo(a)
- Produzir resultados que compensem o esforço que realizei

16. *

Marcar apenas uma oval.

- Produzir resultados que compensem o esforço que realizei
- Gostar de utilizar a ferramenta

17. *

Marcar apenas uma oval.

- Trabalhar com outras pessoas
- Ser criativo(a) e expressivo(a)

18. *

Marcar apenas uma oval.

- Produzir resultados que compensem o esforço que realizei
 Explorar muitas diferentes ideias, resultados, ou possibilidades

19. *

Marcar apenas uma oval.

- Ser criativo(a) e expressivo(a)
 Gostar de utilizar a ferramenta

20. *

Marcar apenas uma oval.

- Produzir resultados que compensem o esforço que realizei
 Ficar imerso(a) na atividade

21. *

Marcar apenas uma oval.

- Explorar muitas diferentes ideias, resultados, ou possibilidades
 Trabalhar com outras pessoas

22. *

Marcar apenas uma oval.

- Ficar imerso(a) na atividade
 Trabalhar com outras pessoas

23. *

Marcar apenas uma oval.

- Ser criativo(a) e expressivo(a)
 Explorar muitas diferentes ideias, resultados, ou possibilidades

24. *

Marcar apenas uma oval.

- Explorar muitas diferentes ideias, resultados, ou possibilidades
 Ficar imerso(a) na atividade

25. *

Marcar apenas uma oval.

- Explorar muitas diferentes ideias, resultados, ou possibilidades
 Gostar de utilizar a ferramenta

4/5 - Blendwave e Criatividade

Por favor, qualifique sua concordância com as seguintes afirmações:

26. **O Blendwave permitiu facilmente que outras pessoas trabalhassem comigo**

(Não responder se considerar não aplicável ao Blendwave)

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Discordo Muito	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Muito

27. **Eu ficaria feliz em usar o Blendwave regularmente ***

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Discordo Muito	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Muito

28. **Foi muito fácil compartilhar ideias e designs com outras pessoas dentro do Blendwave**

(Não responder se considerar não aplicável ao Blendwave)

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Discordo Muito	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Muito

29. **Foi fácil para mim explorar muitas diferentes ideias, opções, designs ou resultados, utilizando o Blendwave. ***

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Discordo Muito	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Muito

30. **Eu gostei de usar o Blendwave ***

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Discordo Muito	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Muito

31. **O Blendwave me permitiu ser muito expressivo(a). ***

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Discordo Muito	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Muito

32. **O que fui capaz de produzir com o Blendwave compensou o esforço gasto na produção. ***

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Discordo Muito	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Muito

33. **Eu consegui ser muito criativo(a) enquanto realizava a atividade dentro do Blendwave. ***

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Discordo Muito	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Muito

34. **Minha atenção estava completamente sintonizada com a atividade, e eu não pensei na ferramenta que estava utilizando. ***

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Discordo Muito	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Muito

35. **O Blendwave foi útil em me permitir localizar diferentes ideias, resultados ou possibilidades. ***

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Discordo Muito	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Muito

36. **Eu fiquei satisfeito(a) com o que pude extrair do Blendwave. ***

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Discordo Muito	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Muito

37. **Eu fiquei tão absorto(a) na atividade que eu não pensei na ferramenta que estava utilizando. ***

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Discordo Muito	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Muito

5/5 - bfxr e Criatividade

Por favor, qualifique sua concordância com as seguintes afirmações:

38. O bfxr permitiu facilmente que outras pessoas trabalhassem comigo

(Não responder se considerar não aplicável ao Blendwave)

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Discordo Muito	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Muito

39. Eu ficaria feliz em usar o bfxr regularmente *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Discordo Muito	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Muito

40. Foi muito fácil compartilhar ideias e designs com outras pessoas dentro do bfxr

(Não responder se considerar não aplicável ao Blendwave)

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Discordo Muito	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Muito

41. Foi fácil para mim explorar muitas diferentes ideias, opções, designs ou resultados, utilizando o jbxr . *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Discordo Muito	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Muito

42. Eu gostei de usar o bfxr. *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Discordo Muito	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Muito

43. O bfxr me permitiu ser muito expressivo(a). *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Discordo Muito	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Muito

44. **O que fui capaz de produzir com o bfxr compensou o esforço gasto na produção. ***

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Discordo Muito	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Muito

45. **Eu consegui ser muito criativo(a) enquanto realizava a atividade dentro do bfxr. ***

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Discordo Muito	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Muito

46. **Minha atenção estava completamente sintonizada com a atividade, e eu não pensei na ferramenta que estava utilizando. ***

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Discordo Muito	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Muito

47. **O bfxr foi útil em me permitir localizar diferentes ideias, resultados ou possibilidades. ***

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Discordo Muito	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Muito

48. **Eu fiquei satisfeito(a) com o que pude extrair do bfxr. ***

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Discordo Muito	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Muito

49. **Eu fiquei tão absorto(a) na atividade que eu não pensei na ferramenta que estava utilizando. ***

Marcar apenas uma oval.

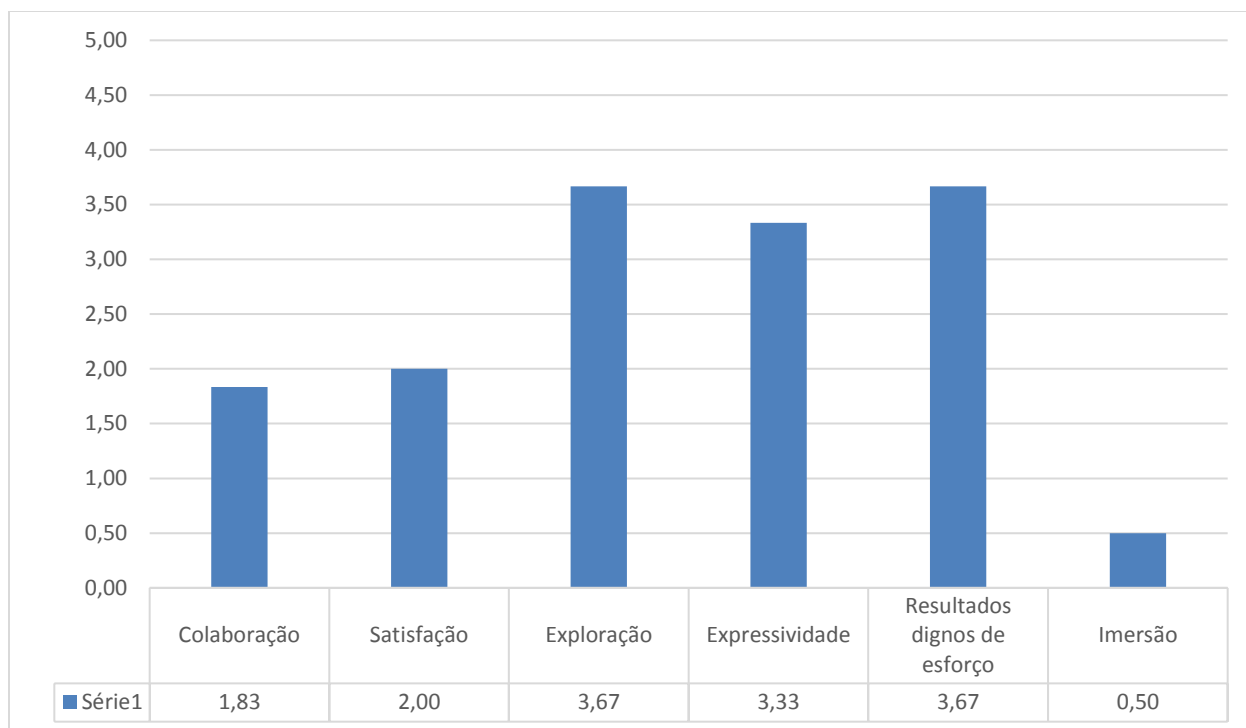
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Discordo Muito	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Muito

IV. Resultados do CSI

As 12 declarações de concordância do CSI

Colaboração (<i>Collaboration</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • O Blendwave permitiu facilmente que outras pessoas trabalhassem comigo • Foi muito fácil compartilhar ideias e designs com outras pessoas dentro do Blendwave
Satisfação (<i>Enjoyment</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Eu ficaria feliz em usar o Blendwave regularmente • Eu gostei de usar o Blendwave
Exploração (<i>Exploration</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Foi fácil para mim explorar muitas diferentes ideias, opções, designs ou resultados, utilizando o Blendwave. • O Blendwave foi útil em me permitir localizar diferentes ideias, resultados ou possibilidades.
Expressividade (<i>Expressiveness</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Eu consegui ser muito criativo enquanto realizava a atividade dentro do Blendwave. • O Blendwave me permitiu ser muito expressivo.
Imersão (<i>Immersion</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Minha atenção estava completamente sintonizada com a atividade, e eu não pensei na ferramenta que estava utilizando. • Eu fiquei tão absorto na atividade que eu não pensei na ferramenta que estava utilizando.
Resultados Dignos do Esforço (<i>Results Worth Effort</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • O que fui capaz de produzir com o Blendwave compensou o esforço gasto na produção. • Eu fiquei satisfeito com o que pude extrair do Blendwave.

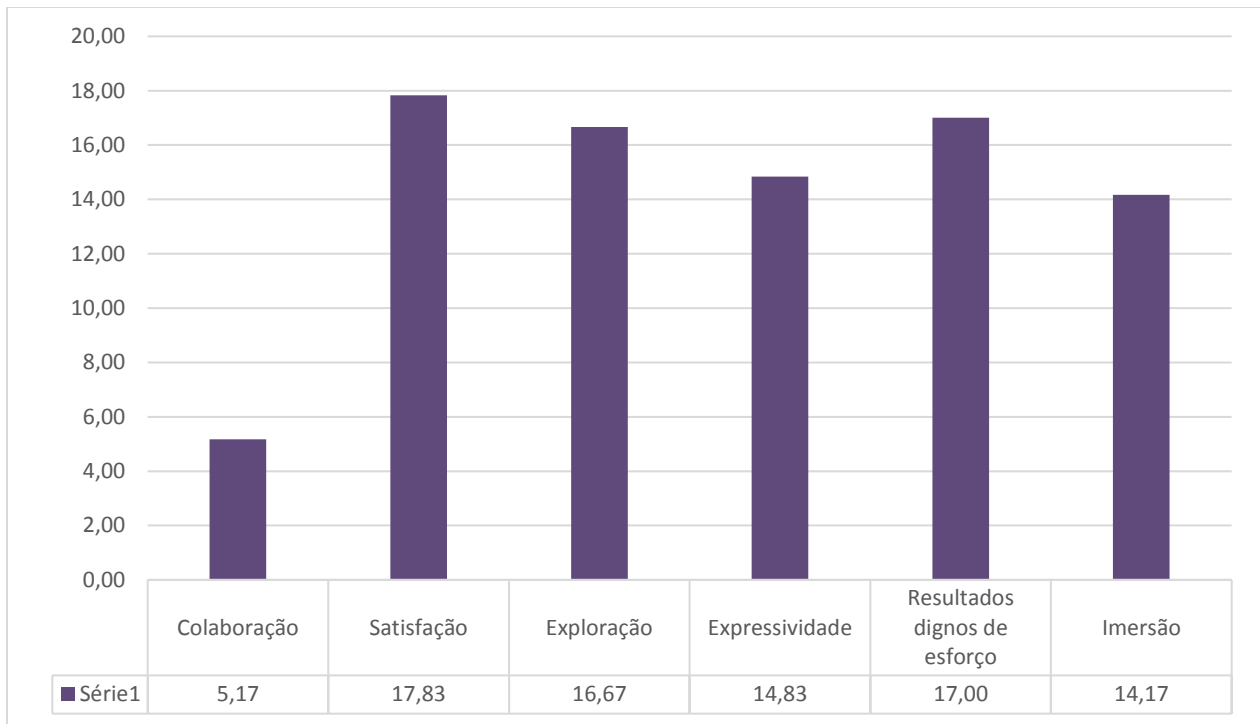
Média de contagem dos fatores do CSI



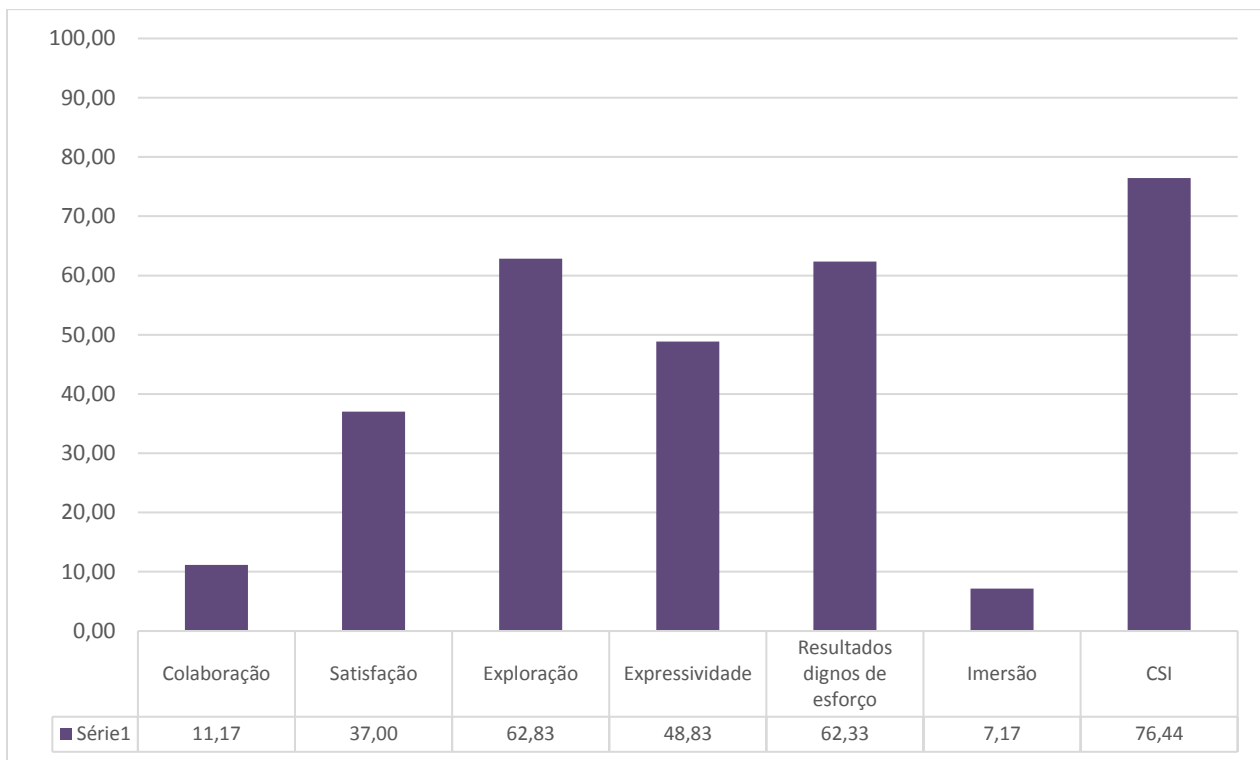
Resultados do CSI para Blendwave

	Média de Pontuação dos Fatores (DP)	Média ponderada de Pontuação dos Fatores (DP)
Colaboração	5,17 (3,13)	11,17 (9,15)
Satisfação	17,83 (2,85)	37,00 (31,95)
Exploração	16,67 (3,04)	62,83 (23,77)
Expressividade	14,83 (3,89)	48,83 (13,51)
Resultados Dignos do Esforço	17 (4,4)	62,33 (24,20)
Imersão	14,17 (4,45)	7,17 (8,05)

Média de pontuação dos fatores para Blendwave



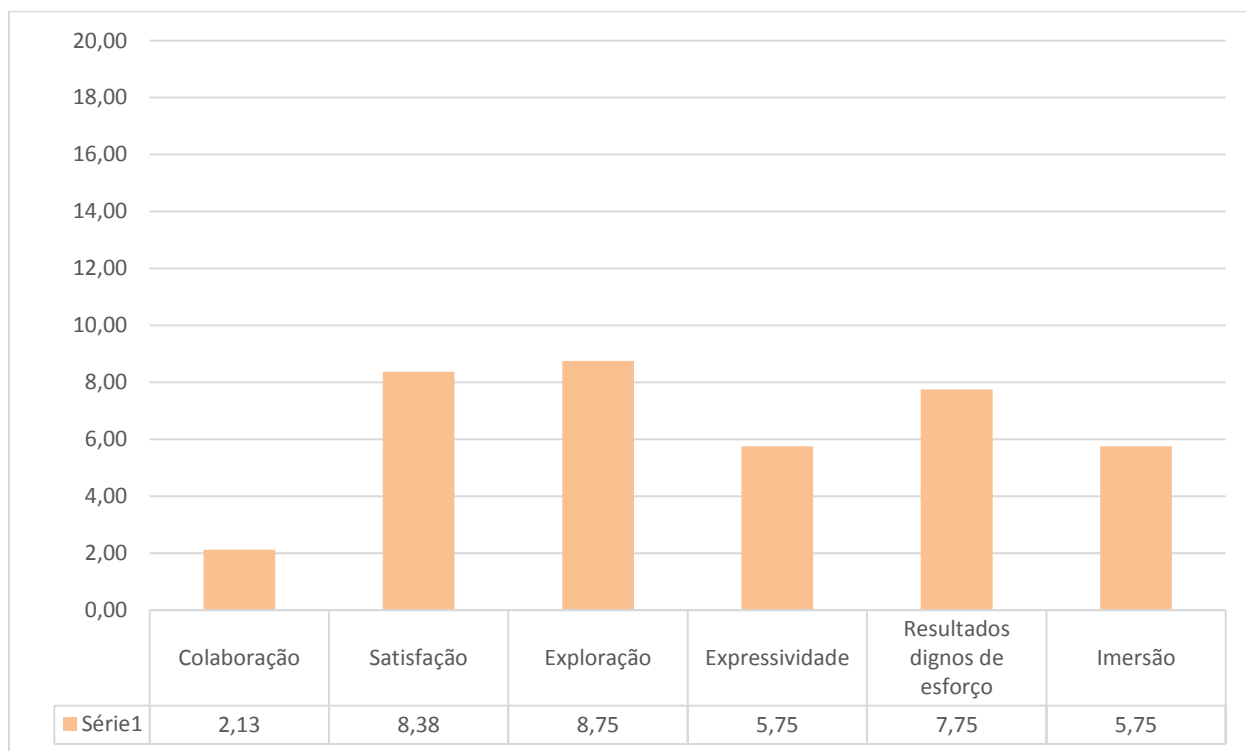
Média ponderada de pontuação dos fatores para Blendwave



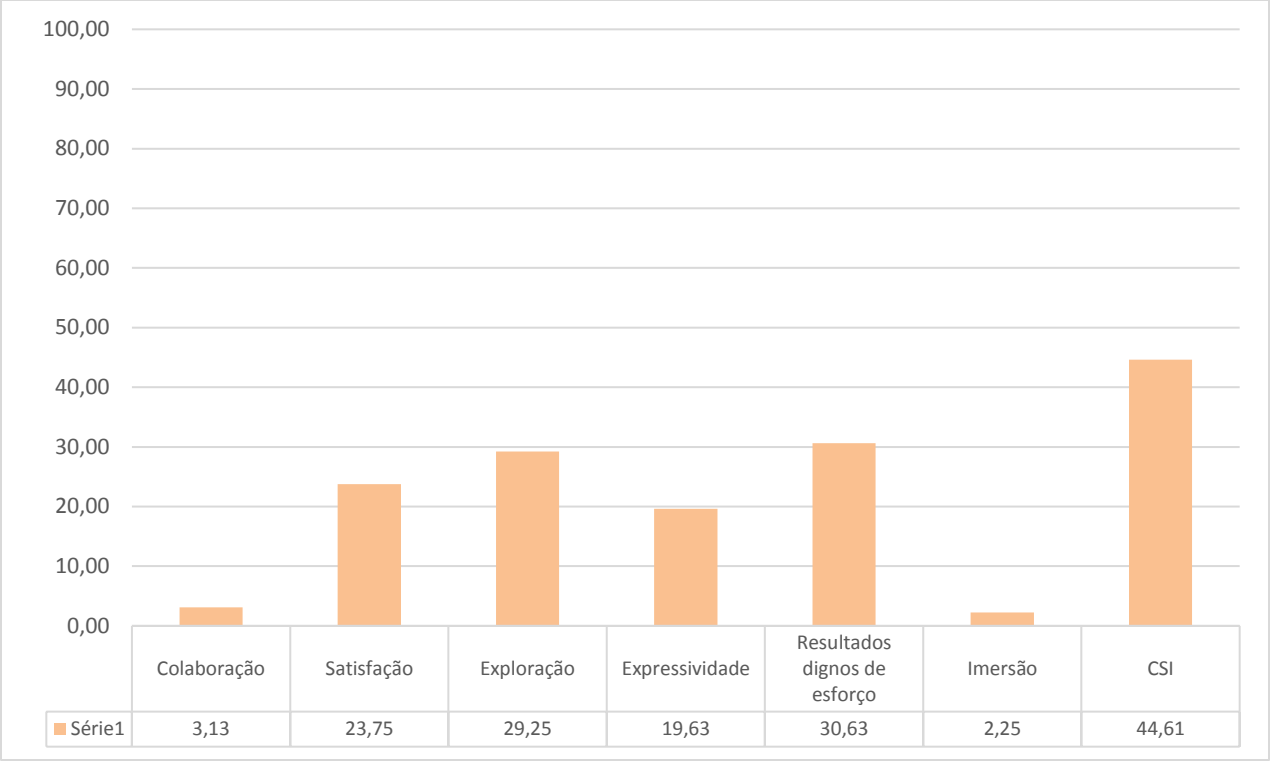
Resultados do CSI para Bfxr

	Média de Pontuação dos Fatores (DP)	Média ponderada de Pontuação dos Fatores (DP)
Colaboração	2,13 (2,87)	3,13 (2,87)
Satisfação	8,38 (6,21)	23,75 (25,13)
Exploração	8,75 (7,03)	29,25 (26,52)
Expressividade	5,75 (3,93)	19,63 (13,91)
Resultados Dignos do Esforço	7,75 (5,91)	30,63 (30,45)
Imersão	5,75 (4,16)	2,25 (3,20)

Média de pontuação dos fatores para Bfxr

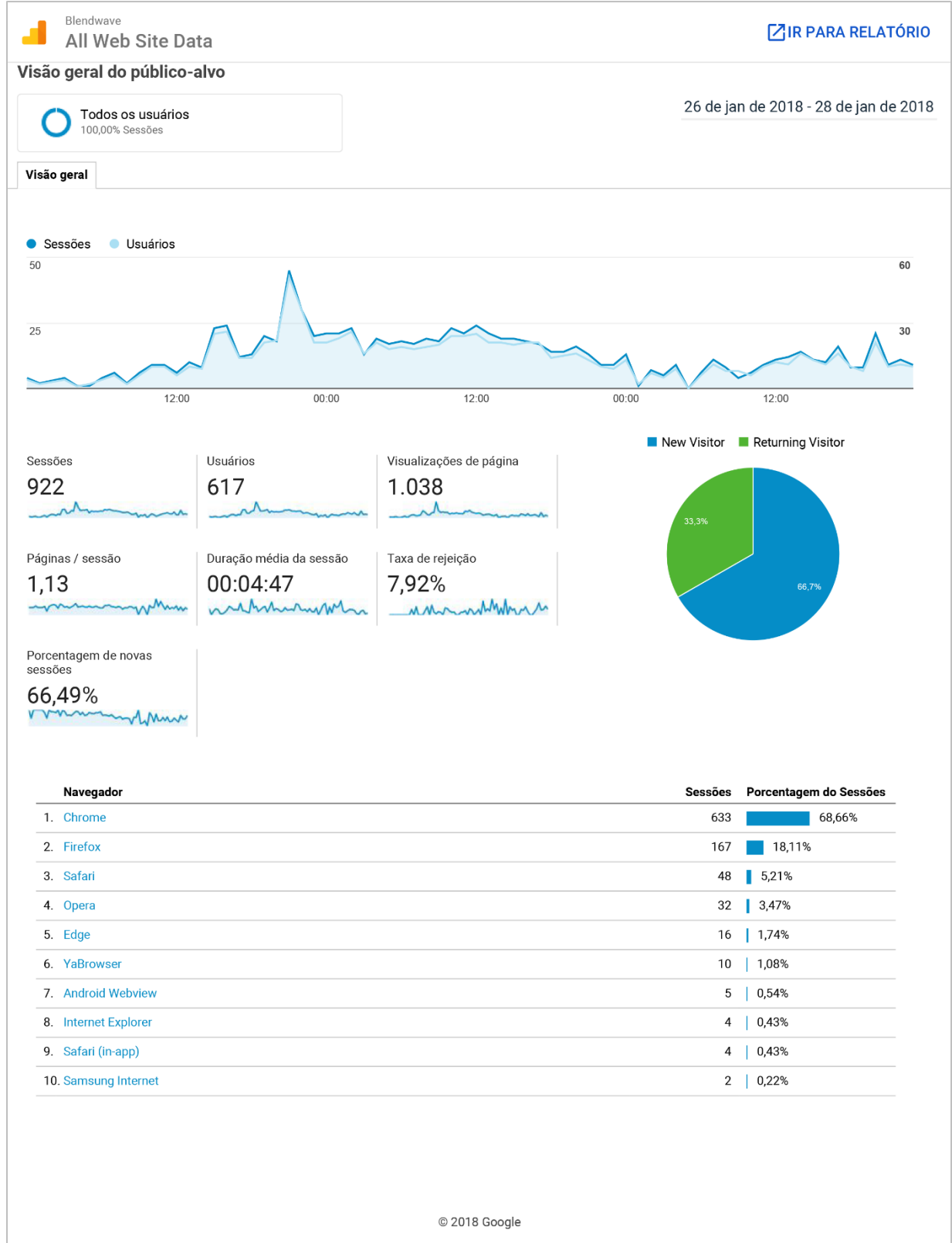


Média ponderada de pontuação dos fatores para Bfxr



V. Avaliação qualitativa – Dados aferidos

Google Analytics – Visão Geral do público-alvo



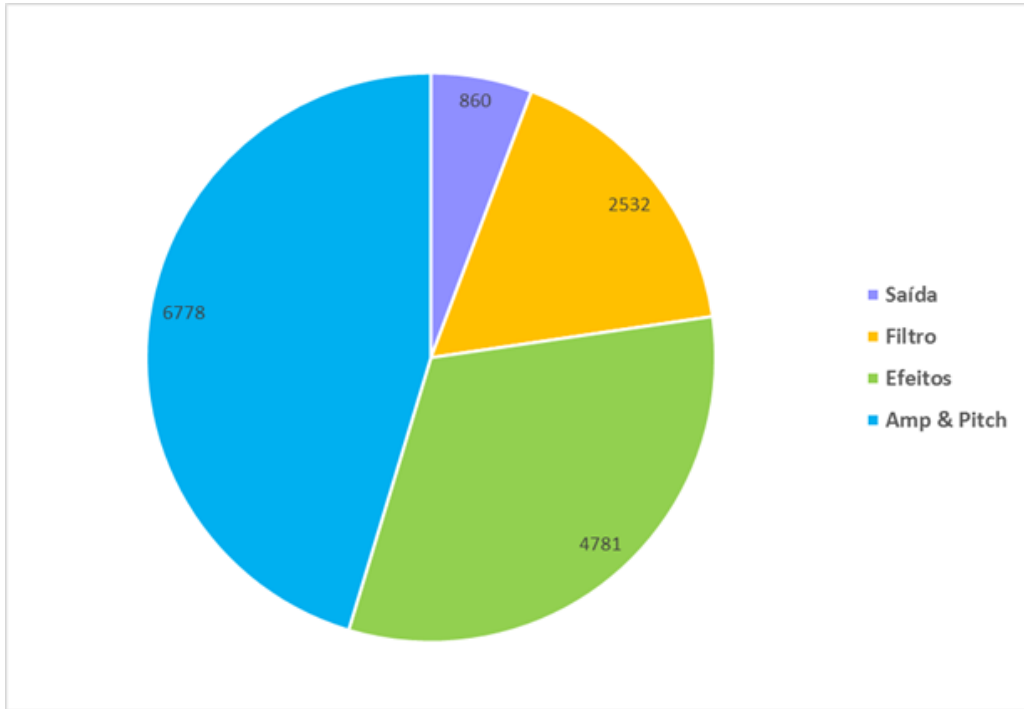
Google Analytics – Visão Geral do comportamento dos usuários



Google Analytics – Eventos

Ação do evento	Categoria do evento	Total de eventos ▼	Total de eventos ▼
		58.855 Porcentagem do total: 97,99% (60.062)	58.855 Porcentagem do total: 97,99% (60.062)
1. Change File	wavePanel	21.224	36,06%
2. Preview Audio	Keyboard	15.989	27,17%
3. Click To Play	fileHeader	6.691	11,37%
4. amount	pitch	1.588	2,70%
5. choose filter type	filterType	1.080	1,84%
6. speed	pitchOSC	843	1,43%
7. attack	ampEnvelope	838	1,42%
8. reverb	fxSlot1	688	1,17%
9. speed	ampOSC	686	1,17%
10. none	fxSlot1	628	1,07%
11. LP cutoff	filterCutoff	591	1,00%
12. toggle envelope	ampEnvelope	562	0,95%
13. release	ampEnvelope	554	0,94%
14. flanger	fxSlot1	516	0,88%
15. toggle pitch shift	pitch	485	0,82%
16. toggle oscillator	ampOSC	479	0,81%
17. toggle oscillator	pitchOSC	464	0,79%
18. toggle FX	fxSlot1	442	0,75%
19. delay	fxSlot1	429	0,73%
20. distortion	fxSlot1	397	0,67%
21. HP cutoff	filterCutoff	377	0,64%
22. ringmodulator	fxSlot1	375	0,64%
23. none	fxSlot2	317	0,54%
24. depth	ampOSC	279	0,47%
25. downloadFile	exportPanel	249	0,42%
26. toggle FX	fxSlot2	241	0,41%
27. export file	exportPanel	235	0,40%
28. speed	filterOSC	199	0,34%
29. ringmodulator	fxSlot2	191	0,32%
30. flanger	fxSlot2	183	0,31%
31. toggle filter oscillator	filterOSC	159	0,27%
32. reverb	fxSlot2	158	0,27%
33. distortion	fxSlot2	144	0,24%
34. volume	exportPanel	127	0,22%
35. depth	filterOSC	126	0,21%
36. toggle Filter	exportPanel	88	0,15%
37. toggle Effects	exportPanel	84	0,14%
38. toggle Envelope	exportPanel	77	0,13%
39. delay	fxSlot2	72	0,12%

Google Analytics – Eventos por painel (excluindo fonte sonora)



Mapa de calor do painel “Fonte Sonora”

blend wave

Choose Sample Amplitude and Pitch Filter Effects Output

Selected Sample: dingclingpositive (Press "P" to Preview)

Choose Sample - Choose a base sound sample from the Library

Library

- Articulation
- Cartoon
- Explosions
- Foley
- Household
- Impacts
- Machinery
- Mayhem
- Nature
- Organic
- Percussion
- Reverb
- Synths
- Vehicles

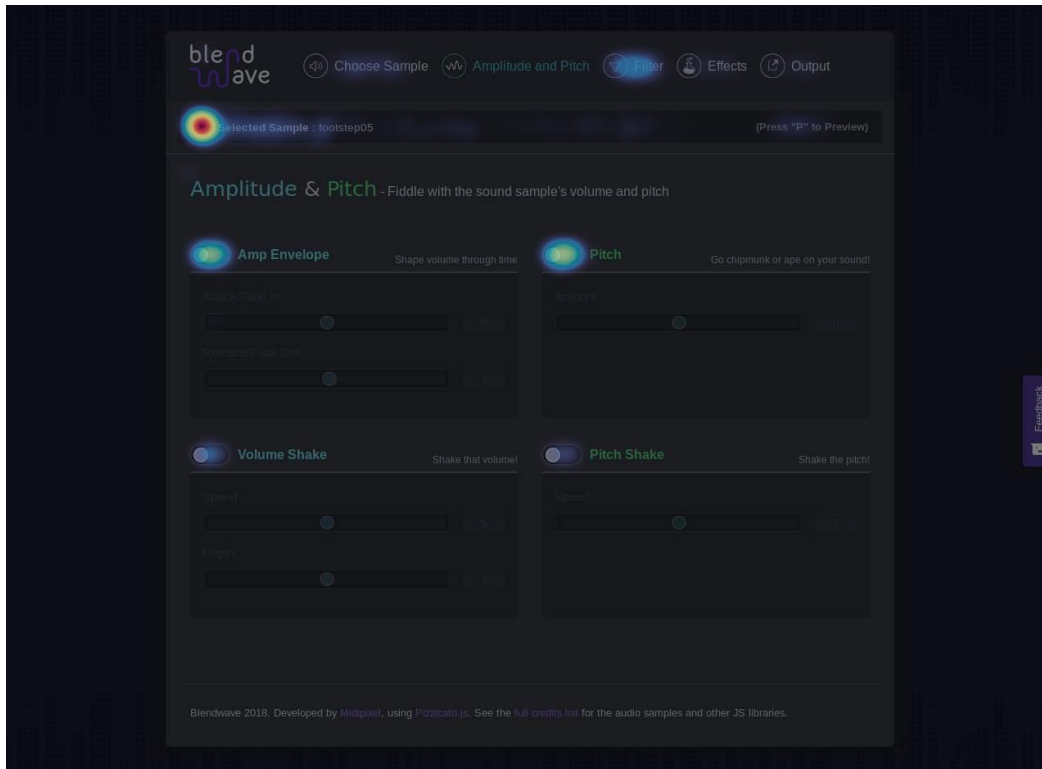
Samples List

Click on the waveform to choose a playback starting point

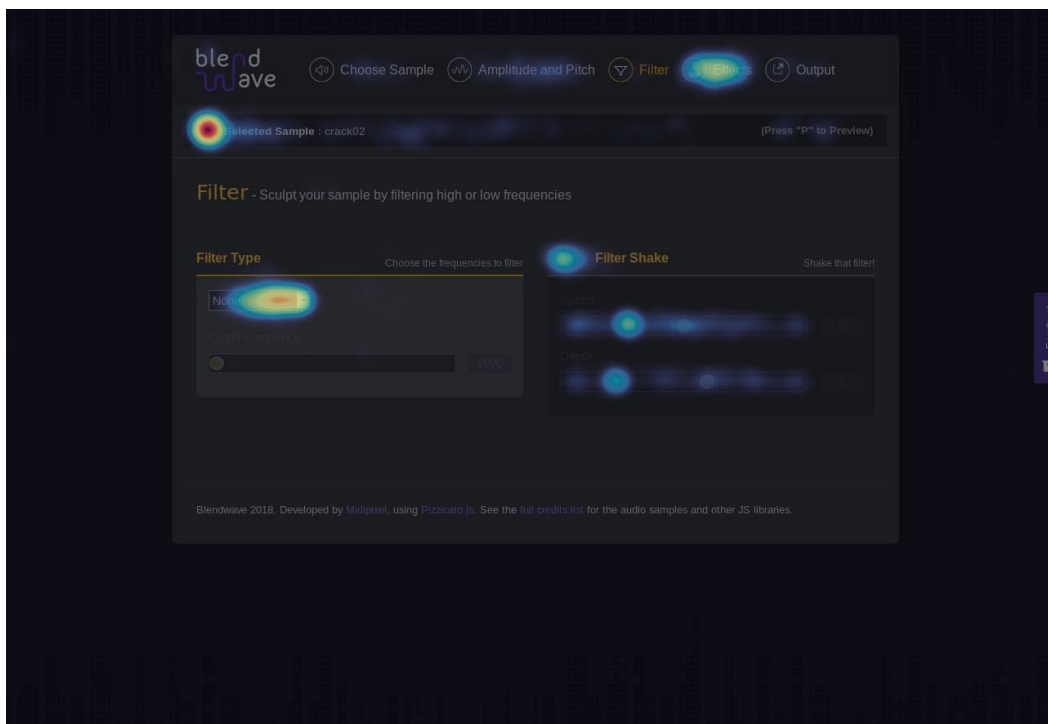
artlock	connect03	dingclingpositive	hullbreach1
artlock2	creature001	dingclingreverse	lead009
bandstrad2	creature002	dingclingsave	lfluffy001
bells11	creepy2	droidhalper001	lfluffy002
bells21	creepy_percuss...	dronealer13	lfluffy004
bells9	cyberchime	dronealer14	mechdrone
chime	cyberchime2	boom	mechdrone
clicky	darksynth001	hullbreach	misc_menu
connect01	dingclingnegative	hullbreach2	negative
connect02	dingclingneutral	hullbreach3	positive

Blendwave 2018. Developed by Midipixel, using Pizzicato.js. See the full credits list for the audio samples and other JS libraries.

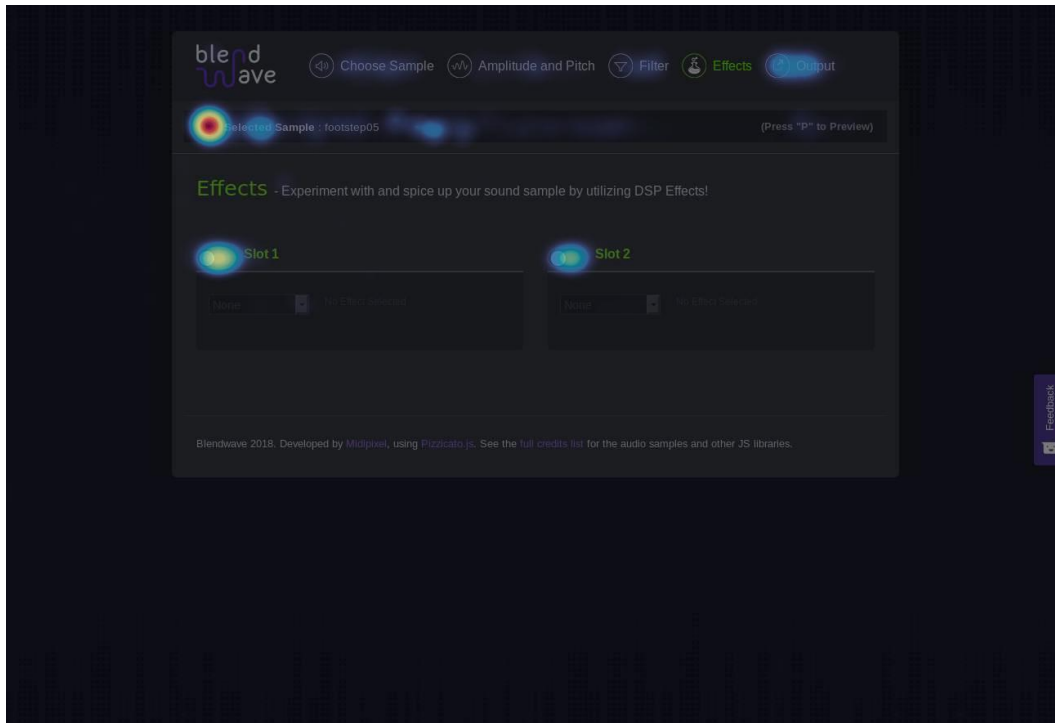
Mapa de calor do painel "Amplitude e Pitch"



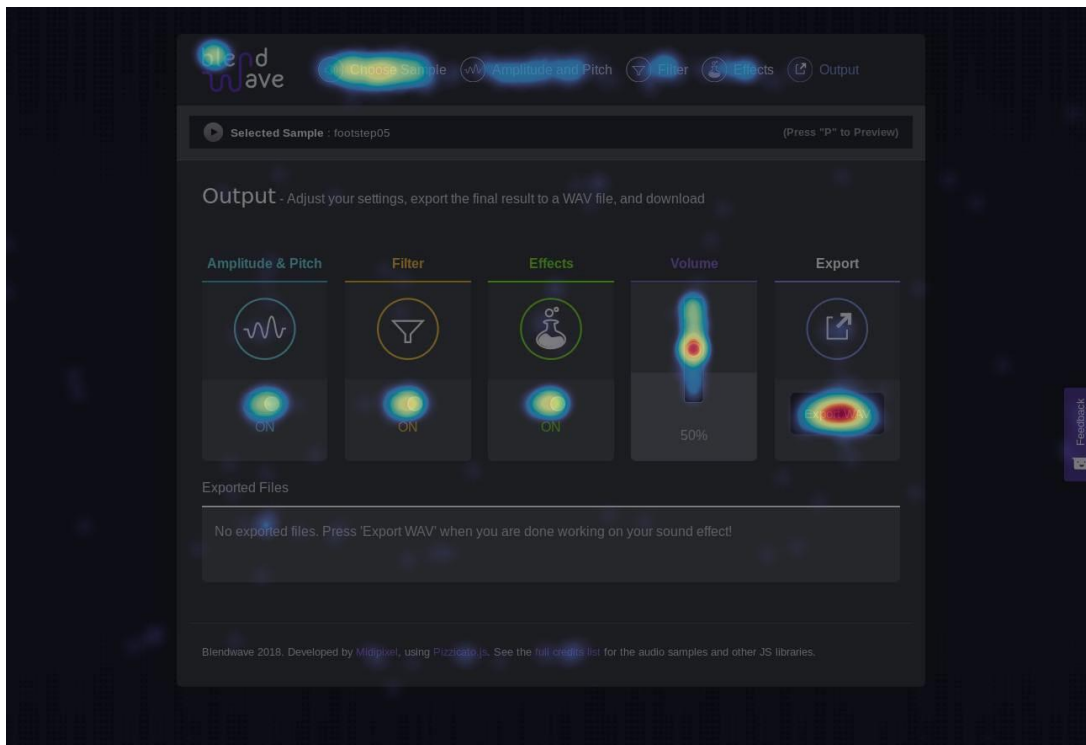
Mapa de calor do painel "Filtro"



Mapa de calor do painel "Efeitos"



Mapa de calor do painel "Saída"



VI. Arquivos do DVD-ROM e acesso online

DVD-ROM

O DVD-ROM que acompanha esta dissertação contém a seguinte estrutura de arquivos:

- **blendwave_dissertacao.pdf** - Cópia digital da dissertação em formato PDF
- **/blendwave_source** – Diretório contendo o código-fonte completo da versão Beta
- **/avaliacao_qualitativa/blendwave_avaliacaoQualitativa_dados.xlsx** – Planilha no formato XSLT com todos os dados e fórmulas utilizadas na compilação dos índices das avaliações qualitativas
- **/avaliacao_qualitativa/registros** – Diretório contendo as gravações das avaliações qualitativas, em formato **MP4** e os efeitos sonoros criados pelos participantes, em formato **WAV**.

Online

A versão mais atual de Blendwave pode ser acessada e experimentada através da URL <https://blendwave.net>

As versões referentes a esta dissertação podem ser acessadas nas seguintes URLs:

- **Protótipo de alta fidelidade:** <https://blendwave.net/prototipo>
- **Versão Beta:** https://blendwave.net/beta_uab

Os dados de acesso são: **usuário** blend-uab e **senha** blend-uab