

# Paisagens Sonoras Digitais: metodologia de representação dos sons urbanos por meio de motor de jogo.

Digital soundscapes: urban sound representation methodology based on game engine.

**Marcio Nisenbaum**

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil.  
marcionisen@gmail.com

**José Ripper Kós**

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil.  
josekos@ufrj.br

**Naylor Vilas Boas**

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil.  
naylor.vilasboas@ufrj.br

## Abstract

This paper discusses about soundscape notation possibilities and structures a methodology for representing urban sounds based on game engine technology. Recently, new forms of sound visualization and auralization techniques have emerged within the research fields of Soundscape and Noise Pollution studies. The development of digital media, such as game engines, introduced new forms of audiovisual 3d representations, combining geometry and sound in a structured interactive computational space. This paper addresses these novel methods of representation and reflects upon their contribution for soundscape studies through an ongoing study case.

**Keywords:** Soundscapes; Simulation; Game engine; Digital medium.

## Introdução

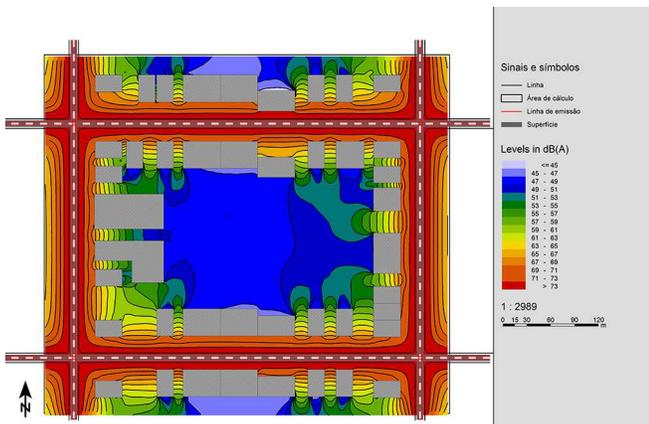
Nos últimos anos, o estudo das condições sonoras das cidades vem ganhando mais espaço. A sensibilização em relação aos sons urbanos abriu caminhos para novas pesquisas, metodologias e literatura, em um contexto de cidades cada vez mais ruidosas.

Os estudos sonoros contemporâneos fizeram emergir novas formas de representação, novos formatos de “visualização” do som e processos de cartografia. No âmbito do estudo da poluição sonora, por exemplo, tem se tornado recorrente a elaboração de mapas de ruídos, que podem ser gerados por meio de simulações computacionais. Esses mapas, também chamado de mapas acústicos, têm sido instrumentos relevantes para a análise do comportamento da intensidade de fontes sonoras em função da morfologia urbana.

No entanto, alguns autores (Raimbault & Dubois, 2005; Augoyard & Torgue, 2005; Signorelli, 2015; Bastuk & Perez, 2014) argumentam que o processo de mapeamento de ruídos pode induzir a uma abordagem reducionista, já que contempla somente um aspecto sonoro, deixando de lado características importantes como a frequência, temporalidade, duração, repetição e natureza dos sons. Pode-se dizer ainda que um enfoque predominantemente quantitativo desconsidera nossa capacidade de resiliência e adaptação aos sons. Pesquisas como a de Coelho e Soares (2012) mostram que, ao contrário do que os mapas revelam, nem sempre as áreas ruidosas indicadas pelos mapas são os locais considerados como de menor conforto acústico por usuários.

Como um contraponto aos mapas de ruídos, os processos de representação do som ambiental no contexto dos estudos das Paisagens Sonoras (campo também conhecido como Acústica Ecológica) seguem linhas mais subjetivas, buscando evidenciar a importância cultural e estética do som e como ele é percebido. Nesse campo, os registros sonoros são materializados por meio de observações, notações e gravações geradas muitas vezes em “passeios sonoros” pela cidade, onde a escuta ambiental faz parte da metodologia de apreensão. Os *outputs*, nesses casos, podem ser dos mais diversos, como diários sonoros, filmes, mapas, entre outros. Com o desenvolvimento tecnológico, mídias digitais também passaram a ser meios explorados, oferecendo novas possibilidades e configurações representacionais.

Diante dessas considerações, o presente artigo se propõe, primeiramente, a refletir sobre metodologias de representação e processos cartográficos sonoros, enfocando principalmente o campo da Acústica Ecológica. A partir dessas reflexões, apresentaremos uma metodologia baseada no uso de motores de jogos como forma de representação de paisagens



**Figura 1:** Mapa acústico de um quadra genérica gerado com o software Soundplan. Fonte: autoral.

sonoras e um *work in progress* de um protótipo virtual. Utilizamos como estudo de caso o Largo de São Francisco - área localizada no centro do Rio de Janeiro - que faz parte de um recorte urbano estudado pelo Laboratório de Análise Urbana e Representação Digital da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

## O campo das Paisagens Sonoras e seus meios de representação

Em paralelo ao aumento dos níveis de ruídos nas grandes cidades, emergiu um novo campo de estudo que se propunha a investigar o som em seu aspecto qualitativo. Pode-se dizer que o surgimento dos estudos das paisagens sonoras ocorreu justamente como um contraponto ao aumento da poluição sonora, num momento em que a atenção aos sons também levou ao questionamento sobre seus aspectos positivos, que desapareciam em meio à congestão sonora.

Autor fundamental desse campo, o compositor canadense Murray Schafer, na década de 70, foi um dos primeiros a usar o termo “soundscape” (traduzido para paisagem sonora) em sua obra seminal intitulada “The soundscape: our sonic environment and the tuning of the world.” Para o autor, uma paisagem sonora seria: “(...) qualquer parte do ambiente sonoro considerado um campo de estudo. O termo pode referir-se a ambientes reais ou a construções abstratas como composições musicais e montagens, em particular quando entendidas como um ambiente.” (1994, glossário).

A obra de Schafer fez parte do World Soundscape Project, um projeto que se iniciou no final da década de 60 na Simon Fraser University, no Canadá, e deixou como legado uma série de gravações, artigos e publicações que contribuíram para a consolidação dos estudos das paisagens sonoras, campo que com o tempo também ganhou a denominação de “Acústica Ecológica”. Além de Schafer, fizeram parte desse projeto Barry Truax, que produziu uma espécie de guia chamado Handbook for Acoustic Ecology (hoje disponível no formato de website), Hildegard Westerkamp, que desenvolveu especial interesse pelo processo de “soundwalking” (caminhada sonora), além de outros pesquisadores.

Embora se trate de uma área de pesquisa recente, pode-se dizer o estudo das Paisagens Sonoras se consolidou enquanto campo, constatando-se um número expressivo de pesquisas, centros acadêmicos e congressos que se interessam pelo tema. Nas últimas décadas, temos por exemplo a criação do “World Forum for Acoustic Ecology” (WFAE), em 1993 - organização que reúne uma série de associações ao redor do mundo que lidam com Acústica Ecológica - a criação do jornal “Soundscape: The Journal of Acoustic Ecology” em 2000 - com publicações anuais sobre o assunto - assim como o surgimento de uma série de centros de estudos como o CRESSON na França, a rede internacional Ambiance, e projetos como o Positive Soundscapes, em Manchester.

## Representações de paisagens sonoras

Representações e registros sonoros referem-se normalmente às formas de descrição do som. Anteriores aos sistemas de captação do som, registros sonoros eram encontrados em obras literárias e documentos históricos. O próprio alfabeto pode ser entendido como uma primeira forma de projeção gráfica de sons, e a música, há centenas de anos, baseia-se em sistemas codificados prescritivos que conectam elementos gráficos a tonalidades específicas. Já com a invenção dos fonográficos e depois dos fonógrafos, os sons puderam ser “gravados” em superfícies permitindo sua análise e reprodução aural.

A questão da representação do som no campo de estudos das paisagens sonoras já foi explorada por alguns autores, tratando-se de campo complexo mas ao mesmo tempo instigante. Schafer (1977/1994, capítulo 08), por exemplo, alerta que: “(...) gerar uma imagem convincente de uma paisagem sonora envolveria muita técnica e paciência: milhares de gravações deveriam ser feitas; milhares de medições realizadas: e novas formas de descrição deveriam ser desenvolvidas.” O autor dedica um capítulo inteiro (intitulado “Notações”) ao tema, discorrendo sobre diferentes tipos de análises e formas de representação do som.

Augoyard e Torgue (2005, p.12) argumentam que a representação sonora deveria incluir dados qualitativos como a fonte, a ocorrência, periodicidade e tipo de recepção, sendo o “efeito sonoro”, termo desenvolvido pelos autores, uma ferramenta de síntese dessas características. Os autores apontam a necessidade do desenvolvimento de expressões gráficas apropriadas e também de outros meios de representação.

## Mapas sonoros

Truax, em seu “Handbook for Acoustic Ecology”, coloca a tentativa de registrar sons num sistema geográfico como uma forma de notação que faz parte da área de pesquisa da Sonografia. Pode-se identificar nesse campo, em linhas gerais, dois tipos de representação cartográfica: o mapa que representa a média de intensidade sonora numa determinada área; e outro que busca identificar os aspectos qualitativos dos sons percebidos.

O primeiro tipo de mapa, denominado mapa de ruído, como já explicitado, tem sido um instrumento recorrente no estudo da poluição sonora. As representações adotada por mapas desse tipo são normalmente baseadas em gradiente de cores, que indicam a variação dos níveis de pressão sonora em função do espaço cartografado. O processo de produção desses mapas baseia-se em complexas simulações que consideram as interações entre fontes de ruídos (principalmente automóveis) e a estrutura física da cidade.

Mapas sonoros, por outro lado, buscam representar outros atributos do som e expor julgamentos mais subjetivos. Dessa forma, esses mapas são normalmente considerados ferramentas de análise específicas do campo das Paisagens Sonoras. Diferentemente dos mapas de ruídos, cuja apresentação é padronizada, as possibilidades de

mapeamento e representação dos mapas sonoros são múltiplas e híbridas, constituindo um campo aberto a experimentações.

Por ser um processo subjetivo, os mapas sonoros demandam o engajamento do cartógrafo com os sons ambientais que ele quer representar, baseando-se muitas vezes nos “soundwalks”, ou passeios sonoros – caminhadas pela cidade em que o foco está na escuta. A representação dos sons apreendidos pode ser feita através de notações gráficas (abstratas ou seguindo algum rigor técnico) ou por meio de gravações vinculadas a um mapa.

Schafer (1994/1977), parte III, capítulo VIII) e Signorelli (2015, p.5), citam a produção gráfica desenvolvida por Michael Southworth em sua dissertação de mestrado intitulada “The Sonic Environment of cities”, em 1967, como um dos primeiros exemplos de desenvolvimento de mapas sonoros. Sua pesquisa se baseou no desenvolvimento de mapas feitos a partir de observações em caminhadas acústicas (embora o autor ainda não usasse o termo soundwalk) ao longo de um percurso na área central de Boston, nos Estados Unidos. Para desenvolver os mapas, Southworth percorreu o trecho de estudo por alguns meses em diversos horários e dias da semana, com foco na escuta ambiental. Mais do que um mapa de objetos sonoros, seu mapa traz informações sobre os eventos e acontecimentos percebidos através do som durante suas caminhadas.

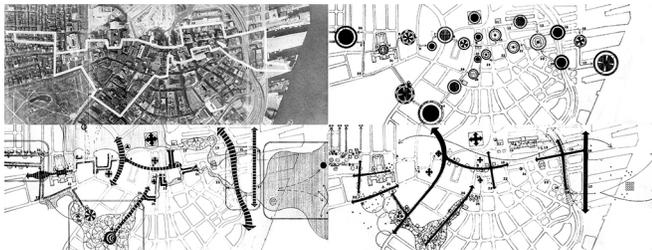


Figura 2: Mapas desenvolvidos por Southworth (1967)

Embora a elaboração de mapas gráficos ainda seja o padrão no processo de cartografia sonora, alguns autores começaram a questionar sua aplicação, tendo em vista possibilidades de vincular elementos sonoros a mapas por meio de novas tecnologias. Nesse sentido, é interessante notar que Schafer (1994, parte III, capítulo VIII) já sugeria em suas primeiras obras que estudiosos deveriam sempre “suspeitar” de qualquer projeção silenciosa do som, alertando que mapas “mudos” podem, ao contrário do que se propõe, nos afastar de uma melhor compreensão da complexidade sonora. O autor argumenta que exercício da escuta é essencial ao profissional que lida com som ambiental e esse processo deveria se materializar nas próprias representações.

Num contexto atual, Signorelli (2015,p.6), em sua pesquisa com novas tecnologias, observa que: “Um mapa é bidimensional e geralmente estático, enquanto o ambiente sonoro ocorre num espaço tridimensional, caracterizado por limites “tênuos” e fortemente relacionados com intervalos temporais. Ainda seguindo o autor: “...A mídia cartográfica oferece uma parcial e monossensorial representação sem

levar em consideração outros estímulos sensoriais ou a dimensão física do tecido urbano que interage com o ambiente sonoro.”

Atualmente, o desenvolvimento de equipamentos portáteis de gravação e os próprios celulares munidos de gravadores possibilitam a elaboração rápida de mapas sonoros, que disponibilizam as próprias faixas de áudios captadas. Esse tipo de mapa, de caráter colaborativo na maior parte das vezes, configura um formato de extrema relevância para os estudos sonoros ao permitirem o compartilhamento de gravações estáticas ou até mesmo de percursos por diferentes usuários. Para Caquard (2008, p.1228, apud Harvey & Lacey, 2011, p.6), “(...) a integração de som pode demonstrar um aprofundamento no entendimento das dimensões culturais, geográficas e políticas de mapas”.

Encontramos hoje uma série de mapas sonoros colaborativos como o de Nova Orleans, Lisboa, Montreal e Nova Iorque. Zaganelli (2014, p.74) identificou a existência de 86 mapas colaborativos em plataformas online internacionais. No Brasil, já existem algumas iniciativas de mapeamento colaborativo sonoro como o Soundmap em São Paulo, o mapa sonoro CWB, em Curitiba, entre outros. Os mapas normalmente operam em plataformas cartográficas de fácil manipulação como o Wikimapia, OpenStreetMap, GoogleMaps e serviços de armazenamento de áudio como o Freesound ou Soundcloud.

### Processos cartográficos

Muitos estudiosos que se debruçam sobre metodologias cartográficas contemporâneas consideram que tão importante quanto os mapas em si são os processos envolvidos em suas elaborações. Nakahodo (2015, p.3) entende o processo cartográfico como uma criação de territórios afetivos e imaginários, que no caso sonoro se dá por meio da escuta engajada com a experiência física. Para a autora, (2015, p.3), nos últimos anos, as noções cartográficas contemporâneas “(...) se afastam do pensamento representacional tradicional dos mapas e mudam o foco para um mapear que enfoca em processos.”

Num viés semelhante, autores que investigam processos de escuta ambiental e sua representação consideram que qualquer tentativa de compreensão de paisagens sonoras demanda um envolvimento etnográfico do cartógrafo. Barroso, Bexiga e Rocha (2012) usam o termo “imagem sonora” como forma de evocar os simbolismos contidos nos fragmentos sonoros percebidos na cidade. Para os autores “(...) os sons emanados de gestos e práticas, das máquinas e utensílios, das sociabilidades e conversas, entre tantos outros, passam então ao primeiro plano das preocupações etnográficas do pesquisador, deixando de ser um mero resultado das ações cotidianas, sem grande importância, para ser compreendido como parte das expressões culturais e simbólicas que constituem a vida humana.” (Barroso, Bexiga & Rocha, 2012, p.2)

James Corner (1999) em “The Agency of mapping”, discorre sobre o processo de mapeamento como uma atividade criativa. Questionando a separação conceitual de mapas e

territórios, ele argumenta que o território não precede o mapa, mas que o espaço se torna território através de práticas que incluem o mapeamento. Para o autor, o ato cartográfico é composto de 4 etapas: deriva (drift); estruturação em camadas (layering), jogo de tabuleiro (game-board); e rizoma (rizome). O conceito de deriva se refere ao processo cartográfico em si - o “andar sem rumo”. O conceito de “layering”, estaria relacionado à possibilidade de se trabalhar com múltiplas camadas, fragmentos e colagem, sendo o mapa uma interpretação de todas esses componentes que se relacionam. A analogia a um game-board, tabuleiro de jogo, consiste em entender um mapa como uma estrutura, uma representação que organiza processos – com jogadores e agentes – e múltiplos possíveis resultados. Por último, o rizoma, conceito apropriado da obra “Mil Platôs”, de Deleuze e Guatari, diz respeito a uma estrutura acêntrica, sem hierarquia e em contínua expansão. (Corner, 1999)

Cabe questionar, diante das abordagens teóricas explicitadas, a limitação de mídias tradicionais no processo de representação da complexidade inerente ao ato cartográfico, em especial quando o som é o objeto a ser mapeado. No âmbito dessa pesquisa, temos como premissa de que as mídias da era computacional podem contribuir para o campo das paisagens sonoras justamente por introduzir novos formatos representacionais que sustentam mais “camadas” de informação e interatividade.

## Mídias digitais e motores de jogos

Murray (2012, parte I, cap. I) usa o termo “mídia digital” para designar o tipo de mídia que “...explora o poder representacional do computador”. A autora postula 4 princípios (affordances) que delimitam a essência desse tipo de mídia: (I) procedural: composto de regras executáveis. (II): interativo (participativo): convida a ação humana e manipulação do mundo representado (III): enciclopédico: contém grande quantidade de informação em formatos múltiplos de mídia (IV): espacial (navegável como um banco de dados e/ou um espaço virtual). A partir dessas definições pode-se compreender, por exemplo, que jogos, sites, celulares, tvs interativas etc. seriam “mídias digitais”.

Os jogos eletrônicos, em especial, tem sido um tipo relevante de mídia digital explorada no campo da Arquitetura e do Urbanismo como ferramenta de representação. Para Saggio (2014, p.400), a importância dos games para a Arquitetura contemporânea encontra-se, entre outros motivos, no fato do jogo “incorporar metáforas e interatividade, que representam o cerne da estética eletrônica dos nossos tempos”.

No caso do estudo sonoro ambiental, tais mídias são interessantes por oferecerem “espaços” de interação, sistematização e simulação aural, podendo-se cruzar num ambiente virtual informações de espaço, tempo e som, contribuindo para a sensação de imersão. Ademais, é interessante constatar que o termo soundscape (ou paisagem sonora) já é um conceito recorrente no jargão de especialistas da área de *Games* e visto como um recurso inerente ao jogo, assim como os sólidos geométricos, texturas e fontes de iluminação.

É possível encontrar algumas experimentações no campo da Arquitetura e Urbanismo que se baseiam na estrutura dos games na busca por novas formas de representação de sons urbanos. Um exemplo recente é o experimento de Signorelli (2015) desenvolvido na Universidade Politécnica de Milano, que, a partir de um software de motor de jogo, reproduziu um ambiente virtual onde se podia realizar um “soundwalk virtual”.

Outra referência relevante foi o projeto CitySounds, desenvolvido no SIAL (RMIT), na Austrália. Trata-se também de um ambiente audiovisual 3d e interativo, vinculado a uma pesquisa comunitária. O objetivo da ferramenta era complementar as informações acústicas documentadas pela prefeitura de Melbourne com dados mais subjetivos, e promover a sensibilização da comunidade em relação à sua paisagem sonora. No ambiente virtual desenvolvido, o usuário podia navegar livremente pelo espaço tridimensional ou ser guiado automaticamente, e ao longo do caminho pop-ups com questionários eram respondidos, criando um banco de dados para análise. A partir dos resultados, algumas estratégias públicas foram criadas, orientadas pelos pontos críticos evidenciados na pesquisa.

Um projeto semelhante ao australiano é o “Sound Naples”, desenvolvido pela universidade italiana Campania Luigi Vanvitelli, que também usa o espaço do jogo como ferramenta de estudo qualitativo sonoro. Trata-se de um ambiente 3d de uma praça que pode ser livremente explorada enquanto algumas perguntas são feitas sobre as sensações em relação aos sons percebidos. Um dos objetivos do projeto seria abordar questões da área conhecida como Psicoacústica e avaliar também padrões de resiliência em relação a sons que normalmente são considerados indesejáveis. Antes de iniciar o teste, o perfil do “jogador” era traçado por meio de informações de seu gênero, país, idade etc.

Já seguindo uma linha mais propositiva, o projeto Esquissons, desenvolvido pelo grupo francês Cresson, entre 2013 e 2015 e disponibilizado de forma gratuita, é uma ferramenta de simulação estruturada através do software de modelagem 3d Rhinoceros, o plug-in Grasshopper (que permite a manipulação paramétrica visual) e o software MAX SMP (que permite a manipulação paramétrica de sons). Essa integração de softwares permite trabalhar com modelagem paramétrica e simular o comportamento sonoro em uma quadra genérica. Dessa forma, pode-se alterar a altura de edifícios, especificar e localizar fontes sonoras de forma interativa e gerar uma simulação de escuta em um determinada local.

Os autores do projeto Esquisson usam o termo “auralização urbana” para descrever o tipo de simulação sonora que a ferramenta desenvolvida é capaz de realizar. Segundo Vorländer (2008, apud Murphy, D. et al, 2016, p.11), auralização consiste “(...) no processo de renderização aural, por modelagem física ou matemática, do campo sonoro de uma fonte no espaço, de forma a simular a experiência de escuta binaural numa determinada posição do espaço modelado.”

Embora a tecnologia dos games esteja em constante evolução e já existam algumas técnicas mais precisas de auralização,

nossa pesquisa, ainda em fase inicial, se interessa mais pelas condições urbanas e sociais que geram uma paisagem sonora do que com a precisão e realismo da simulação em si. Assim, utilizaremos o termo “auralização” em alguns casos, mas com um sentido mais abrangente e menos rigoroso, buscando preencher um vazio no campo de estudo da Acústica que normalmente se interessa mais pelo comportamento matemático do som do que pelas estruturas sociais que os produzem.

## Objetivos

A partir dos questionamentos expostos e das referências observadas, propomos apresentar nesse artigo uma metodologia de representação de paisagens sonoras por meio de motor de jogo, cuja aplicação encontra-se em fase de desenvolvimento. Entendemos que o método em estudo pode ter alguns propósitos como: (I) promover a sensibilização de profissionais (que lidam com o espaço urbano) em relação aos sons da cidade e capacidade de resiliência; (II) o entendimento/sistematização de processos (e não de formas) de uma paisagem (III); a complementação dos procedimentos de análises quantitativas, como os mapas de ruídos; (IV) a manipulação e criação de cenários sonoros hipotéticos, estendendo-se à representação de paisagens sonoras do passado e do futuro.

### O Largo de São Francisco

O recorte urbano escolhido para a aplicação da metodologia foi o Largo de São Francisco, no centro do Rio de Janeiro. Esse espaço faz parte de um estudo mais abrangente envolvendo centralidades da cidade, desenvolvido pelo Laboratório de Análise Urbana e Representação Digital (LAURD) da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Desde o ano de 2012, o LAURD, por meio de um projeto de pesquisa, vem estudando a utilização dos motores de jogo – especificamente através da ferramenta Unity – na representação das transformações urbanas do centro do Rio de Janeiro. O sistema em desenvolvimento, conhecido como SimRio (Simulador Urbano do Rio), permite a visualização dinâmica dos espaços da cidade em tempo real, bem como o livre trânsito através de diferentes tempos históricos, possibilitando ao observador visualizar o passado da cidade de uma maneira ainda não explorada pela historiografia do Rio de Janeiro.

Do ponto de vista dos estudos sobre a cidade, o desenvolvimento do SimRio pode ser entendido como um processo aberto e de longo prazo. Sua complexidade metodológica, e as possibilidades de estudo das dinâmicas do espaço público, o configuram, mais do que um simulador, como um verdadeiro espaço de pesquisa, capaz de abrigar diferentes abordagens sobre a cidade, que, por sua vez, acabam por contribuir para o seu próprio desenvolvimento.

Neste processo de simular o ambiente urbano – não só em sua dinâmicas presentes, mas também em seus aspectos passados, a articulação interdisciplinar, a análise documental, a observação etnográfica, entre muitas outras maneiras de

entender a cidade se articulam em torno do seu desenvolvimento, estabelecendo relações multidisciplinares entre os pesquisadores envolvidos com o simulador.

Como anteriormente observado, atualmente se encontra em desenvolvimento o SimRio Largo de São Francisco, tradicional espaço público localizado no centro do Rio de Janeiro, cuja estrutura urbana e morfologia se encontram relativamente estáveis ao longo do tempo, em comparação com as dramáticas transformações ocorridas em outros espaços do centro. Atualmente, os estudos se concentram na simulação do tempo atual e dos aspectos do largo no ano de 1870, tempo escolhido em função da disponibilidade de interessantes documentos cadastrais que descrevem a cidade naquele momento.



Figura 3: SimRio nos anos 1900 e 2016. Fonte: LAURD

No contexto da pesquisa, verificou-se a possibilidade de se estruturar a paisagem sonora desse local, aproveitando o fato do software utilizado possuir os recursos necessário para o processo de auralização. Como já discutido, embora a auralização demande metodologias mais rigorosas de simulação aural, o foco do processo proposto é o de revelar sons gerados pelas principais práticas sociais decorrentes da configuração urbana local, e a estruturação do modelo funciona como um registro manipulável que abre caminhos diversos de pesquisa, mesmo que com algumas limitações técnicas.

### Etapas metodológicas

Para que a dinâmica de uma paisagem sonora seja simulada numa lógica computacional, sua compreensão deve ser simplificada a elementos básicos. Para isso, utilizamos o

conceito de “evento sonoro”, termo definido por Schafer como a menor partícula de uma paisagem sonora: “...um objeto sonoro relacionado de forma intrínseca a seu contexto temporal e espacial (1994/1977, Glossário).” Incluímos como elemento intermediário o conceito de “cenário sonoro”, que seria uma configuração particular da paisagem sonora, baseada em determinadas circunstâncias e formado a partir da combinação de eventos sonoros. Em termos da lógica da simulação, o evento sonoro seria a unidade básica, referindo-se ao tipo de som, sua repetição e localização, e, alterando-se os “inputs”, pode-se ter combinações diferentes, que irão definir cenários sonoros específicos, dentro de um contexto maior que seria a paisagem sonora local. Esse esquema de funcionamento está ilustrado na figura 5. Uma vez estruturada a lógica da simulação, descrevemos em seguida as etapas do procedimento metodológico proposto, desde a visita a campo à organização final no motor de jogo.

1) Visita a campo: a visita ao espaço urbano a ser representado é etapa fundamental para o entendimento de sua paisagem sonora. A visitação exige uma atenção especial aos sons mais marcantes do local, que devem ser observados em diferentes percursos e horários. A transição de “tempos” que é possível simular num motor de jogo deve ser aqui apontada como um recurso essencial para a representação da dinâmica de uma paisagem. No caso do Largo de São Francisco, foram feitas visitas em três horários diferentes (10:00, 15:00 e 19:00) e também em dias diferentes (um dia útil e um sábado). Durante a visita, foram elaborados dois mapas principais: (I) um mapa de timbres/identidade que define o tipo e localização dos principais eventos sonoros; (II) um mapa de ritmos, que define o comportamento dos eventos sonoros em função do tempo (figura 04). A intenção dos mapas é servir como base organizacional que irá “alimentar” posteriormente o modelo 3d.

No processo de visita, gravações permitem registrar sonoridades a serem avaliadas *a posteriore*, possibilitando a análise por meio de oscilogramas e espectrogramas que facilitam a identificação de eventos sonoros. As gravações indicam também se os sons gravados podem ser usados como objetos sonoros no motor de jogo. Nesse caso, pode ser importante voltar a campo e realizar a gravação com microfones mais adequados para captação específica de determinados sons. O processo de escolha que vai determinar



Figura 4: Mapa de identidade/timbres (esq.) e ritmos (dir.)

se o evento sonoro usado no modelo será aproveitado de gravações já indica sua especificidade – o som de um carro por exemplo, pode ser facilmente aproveitado de um banco de áudio, já outros podem necessitar a gravação direta, indicando que se tratam de sons singulares e merecem atenção especial.

2) Estruturação do modelo 3d: no caso do Largo de São Francisco, os modelos foram desenvolvidos no software 3ds Max e exportados para o Unity respeitando um sistema de modulação para que não houvesse um número excessivo de polígonos e “draw calls”. A partir do modelo estruturado, a inserção de elementos sonoros acontece por meio de fontes sonoras (audio sources) que reproduzem faixas de áudio (audioclips). As fontes sonoras podem ser inseridas diretamente no espaço do engine ou vinculadas a um objeto existente. As faixas sonoras, se aproveitadas do campo, devem ser tratadas em softwares específicos. Para as faixas do banco de áudio, utilizamos as disponíveis no site “urban sound dataset”. Durante esse processo, um procedimento importante é a escolha dos “loops”, que indica a duração das faixas de áudio e as repetições, e devem estar de acordo com os ritmos identificados na visita de campo.

Uma grande vantagem da estrutura do motor de jogo é seu funcionamento “aberto”. Embora já tenha uma série de scripts pré-programados, como a câmera em primeira pessoa e a navegação, a plataforma permite a programação em linguagem C# ou Javascript diretamente vinculada aos seus componentes. Um recurso fundamental que lida com o som do game é o AudioMixer, que permite a organização de faixas sonoras (assim como a possível aplicação de filtros) em grupos e “snapshots”, trazendo a lógica dos programas de edição de áudio diretamente para o engine. Podemos

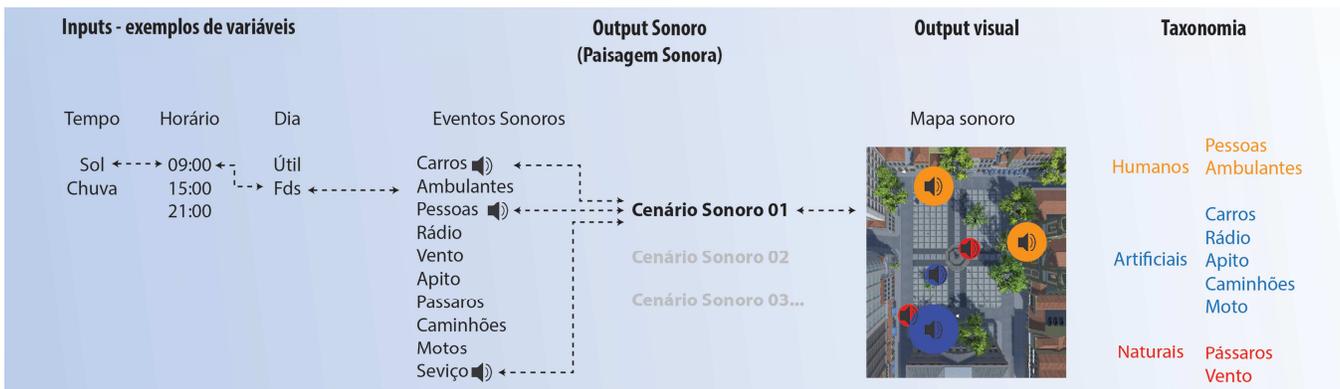


Figura 5: Esquema de simulação e lógica computacional

entender os snapshots como combinações de faixas sonoras específicas, criando cenários sonoros, compostos por sua vez dos eventos sonoros.

A lógica do AudioMixer permite uma organização dos sons de acordo com algum tipo de taxonomia. No estudo de paisagens sonoras, encontramos categorizações diversas, relacionadas a abordagens de diferentes autores. Utilizamos uma taxonomia semelhante às propostas por Krause (apud Zaganelli, 2014 ) e Schafer (1994/1977), que classificam, de forma resumida, os sons em Naturais, Artificiais/Mecânicos e Humanos.

3) A estruturação da interface constitui a etapa final do processo de representação e cria as condições de interação com o usuário, que irá “construir” sua própria interpretação da paisagem ao explorar a ferramenta. Nesse sentido, a interface foi idealizada de forma que o usuário pudesse navegar nos diferentes “cenários” do Largo de São Francisco e, ao “jogar”, se envolvesse com a paisagem sonora local.

Dessa forma, a interface é composta de botões que representam as variáveis (tempo, dia, horário), eventos sonoros organizados em categorias, e um mini-mapa que exibe de forma gráfica algumas características sonoras que demandam uma leitura em superfície (figura 06). Manipulando-se as variáveis, os eventos sonoros são disparados automaticamente mas podem ser também editados pelo jogador, o que permite explorar combinações hipotéticas e testar diferentes sonoridades que não necessariamente existem como cenários sonoros observados em campo. Essa liberdade contribui para uma maior sensibilização em relação aos sons existentes e para a análise isolada de cada evento sonoro.



Figura 6: Esquema da interface

## Conclusões e desdobramentos

Apresentamos nesse artigo algumas reflexões sobre representações de paisagens sonoras que inspiraram uma metodologia de simulação de “soundscapes” por meio de motor de jogo, ainda em fase de desenvolvimento. É importante ressaltar que consideramos tão importante quanto o protótipo em si, o processo de “montagem” do sistema, visto que a estruturação da paisagem sonora virtual demandou um envolvimento presencial intenso e relevante com o local estudado.

Constatamos desde o início desse processo que a observação atenta às atividades sociais, às apropriações espaciais e a percepção dos ritmos urbanos foi realizada de forma quase que natural ao se tentar registrar e identificar os sons das cidades, que são regidos por esses eventos e acontecimentos. Nesse sentido, verifica-se que o processo de estruturação de sons urbanos difere bastante da modelagem física/geométrica, justamente por demandar uma observação etnográfica e um registro em forma de eventos dinâmicos, para além das geometrias estáticas.

Nesse sentido, verificamos que engines são mídias digitais que se adequam a esse tipo de representação sistemática e relacional e, dessa forma, merecem maior atenção por parte de arquitetos e urbanistas. Ainda, por se tratar de uma mídia sonorizada, que disponibiliza e induz à análise aural, ela contribui para que o processo de escuta não seja deixado de lado em detrimento ao imediatismo das análises gráficas. Somam-se a isso as possibilidades de interação e manipulação livre pelo usuário, que torna essa mídia uma “obra aberta”, suscetível a novas interpretações e dinâmicas, que só se completam com a participação do jogador num processo imersivo. Essa imersão pode ser ainda potencializada com a aplicação de tecnologias de realidade virtual, contribuindo para a simulação mais enfática do engajamento físico/corporal com a paisagem virtual.

Como desdobramentos da pesquisa idealizamos a aplicação da metodologia com objetivos mais específicos (simulação de cenários futuros ou passados; testes de resiliência sonora e adaptação; análise qualitativa; projeto e design sonoro) e também em outras áreas de estudos, como a Psicoacústica. Embora as práticas envolvendo motores de jogos ainda possuam caráter experimental, já é possível constatar que são instrumentos de grande valia para o estudo de paisagens sonoras e conseqüentemente para a compreensão das cidades.

## Referências

- Augoyard, J.F. & Torgue, H. (2005). *Sonic Effects: A Guide To Everyday Sounds*. Montreal: McGill-Queen's University Press.
- Barros, P. F., Bexiga, S. F. & Rocha, A. L. C. (2011). Etnografia sonora na cidade: algumas contribuições metodológicas acerca do registro sonoro na pesquisa de campo. *Revista ILLUMINURAS*, v.11, n.25. Retrieved from <http://seer.ufrgs.br/illuminuras/article/view/15529>. E-ISSN 1984-1191
- Corner, J. (2009). *The agency of mapping*. In: Cosgrove, D., *Mappings*. Londres: Reaktion Books.
- Cresson. *Esquissons*. Retrieved from: <http://www.esquissons.fr/>
- Handbook for Acoustic Ecology*. Retrieved from: <https://www.sfu.ca/sonic-studio/handbook/index.html>
- Lacey, J. & Harvey, L. (2011). *Sound Cartography Approaches to Urban Soundcape Research: CitySounds and Sites-of-Respite in the CBD of Melbourne*. Retrieved from: [www.researchgate.net/publication/226863634](http://www.researchgate.net/publication/226863634)
- Murphy, D. et al. (2016). *Acoustic Heritage and Audio Creativity: the Creative Application of Sound in the Representation, Understanding and Experience of Past Environments*. Internet

- Archaeology, 44. Retrieved from <http://intarch.ac.uk/journal/issue44/12/index.html>
- Murray, J. (2012) *Inventing the medium*. Londres: Mit Press.
- Nakahodo, L. N. (2013). Mapas e processos cartográficos nas práticas sonoras contemporâneas. Encontro internacional de Música e Arte Sonora. Retrieved from: [http://www.ufjf.br/anais\\_eimas/files/2012/02/Nakahodo1.pdf](http://www.ufjf.br/anais_eimas/files/2012/02/Nakahodo1.pdf)
- Saggio, A. (2007). The new mental landscape. In: Boris, F., Waltz, S.P., & Böttger, M. *Space Time Play: Computer Games, Architecture and Urbanism: the Next Level* (pp.398-400). Berlin: Birkhäuser.
- Schafer, R. Murray. (1994/1977). *The soundscape - our sonic environmental and tuning of the world* (2.ed). Rochester: Destiny Books. [Edição Kindle]. Retrieved from: Amazon.com.br
- Signorelli, V. (2015). Soundwalking in virtual urban ambiances. Applying Game Engine Technologies in soundscape study. *Ambiance, Experimental Simulation*: Retrieved from: <http://ambiances.revues.org/657>
- Southworth, M. F. (1967). *The Sonic Environment of cities*. Boston: Massachusetts institute of technology. (Dissertação de mestrado)
- Università degli Studi della Campania Luigi Vanvitelli. Projeto SoundNaples. Retrieved from: [www.previewlabs.com/soundnaples/webbuild/SoundNaples.html](http://www.previewlabs.com/soundnaples/webbuild/SoundNaples.html)
- Universidade de Nova Iorque (NYU). Urban Sound Dataset. Retrieved from: <https://serv.cusp.nyu.edu/projects/urbansounddataset/>
- Zaganelli, D. M. (2014). *O som da paisagem: pelas praças do centro da cidade de Vitória, ES*. Vitória, ES: Universidade Federal do Espírito Santo. (Dissertação de Mestrado)