
Sonificação de dados: uma aproximação metodológica¹

Carlos JÁUREGUI²

Debora Cristina LOPEZ³

Universidade Federal de Ouro Preto, Mariana, MG

RESUMO

Este trabalho tem o objetivo de discutir o uso de técnicas de sonificação de dados em produtos jornalísticos. Após contextualização histórica e delimitação conceitual, propomos um conjunto de parâmetros para o desenvolvimento e análise desse tipo de experimento sonoro. Para tanto, articulamos questões relevantes ao jornalismo, no que diz respeito ao tratamento e apresentação de estatísticas, com discussões sobre a composição e a natureza da linguagem radiofônica e contribuições dos campos da psicologia cognitiva e da psicoacústica.

PALAVRAS-CHAVE: display auditivo; gráficos sonoros; metodologia; rádio expandido; sonificação.

Introdução

No dia 05 fevereiro de 2021, o podcast de humor político Medo e Delírio em Brasília (2021) ganhou ares mais obscuros. Nos últimos minutos de seu episódio 765, após um “aviso de gatilho”, o apresentador Cristiano Botafogo anuncia: “O Brasil vem banalizando a quantidade de mortes que acontecem todos os dias. Eu acho que as pessoas perderam a noção do que representam mil e duzentas mortes. Cada sinal sonoro que vai a seguir é uma morte registrada hoje, num único dia e só no Brasil”. A partir daí, são tocados 1239 sinais, com a voz do locutor reiterando cada centena de vítimas: “100 mortes [...] 200 mortes...”. O podcast, então, chega ao final com o pedido para que o ouvinte fique em casa, evite lugares fechados e mantenha distância de outras pessoas, em função da pandemia da Covid-19.

O trecho final do programa (disponível na íntegra em agregadores de podcast) também foi publicado no Youtube e em um grupo do podcast no aplicativo de mensagens instantâneas Telegram como “Um exercício de empatia”. Tal título deixa ainda mais claro que um dos objetivos do experimento seria combater uma possível insensibilidade frente

¹ Trabalho apresentado no GP Rádio e Mídia Sonora, XXI Encontro dos Grupos de Pesquisas em Comunicação, evento componente do 44º Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação.

² Doutor em Comunicação pela Universidade Federal de Minas Gerais. Professor adjunto do curso de jornalismo da Universidade Federal de Ouro Preto, onde participa do Grupo de Pesquisa Convergência e Jornalismo (ConJor) e do Laboratório de Inovação em Jornalismo (Labin). É também membro do Grupo de Pesquisa em Sonoridades, Comunicação, Textualidades e Sociabilidade (UFMG). E-mail: carlos.jauregui@ufop.edu.br.

³ Doutora em Comunicação e Cultura Contemporâneas (UFBA), desenvolveu estágios pós-doutorais em Comunicação junto à UFRJ e à UERJ. Professora dos Programas de Pós-Graduação em Comunicação da UFOP e da UFPR e do Departamento de Jornalismo da UFOP. Coordena o Grupo de Pesquisa Convergência e Jornalismo (ConJor) e o Laboratório de Inovação em Jornalismo (Labin), e-mail: debora.lopez@ufop.edu.br

ao contexto pandêmico, que já deveria ser alarmante àquela época, muito antes de nos aproximarmos das 4 mil mortes diárias em abril de 2021, ultrapassando a marca total de 500 mil mortes dois meses depois, em junho do mesmo ano⁴.

Desafio especialmente delicado neste cenário, o uso de estatísticas sempre levantou questões relevantes ao fazer jornalístico. Por um lado, é preciso ter em conta os processos de produção dos dados (as metodologias, processos e interpretações...); por outro, deve-se buscar formas para auxiliar o público na compreensão dessas informações (COHEN, 2021; GEHRKE, 2020; PHILLIPS, 2021). No caso do rádio, a discussão envolve as especificidades de um meio sonoro, que tradicionalmente foi considerado pouco apropriado a narrativas com muitos números; afinal, “o excesso de dados pode confundir o ouvinte, que não terá a chance de ouvir a reportagem novamente” (BARBEIRO; LIMA, 2003, p. 57). Por essa perspectiva, a inserção de dados em peças sonoras seria considerada abstrata e, portanto, de difícil compreensão ao público ouvinte.

Para além dos elementos parassonoros característicos do rádio expandido — textos, gráficos visuais ou vídeos (KISCHINHEVSKY, 2016) —, o exemplo convocado no início deste artigo lança mão trata-se de uma experiência de “sonificação de dados”. Isto é, por meio de uma representação sonora de estatísticas, favorece a compreensão de uma situação ao passo que se propõe a combater uma banalização do horror.

Mas se os desafios da produção radiofônica com base em dados são relevantes, a pesquisa destes objetos também merece um olhar atento. Alinhados ao debate sobre a necessidade de pensar sobre a natureza dos objetos sonoros e as formas de abordagem destes fenômenos, propomos aqui um caminho metodológico de orientação acústica para o estudo de sonificação de dados em radiojornalismo. Compreendemos este esforço como uma aproximação construída a partir das possibilidades de uso dessa ferramenta e, a partir do olhar para experimentos nacionais e estrangeiros, desenvolvemos exercícios de análise que poderão guiar futuros estudos e produções nesse sentido. Esta reflexão, então, configura-se como uma revisão de literatura propositiva que apresenta testes metodológicos aplicados a sonificações de natureza e origem distintas.

1. A sonificação como campo de experimentações e possibilidades

⁴ O dever cívico e jornalístico de não permitir que as vidas perdidas durante esta pandemia se transformem em “meros números” é abordado por Gonçalves e Batista (2020), em reflexão que articula discussões acerca de memória coletiva, cultura da convergência e ativismo digital.

As práticas de sonificação inscrevem-se no campo mais amplo conhecido como *auditory display*, expressão traduzida ao português como ‘exibição auditiva’ ou ‘display auditivo’, para designar uso do som na interação entre seres humanos e dispositivos técnicos. O bip que um automóvel emite durante a marcha ré seria um exemplo, assim como o aviso da conexão de bluetooth de um alto falante com um smartphone ou o apito de uma máquina industrial sinalizando algum defeito.

Em paralelo (e de forma complementar) à sinalização sonora, as experiências científicas e jornalísticas com a produção de gráficos, mapas e visualização estatística por meio de sons constituem o campo mais particular da sonificação:

[...] um subtipo de display auditivo que usa áudio não falado para representar informação. Kramer et al. (1999) se aprofunda ao elaborar que ‘a sonificação é a transformação de relações entre dados em relações perceptíveis por um sinal acústico com o propósito de facilitar a comunicação e interpretação...’ (WALKER; NEES, 2011, p.10 - tradução livre)

Partindo dessa definição (e cientes das eventuais contradições e sobreposições em qualquer campo de estudo), entendemos a sonificação como o conjunto de práticas que contribuem para a interpretação do mundo por meio do som, especialmente no que diz respeito a informações de caráter estatístico.

Tal investimento de tradução sonora para informações de variadas naturezas encontra diferentes motivações. É preciso considerar o potencial das técnicas de sonificação para promover a acessibilidade para pessoas com deficiência visual, mas também destacam-se as vantagens de se explorar a audição humana para a compreensão de certas relações de intensidade, tempo e contraste ou quando o uso da visão (ou outros sentidos) for pouco recomendável ou acurado, como exemplifica David Worrall:

Há várias razões pelas quais, em certas circunstâncias, o som seria a forma mais apropriada de representação e comunicação para informação, incluindo a superioridade da audição para discriminar tipos particulares de estruturas. Por exemplo, é mais fácil para a maioria de nós observar que uma comparação puramente visual de dois registros escritos colocados lado a lado requer níveis de concentração e que fazer isso é algo muito propenso a erros, especialmente se for durante períodos de tempo muito extensos. Por outro lado, ouvir a vocalização dessas representações é muito mais fácil. (WORRALL, 2018, p. 178 - tradução livre)

De fato, as possibilidades da audição humana são múltiplas e permitem a identificação de variadas camadas de informação numa mesma circunstância. Como destacam Hermann, Hunt e Neuhoff (2018), nossos ouvidos são capazes de diferenciar fontes sonoras, conversas e melodias nas condições mais adversas de ruído, o que seria uma tarefa impossível para a maioria dos computadores atuais. Na comunicação verbal, é possível ir além do código linguístico e “ouvir” informações sobre o humor e a saúde

de quem está falando. E, por meio de treinamentos específicos, o ouvido pode ser ainda mais preciso, detectando o defeito de uma turbina de avião “desafinada”. Numa sala de concertos, uma audição devidamente preparada pode ouvir a orquestra como um todo ou “prestar atenção individualmente aos instrumentos ou até ao casal que está sussurrando na próxima fila” (HERMANN; HUNT; NEUHOFF, 2018, p.3 - tradução livre).

A percepção dessas possibilidades para traduzir diferentes tipos de informação não é uma novidade, especialmente no campo da música. A correlação entre matemática e o som pode ser identificada no mundo ocidental desde os tempos de Pitágoras (séc. IV A.C), na forma como foi concebida a Harmonia das Esferas, em que sete notas musicais se organizavam de forma análoga aos sete “planetas” conhecidos pela astronomia antiga (WARRON, 2018; WISNIK, 1989). Gestos similares foram realizados em outras culturas e épocas, traduzindo cosmovisões em escalas com variadas quantidades de notas (frequentemente cinco, sete e doze), chegando ao expressivo número das 72 escalas musicais possíveis na tradição indiana.

Mas, apesar das múltiplas origens e heranças, o contexto histórico especialmente favorável à construção de um campo do display auditivo e da sonificação se dá apenas no século XX. Os anos 1980 e 1990 mostram-se profícuos nesse sentido, quando o ritmo dos avanços na área da computação se acelera e, de forma paralela (e integrada), a música se digitaliza (FRYSINGER, 2015)⁵. O ano de 1992 é um marco, com a criação da Comunidade Internacional de Auditory Display (ICAD).

Desde então, os progressos obtidos nesse campo têm sido apropriados (e por que não estimulados e desenvolvidos) por áreas como design de produtos e de maquinários, medicina, psicologia e ciências sociais. Nessa conjuntura, o jornalismo sonoro em plataformas digitais tem se mostrado como um importante espaço de experimentação e desenvolvimento de técnicas e aplicações de sonificação e visualização sonora de dados.

2. Parâmetros sonoros para análise e desenvolvimento de sonificação

Por meio de diferentes abordagens, com maior ou menor grau de aproximação com a física acústica, a psicologia e a música, o universo auditivo é objeto frequente para o campo da comunicação, em especial nos estudos sobre rádio e mídia sonora. Nesse

⁵ Ainda nos anos 1940, a Teoria Matemática, proposta por E. Shannon e bastante familiar ao campo da comunicação, já poderia ser considerada como um prenúncio dos estudos que viriam a se desenvolver no campo de display auditivo e sonificação, por avaliar e quantificar a transmissão de informação com o uso de estímulos auditivos (FRYSINGER, 2015).

sentido, uma vasta produção científica e técnica tem se desenvolvido a partir da caracterização da linguagem radiofônica como a combinação entre música, efeitos sonoros, silêncio e voz — tendo a palavra falada como elemento central (BALSEBRE, 1994).

É nesse cenário que a sonificação de dados atualiza desafios relevantes para o jornalismo e o rádio. Embora a palavra falada seja importante para desenvolver essas experimentações, ganha destaque a intensa exploração de elementos não-verbais para o tratamento de dados (com usos bastante específicos dos efeitos sonoros e da música).

Buscamos refletir, então, sobre indicadores sonoros que permitam compreender, mesmo que de forma parcial, possibilidades que a sonificação apresenta para a produção noticiosa⁶. Assim como o jornalismo visual lança mão de parâmetros não-verbais (cor, contraste, formas...), entendemos que o jornalismo sonoro pode ampliar seu leque de categorias para compreender tais produções, a partir de vocabulários e categorias de outras áreas do conhecimento. Um gesto relevante nesse sentido foi empreendido pelo pesquisador brasileiro Eduardo Meditsch (2007). Ao se debruçar sobre o rádio informativo no início do XXI, o autor reitera em grande medida a percepção do psicólogo alemão Rudolf Arnheim, que, ainda nos primórdios do rádio, mostrava-se entusiasmado com as possibilidades expressivas que a mídia tinha a oferecer:

[...] se o universo acústico pode ser concebido como um “fenômeno básico” em relação às linguagens que utilizam a percepção de mais de um dos sentidos, é também, em si só, um universo inteiro, cujos elementos precisam ser conhecidos para a compreensão do seu funcionamento em conjunto. No caso do som, o conhecimento desses elementos tem avançado com as descobertas de disciplinas como a física e a psicologia, com a ampliação das fronteiras da percepção pelas novas tecnologias e também com a multiplicação da possibilidade de experimentos estéticos e semióticos, a partir da música, com apoio da eletrônica e da fonografia.

O estágio atual destes conhecimentos permite uma enorme gama de aplicações no campo do rádio informativo, mesmo por aqueles profissionais que não os dominam, que são quase todos [...] (MEDITSCH, 2007, 151)

Cientes da impossibilidade de abarcar a vastidão de elementos que compõe o campo das sonoridades, delimitamos nosso exercício de análise a um número restrito de parâmetros sonoros já destacados por Meditsch, de modo a identificar formas de operacionalizá-los para o desenvolvimento e análise de sonificações.

⁶ Compreendemos a importância de lançar um olhar multidimensional ao objeto de pesquisa e também o caráter diverso da sonificação de dados em si. Entretanto, defendemos, devido à natureza do objeto, que se atribua protagonismo ao caráter acústico desses experimentos. Esta proposta metodológica integra um esforço maior, que olha para estes objetos também a partir do jornalismo e das práticas editoriais. Os autores defendem uma abordagem que considere ambas perspectivas. Neste artigo, apresentamos uma delas.

Meditsch (2007) aborda o universo auditivo a partir de quatro propriedades físicas do som: **amplitude** (maior ou menor intensidade ou volume); a **frequência** ou **tom** (percepção da altura, isto é, a gradação do grave ao agudo); **timbre** (que, pela combinação de múltiplas frequências e amplitudes, confere uma identidade, uma espécie de “impressão digital” a um som) e **curva dinâmica** (forma como um som começa, permanece e termina, relacionando variáveis de amplitude e velocidade).

E, a partir de categorias oriundas da música, o autor também convoca categorias que transpassam propriedades físicas dos sons tomados isoladamente, abarcando a relação entre diferentes sons: **tempo** ou **andamento** (a velocidade de execução de um conjunto de sons); **melodia** (construída a partir da concatenação de sons); e **ritmo** (a relação entre a execução de sons e um tempo tomado como referência).

Um primeiro exemplo de sonificação de dados que abordamos neste exercício de análise foi desenvolvido por *Radio Ambulante* (2019), podcast em espanhol da Rádio Pública Nacional dos Estados Unidos. No dia 3 de abril de 2019, o podcast usou sua conta no Twitter para publicar um vídeo com uma sonificação que já havia sido divulgada nas plataformas de áudio no dia anterior. O assunto era o número de mortes causadas pelo Furacão Maria, que tinha atingido o Porto Rico dois anos antes.

Quadro 1 - Dados do Furacão María



Fonte: RÁDIO AMBULANTE, 03 abr. 2019.

O vídeo se inicia com um texto (escrito e falado), identificando os dois sons que constituem a sonificação: “Cada um desses ponteiros representa o lapso de uma hora” e “Cada um desses bips representa uma morte” (traduções livres). Junto às falas é possível ouvir o som de cada um desses elementos e, com isso, percebe-se a diferenciação **timbrística** entre os dois. Embora sejam sons do cotidiano e supostamente familiares ao público, essa apresentação dos **timbres** pode reduzir a possibilidade de incompreensão.

É uma prática frequente em sonificações, acionada como uma estratégia para minimizar a diversidade de níveis de conhecimento e percepção sonora por parte da audiência.

Ao representar o “lapso de uma hora” e manter-se constante, o ponteiro estabelece um **tempo/andamento** de referência⁷. Em contraste com esse parâmetro fixo, o bip é acionado em periodicidades variadas para mostrar o aumento no número de mortes na ilha em decorrência do furacão. Isso se dá pela comparação entre o índice de mortes num período regular e as estatísticas referentes aos dias posteriores ao desastre natural. Após o anúncio de 75 mortes diárias em circunstâncias normais, os bips começam a soar na proporção de três para um. Isto é: entre um ponteiro e outro, ouvem-se três bips.

Quadro 2: três mortes por hora em Porto Rico

Ponteiro		Ponteiro		Ponteiro	
	Bip Bip Bip		Bip Bip Bip		Bip Bip Bip

Fonte: elaboração dos autores

A relação de três mortes (bips) por hora (ponteiros), é resultado de um cálculo aproximado. São 75 mortes por dia. Como o dia tem 24 horas, o cálculo exato seria de 3,125 mortes por hora. Em seguida, quando são apresentados os dados referentes aos “onze dias críticos imediatamente após o furacão”, há uma mudança na proporção entre bips e ponteiros. Então, cinco bips começam a soar no período entre um ponteiro e outro.

Quadro 3: cinco mortes por hora em Porto Rico

Ponteiro		Ponteiro		Ponteiro	
	Bip Bip Bip Bip Bip		Bip Bip Bip Bip Bip		Bip Bip Bip Bip Bip

Fonte: elaboração dos autores

O vídeo se encerra informando um apagão na contagem de mortes divulgada pelo governo após o desastre natural. Nesse momento, um único bip soa, enquanto os ponteiros continuam marcando as horas. O ponteiro marcando um “tempo padrão” é ferramenta útil para facilitar a percepção de aceleração ou desaceleração de uma ocorrência (no caso, as mortes). Ele teria função semelhante a de um metrônomo, aparelho usado por músicos para a marcação do tempo de uma peça ou de um estudo musical⁸. A relação entre o

⁷ Em torno de 60 batidas por minuto (bpm).

⁸ O uso de um som para marcar o andamento não é imprescindível. Mesmo no campo da música, em que o metrônomo ou os movimentos de um regente são usados no contexto de estudo, ensaio e gravação, eles podem estar ausentes na peça musical que chega ao ouvinte. Apesar disso, na maioria das vezes em que

número de bips e os ponteiros engendra a percepção de dois **ritmos** diferentes: o primeiro deles, referente ao índice de mortes em períodos normais, é mais lento; o segundo, referente ao período posterior ao furacão, é mais acelerado.

O uso de padrões temporais e rítmicos, como neste exemplo, enquadra-se nos casos em que a sonificação é reconhecidamente adequada para promover uma percepção mais acurada sobre um conjunto de dados. Tal potencialidade (já mencionada neste artigo) tem sido objeto de estudo frequente no campo da psicoacústica:

O som é inerentemente temporal, e as diferenças no tempo e no andamento das informações acústicas foram estudadas extensivamente. [...] Por exemplo, a urgência é geralmente percebida como maior quando os estímulos acústicos são apresentados em uma taxa mais rápida (Edworthy, Loxley, & Dennis, 1991; Langlois, Suied, Lageat & Charbonneau, 2008). Mudanças no andamento também podem ser usadas para indicar informações direcionais (por exemplo, "para cima", "para baixo"), embora o andamento como um indicador de direção possa ser uma dica acústica relativamente fraca quando comparada a mudanças semelhantes em tom e volume (Pirhonen & Palomäki, 2008). [...] A sensibilidade ao ritmo também pode ser explorada para indicar processos ou anomalias de dados. Por exemplo, Baier, Hermann e Stephani (2007; Baier & Herman, 2004) usaram variação no ritmo para indicar diferenças entre a atividade epiléptica e não epiléptica em dados de EEG humanos. Mudanças no ritmo e andamento também foram usadas em sistemas de biofeedback projetados para reabilitação de AVC. (Wallis, et al. 2007). (NEUHOFF, 2011, P. 74 - tradução livre)

Se tomarmos em conta as evidências enumeradas por Neuhoff, seria possível destacar, inclusive, que a sonificação de *Rádio Ambulante* não apenas colabora para uma percepção mais nítida do aumento no número de mortes vinculadas ao Furacão Maria. O experimento também sugere a existência de um cenário de urgência e/ou anomalia. Nesse sentido, propõe-se um gesto similar ao “exercício de empatia” apresentado no início deste trabalho (embora no caso do podcast brasileiro o sentimento tenha sido sugerido pela repetição de sons à exaustão e não pela aceleração do ritmo). Trata-se de um acionamento emocional acústico, que promove uma espécie de catarse imersiva ao apresentar os dados sonoramente. O ritmo e a repetição contribuem para essa percepção.

Dois outros parâmetros que nos propomos a observar (**frequência/tom e melodia**) estão presentes nos gráficos sonoros que integraram a edição do podcast brasileiro *Durma com essa*, no dia 24 de abril de 2019. Nesse episódio, o produto radiojornalístico assinado pelo jornal digital *Nexo* discutiu a trajetória da popularidade do presidente Jair Bolsonaro

ouvimos música somos capazes de captar intuitivamente o pulso e acompanhá-lo com o nosso corpo. Da mesma forma, experiências de sonificação que trabalham com parâmetros temporais e rítmicos podem optar por não usar um marcador constante, pressupondo que o ouvinte será capaz de perceber o tempo padrão.

em seus primeiros meses de mandato. O tema era motivado pela divulgação de pesquisa do Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística (Ibope) acerca desse índice.

No caso do *Durma com essa*, a estratégia para apresentar o gráfico foi diferente da sonificação da *Rádio Ambulante*. Embora o título do episódio mencionasse “gráficos sonoros”⁹, a abertura não toca no assunto e, após a saudação inicial, os apresentadores, Conrado Corsalette e Olívia Fraga, recomendam apenas uma audição atenta:

Quadro 4: Apresentação do gráfico sonoro¹⁰

CONRADO:	... A pesquisa de avaliação divulgada hoje foi realizada dias atrás, entre 12 e 15 de abril, com duas mil pessoas. Ela tem margem de erro de dois pontos percentuais pra mais ou pra menos, assim como as anteriores feitas pelo Ibope em 2019. Bom, qual foi a trajetória do índice de quem considera o governo Bolsonaro ótimo ou bom nas quatro pesquisas de avaliação de 2019? Dá uma ouvida:
TEC:	Bip Bip Bip Bip [F#5 D#5 Lá#5 Lá5#]
OLÍVIA:	E como foi a trajetória do índice de entrevistados que considera o governo ruim ou péssimo? Ouvido atento:
TEC:	Bip Bip Bip Bip [Sol#4 D4 Mi4 F#4]
CONRADO:	Que são esses sons, nesses tons específicos? Talvez você já tenha sacado, mas o Rodolfo Almeida, infografista aqui do Nexa, vai explicar melhor essa sequência.

Fonte: DURMA COM ESSA, 24 abr. 2019

Após explicar que cada som corresponde ao índice de popularidade do governo Bolsonaro em um mês do ano e contextualizar a inspiração em um gráfico sonoro produzido pelo jornal inglês *Financial Times*, o infografista Rodolfo Almeida expõe a forma como cada **tom** se relaciona com os dados da pesquisa Ibope, criando as sequências ouvidas no gráfico:

Quadro 5: instruções para o gráfico sonoro

RÔMULO:	... Funciona assim: primeiro, a gente mapeou uma escala numérica de 0 a 100%, em uma escala musical de tons inteiros. Cada nota é um número. A mais aguda, um D67, representa o cem por cento... ¹¹
---------	--

⁹ O episódio é apresentado nas plataformas como “A trajetória da avaliação do governo em gráficos sonoros”. No entanto, não há garantia de que todos os ouvintes tenham lido o título antes de ouvir o podcast.

¹⁰ A representação das notas musicais por meio do texto se mostrou um desafio para o desenvolvimento de nosso estudo. Neste caso, optamos por apresentá-las entre colcheias e logo abaixo de cada bip.

¹¹ O número que acompanha cada nota musical representa sua oitava, que *grosso modo* diz respeito à localização da nota no piano. Da esquerda para direita, os sons se tornam mais agudos e sempre que uma sequência de notas (de Dó a Si) chega ao fim, uma nova sequência será iniciada acompanhada do número que indicará que a oitava mudou.

TEC:	Bip [D67]
RÔMULO:	... e a mais grave, um D62 representa o zero:
TEC:	Bip [D62]
RÔMULO:	A cada 20% de diferença nos números, é uma oitava de diferença nas notas:
TEC:	Bip Bip Bip Bip Bip Bip [D67] [D66] [D65] [D64] [D63] [D62]

Fonte: DURMA COM ESSA, 24 abr. 2019

A análise de tais gráficos revela uma aposta na percepção de mudanças de **tom** (frequência/altura) como caminho para o tratamento sonoro de dados numéricos. Esse tipo de procedimento se justifica por razões que incluem desde a viabilidade de se operar com frequências (do ponto de vista da produção) até as aptidões auditivas do ouvido humano (do ponto de vista da fisiológico):

O tom é talvez a dimensão auditiva mais frequentemente usada para representar dados e apresentar informações em displays auditivos. Na verdade, é raro ouvir um display auditivo que não empregue mudanças no tom. As vantagens de usá-las incluem facilidade de manipulação e mapeamento para alterações nos dados. O sistema auditivo humano é capaz de detectar mudanças no tom de menos de 1 Hz a uma frequência de 100 Hz... (NEUHOFF, 2011, p. 65 - tradução livre)

O uso de variação de tons, contudo, não é isento de controvérsias. Dentre os questionamentos mais comuns, destaca-se o impacto de possíveis interseções com o universo da música. Nesse sentido, Neuhoff (2011, p.65) observa que a correlação entre os dados a serem representados e o uso de notas discretas extraídas de escalas musicais fornece “uma estrutura cognitiva pré-existente que pode ser aproveitada na apresentação de informações”. Tal contextualização musical, entretanto, pode não ser conveniente para os objetivos de todas as sonificações, em função de significados prévios que intervalos e frases melódicas podem sugerir e do próprio nível de musicalização dos ouvintes:

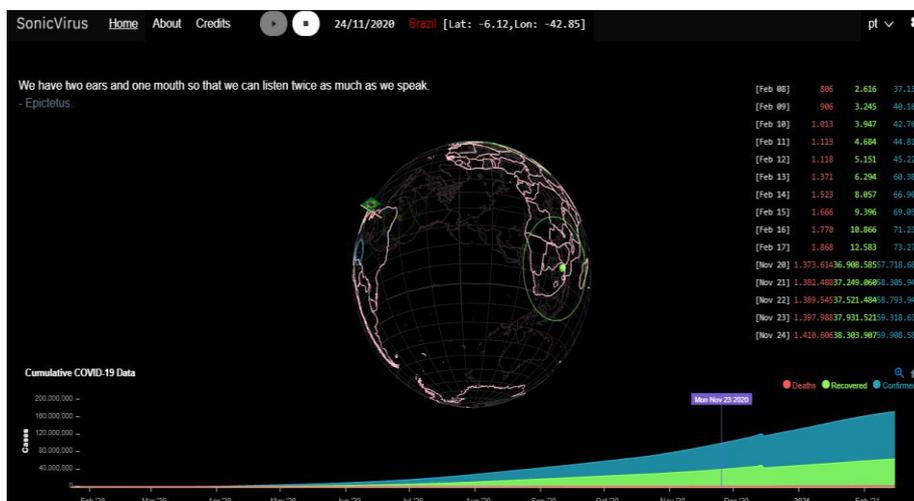
Alguns trabalhos sugerem que pode haver diferenças individuais na habilidade musical que podem afetar a forma como um display auditivo baseado em mudança de tom é percebido (Neuhoff, Kramer, & Wayand, 2002). Mesmo os primeiros psicofísicos reconheceram que o contexto musical pode afetar a percepção do tom. O reverenciado psicofísico S.S. Stevens, por exemplo, via a intrusão do contexto musical no estudo psicofísico do pitch como uma variável estranha [...] Em outras palavras, os intervalos de frequência que correspondem àqueles que são usados na música são mais salientes e têm mais "significado" do que aqueles que não o fazem, particularmente para ouvintes com qualquer grau de treinamento musical. (NEUHOFF, 2011, p. 65 - tradução livre)

Nos gráficos sonoros sobre a popularidade de Bolsonaro, observa-se a aplicação de notas discretas (isto é: pré-definidas de acordo com uma escala). No entanto, optou-se

pelo uso da escala cromática, que comporta as doze notas possíveis da tradição ocidental, sem relações e hierarquias apriorísticas entre elas. Entendemos que, assim, um certo grau de aleatoriedade é garantido para as combinações de tons resultantes da sonificação¹².

No último exercício de análise volta-se para a iniciativa *Sonic Virus*, que foi desenvolvida a partir da parceria entre o grupo de pesquisa *Reveal* (Reverse Engineering, Visualization, Evolution Analysis Lab)¹³, da *Università Della Svizzera Italiana*, e o Conservatório de Música da mesma instituição. O objetivo desta sonificação é representar dados referentes à pandemia da Covid-19 em âmbito mundial:

Figura 1: SonicVirus



FONTE: SONIC VIRUS, 2021

Na homepage do site, é possível identificar elementos visuais e verbais que guiam a sonificação. Na parte superior, além de um menu com as seções da página, há ícones de *play* (tocar) e de *stop* (parar), ao lado de um campo que indica o país que o usuário escolhe como referência. Ao centro, há uma representação do globo terrestre, com uma tabela animada à sua direita e uma linha do tempo abaixo. A tabela conta com três colunas em diferentes cores: a vermelha representa as mortes em decorrência do vírus; a verde, as pessoas recuperadas; a azul, o total de casos. As cores também são aplicadas no gráfico em formato de linha do tempo que fica na parte de baixo da página.

O tratamento sonoro conferido aos dados é explicado na seção “about”, também disponível no menu superior. O texto dessa seção aborda desde a motivação da iniciativa

¹² É importante ressaltar que a depender dos dados que forem traduzidos em tons e de elementos como a percepção individual dos ouvintes e/ou o contexto da audição, é possível que o resultado acabe sendo interpretado como uma sequência melódica dentro de outras escalas reconhecíveis.

¹³ Em português: Laboratório de Análise, Engenharia Reversa e Visualização.

até as metodologias usadas e as possibilidades de interação entre plataforma e usuário.

Os parâmetros que compõe a representação sonora são apresentados no trecho a seguir:

A sinfonia usa 5 categorias de sons sintetizados digitalmente: bumbo, ruído branco, impulso, campo harmônico e arpejador. O som básico é o chute que lembra um batimento cardíaco. Então, com o passar do tempo, novos dados COVID-19 são inseridos no algoritmo. Por sua vez, novos sons são adicionados para enriquecer a sinfonia.

Cada som e andamento (ou seja, metrônomo) são mapeados de acordo com diferentes características dos dados COVID-19. Por exemplo, o tempo do *kick* [bumbo] é mapeado para os casos confirmados diariamente de COVID-19, ou seja, mais casos, ritmo mais rápido, batimento cardíaco mais rápido. O volume do ruído branco descreve a quantidade de mortes, enquanto os impulsos representam os casos recuperados. O campo harmônico está conectado com os casos confirmados diariamente, enquanto o arpejador se insere no tempo entre uma batida do coração e a seguinte. (SONIC VIRUS, 2021 - tradução livre)

Dentre as sonificações observadas para construção de nossa proposta metodológica esta é, sem dúvida, a que lança mão de uma variedade maior de elementos, cada um deles referentes a uma dimensão específica da pandemia do novo coronavírus. O **volume** é alterado pela variação na “quantidade de ruído branco” em função do número de mortes e a percepção de **tempo/andamento** e **ritmo** mostra-se pertinente mais uma vez, contribuindo tanto para a percepção do crescimento de vítimas do vírus, quanto para sensação de urgência sugerida pela aceleração dos estímulos sonoros manipulados.

Tais parâmetros direcionam não apenas o elemento rítmico primordial da sonificação (o *kick*), mas também a aplicação do arpejador (ferramenta automática para “arpejar”, isto é, tocar de forma sucessiva as notas de um acorde¹⁴). Assim, a execução das notas se acelera na medida em que os casos confirmados aumentam. A composição de notas (**tons**) de cada acorde, por sua vez, estaria ligada com o campo harmônico (o conjunto de acordes que podem ser formados a partir de uma escala), que se altera em função do número de casos de covid-19 reportados em uma localidade.

Nossos ouvidos não foram capazes de identificar a fórmula que regula a correspondência entre o número de casos e as mudanças de campo harmônico; no entanto, em contato estabelecido com um dos desenvolvedores do *Sonic Virus* foi possível saber que o cálculo inclui frequências específicas (uma tonalidade inicial) para cada lugar do globo modificadas de acordo com um conjunto de proporções pré-definidas que corresponderão a diferentes níveis de acometimento de cada localidade¹⁵. De todos os

¹⁴ Em música, o termo ‘acorde’ diz respeito a um conjunto de três ou mais notas que se harmonizam (de forma mais ou menos consonante), sendo executadas simultaneamente ou por meio de arpejos.

¹⁵ Agradecemos ao músico, professor e pesquisador Alberto Barberis, do Conservatorio della Svizzera Italiana, que integra a equipe realizadora do *Sonic Virus*, pela disposição e generosidade em compartilhar, via e-mail, parte dos métodos utilizados pela iniciativa.

modos e independentemente da percepção precisa de uma correlação entre dados e som, será notável para ouvidos com diferentes níveis de treinamento musical a forma como a trajetória pela tessitura tonal se faz mais diversa, dissonante e caótica quando se ouvem os dados de uma localidade mais afetada. A comparação entre países duramente atingidos (como Brasil e Estados Unidos) com nações que controlaram rapidamente os contágios (como Nova Zelândia e Vietnã) é ilustrativa nesse sentido. Nos dois primeiros casos, assim como as tabelas apresentam números mais elevados e o gráfico em forma de linha do tempo tem alta inclinação, a velocidade do arpejo se combina com uma maior diversidade das notas. Embora a percepção auditiva possa variar em função de aspectos individuais e subjetivos, a maior saturação de informações sonoras parece sugerir um recrudescimento da situação sanitária.

Tal inferência não é meramente especulativa, pois a eficiência das sonificações na representação de grandezas comumente organizadas em esquemas de polaridade já é reconhecida (NEUHOFF, 2011). Sendo assim, da mesma forma como, num gráfico sonoro sobre o clima, o aumento do tom pode ser facilmente associado ao aumento de temperatura, uma elevação generalizada de parâmetros (volume, velocidade e variedade de tons) no *Sonic Virus* será relacionada a um aumento dos problemas ocasionados pelo espalhamento do vírus. As mudanças em todos esses parâmetros resultam, finalmente, em alterações de **dinâmica**.

Reiteramos, nesse sentido, que a percepção sobre o agravamento da pandemia por meio dessa composição musical não carrega necessariamente uma leitura tão precisa quanto a permitida pelos dados numéricos apresentados visualmente por meio de algarismos e gráficos visuais disponibilizados no site. No entanto, entendemos que, além de situações em que uma representação sonora pode ser mais acurada, a sonificação mostra-se um recurso valioso para confirmar/reiterar dados apresentados verbo-visualmente ou para sugerir sensações ou sentimentos acerca dessas informações.

A interação entre diferentes parâmetros sonoros deve ser tomada em conta nesse sentido. A forma como a percepção de tom é influenciada por variações no volume (e vice-versa) é um relevante fator de imprecisão, assim como o fato de a percepção de dinâmica ser impactada por aspectos individuais (como a capacidade auditiva e o treinamento de cada ouvinte) e contextuais (como o ambiente da escuta e os dispositivos de reprodução). Por outro lado, é possível observar que, de maneira geral, os parâmetros sonoros explorados neste caso são organizados de modo a construir relações análogas

de polaridade. Isto é: normalmente o volume do ruído branco aumentará junto com a velocidade do *kick* e a irregularidade nas notas no arpejador. Desse modo, reduz-se a possibilidade de contradição entre as informações e sentimentos comunicados por meio de recursos sonoros.

Considerações finais: uma proposta

Neste trabalho, fizemos uma breve incursão pelo universo da sonificação de dados e levantamos algumas possibilidades de aplicação no campo do jornalismo, abordando também uma iniciativa de divulgação científica. O exercício nos permitiu conhecer um conjunto de procedimentos para desenvolver e analisar esse tipo de experimento, além de situações em que o recurso mostra-se especialmente profícuo no tratamento e apresentação de informações.

Destacaram-se, ao longo percurso, o uso de parâmetros temporais (andamento e ritmo) para apresentar situações de anomalia ou urgência e de polaridades (grave/agudo; lento/rápido; forte/fraco; menos/mais...), para indicar a variação de grandezas numéricas ou de mudanças de intensidade. O uso desses procedimentos deverá considerar ainda os diferentes níveis de conhecimento formal de música por parte do/a ouvinte, evitando que esse tipo de habilidade seja essencial para a compreensão da mensagem (no caso de um público mais amplo) ou que possa interferir na interpretação de modo a causar mal entendidos. A capacidade universal entre pessoas ouvintes de reconhecer diferenças timbrísticas se revela como uma estratégia valiosa nesse sentido. As análises apresentadas permitem compreender o desafio imposto à área de pensar caminhos metodológicos que considerem a natureza sonora do objeto e sua relação com seus propósitos ou funções, como a associação às teorias do jornalismo, no caso das sonificações.

Sustentamos, por fim, que a sonificação se mostra uma estratégia profícuo para enfrentar o desafio jornalístico de articular aspectos inteligíveis e sensíveis na comunicação e compreensão de dados. Um “tom muito agudo” ou um “ritmo acelerado demais”, por exemplo, podem auxiliar a mostrar a gravidade dos “números” de uma tragédia. Da mesma forma, a percepção de um volume cada vez mais fraco (e próximo do inaudível) contribuirá para dimensionar o desaparecimento de uma espécie ou bioma na natureza. A presença maior ou menor de timbres pode se referir ao nível de biodiversidade numa área de parque, à composição sociocultural do público de um

festival ou à variedade de produtos exportados por um país. O campo de aplicação é vasto e permite múltiplas explorações.

REFERÊNCIAS

- BALSEBRE, Armand. **El lenguaje radiofónico**. Madrid: Cátedra, 1994.
- BARBEIRO, Heródoto; LIMA, Paulo Rodolfo de. **Manual do radiojornalismo**: produção, ética e Internet. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.
- COHEN, Sarah. **Ways of doing data journalism**. In: BOUNEGRU, Liliana; GRAU, Jonathan. *The Data Journalism Handbook: towards a critical data practice*. Amsterdam: Amsterdam University Press, 2021. p. 157-161
- DURMA COM ESSA. **A trajetória da avaliação do governo em gráficos sonoros**. Nexo: 24 abr. 2019. Disponível em : <https://bit.ly/3h7holm> . Acesso em: 20 jun. 2021.
- FRYSINGER, Steven P. **A Brief History of Auditory Data Representation to the 1980s**. First Symposium on Auditory Graphs, Limerick, Ireland, 10 July 2005. Limerick: Ireland, 2005. Disponível em: <https://b.gatech.edu/3xx0YrY>. Acesso em: 01 nov. 2015.
- GEHRKE, Marília. **As fontes acionadas pelo Jornalismo Guiado por Dados na cobertura da Covid-19**. In: VII Seminário de Pesquisa em Jornalismo Investigativo, 2020, São Paulo. Anais. p. 1-19. Disponível em: <https://bit.ly/3h935MQ>. Acesso em: 20 jun. 2021
- HERMANN, Tomas; HUNT, Andy; NEUHOFF John G. Introduction. In: HERMANN, Tomas; HUNT, Andy; NEUHOFF John G (org.). **The Sonification Handbook**. Trad. Wilson R. Avilla. Berlin: Logos Verlag, 2011. p. 9-40
- MEDO E DELÍRIO EM BRASÍLIA. **Episódio 756** - Teste de fidelidade do centrão. Central 3 de Podcasts: 05 fev. 2021. Disponível em: <https://spoti.fi/3yf9dct> . Acesso em: 20 jun. 2021.
- KISCHINHEVSKY, Marcelo. **Rádio e mídias sociais**: mediações e interações radiofônicas em plataformas digitais de comunicação. Rio de Janeiro: Mauad X, 2016.
- MEDITSCH, Eduardo. **O rádio na era da informação** – teoria e técnica do novo radiojornalismo. Florianópolis: Insular, Ed. Da UFSC, 2007
- NEUHOFF, John. G. **Perception, Cognition and Action in Auditory Displays**. In: HERMANN, Tomas; HUNT, Andy; NEUHOFF John G (org.). *The Sonification Handbook*. Berlin: Logos Verlag, 2011. p. 63-85
- PHILLIPS, Cheryl. **Teaching data journalism**. In: BOUNEGRU, Liliana; GRAU, Jonathan. *The Data Journalism Handbook: towards a critical data practice*. Amsterdam: Amsterdam University Press, 2021. p. 338-343
- RÁDIO AMBULANTE. **En el episodio más reciente experimentamos con una sonorización de datos [...]** . Porto Rico, 03 abr. 2019. Twitter: @radioambulante. Disponível em: <https://twitter.com/radioambulante/status/1113479546572091393> . Acesso em: 20 jun. 2021.
- _____. **El conteo**. National Public Radio: 02 abr. 2019 . Disponível em: <https://spoti.fi/3dv3erL>. Acesso em: 20 jun. 2021.
- SONIC VIRUS. Università della Svizzera italiana. Disponível em: <https://sonicvirus.si.usi.ch/>. Acesso em: 20 jun. 2021.
- WALKER, Bruce N.; NEES, Michael A. Theory of sonification. In: HERMANN, Tomas; HUNT, Andy; NEUHOFF John G (org.). **The Sonification Handbook**. Trad. Wilson R. Avilla. Berlin: Logos Verlag, 2011. p. 9-40
- WORRALL, David. **Sonification: a prehistory**. The 24th International Conference on Auditory Display. Anais. Jun. 2018. Michigan Technological University. Disponível em: <https://bit.ly/3h6QAlD>. Acesso em: 20 jun. 2021.
- WISNIK, José Miguel. **O som e o sentido**. São Paulo: Companhia das Letras, 1989.