

# Parâmetros de tempo de reação do usuário com deficiência visual para o design de audionavegação por voz digital

## *Visually impaired user reaction time parameters for digital voice audionavigation design*

Jaldomir da Silva Filho; Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo; FAUUSP  
Denise Dantas; Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo; FAUUSP

### **Resumo**

Com base em um estudo observacional e entrevistas semiestruturadas com voluntários com deficiência visual em um ambiente controlado, este artigo descreve as características dos tempos de reação desses voluntários às orientações ambientais quanto à sua compreensão e reação aos comandos de lateralidade, esquerda e direita, fornecidos por vozes em sistemas de navegação digital, estruturados para simular situações complexas de orientação para mobilidade em espaços públicos. Equipamentos de som foram usados para reproduzir ruídos públicos ambientais enquanto um *smartphone* forneceu comandos vocais em conjunto com narrativas de fábulas, a fim de simular a orientação ambiental enquanto o voluntário mantém o foco na narrativa. Os testes contaram com a participação de cinco voluntários e foram gravados com câmeras digitais, sendo as filmagens analisadas quadro a quadro, a fim de possibilitar a mensuração dos tempos de reação desses voluntários. Os resultados preliminares indicaram que houve antecipação de comandos de lateralidade, com reações às palavras “esquerda” e “direita” antes do término da frase.

Palavras-chave: audionavegação; orientação e mobilidade; pessoa com deficiência visual; ergonomia cognitiva

### **Abstract**

*Based on an observational study and semi-structured interviews with volunteers with visual impairments in a controlled environment, this article describes characteristics of these volunteers' reaction times to environmental guidance guidelines regarding their understanding and reaction to laterality, left and right commands, provided by voices in digital navigation systems, structured to simulate complex situations of guidance for mobility in public spaces. Sound equipment was used to reproduce environmental public noises while a smartphone provided vocal commands in conjunction with fable narratives, to simulate environmental orientation while the volunteer keeps focus on the narrative. The tests had the participation of five volunteers and were recorded with digital cameras, and the footage was examined frame by frame, to make it possible to measure the reaction times of these volunteers. Preliminary results showed that there was anticipation of laterality commands, with reactions to the words “left” and “right” before the sentence was completed.*

*Keywords: audio navigation; orientation and mobility; visually impaired person; cognitive ergonomics*

## 1. Introdução

O acesso às atividades sociais, dentre elas o trabalho, o lazer, a saúde e a educação dependem quase que obrigatoriamente do deslocamento das pessoas, elevando o deslocamento urbano a uma das principais necessidades do cotidiano. O deslocamento está diretamente associado aos recursos ambientais que fornecem pistas e evidências que referenciam os espaços, possibilitando as decisões de orientação e trajeto necessários para as pessoas moverem-se desde sua origem até seu destino.

Considerando-se pessoas com deficiência visual, a audiodescrição é o instrumento de acessibilidade que, de acordo com Motta e Romeu Filho (2010), utiliza uma modalidade de tradução intersemiótica para traduzir visual em verbal, na busca pela ampliação do entendimento das pessoas com deficiência visual acerca de eventos culturais por meio de informação vocal.

No âmbito do deslocamento ambiental, a audionavegação difere da audiodescrição de transmissões de televisão, rádio e afins, posto que a audionavegação exige a definição de parâmetros que considerem a capacidade das pessoas de caminhar enquanto ouvem instruções e descrições por meio de voz, em circunstâncias diferentes da simples descrição de enredos e objetos, pois o objetivo é oferecer evidências necessárias para tomadas de decisão de orientação ambiental concorrentemente com a ação de caminhar. Assim, importância do design de audionavegação reside na necessidade de confiabilidade da informação oferecida ao pedestre com deficiência visual.

O design de audionavegação deve considerar fatores dinâmicos como velocidade média de deslocamento, tamanho da informação, momento da disponibilização e local. Um dos parâmetros é a velocidade média de pessoas caminhando, mensurada em 0,6 m/s (Ribeiro et al, 2010, p. 30), no qual um usuário de sistema de audionavegação pode caminhar quase 4 metros caso a frase de orientação demore seis segundos para ser interpretada, tornando-se importante definir o tempo de reação dos usuários de modo a estabelecer parâmetros em relação à tamanho, tempo e dificuldade de compreensão de frases utilizadas em sistemas de audionavegação.

Este trabalho identifica e caracteriza os tempos de reações de voluntários com deficiência visual a informações direcionais fornecidas por meio de voz digital, mensurando o tempo de reação de pessoas com deficiência visual a instruções direcionais por voz digital fornecida por equipamentos eletrônicos, estabelecendo parâmetros para calcular o momento de disponibilização de instruções ao usuário com deficiência visual durante seu deslocamento em espaços públicos. Este estudo também observou a reação direcional de pessoa com deficiência visual acerca de instruções direcionais enquanto mantém o foco em uma situação a qual foi instruída a concentrar-se, por meio de um cenário simulado que promoveu a carga cognitiva da atenção e da memória dos voluntários, em uma situação que exige a atenção constante do voluntário para que ele identifique e reaja a instruções vocais de orientação com base no conceito de atenção dividida (KUJALA *et al.* 1995).

## 2. Referencial teórico

De acordo com Cornell, Sorenson & Mio (2003), o deslocamento urbano demanda do senso de direção, que depende da identificação dos pontos de referência presentes nos ambientes por meio dos sentidos e de conhecimentos prévios. As pessoas percebem os pontos de referência por meio de pistas e evidências ambientais, tanto naturais quanto projetadas, a partir de estímulos sensoriais recebidos pelos cinco principais sensores biológicos humanos: a visão, a audição, o tato, o olfato e o paladar, dentre os quais a visão, a audição, o tato e o olfato são utilizados em maior proporção no deslocamento urbano. O termo “cognição espacial” é utilizado para definir esse conjunto de habilidades necessárias para o deslocamento em ambientes, segundo Schacter & Nadel (1991) e Janzen (2006), envolvendo aspectos dinâmicos, tais como a navegação, e aspectos estáticos, tais como a memorização da localização de objetos e topografia local.

Na busca por incrementar os ambientes para facilitar o uso de pessoas com deficiência visual, o engenheiro Seiichi Miyake criou as “telhas Braille” em 1967 (YAMAUCHI & YAMAUCHI, 2003). Conhecido atualmente como “piso tátil”, é uma ferramenta ambiental que promove a acessibilidade de pessoas com deficiência visual, reduzindo acidentes ao indicar, por meio háptico dos pés ou com o auxílio da bengala longa<sup>1</sup>, que o trajeto está posicionado em um local seguro. O piso tátil não informa sobre a existência dos locais de interesse, objetos ou de referências existentes no entorno, assim como não informa a origem ou o destino do caminho, tornando necessário que estas características ambientais sejam comunicadas de outra forma.

Ainda que Cattaneo & Vecchi (2011, p. 114) afirmam que “a visão é muito mais precisa do que a audição para promover informação sobre onde estão os objetos principalmente por causa da ambiguidade que pode haver para a descrição de distância entre os objetos” (tradução nossa), os estudos de Barbosa (2015, p. 476), Mariani (2016, p. 235) e Silva Filho (2017, pp. 176-179) indicam que os melhores resultados para comunicar o entorno a pessoas com deficiência visual são obtidos por meio da descrição vocal.

Para sistemas de audionavegação devem ser considerados os aspectos de interferência de ruídos presentes no ambiente, que podem tirar a atenção do usuário, além mascarar ou dificultar a compreensão de informações vocais, no qual destaca-se o eco, definido como “a percepção de dois sons distintos resultantes da diferença no tempo de chegada das ondas sonoras que viajam por diferentes caminhos, mas que provém de uma mesma fonte” (tradução nossa, JANČOVIČ & MÜNEVVER, 2008). Dependendo do atraso com que esses sons chegam ao usuário, podem aumentar o som original se o atraso for pequeno, ou degradar a qualidade do som original quando o atraso for maior.

---

<sup>1</sup> Bengala longa, ou simplesmente bengala, tem como função principal incrementar a segurança no ato de caminhar ao ampliar o sentido do tato, transmitindo para a mão da pessoa com deficiência visual as informações hápticas sobre a existência de obstáculos, sensações de textura e desníveis do piso (FELIPPE, 2001, p.3; SANTOS & CASTRO, 2013).



Ainda que os seres humanos percebam mudanças no som em menos de 7 milissegundos, sons que não fazem parte do sistema de compreensão estabelecido, tais como barulhos de fundo e ruídos inespecíficos, serão necessários intervalos maiores para a compreensão do conteúdo, entre 10 e 20 milissegundos (DIVENYI & HIRSH, 1974).

Roeser et al. (2000) afirmam que seres humanos são capazes de identificar a ordem temporal dos sons se forem apresentados em uma ordem específica de compreensão, como no caso da fala, assim como Röder et al. (2007, p. 24) indicaram que estes dirigem sua atenção para os aspectos temporais do som em detrimento à origem direcional do som, destacando que a suposta capacidade superior de audição em relação a pessoas videntes é significativa apenas em situações complexas, tais como as tarefas que exigem atenção dividida para diferentes ações, o que acontece com frequência no deslocamento urbano de usuários com deficiência visual. Kujala et al. descreveram reações mais rápidas de pessoas com deficiência visual em relação a videntes durante tarefas com atenção dividida, (KUJALA, HUOTILAINEN et al. 1995; KUJALA, ALHO et al. 1997).

Para finalizar, destaca-se a importância dos aspectos do tempo, espaço e velocidade para a compreensão da espacialidade, como indicado por Gori et al., (2019, p. 10). Em condições típicas, os autores afirmam que sistemas visuais facilitam a transferência de informações auditivas de temporal para coordenadas espaciais. Por outro lado, a audição é melhor para representar as informações de tempo, enquanto a visão é mais confiável para representar as informações espaciais. Entretanto, se informações visuais não estão disponíveis, pessoas com deficiência visual contam apenas com as coordenadas temporais para inferir informações espaciais. Isso é possível porque eles internalizam, segundo os autores, alguns aspectos estatísticos, tais como a velocidade ou constância dos estímulos sonoros recebidos do ambiente, o que os permite inferir aspectos espaciais a partir de questões temporais. Em sistemas de audionavegação, portanto, estabelece-se que tempo, seja de informação ou de reação, e velocidade de compreensão da informação, são aspectos fundamentais para a compreensão e ação em relação ao deslocamento no espaço urbano. Considera-se também fundamental o fato de que esta compreensão pode ser comprometida pela presença de ruídos ambientais e ecos sonoros, o que justifica este estudo.

### **3. Método**

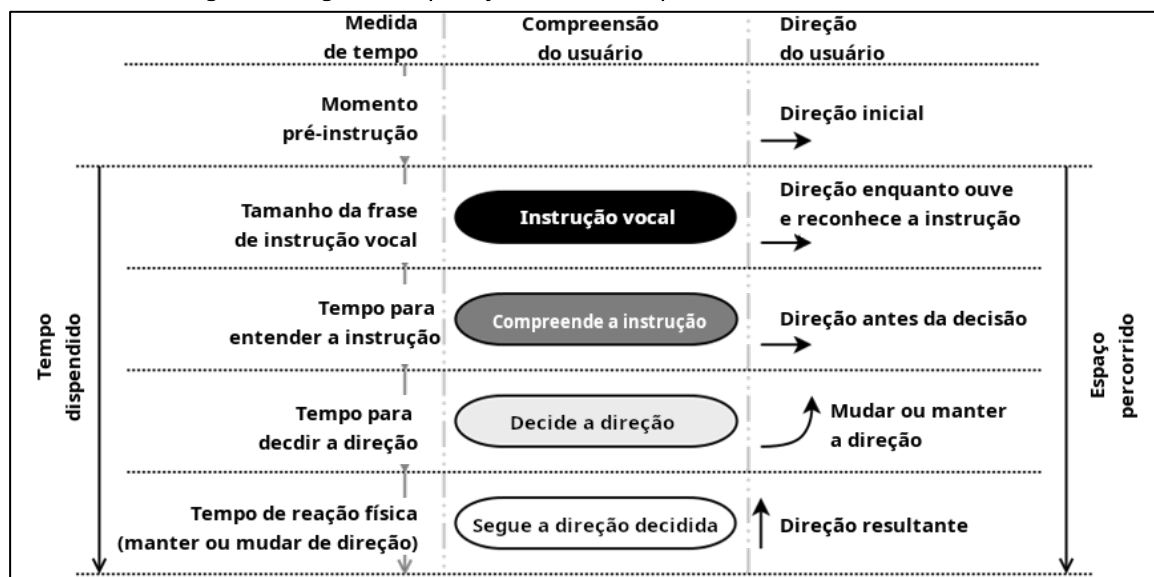
Constituindo-se de um estudo fenomenológico, de natureza qualitativa, adotou-se a observação direta por simulação, conforme Clipson (2013, p. 24), Vicente (2012) e Axelrod (1997), utilizando registros eletrônicos como método de coleta por meio de câmera de fixa com captação de som para posterior análise dos resultados, conforme proposto por Flick (2009, p. 226), disponibilizando situações de orientação a um grupo de voluntários em um local controlado.

O estudo foi organizado para simular, em local fechado, a carga cognitiva utilizada por uma pessoa com deficiência visual orientando-se por voz gerado por aparelho eletrônico portátil enquanto caminha em um espaço público, emulando ocasiões as quais a pessoa com deficiência visual

seguiria determinada direção até receber uma informação vocal e decidiria se mudaria ou não a sua direção.

Todo este processo considerou como pressupostos as variáveis de tempo e de distância para cada subprocesso da caminhada e da orientação vocal, conforme a figura 1. Os pressupostos de tempo são formados pelo do comprimento da instrução vocal, tempo para a pessoa reconhecer a instrução, tempo para a pessoa decidir qual direção seguir e tempo para mudar de direção.

**Figura 1: Diagrama de planejamento do tempo de decisão dos voluntários**



Fonte: o autor (2022)

O ambiente controlado reproduziu as situações de tempo destes pressupostos, simulando situações de carga dos aspectos cognitivos para mensurar os tempos de reação dos voluntários, imersos em um ambiente fechado e seguro, porém com ruídos gravados de uma estação subterrânea do Metrô de São Paulo, contendo reverberações de vozes de passageiros, anúncios em autofalantes e sons de circulação de trens. Estes ruídos foram mensurados por decibelímetro calibrado, apresentando a pressão sonora média em 79dBA, mesmo volume sonoro reproduzido durante as simulações.

A carga cognitiva da atenção e da memória foi obtida por meio da reprodução auditiva de duas fábulas folclóricas de curta duração, de forma a segmentar o processo cognitivo da atenção com as frases de orientação (ROGERS, SHARP & PREECE, 2013, p. 67), além de oferecerem conteúdos os quais os voluntários pudessem ser questionados na busca pela capacidade de memorização de um contexto diferente da orientação instantânea (ROGERS, SHARP & PREECE, 2013, p. 72). A estas fábulas foram acrescentadas as instruções vocais de direcionamento as quais os voluntários precisariam identificar, compreender e reagir. As fábulas escolhidas foram “A lenda do arco íris” (2007), um conto folclórico irlandês, e a crônica “Macacos me mordam” de Fernando Sabino

(2007), por atenderem às seguintes premissas: compreensão simples, completas em seu conteúdo, curta duração, não tenham originalmente instruções de direcionamento e que sejam de domínio público.

As orientações direcionais do estudo foram inseridas aleatoriamente nas fábulas, na forma de frases “mostre a direita” e “mostre a esquerda”, de forma a surpreender os voluntários no decorrer da vocalização das fábulas. O áudio com as fábulas e orientações voz foram produzidas por meio de smartphone<sup>2</sup>, equipado com fone de ouvido de modelo inserível na orelha.

A primeira fábula “A lenda do arco-íris”, tem comprimento de 3 minutos para ser ouvida, onde foram inseridos um total de nove orientações “mostre a direita” ou “mostre a esquerda”. Os voluntários não foram informados que seriam questionados sobre o conteúdo desta primeira fábula.

A segunda fábula, “Macacos me mordam”, tem comprimento total de 5 minutos para ser ouvida, e disponibilizou um total de 13 orientações “mostre a direita” ou “mostre a esquerda”. Os voluntários sabiam que seriam questionados sobre o conteúdo desta segunda fábula.

Os voluntários participaram das pesquisas em um auditório fechado, com aparelhagem de som e de filmagem para a simulação dos ruídos ambientais e para a captura de imagem para posterior análise de dados.

Para a seleção dos voluntários foi adotado os princípios de amostragem intencional elencados por Creswell (2014, p. 128) e Flick (2009, p. 117), selecionando-se pessoas com deficiência visual, adultas, alfabetizadas, que fazem uso de transportes públicos e que possuem diferentes graus de deficiência e autonomia. Os voluntários concordaram previamente com a pesquisa, por meio de um termo de consentimento livre e esclarecido, conforme modelo proposto por Creswell (2014, p. 128).

Os voluntários foram instruídos previamente a indicar, com as mãos, cabeça ou qualquer outra forma desejada, as direções assinaladas ao longo da audição das fábulas, ao ouvirem cada instrução de “mostre a direita” ou “mostre a esquerda”. No objetivo de medir as diferentes percepções sobre a memorização da primeira fábula, os voluntários não foram informados que seriam questionados sobre seu contexto. Ao serem surpreendidos pelos questionamentos sobre a primeira fábula, os voluntários passaram a compreender que seriam questionados sobre o conteúdo da segunda fábula, “Macacos me mordam”. Este planejamento visou medir as diferenças de tempos de reações de cada voluntário ante o conhecimento prévio da necessidade ou não de dispenderem atenção a um contexto diferente de indicações de orientação.

---

<sup>2</sup> De acordo com Elangovan (2016, p. 207), *smartphone* é um telefone móvel de tecnologia por antenas celulares que possuem recursos integrados e não associados originalmente a sistemas telefônicos, como um sistema operacional, navegador de internet e capacidade de executar aplicações de software computacional.



As gravações em vídeo das observações foram analisadas digitalmente com o auxílio do software “Media Player Classic” para microcomputadores (MPC-HC Team, 2012), que oferece a medição do tempo de vídeo em centésimos de segundo, facilitando a mensuração do tempo de reação, de erros, acertos e correções, ao disponibilizar ferramentas de visualização quadro a quadro, utilizado na busca por expressões faciais e corporais que indiquem reações às instruções direcionais apresentadas nos contos, possibilitando a coleta dos tempos de reação para identificar a instrução direcional, reconhecer seu significado, decidir a reação e efetivamente mostrar qual direção foi ouvida no texto, identificando-se, também, a taxa de erros no reconhecimento das direções esquerda e direita, possibilitando a busca por padrões de memorização e atenção, assim como possíveis relações com as características pessoais de cada voluntário.

#### 4. Resultados e discussões

Um total de cinco voluntários com deficiência visual participaram da pesquisa em dias distintos, cujas características pessoais estão elencadas no Quadro 1.

**Quadro 1: características pessoais dos voluntários**

Voluntário	Sexo	Deficiência visual	Idade
1	Feminino	Congênita	25 – 35 anos
2	Masculino	Congênita	45 – 55 anos
3	Masculino	Baixa visão	45 – 55 anos
4	Feminino	Adquirida	35 – 45 anos
5	Masculino	Adquirida	45 – 55 anos

Fonte: o autor (2023)

O Quadro 2 elenca as experiências com mobilidade urbana declaradas por cada voluntário, considerando-se a familiaridade com recursos urbanos para a autonomia, como pisos táteis, sua capacidade de se locomover autonomamente, sem auxílio de outras pessoas, se possui treinamento de orientação e mobilidade e se faz uso cotidiano de aparelhos eletrônicos com audiodescrição.

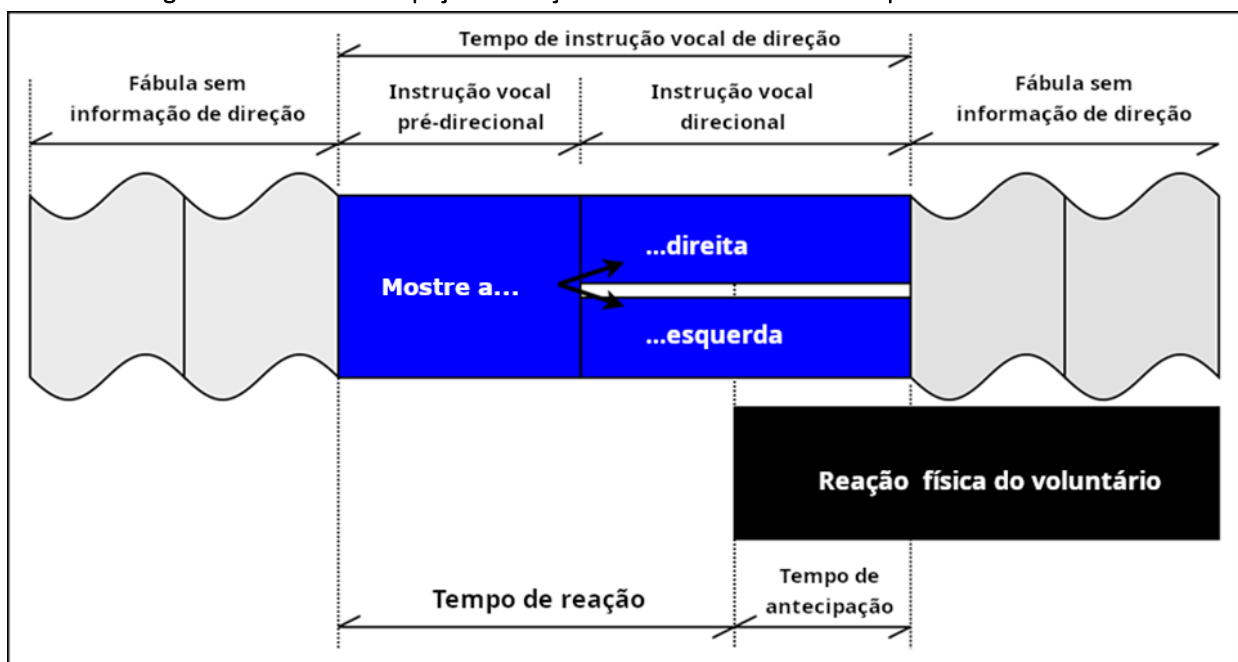
**Quadro 2: experiências pessoais dos voluntários**

Voluntário	Familiaridade com recursos públicos	Autonomia	Treinamento orientação e mobilidade	Familiaridade com audiodescrição
1	Não	Não	Não	Sim
2	Sim	Sim	Sim	Não
3	Sim	Sim	Não	Sim
4	Sim	Sim	Sim	Sim
5	Sim	Sim	Não	Sim

Fonte: o autor (2023)

Durante as análises dos vídeos gravados com a reação dos voluntários, foi observada uma nítida antecipação da reação física antes do término da palavra direcional. Enquanto os tempos totais de voz eletrônica das frases direcionais corresponderam em 1.57 segundos para a frase “mostre a direita” e 1.60 segundos para a frase “mostre a esquerda”, observou-se que a maioria das reações físicas dos voluntários inicia-se antes do término da fala das palavras “esquerda” ou “direita”. Este efeito, designado como “tempo de antecipação”, está representado na figura 2.

**Figura 2: Efeito de antecipação da reação física antes do término das palavras direcionais**



Fonte: o autor (2022)

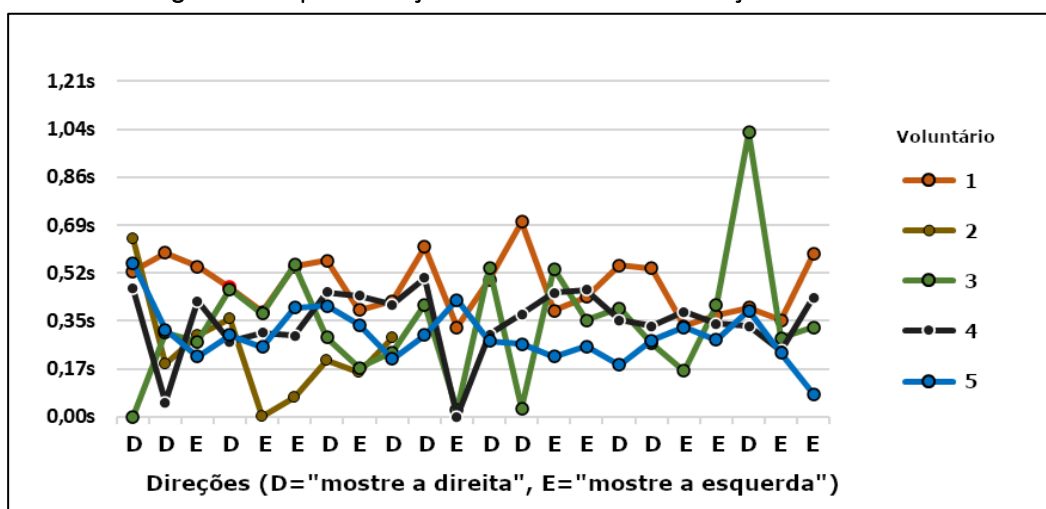
A mensuração apresentada na figura 2 demonstra quatro momentos distintos: o primeiro e o quarto momentos, identificados em cinza à esquerda e à direita da figura, representam o decurso da fábula sem relação com a instrução direcional. O segundo momento é o tempo que o equipamento digital precisa para completar toda a mensagem direcional, identificado em azul na figura 2. Esta mensagem direcional possui um componente inicial comum (trecho “mostre a...”) que antecede a informação de variação de direção. Após o trecho inicial da mensagem direcional, segue o componente específico que diferencia a reação que o voluntário precisou mostrar (trecho “...direita” ou “...esquerda”). O terceiro momento da estratégia, representado pela caixa preta na figura 2, é a variação no tempo de reação física do voluntário à mensagem ouvida. Nota-se que o



início da reação física antecede o término da frase direcional, indicando que os voluntários tendem a antecipar a indicação de direção, sem aguardar o término da frase direcional.

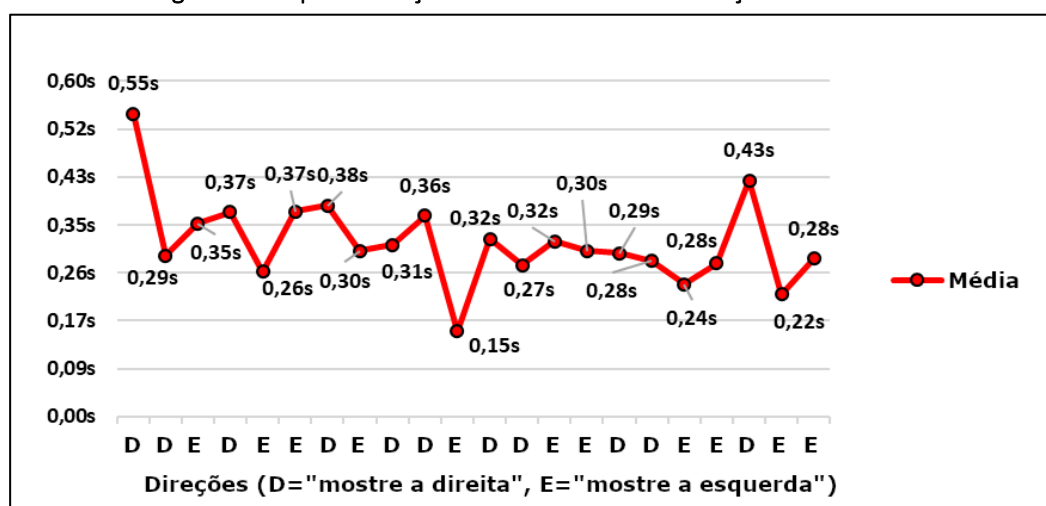
Com base na estratégia de mensuração dos vídeos, cada voluntário demonstrou variações nos tempos de reação e antecipação. A figura 3 demonstra os tempos de reação dos voluntários para ambas as fábulas, enquanto a figura 4 compila estes tempos de reação em médias gerais. Em ambas as figuras as direções correspondentes às medidas de reação estão mostradas na linha horizontal.

Figura 3: Tempos de reação dos voluntários às orientações direcionais



Fonte: o autor (2022)

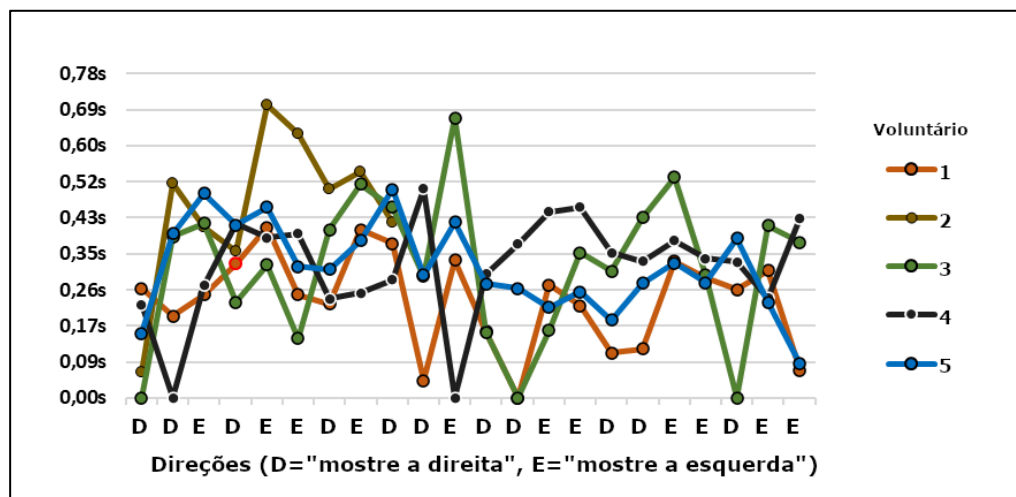
Figura 4: Tempos de reação dos voluntários às orientações direcionais



Fonte: o autor (2022)

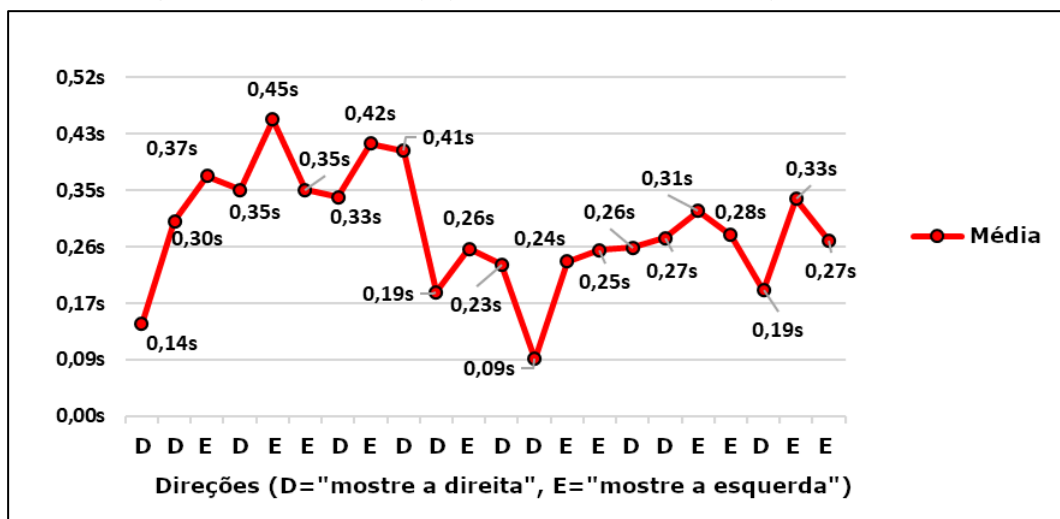
A figura 5 demonstra os tempos de antecipação dos voluntários para ambas as fábulas, enquanto a figura 6 compila estes tempos de reação em médias gerais. Em ambas as figuras as direções correspondentes às medidas de reação estão mostradas na linha horizontal ("R" para "mostre a direita" e "L" para "mostre a esquerda").

Figura 5: Tempos de antecipação dos voluntários às orientações direcionais



Fonte: o autor (2022)

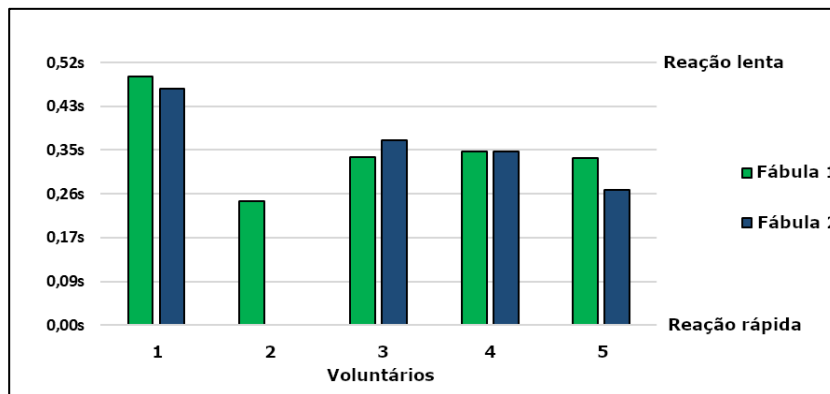
Figura 6: Médias de antecipação dos voluntários às orientações direcionais



Fonte: o autor (2022)

As medidas de tempo de reação correspondem à concentração que os voluntários dispenderam às orientações direcionais, correspondendo ao processo cognitivo da atenção. Comparativamente, pode-se formar uma base de medidas de tempos entre os voluntários, graficamente representada na figura 7. As médias de reação à fábula 2 do voluntário 2 não estão presentes pois não participou da audição da segunda fábula.

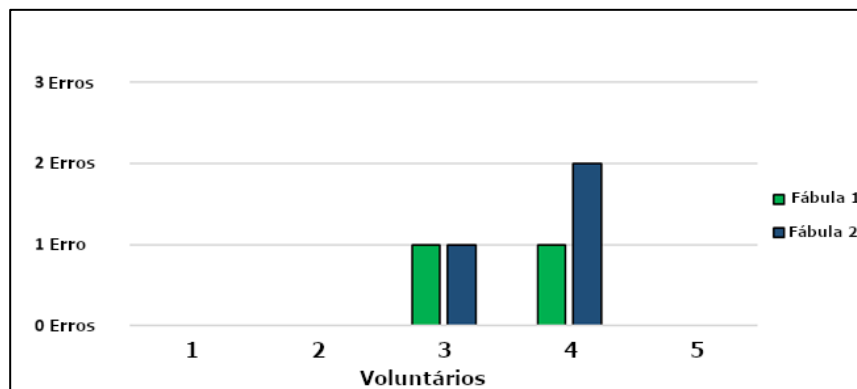
Figura 7: Comparativo entre médias de tempo de reação às indicações



Fonte: o autor (2022)

Além dos tempos de reação e antecipação dos voluntários, também foram observados possíveis erros de reconhecimento da frase de orientação. O voluntário 3 errou duas vezes o lado a ser indicado: no primeiro erro, não indicou a primeira orientação da primeira fábula, e seu segundo erro ocorreu na quarta orientação da segunda fábula (indicou inicialmente a esquerda quando foi orientado à direita), este segundo erro foi corrigido pelo voluntário imediatamente após perceber. A voluntária 4 também cometeu dois erros ao indicar o lado solicitado, o primeiro erro na segunda indicação da primeira fábula e o segundo erro na quarta indicação da segunda fábula, semelhantemente ao segundo erro do voluntário 3. Observa-se estes erros na figura 8:

Figura 8: Quantitativo de erros de indicação da direção

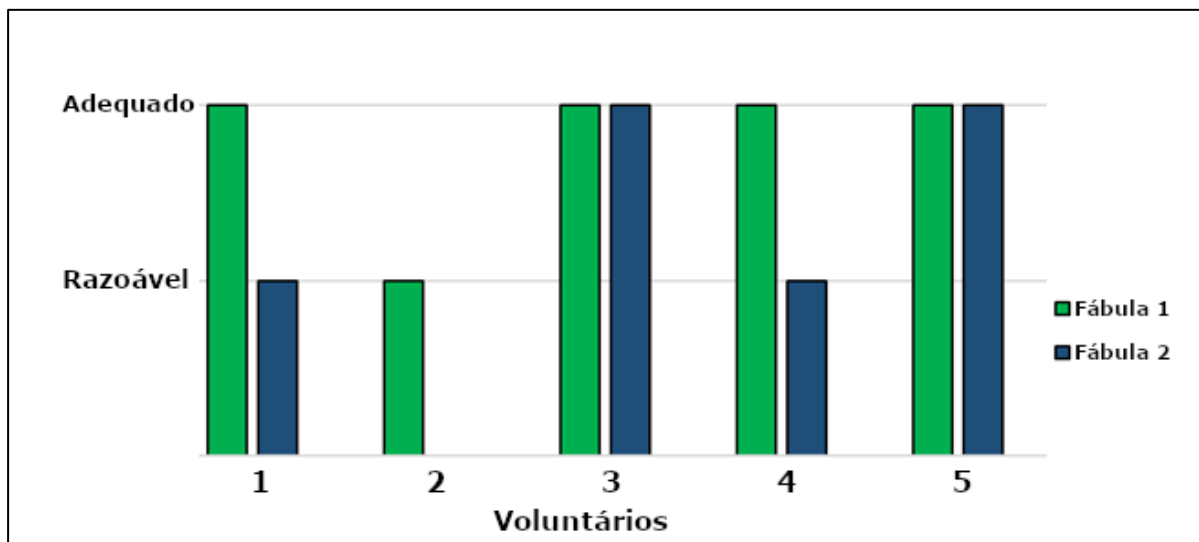


Fonte: o autor (2022)



Para obter mais dados sobre o processo cognitivo da memória e da atenção, os voluntários foram inquiridos acerca dos personagens, história geral e específicos de cada fábula. Pode-se conceber uma representação gráfica comparativa da memorização dos voluntários, mostrada na figura 9.

**Figura 9: Capacidade de os voluntários lembrarem-se dos conteúdos das fábulas**



*Fonte: o autor (2022)*

Considerando-se o caráter qualitativo deste estudo, no qual a quantidade de voluntários pesquisados não é suficiente para formalizar uma média estatística, o experimento possibilita a observação da existência de antecipação da reação dos voluntários com deficiência visual acerca das indicações vocais de direcionamento. As observações das indicações direcionais fornecidas pelos voluntários possibilitaram um avanço nos pressupostos, pois constatou-se uma importante tendência de antecipação às indicações direcionais. Esta tendência de antecipação demonstra a necessidade de postergar o momento e o local de indicação direcional, de forma a aproximar a indicação vocal do local ambiental o qual se deseja descrever.

O método de mensuração das reações, por meio de análises de gravações de vídeo, demonstrou-se eficiente na captura dos valores de tempo de reação, tornando possível observar as médias de antecipação necessárias para posicionar frases de orientação para que sejam recebidas em uma posição ambiental mais adequada ao seu conteúdo.

As entrevistas pós-observação, nas quais foram incluídas questões sobre as fábulas contadas ao longo do estudo, demonstraram a possibilidade de compartilhar os processos cognitivos da atenção e da memória entre orientar pessoas com deficiência visual em um formato esporádico

como a representada pela audionavegação, enquanto concentram-se em outra atividade constante, como caminhar por ambientes. O ruído de fundo aplicado à pesquisa buscou criar uma interferência não relacionada, em um ensaio de distração às duas atividades principais de concentrar-se da atividade de seguir pela fábula enquanto responde fisicamente a estímulos de orientação. A análise dos dados indica que a capacidade de concentração dos voluntários pôde lidar facilmente com esta interferência, sem indícios de perturbações importantes nos resultados.

Os tempos comparativos mostram que os voluntários anteciparam significativamente as instruções. Considerando que o tempo médio da fala direcional “direita” e “esquerda” corresponde a 0,66 segundos e que a antecipação média foi de 0,34 segundos, o tempo de reação correspondeu à média de 0,32 segundos após o início das falas direcionais. Assim, os voluntários reagiram às sílabas “di-re” de direita e “es-que” de “esquerda”, antecipando sua reação.

As indicações médias de tempo de reação e antecipação indicam a necessidade de projetar a audionavegação de forma a utilizar também os tempos de reação e de possíveis antecipações às palavras contidas nas instruções e descrições, readequando a informação para que seja disponibilizada no momento e local de sua utilidade.

## **5. Conclusões**

O estudo da mensuração do tempo de reação de pessoas com deficiência visual a instruções direcionais por voz digital fornecida por equipamentos eletrônicos, quando associado os processos cognitivos da atenção e da memória, possibilitaram a compreensão de alguns fatores notáveis para adequar a audiodescrição para o design de audionavegação.

Ao que tudo indica, a existência do ruído ambiental simulado de estação de transporte público sobre trilhos, apresentando grande volume sonoro, teve pouca interferência na audição das instruções de orientação, posto que nenhum dos voluntários indicou que o ruído interferiu na sua compreensão das frases, o que demonstra a possibilidade de se utilizar audiodescrição para orientar pessoas com deficiência visual em ambientes ruidosos.

As análises dos dados resultaram na observação de que todos os voluntários anteciparam as orientações, reagindo às frases “mostre a direita” e “mostre a esquerda” assim que o *smartphone* inicia as palavras “esquerda” ou “direita”, antecipando a indicação entre 0,25s e 0,46s. Esta pesquisa com cinco voluntários reuniu um total de 207 frases de orientação, dentre as quais somente oito orientações não foram antecipadas, indicando que o comportamento de antecipação pode corresponder a um padrão para orientação ambiental por voz, correspondendo a um dos fundamentos para o design de audionavegação de forma a garantir que o usuário com deficiência visual consiga atender ao comando de orientação espacial em tempo de realizar a ação de mudança ou manutenção de rota com segurança.

## 6. Referências Bibliográficas

A LENDA DO ARCO ÍRIS. (2007). **Folclore irlandês.**, disponível em O sótão da Inês: [http://sotaodaines.chrome.pt/Sotao/histor89\\_L.html](http://sotaodaines.chrome.pt/Sotao/histor89_L.html). Acesso em jul. 2018.

AXELROD, R. (1997). Advancing the Art of Simulation in the Social Sciences. Em R. CONTE, R. HEGSELMANN, & P. TERNA, **Simulating Social Phenomena** (pp. 21-40). New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg. DOI: 10.1007/978-3-662-03366-1.

BARBOSA, M. B. (2015). **Wayfinding na jornada da pessoa com deficiência visual no sistema metroferroviário**. 2015. 549 p. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - FAU. Universidade de São Paulo - USP, São Paulo.

CATTANEO, Z; VECCHI, T. Blind vision: the neuroscience of visual impairment. **Boston Review**, [S.l.], v. 32, n. 6, p. 35-40, nov./dez. 2011. DOI: 10.7551/mitpress/9780262015035.001 .0001

SCHACTER, D. L.; NADEL, L. **The hippocampus as a cognitive map**. Oxford University Press, 1991.

CLIPSON, C. (2013). Simulation for Planning and Design - A Review of Strategy and Technique. In R. W. Marans, & D. Stokols, **Environmental Simulation - Research and Policy Issues** (pp. 23-57). Ann Arbor, Michigan, United States of America: Stringer Science + Business Media, LLC.

CORNELL, E. H.; SORENSON, A.; & MIO, T. (2003). Human Sense of Direction and Wayfinding. **Annals of the Association of American Geographers**, (pp. 399-425). DOI: 10.1111/1467-8306.9302009.

CRESWELL, J. W. (2014). **Investigação qualitativa e projeto de pesquisa - escolhendo entre cinco abordagens** (3ª ed.). (S. M. Rosa, Trad.) Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil: Penso.

DIVENYI, P. L.; HIRSH, I. J. Identification of temporal order in three-tone sequences. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 51, n. 2B, p. 538-550, Feb. 1972. DOI: 10.1121/1.1903245. PMID: 4604555.

ELANGO VAN, N. (2016). Design quality of Mobile trading system application software for Smartphones. (R. B. Saudagar, Ed.) **Asian Journal of Management**, v. 7(3), pp. p. 207-212.

FELIPPE, J. A. (2001). **Caminhando juntos: manual das habilidades básicas de orientação e mobilidade**. São Paulo: Laramara - Associação Brasileira de Assistência ao Deficiente Visual.

FLICK, U. (2009). **Introdução à pesquisa qualitativa** (3ª ed.). (J. E. Costa, Trad.) Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil: Artmed.



- GORI, M.; ALAIS, D.; BURR, D. Auditory Temporal Discrimination in Blind and Sighted Individuals: A Behavioral and EEG Study. **Frontiers in neuroscience**, v. 13, p. 134, 2019.
- JANČOVIČ, P.; MÜNEVVER, M. Employment of spectral voice information for speech and speakers' recognition in noisy conditions. **Acta acustica united with acustica**, Berlin, v. 94, n. 6, p. 916-924, nov./dez. 2008.
- JANZEN, G. Memory for object location and route direction in virtual large-scale space. **Cognitive Brain Research**, v. 25, n. 1, p. 586-596, 2006.
- KUJALA, T.; Huotilainen, M. et al. Visual cortex activation in blind humans during sound discrimination. **Neuroscience Letters**, v. 183, n. 1-2, p. 143-146, 1995. DOI: 10.1016/0304-3940(94)11135-6. PMID: 7746476.
- KUJALA, T.; ALHO, K. et al. Electrophysiological evidence for cross-modal plasticity in humans with early- and late-onset blindness. **Psychophysiology**, v. 34, n. 2, p. 213-216, 1997. DOI: 10.1111/j.1469-8986.1997.tb02134.x. PMID: 9090272.
- LODI, J. B. (1998). **A entrevista: teoria e prática** (8ª ed.). São Paulo: Pioneira.
- MARCONI, M. D.; LAKATOS, E. M. (2007). **Técnicas de pesquisa** (6ª ed.). São Paulo: Atlas S.A.
- MARIANI, E. (2016). **Delineamento de sistemas eletrônicos para guiar pessoa com deficiência visual em redes de metrô**. 362 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Arquitetura), Universidade de São Paulo - USP, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - FAU, São Paulo. DOI: 10.11606/D.16.2016.tde-02092016-151522.
- MOTTA, L. M. V. M.; ROMEU FILHO, P. (Orgs.). **Audiodescrição: transformando imagens em palavras**. São Paulo: Secretaria dos Direitos da Pessoa com Deficiência do Estado de São Paulo, 2010. ISBN 978-85-4047-00-6.
- MPC-HC Team. (2012). **MPC-HC (Software)**., disponível em MPC-HC: <https://mpc-hc.org/>. Acesso em jun. 2018.
- RIBEIRO, S. B.; SANTOS, L. T.; MACIEL, S. D.; SANTOS, H. H. (2010). Características da marcha em sujeitos com deficiência visual. (L. V. Oliveira, Ed.) **Revista Terapia manual**, 8(35), pp. 27-32.
- ROESER, R. J.; VALENTE, M.; HOSFORD-DUNN, H. **Audiology: Diagnosis**. Stuttgart: George Thieme Verlag, 2000. ISBN 978-0865778573.

RÖDER, B.; KRÄMER, U. M.; LANGE, K. Congenitally blind humans use different stimulus selection strategies in hearing: An ERP study of spatial and temporal attention. **Restorative Neurology and Neuroscience**, v. 25, n. 3-4, p. 311-322, 2007.

ROGERS, Y., SHARP, H., & PREECE, J. (2013). **Design de interação - além da interação homem-computador** (3ª ed.). (I. Gasparini, Trad.) Porto Alegre: Bookman.

SABINO, F. (2007). **Macacos me mordam** (4ª ed.). Rio de Janeiro, RJ: Record.

SANTOS, A. J., & CASTRO, S. A. (2013). **Autoestima a partir do caminhar - orientação e mobilidade da pessoa com deficiência visual**. Revista Benjamin Constant (54).

SILVA FILHO, J. (2017). **Princípios para o design de audionavegação em ambientes públicos para pessoas com deficiência visual**. 227 p. Dissertação (Mestrado em Ciências), Universidade de São Paulo - USP, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - FAU, São Paulo. DOI: 10.11606/D.16.2018.tde-26062017-115225.

VICENTE, P. (2012). O uso de simulação como metodologia de pesquisa em ciências sociais. **Cadernos Ebape**, BR, pp. 1-9. DOI: 10.1590/S1679-39512005000100008.

YAMAUCHI, S.; YAMAUCHI, Y. (2003). **Rehabilitation Manual 13 - Tactile Ground Surface Indicators for Blind Persons**. (T. Sato, Ed.) Tokorosawa, Japan: National Rehabilitation Center for Blind Person - Japan Federation of the Blind.