

CATEGORIA 3

INOVAÇÃO NA MOBILIDADE DE PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL NO METRÔ DE SÃO PAULO

INTRODUÇÃO

As pessoas com deficiência englobam uma parcela da população cuja qualidade de vida sofre impacto direto dos formatos adotados de planejamento dos espaços urbanos. A importância destes formatos é notável, compondo inclusive boa parte do Relatório Mundial sobre Deficiências da Organização Mundial da Saúde (2012), que expõe a influência das adequações do acesso aos serviços públicos no incremento e no decréscimo da qualidade de vida e perspectiva social das pessoas com deficiências, incluindo-se as condições oferecidas para a locomoção autônoma dessas pessoas.

No Brasil, a incapacidade visual é a mais abrangente entre as deficiências, acometendo mais de 35 milhões de brasileiros. Por este motivo, as normas e leis brasileiras de promoção da acessibilidade buscaram, nas últimas décadas, criar condições para que as

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



pessoas com deficiência visual possam ter vida social e econômica mais ativa, por meio do uso de pisos táteis e sinalizações em Braille.

No entanto, os atributos de acessibilidade oferecidos pelos pisos táteis e sinalizações em Braille têm se mostrado insuficientes para atender às necessidades de autonomia e segurança dos passageiros com deficiência visual.

As dificuldades atuais encontradas por pessoas com deficiência visual durante o uso dos sistemas de metrô levam 85% desses usuários a recorrer ao auxílio de funcionários no Metrô de São Paulo. Contudo, 72% desses mesmos usuários preferem ser independentes (MARIANI, 2016).

O atual desenvolvimento tecnológico de recursos para a acessibilidade tem evoluído de forma gradativa, porém constante. Considerando-se que “acessibilidade” consiste de um termo que mensura o grau de usabilidade de aparelhos, ferramentas e serviços para todas as pessoas, tanto na esfera pública quanto na esfera privada, independentemente da presença ou ausência de deficiências físicas ou sensoriais, uma tecnologia de acessibilidade bem conhecida desde meados do ano de 2007 é a utilização de aparelhos de telefones celulares para orientar as pessoas em seu deslocamento diário, por meio de aplicativos de acesso a sistemas de posicionamento e orientação ambiental. Utilizando-se da emissão de som e vibração, estes sistemas têm se mostrado como valiosa ajuda na orientação do deslocamento de pessoas em locais públicos, reduzindo o tempo de locomoção e até mesmo auxiliando pessoas em deslocamentos de emergência.

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



Todavia, os sistemas de orientação mais comuns em uso na atualidade requerem que o indivíduo identifique visualmente seu posicionamento e sua direção no ambiente o qual está se locomovendo. Evidentemente, quando o indivíduo possui deficiência visual, torna-se necessário que o sistema de orientação ofereça outras formas de identificação de posicionamento e orientação que não exijam a identificação visual. Por este motivo os sistemas comuns de orientação se mostram inadequados para utilização por pessoas com deficiências visual, pois torna-se indiscutível a necessidade de precisão do aparelho com relação à localização e direção do indivíduo.

Uma forma confiável de obter-se esta precisão de posicionamento consiste na inserção de elementos balizadores do ambiente, estabelecendo o papel de intermediadores eletrônicos de comunicação de posição e direção. Esta é a base de funcionamento do sistema SigaFácil, cujo funcionamento foi elaborado por funcionários do Metrô de São Paulo durante pesquisas científicas documentadas pela Universidade de São Paulo – USP.

O SigaFácil é composto por câmeras emissoras de sinal infravermelho posicionadas estrategicamente nas dependências das estações, cuja finalidade é demarcar eletronicamente os locais de importância na orientação, transmitindo comandos de audionavegação para o aparelho receptor portado pelo passageiro. Este aparelho receptor recebeu, de seus projetistas, o nome de “coração”. O conjunto formado pelas câmeras emissoras e pelo o coração têm por finalidade justamente prover a precisão na orientação ambiental do passageiro. Após garantir corretamente a posição e direção da

peessoa por meio das câmeras e do coração, o SigaFácil informa auditivamente a pessoa, por meio de instruções vocais de audionavegação em seu smartphone pessoal, possibilitando sua tomada de decisão durante o trajeto até seu destino. Estes três componentes do sistema SigaFácil estão representados na figura 1.



Figura 1 – Componentes do sistema SigaFácil: câmeras, coração e smartphone

A Figura 2 ilustra um exemplo de funcionamento do SigaFácil, quando indica a localização de um elevador para duas pessoas que caminham em direções diferentes. Com o adequado posicionamento das câmeras emissoras das estações (marcados como “A”) e a recepção da informação pelo aparelho receptor (coração) de cada pessoa marcados como “B”, pode-se observar que a mensagem muda com a direção que a pessoa está caminhando.

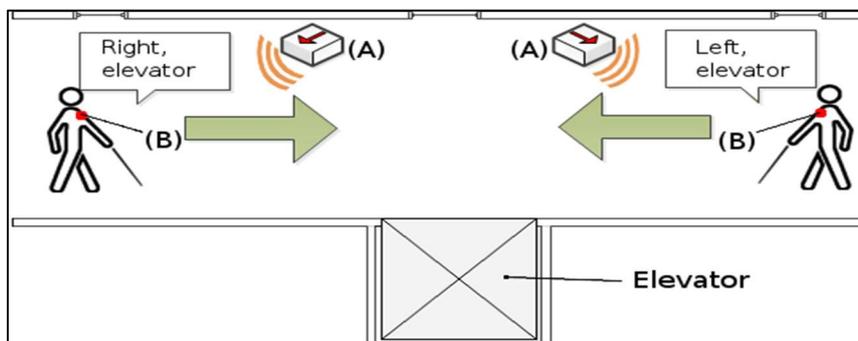


Figura 2 - Exemplo de funcionamento do sistema Sigafácil

O sistema Sigafácil foi instalado na estação Vergueiro do Metrô de São Paulo após diversas pesquisas realizadas pelos autores Mariani e Silva Filho (2016; 2017; 2019), objetivando a concepção e o aprimoramento deste sistema de audionavegação inédito no mundo, culminando na instalação do sistema no Metrô de São Paulo conforme divulgado em diversas agências de notícias em fevereiro de 2020 (TRALLI, 2020; GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2020; MORAES, 2020; BAZANI, 2020). O Metrô de São Paulo tem o objetivo de disponibilizar o Sigafácil em toda a rede do Metrô até o final do ano de 2021.

DIAGNÓSTICO

Para o estudo da viabilidade do sistema, os autores adotaram o método de pesquisa qualitativa, ferramenta cuja importância foi positivamente notável devido à abordagem observativa de coleta de informações, posto que Oliveira (2012) afirma que a pesquisa qualitativa proporciona a investigação de situações complexas ou particulares às pessoas com deficiência visual. A utilização desta ferramenta também foi motivada por

influência de Angrosino (2009), que recomenda a pesquisa qualitativa quando existe interesse em acessar experiências de contexto de comportamento natural, assim como por influência de Flick (2009), que indica a pesquisa qualitativa para melhor interpretar e identificar as necessidades do usuário.

A pesquisa foi iniciada com a análise direta da experiência perceptiva dos usuários-alvo. Os instrumentos de pesquisa utilizados foram observações e entrevistas, organizados da seguinte forma:

- Setembro a outubro de 2015: esta primeira parte da pesquisa, realizada por Mariani (2016), consistiu de observação individual, sem interferência, na movimentação de seis usuários frequentes do Metrô de São Paulo, com diferentes tipos de deficiência visual, enquanto circulavam por diferentes estações para completarem suas rotas habituais para o trabalho e / ou educação. No objetivo de complementar a interpretação dos dados obtidos na observação, foi utilizado o método de entrevistas individuais, semiestruturadas e face a face, com onze funcionários de design de sistemas operacionais e de contato direto com passageiros nas estações do Metrô de São Paulo, além de entrevista com dois instrutores de orientação e mobilidade. As observações compiladas por Mariani (2016) foram de fundamental importância para a compreensão das formas como as pessoas com deficiência visual identificam os itinerários do metrô, localizam entradas e saídas, conseguem chegar a uma estação que não

lhes é conhecida e percebem a sua posição espacial, entre outras informações pertinentes para o desenvolvimento de equipamento eletrônico de orientação e mobilidade.

- Junho a agosto de 2016: esta segunda parte da pesquisa, conduzida por Silva Filho (2017), utilizou instrumentos de observação e entrevista com voluntários em experimento prévio para o SigaFácil. Neste experimento, um protótipo do SigaFácil foi programado para orientar os voluntários de forma consistente com as informações sobre o ambiente, elaboradas com a sinalização visual existente, a posição de elementos de interesse para a circulação e até mesmo acerca da posição dos pisos táteis, desde o desembarque dos trens na estação Vergueiro até a porta da biblioteca Louis Braille no interior do Centro Cultural São Paulo. Este trajeto foi escolhido devido ao seu grande potencial sociocultural para a acessibilidade de pessoas com deficiência visual.

Esta parte do estudo obteve importantes informações adicionais acerca do comportamento dos voluntários, envolvendo suas escolhas e percepções sobre as diversas alternativas de trajeto oferecidas entre a origem e o destino indicados.

Os voluntários foram convidados com base em suas características pessoais, no objetivo de identificar diferenças em sua percepção e compreensão das instruções de navegação por áudio. Além do tipo de deficiência visual existente

em cada voluntário, as diferenças pessoais sobre idade, condição social e capacidade de orientação autônoma, identificadas por meio de entrevistas semiestruturadas ou semi padronizadas (FLICK, 2009; FLICK, 2013; CRESWELL, 2014), foram importantes ferramentas para compreender diferenças e semelhanças comportamentais sobre o uso do SigaFácil, com destaque para os diversos níveis de conhecimentos de técnicas de orientação e mobilidade e diferentes familiaridades com o uso de smartphones.

Nas experiências práticas foram exploradas as questões de: (a) segurança e confiabilidade na informação; (b) foco no objetivo desejado, para informar o necessário de forma eficaz ao usuário; e (c) conforto, para viabilizar a sensação de satisfação na utilização. Como resultado notável, todas as pessoas que participaram da pesquisa conseguiram completar o percurso entre o desembarque na estação Vergueiro e o ponto de chegada no Centro Cultural, de maneira autônoma, inclusive aqueles que declararam ter maior dificuldade em se locomover de maneira independente em seu cotidiano. Todos afirmaram terem recebido as mensagens no momento certo, de maneira clara, por meio do fone de ouvido, sem interferência dos sons ambientes, tendo seus smartphones seguros, guardados no bolso ou na bolsa, utilizando-se de fones para ouvir as instruções providas pelo sistema.

A Figura 3 ilustra um participante da pesquisa utilizando o sistema SigaFácil para encontrar uma escada que não pode ser alcançada por piso tátil. Nesta situação, o piso tátil é direcionado para um elevador na plataforma (Fig. 3 "A"), no entanto, em um determinado ponto durante o percurso, o SigaFácil informa da possibilidade do uso alternativo de escadas, à esquerda, que foi aceita pela voluntária (Fig. 3 "B"). Passando deste ponto sem piso tátil, a voluntária dependeu apenas do SigaFácil para se orientar (Fig. 3 "C") e consegue encontrar as escadas (Fig. 3 "D") para seguir o trajeto.

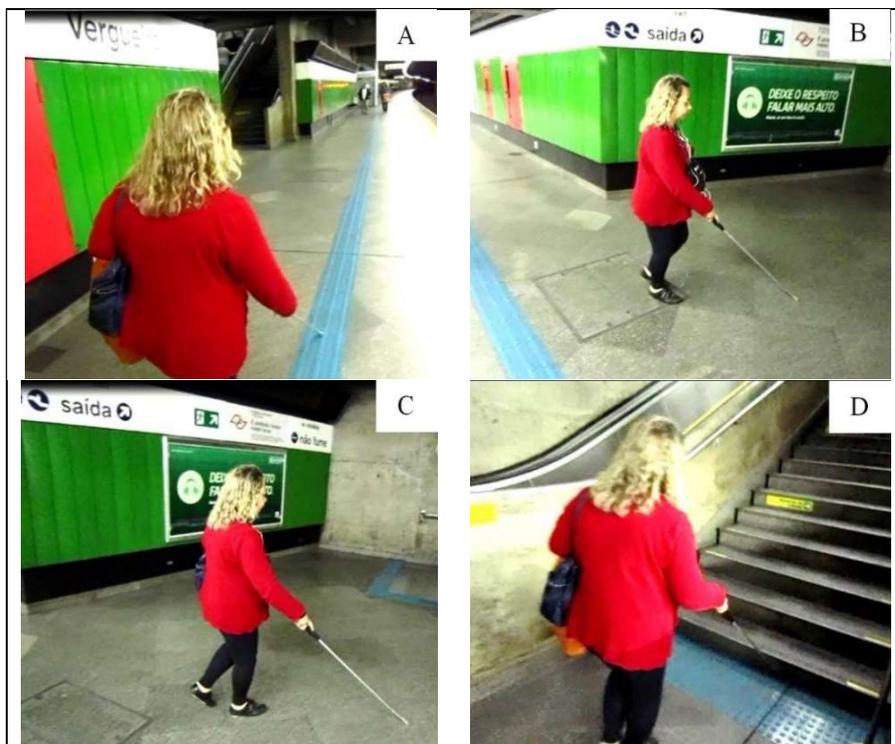


Figura 3 – Participante utilizando o SigaFácil para encontrar as escadas

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



Esta segunda pesquisa desenvolvida por Silva Filho (2017) corroborou os resultados da pesquisa de Mariani (2016), ao confirmar a utilidade da audiodescrição de ambientes na autonomia da tomada de decisão da pessoa com deficiência visual em estações de metrô.

Finalizando a pesquisa, os autores buscaram outros possíveis sistemas de audionavegação existentes nos metrôs do mundo, no objetivo de investigar seu funcionamento e resultados do seu uso por pessoas com deficiência visual. Uma consulta à *network* dos autores, à internet e aos fóruns de metrôs mundiais CoMET e Nova¹ identificou a existência de algumas tentativas de desenvolvimento de sistemas eletrônicos para orientar passageiros. Estes sistemas foram relatados por Mariani (2016). Nessa investigação, a autora analisa as diversas tentativas de desenvolvimento de soluções em audionavegação desde os anos 1950. Em posterior análise técnica elaborada pelos autores, constatou-se que a existência de limitações na concepção destas tentativas provocou sua breve obsolescência, pois, na prática, pouco atenderam a autonomia das pessoas com deficiência visual. Dentre os principais problemas constatados estão a imprecisão da direção em que se encontra a pessoa cega e a imprecisão da informação fornecida em tempo real. Alguns sistemas, inclusive, previam

¹ O CoMET e o Nova são grupos de benchmarking de metros do mundo, possuindo um programa abrangente de avaliação corporativa metroferroviária urbana internacional. Atualmente, os dois consórcios são constituídos de 30 grandes e médios sistemas de metrô, de 30 cidades ao redor do mundo. Os grupos são de propriedade conjunta e dirigido pelos membros, com gerenciamento de projetos, administração e pesquisa realizada pelo Railway and Transport Strategy Centre (RTSC), do Imperial College London. O CoMET e o Nova são bastante utilizados pelos seus membros quando se deseja obter informações pertinentes aos demais sistemas, por meio de um fórum.

a obrigatoriedade de o usuário segurar o smartphone com a única mão livre que lhe restou, devido ao uso da bengala ou da guia do cão, causando insegurança pessoal, além da indesejável exposição do aparelho celular aos infortúnios do ambiente público.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

A análise descritiva foi feita com a leitura sistemática dos dados para buscar por padrões, regularidades ou temas emergentes dos dados, conforme propõe Angrosino (2009), de forma que pudessem ser organizados em categorias para posterior análise.

A análise de conteúdo das entrevistas se deu pela leitura das transcrições das falas dos voluntários, de depoimentos e da organização dos dados das observações. Em seguida foi feita uma leitura flutuante das transcrições, buscando-se os contornos das primeiras unidades de sentido, conforme orientação de Gerhardt e Silveira (2009) para a interpretação das informações contidas em textos transcritos. Procedimento semelhante foi aplicado às imagens em movimento, de acordo com Rose (2010), de maneira a encontrar as informações que contribuíram na categorização dos resultados. As entrevistas de Mariani (2016) com os professores de orientação e mobilidade mostraram opiniões favoráveis à proposta de uso de sistemas eletrônicos como auxiliares à informação e navegação de pessoas com deficiência visual. As declarações no âmbito do ensino das técnicas de orientação e mobilidade destes profissionais entrevistados constituíram-se principalmente de experiências a respeito de percepção espacial e cognição das pessoas com deficiência visual. Muitas dessas declarações

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



possuem caráter empírico, cuja base é a experiência vivencial dos profissionais com o corpo discente de pessoas com deficiência visual, conteúdo este não encontrado regularmente em bibliografias. A divulgação deste conhecimento aos pesquisadores enriqueceu as observações práticas conduzidas durante as pesquisas com o SigaFácil.

As declarações levantadas com os especialistas em projetos de trens e estações demonstraram preocupação sobre o planejamento técnico da implantação de quaisquer sistemas eletrônicos nestes locais, devido à possibilidade de interferências eletromagnéticas que podem prejudicar o funcionamento da circulação de trens e de outros equipamentos de segurança. Por este motivo o SigaFácil foi planejado para não utilizar comunicação de longa distância por ondas de rádio, mitigando o risco de quaisquer interferências eletromagnéticas em sistemas preexistentes nas estações e trens do Metrô de São Paulo.

Outra consideração informada por profissionais que orientam os passageiros nas estações levanta a necessidade de compreender a diversidade de usuários e suas variadas necessidades, associadas às também variadas situações adversas que podem ocorrer ao longo dos trajetos em locais públicos. O deslocamento da pessoa com deficiência visual nesses ambientes faz com que sua memória de curto prazo seja ocupada com as tarefas de reconhecer os elementos do ambiente e tomar decisões. Por este motivo o SigaFácil foi elaborado de forma a disponibilizar mensagens faladas cuidadosamente concebidas para serem disponibilizadas no momento em que são úteis, com densidade, duração e conteúdo relevante ao local e à situação os quais está imersa,

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



por meio de dispositivo eletrônico portátil familiar ao usuário, posto que o aparelho smartphone que fala as frases é de sua propriedade. Para proporcionar este grau de informação, observou-se os elementos ambientais a serem informados, o conteúdo dessas informações, a extensão e o tempo de cada informação, o momento em que a informação será dada e o momento em que o indivíduo entenderá que ela deve ser realizada. Também foram observados se os elementos das informações não serão conflitantes ou se dependem de outras informações, em especial se estas informações complementares ainda não foram disponibilizadas previamente ao passageiro.

As verbalizações foram desenvolvidas de forma a não conflitarem com nenhum dos outros recursos preexistentes de orientação e mobilidade. Para isso, foram realizados levantamentos das características de possíveis direções a serem tomadas no ambiente, locais de interesse, pontos de referência e interferências de objetos ambientais. Ao lado da elaboração das verbalizações está o tempo de transmissão da mensagem, assim como a importância de uma sequência lógica para sua apresentação, considerando uma hierarquia de apresentação de acordo com o interesse do usuário, relacionando tudo à velocidade média da caminhada das pessoas.

CONCLUSÕES

Durante as pesquisas, observou-se que, em diversos metrô do mundo, existe interesse no desenvolvimento de sistemas eletrônicos para audionavegação. Porém, constatou-se também certa dificuldade em se obter sistemas eficientes, confiáveis, fáceis de serem utilizados, que agradem e sejam de fato utilizados pelo público com deficiência visual.

Durante a investigação dos pesquisadores sobre o uso do sistema Siga Fácil pelos usuários com deficiência visual, observou-se que o uso do sistema incrementou de forma definitiva a eficiência cognitiva desses usuários na identificação correta do trajeto que está sendo seguido. Ao serem questionados diretamente sobre sua percepção na orientação provida pelo Siga Fácil, os usuários com deficiência visual citaram a facilidade na compreensão do trajeto e o perceptível incremento na confiança e na autonomia. Assim, a utilização do sistema Siga Fácil na Estação Vergueiro do Metrô de São Paulo demonstrou-se totalmente adequado para o incremento da autonomia, da confiança e, conseqüentemente, do conforto e da segurança do passageiro com deficiência visual, conforme conclusão dos pesquisadores e percepção dos próprios passageiros.

Com o desenvolvimento e instalação do SigaFácil iniciada na estação Vergueiro da Linha 1-Azul e a breve expansão do sistema para as outras estações, o Metrô de São Paulo inova ao oferecer tecnologia acessível que prove maior autonomia a seus passageiros com deficiência visual, por meio de instruções e descrições dos ambientes e trajetos diretamente em seu aparelho smartphone pessoal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGROSINO, M. **Etnografia e observação participante**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

BAZANI, A. Metrô de São Paulo testa sistema inédito para autonomia de pessoas com deficiência visual nas estações. **Diário do Transporte**, São Paulo, Fevereiro 2020.

Disponível em: <<https://diariodotransporte.com.br/2020/02/05/metro-de-sao-paulo-testa-sistema-inedito-para-autonomia-de-pessoas-com-deficiencia-visual-nas-estacoes/>>.

CRESWELL, J. W. **Investigação qualitativa e projeto de pesquisa - escolhendo entre cinco abordagens**. Tradução de Sandra Mallmann Rosa. 3ª. ed. Porto Alegre: Penso, 2014. ISBN 978-85-658-4888-6.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. Tradução de Joice Elias Costa. 3ª. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. ISBN 978-85-363-1711-3.

FLICK, U. **Introdução à metodologia de pesquisa - um guia para iniciantes**. Tradução de Magna Lopes. Porto Alegre: Penso, 2013. 256 p. ISBN 978-85-658-4808-4.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. Porto Alegre: UFRG. 2009.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. "SigaFácil" Metrô. **Youtube: Google**, São Paulo, Fevereiro 2020. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=ZNBRUq2-nfM>>.

MARIANI, E. **Delineamento de sistemas eletrônicos para guiar pessoa com deficiência visual em redes de metrô**. 2016. 362 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - FAU. Universidade de São Paulo - USP. São Paulo. 2016. (DOI: 10.11606/D.16.2016.tde-02092016-151522).

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



MARIANI, E.; SILVA FILHO, J. *Electronic Systems Designed to Guide Visually Impaired People in Public Areas: Importance of Environmental Audio Description*. **Springler-Velag**, 2019.

MORAES, V. Metrô testa equipamento para aumentar autonomia das pessoas com deficiência visual. **Jovem Pan**, São Paulo, Fevereiro 2020. Disponível em: <<https://jovempan.com.br/programas/jornal-da-manha/metro-testa-equipamento-para-aumentar-autonomia-das-pessoas-com-deficiencia-visual.html>>.

OLIVEIRA, C. L. Um apanhado teórico-conceitual sobre pesquisa qualitativa: tipos, técnicas e características. **Revista Travessias**, n. 4, 2012. ISSN 1982-5935.

OMS. **Relatório mundial sobre a deficiência**. Organização Mundial da Saúde. São Paulo: Secretaria de Estado da Pessoa com Deficiência, 2012. ISBN 978-85-64047-02-0.

ROSE, D. Análise de imagens em movimento. In: BAUER, M.; GASKELL, G. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático**. Petrópolis: Vozes, 2010. Cap. 14, p. 343-364.

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

TRALLI, C. Acessibilidade no Metrô: Projeto piloto deve facilitar a mobilidade de deficientes visuais. **Portal G1**, São Paulo, n. 1, Fevereiro 2020. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sao-paulo/videos/t/sptv-1-edicao/v/estacao-vergueiro-tem-testes-de-novo-sistema-de-acessibilidade-para-cegos-no-metro/8299664/>>.