

SESI PAULISTA

INCLOMOB
Inclusão que move

Paulista, PE

2025



Diego Carlos Nogueira dos Santos
Vinicius Gabriel de Oliveira Arruda

Carlos Alberto Braga do Espirito Santo
Daniele Gomes Coutinho

INCLOMOB
Inclusão que move

Relatório apresentado à 9ª FEMIC - Feira
Mineira de Iniciação Científica.

Orientação da Prof.a Daniele Gomes Cooutinho
e coorientação de Carlos Alberto Braga do
Espirito Santo.

Paulista, PE.

2025



RESUMO

A mobilidade urbana é um direito fundamental que garante o acesso à educação, ao trabalho e à cidadania plena. No entanto, pessoas com deficiência visual enfrentam barreiras significativas que comprometem sua participação efetiva na vida em sociedade. Um desses problemas, é o uso dos transportes públicos, que em muitos casos não têm sinalização urbana e acessibilidade nas vias, tornando seus deslocamentos um desafio cotidiano. Na Região Metropolitana do Recife, além de ocorrer problemas de superlotação nos transportes públicos também há problemas de infraestrutura, pois os pontos de ônibus e terminais não oferecem sinalizações adequadas, como placas em braille, pisos táteis, mapas táteis, sinalização em relevo para serem identificadas pelo tato, entre muitos outros, o que dificulta a locomoção de uma pessoa com deficiência visual. Diante disso, esse projeto tem o seguinte problema de pesquisa: como é possível diminuir as barreiras enfrentadas por pessoas com deficiência visual na utilização de transportes públicos? Logo, a proposta é desenvolver uma pulseira integrada ao arduino e um aplicativo que possa contribuir para inclusão de pessoas que tenham baixa visão ou cegueira na mobilidade urbana, facilitando o seu deslocamento e a integração social. Dessa forma, o projeto está alinhado ao objetivo de desenvolvimento sustentável 11 - cidades e comunidades sustentáveis - que visa tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis, e portanto espera-se promover inclusão, respeito e garantia do direito de ir e vir.

Palavras-chave: Inclusão. Mobilidade Urbana. Tecnologia Assistiva.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	5
2 JUSTIFICATIVA	6
3 OBJETIVO GERAL	7
4 METODOLOGIA	8
5 RESULTADOS OBTIDOS	10
6 CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS	14
REFERÊNCIAS	15



1 INTRODUÇÃO

No cotidiano, pessoas com deficiência visual (PcDV) enfrentam muitas dificuldades relacionadas à falta de acessibilidade em espaços públicos, especialmente no transporte coletivo. De acordo com o artigo 4º da Lei Nº 13.146, de 6 de Julho de 2015, toda pessoa com deficiência tem direito à igualdade de oportunidades com as demais pessoas e não sofrerá nenhuma espécie de discriminação. No entanto, essa lei muitas vezes não é efetivada, devido a problemas crônicos de infraestrutura e discriminação por parte de pessoas sem deficiência, tratando as PcDV de forma desumana e degradante, contradizendo a ODS Nº10, na qual busca reduzir a desigualdade dentro dos países e entre eles. Ela promove a inclusão social, econômica e política de todos, independentemente de idade, gênero, deficiência, raça, etnia, origem, religião, condição econômica e outras.

Levando em consideração os problemas de infraestrutura, um exemplo disso são os pontos de ônibus e terminais que muitas vezes não oferecem sinalizações adequadas, como placas em braille, pisos táteis, mapas táteis, sinalização em relevo para serem identificadas pelo tato, entre muitos outros. Além disso, recursos sonoros são fundamentais para auxiliar na questão da sinalização, alguns sistemas utilizam altos-falantes: nos metrô, nos ônibus e inclusive em outros estados, que podem ser adaptados à nossa realidade. Isto diminuiria o tempo de locomoção de pessoas com deficiência visual, pois segundo a Folha PE (2019), “mesmo com o uso da bengala, alguns acabam se machucando e contam que, diante da falta de acessibilidade, precisam da ajuda de outras pessoas para se locomoverem.”

Isso compromete a sua autonomia e sua participação plena na sociedade. Diante disso, esse projeto tem o seguinte problema de pesquisa: como é possível diminuir as barreiras enfrentadas por pessoas com deficiência visual na utilização dos transportes públicos?

Assim, a acessibilidade nos espaços públicos especialmente nos transportes coletivos é um direito garantido, mas é ainda pouco efetivado pelos órgãos públicos. Pessoas com deficiência visual enfrentam diariamente desafios que comprometem sua autonomia, segurança e qualidade de vida (como ausência de informações sonoras e a estrutura inadequada em pontos de ônibus e terminais). Diante disso, torna-se fundamental construir essas soluções que promovem a inclusão, mobilidade e dignidade, garantindo que essas pessoas possam se locomover de forma segura e independente. Esse projeto busca



contribuir para construção de uma sociedade mais acessível, justa e igualitária.

2 JUSTIFICATIVA

A acessibilidade nos espaços públicos especialmente nos transportes coletivos é um direito garantido, mas é ainda pouco efetivado pelos órgãos públicos. Pessoas com deficiência visual enfrentam diariamente desafios que comprometem sua autonomia, segurança e qualidade de vida (como ausência de informações sonoras e a estrutura inadequada em pontos de ônibus e terminais). Diante disso, torna-se fundamental construir essas soluções que promovem a inclusão, mobilidade e dignidade, garantindo que essas pessoas possam se locomover de forma segura e independente. Esse projeto busca contribuir para construção de uma sociedade mais acessível, justa e igualitária.



3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

O nosso projeto tem como objetivo geral desenvolver um protótipo que contribua para reduzir as barreiras enfrentadas por pessoas com deficiência visual no uso dos transportes públicos, trazendo mais autonomia e inclusão no seu cotidiano.

3.2 Objetivos específicos

- Investigar os principais desafios enfrentados por pessoas com deficiência visuais em terminais e pontos de ônibus;
- Desenvolver uma solução acessível que melhore a sinalização, orientação e segurança nesses locais, propondo um protótipo que facilite o embarque e desembarque em transportes coletivos e um aplicativo que estabeleça uma forma de comunicação entre a pessoa com deficiência e o condutor do transporte coletivo.
- Promover a inclusão nos transportes públicos através de uma campanha de sensibilização sobre a importância da tecnologia assistiva nos transportes.

4 METODOLOGIA



Desenvolvemos esta etapa da pesquisa com foco em identificar protótipos e formas de diminuição das barreiras de acessibilidade, de modo a possibilitar o acesso com o uso das tecnologias assistivas existentes, especialmente aquelas voltadas à mobilidade e à autonomia de pessoas com deficiência visual. Nossa investigação envolveu a busca por iniciativas nacionais e internacionais que apresentassem impacto real ou potencial para a inclusão. Encontramos desde softwares acessíveis amplamente utilizados até dispositivos vestíveis inovadores que combinam inteligência artificial com sensores.

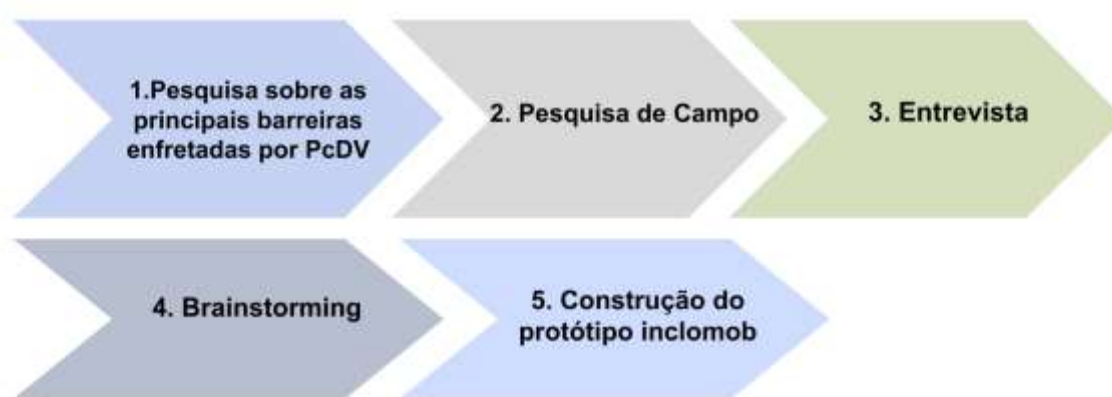
Diante dos problemas analisados referentes às barreiras físicas e atitudinais nos transportes públicos da Região Metropolitana do Recife e verificando as consequências que pessoas com deficiência visual (PcDV) podem sofrer. Diante disso, identificamos como principal problema a dificuldade de acessibilidade e orientação dessas pessoas ao utilizar o transporte coletivo. A partir dessa constatação, nosso objetivo passou a desenvolver tecnologia de baixo custo que contribuísse para reduzir essas barreiras, promovendo autonomia, segurança e inclusão.

Para responder a esse problema, foi elaborado um protótipo denominado de Inclomob, no qual consiste em uma pulseira inteligente equipada com sensores de vibração e ultrassônicos que detectam a distância e a direção da porta do transporte coletivo. A pulseira emite vibrações em intensidades diferentes, indicando ao usuário a direção correta para o embarque. Além disso, desenvolvemos um aplicativo móvel que se comunica com a pulseira e com o motorista do ônibus, informando sobre o ponto de embarque, destino e tempo de chegada. Assim, o motorista é notificado sobre a presença de uma pessoa com deficiência visual no ponto de embarque e pode auxiliá-la de forma mais segura e eficiente.

Durante o desenvolvimento do projeto, realizamos pesquisas de campo, no qual realizamos o trajeto da escola ao terminal de ônibus vendados com o intuito de identificar as principais barreiras enfrentadas por pessoas com deficiência visual no uso do transporte público. Essa etapa foi fundamental para ajustar as funcionalidades do protótipo às necessidades dos usuários, garantindo que o sistema fosse realmente útil, prático e acessível. Também foram analisados o custo-benefício dos componentes utilizados, priorizando materiais de fácil acesso e baixo custo, o que reforça o caráter social e viável do projeto.

Por fim, foram realizados testes com o protótipo, simulando situações de embarque e desembarque em transporte coletivo. Através desses testes, observamos o desempenho dos sensores, a precisão das vibrações e a eficácia da comunicação entre o aplicativo e a pulseira. Assim, na figura 1 traz um esquema das etapas metodológicas do projeto.

Figura 1 – Etapas metodológicas



Fonte: Os autores

5 RESULTADOS OBTIDOS

5.1 Pesquisa bibliográfica e de campo:

A partir dos dados obtidos observou-se diversas dificuldades que pessoas com deficiência visual podem passar no uso do transporte público, sendo elas:

- **Obstruções nos pisos táteis:** Ao circular no terminal de ônibus, foi perceptível que os pisos táteis normalmente estão obstruídos ou quebrados, o que compromete a locomoção segura das pessoas com deficiência visual. Na maioria das vezes, vendedores ambulantes estacionam suas barracas exatamente sobre os pisos táteis, o que impede o uso adequado desse recurso de acessibilidade, além de promover risco aos usuários com deficiência visual. Além disso, em diversos pontos o piso tátil estava danificado ou mal conservado, o que compromete sua função.
- **Dependência de terceiros:** pessoas com deficiência visual são completamente dependentes de terceiros para se locomover até pontos de ônibus e para identificar qual o coletivo correto.
- **Desrespeito de motoristas e passageiros:** o motorista nem sempre para corretamente no ponto ou não esperam a pessoa embarcar com segurança. Além disso, alguns passageiros não dão preferência para pessoas com deficiência.
- **Poucos pontos acessíveis:** Falta de sinalização sonora ou tátil que indique o número da linha.
- **Despadronização nas calçadas:** Verificamos que existem muitos buracos, desníveis ou falta de calçamento em algumas áreas.

5.2 Entrevista

Entrevistamos uma pessoa do gênero feminino com deficiência visual relatando que, muitas vezes, precisa depender da boa vontade de outras pessoas para identificar o número do ônibus ou encontrar a porta de entrada, o que gera insegurança e constrangimento. Contou também que, em diversas situações, o motorista não percebe sua presença no ponto, fazendo com que perca o transporte. Além disso, destacou a ausência de informações sonoras e táteis adequadas nos terminais e dentro dos veículos, dificultando a orientação e o deslocamento autônomo. Essa conversa foi importante para compreendermos de forma mais humana os desafios diários vivenciados por pessoas com deficiência visual. A partir desse diálogo, reforçamos a importância de desenvolver soluções tecnológicas acessíveis, como a pulseira Inclomob, que visa facilitar a comunicação entre

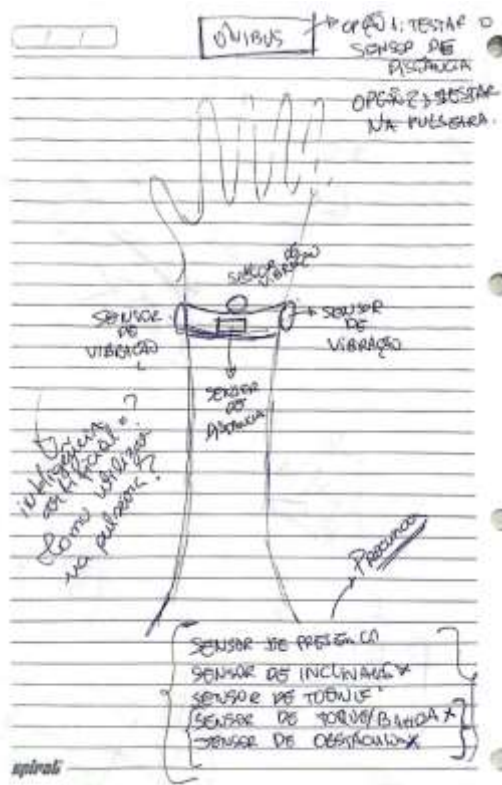


o usuário e o motorista, além de oferecer uma forma segura e prática de orientação no embarque. A partir da entrevista, optamos por utilizar sensores de vibração porque evitam poluição sonora, além de não incomodar outras pessoas ao redor e permitir que o usuário identifique a localização do ônibus de forma discreta. Essa escolha aumenta a segurança e autonomia de pessoas com deficiência visual, garantindo que recebam alertas mesmo em ambientes com muito barulho. Além disso, escolhemos uma pulseira como acessório, em vez de outros dispositivos, porque é prática e facilmente utilizável no dia a dia, garantindo integração à rotina das pessoas com deficiência visual.

5.3 Brainstorm

Durante o brainstorming, analisamos as dificuldades enfrentadas por pessoas com deficiência visual no transporte público e foram discutidas possíveis soluções. Surgiram ideias como alertas sonoros, sinalizações táteis e dispositivos vestíveis, mas decidimos focar em um protótipo de pulseira inteligente que indica a direção da porta do ônibus por meio de vibrações e se comunica com o motorista através de um aplicativo. Essa solução foi escolhida por ser de baixo custo, acessível e capaz de aumentar a autonomia e segurança do usuário, integrando de forma prática tecnologia assistiva às necessidades reais das pessoas com deficiência visual. Na figura 2 contém o esboço do protótipo.

Figura 2 – Esboço do protótipo



Fonte: Os autores

5.4 Protótipo.

O projeto teve como proposta a construção de uma pulseira utilizando um Arduino Nano como unidade de controle, junto com um sensor ultrassônico para detectar obstáculos e motores de vibração posicionados estrategicamente na pulseira, indicando ao usuário a direção da porta do ônibus. Desenvolvemos a modelagem em 3D no software Fusion 360, da Autodesk, para organizar todos os componentes de forma ergonômica e funcional. Em seguida, imprimimos a pulseira em uma impressora 3D, usando materiais leves e resistentes, garantindo conforto e durabilidade. Durante todo o processo, realizamos testes contínuos com o encaixe das peças, o posicionamento dos sensores e a intensidade das vibrações, para garantir que o protótipo fosse eficiente, intuitivo e fácil de usar por pessoas com deficiência visual. A figura 3 contém o protótipo finalizado.

Figura 3 – Pulseira inteligente



Fonte: os autores.

A partir da construção a pulseira do nosso projeto se mostrou um instrumento eficiente para auxiliar pessoas com deficiência visual no transporte público. O dispositivo utiliza sensores para detectar a aproximação de ônibus e motores de vibração para alertar o usuário de forma discreta e intuitiva. Durante os testes, observamos que o sistema de vibração foi mais eficaz do que alertas sonoros, por evitar poluição sonora e oferecer maior conforto ao usuário. A escolha da pulseira como formato também se mostrou adequada, por ser um acessório leve, prático e de uso cotidiano, o que facilita sua aceitação e integração na rotina das pessoas com deficiência visual. Esses resultados indicam que o protótipo tem potencial para aumentar a autonomia e segurança dos usuários em ambientes urbanos e no transporte público.



6 CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a análise dos dados e das dificuldades enfrentadas por pessoas com deficiência visual no transporte público, foi percebida a necessidade da implementação do protótipo Inclomob em pontos de ônibus e terminais da Região Metropolitana do Recife. Os usuários, muitas vezes, enfrentam barreiras físicas e atitudinais que comprometem sua autonomia e segurança, como a ausência de sinalização tátil, informações sonoras inadequadas e a dificuldade de comunicação com motoristas. Portanto, espera-se que o protótipo seja bem utilizado e traga benefícios significativos para pessoas com deficiência visual, proporcionando maior independência, segurança e inclusão social. Além disso, a adoção de soluções acessíveis e de baixo custo como o Inclomob contribui para conscientizar motoristas, empresas de transporte e a sociedade sobre a importância da acessibilidade, promovendo um transporte público mais acolhedor e inclusivo.

REFERÊNCIAS



AGÊNCIA BRASIL. *Inclusão por meio do Braille avança, mas Brasil ainda tem desafios*. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2023-01/braille-acessibilidade-avanca-no-brasil>. Acesso em: 23 out. 2025.

ALVES, J. L.; SILVA, P. H. *Sistema de auxílio à mobilidade de deficientes visuais utilizando sensores ultrassônicos*. Revista de Iniciação Científica em Engenharia Elétrica, v. 18, n. 2, 2021. Disponível em: <https://scielo.org>. Acesso em: 23 out. 2025.

ARXIV. *Alris: Óculos inteligentes para pessoas com deficiência visual*. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2405.07606>. Acesso em: 23 out. 2025.

ARXIV. *Smart Cane: Bengala inteligente para pessoas com deficiência visual*. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1110.5156>. Acesso em: 23 out. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 9050:2020 – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos*. Rio de Janeiro: ABNT, 2020. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=404761>. Acesso em: 23 out. 2025.

BRASIL. *Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004*. Regulamenta as Leis nºs 10.048 e 10.098, que tratam da prioridade de atendimento e da acessibilidade. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2004/d5296.htm. Acesso em: 23 out. 2025.

BRASIL. *Lei nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000*. Dispõe sobre normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L10098.htm. Acesso em: 23 out. 2025.

BRASIL. *Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015*. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 7 jul. 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm. Acesso em: 23 out. 2025.

CITTAMOBIL. *Aplicativo para acessibilidade no transporte público*. Disponível em: <https://www.cittamobi.com.br/acessibilidade>. Acesso em: 23 out. 2025.

EDITORIA REALIZE. *Sistema vestível com boné e pulseira vibratória para deficiência visual*. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/112723>. Acesso em: 23 out. 2025.

JORNALISTA INCLUSIVO. *Semáforos sonoros são instalados em Recife*. Disponível em: <https://jornalistainclusivo.com/semaforos-sonoros-sao-instalados-em-recife/>. Acesso em: 23 out. 2025.

KUMAR, S.; GUPTA, A. *Smart electronic cane for visually impaired using open-source systems*. Proceedings of the IEEE International Conference on Assistive Technologies, 2019. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org>. Acesso em: 23 out. 2025.

LARAMARA. *Tecnologias assistivas para pessoas com deficiência visual*. Disponível em: <https://laramara.org.br/tecnologias-assistivas-para-pessoas-com-deficiencia-visual>. Acesso em: 23 out. 2025.

PROJETO F123. *Leitor de tela portátil para inclusão digital*. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Projeto_F123. Acesso em: 23 out. 2025.



REVISTA DE ENGENHARIA TÉCNICA (UEPG). *Protótipo com sensor ultrassônico para pessoas com deficiência visual*. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/ret/article/view/23826>. Acesso em: 23 out. 2025.

SANTOS, F. R.; OLIVEIRA, R. C. *Wearable system for visual impairment assistance using ESP32 microcontroller*. International Journal of Advanced Engineering Research, v. 7, n. 3, 2020. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org>. Acesso em: 23 out. 2025.

VIDA SIMPLES. *Braille e acessibilidade: avanços e desafios no Brasil*. Disponível em: <https://vidasimples.co/carreira-e-financas/braille-e-acessibilidade-avancos-e-desafios-para-o-brasil/>. Acesso em: 23 out. 2025.