CENTRO UNIVERSITÁRIO ADVENTISTA DE SÃO PAULO

CAMPUS HORTOLÂNDIA

ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO

CLEITON FRATONI DA ROCHA

MATHEUS FILIPE DA SILVA GOMES

VÁLLERY GABRIELE NOVO PARENTE

**BUSSENSE**: ACESSIBILIDADE NO TRANSPORTE PÚBLICO PARA PESSOAS CEGAS

HORTOLÂNDIA

2025

CLEITON FRATONI DA ROCHA

MATHEUS FILIPE DA SILVA GOMES

VÁLLERY GABRIELE NOVO PARENTE

**BUSSENSE**: ACESSIBILIDADE NO TRANSPORTE PÚBLICO PARA PESSOAS CEGAS

Trabalho de Conclusão de Curso do Centro Universitário Adventista de São Paulo do Curso de Engenharia da Computação, sob a orientação do Prof. Ms./Dr. Robson Silva de Souza

HORTOLÂNDIA

2025

Trabalho de Conclusão de Curso do Centro Universitário Adventista de São Paulo do curso de Engenharia da Computação apresentado e aprovado em (dia) de (mês) de (ano).

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Nome e assinatura do orientador

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Nome e assinatura do orientador do segundo leitor

**TÍTULO: SUBTÍTULO**

Resumo: Fdnfa,smdnf fakjfladkj afjaljdfalkdjf adfjalkdfjal akjfalkdjfla qerqoeuroq arjqnadlçaoire dfjalkdjfaldfj akrhjakjfhkjadfh adkfjakjdfhak akdfjakdfhka akdfhakdfhakdhf afdhkadfhkadfh. fdnfa,smdnf fakjfladkj afjaljdfalkdjf adfjalkdfjal akjfalkdjfla qerqoeuroq arjqnadlçaoire dfjalkdjfaldfj akrhjakjfhkjadfh adkfjakjdfhak akdfjakdfhka akdfhakdfhakdhf afdhkadfhkadfh. fdnfa,smdnf fakjfladkj afjaljdfalkdjf adfjalkdfjal akjfalkdjfla qerqoeuroq arjqnadlçaoire dfjalkdjfaldfj akrhjakjfhkjadfh adkfjakjdfhak akdfjakdfhka akdfhakdfhakdhf afdhkadfhkadfh. fdnfa,smdnf fakjfladkj afjaljdfalkdjf adfjalkdfjal akjfalkdjfla qerqoeuroq arjqnadlçaoire dfjalkdjfaldfj akrhjakjfhkjadfh adkfjakjdfhak akdfjakdfhka akdfhakdfhakdhf afdhkadfhkadfh. fdnfa,smdnf fakjfladkj afjaljdfalkdjf adfjalkdfjal akjfalkdjfla qerqoeuroq arjqnadlçaoire dfjalkdjfaldfj akrhjakjfhkjadfh adkfjakjdfhak akdfjakdfhka akdfhakdfhakdhf afdhkadfhkadfh. Fdnfa,smdnf fakjfladkj afjaljdfalkdjf adfjalkdfjal akjfalkdjfla qerqoeuroq arjqnadlçaoire dfjalkdjfaldfj akrhjakjfhkjadfh adkfjakjdfhak akdfjakdfhka akdfhakdfhakdhf afdhkadfhkadfh. fdnfa,smdnf fakjfladkj afjaljdfalkdjf adfjalkdfjal akjfalkdjfla qerqoeuroq arjqnadlçaoire dfjalkdjfaldfj akrhjakjfhkjadfh adkfjakjdfhak akdfjakdfhka akdfhakdfhakdhf afdhkadfhkadfh. fdnfa,smdnf fakjfladkj afjaljdfalkdjf adfjalkdfjal akjfalkdjfla qerqoeuroq arjqnadlçaoire dfjalkdjfaldfj akrhjakjfhkjadfh adkfjakjdfhak akdfjakdfhka akdfhakdfhakdhf afdhkadfhkadfh. fdnfa,smdnf fakjfladkj afjaljdfalkdjf adfjalkdfjal akjfalkdjfla qerqoeuroq arjqnadlçaoire dfjalkdjfaldfj akrhjakjfhkjadfh adkfjakjdfhak akdfjakdfhka akdfhakdfhakdhf afdhkadfhkadfh. fdnfa,smdnf fakjfladkj afjaljdfalkdjf adfjalkdfjal akjfalkdjfla qerqoeuroq arjqnadlçaoire dfjalkdjfaldfj akrhjakjfhkjadfh adkfjakjdfhak akdfjakdfhka akdfhakdfhakdhf afdhkadfhkadfh.

**Palavras-chave**: Palavra-chave1; Palavra-chave2; Palavra-chave3; Palavra-chave4; Palavra-chave5

**VIRTUAL TRAINING ENVIRONMENT VIDA10**

Abstract: Fdnfa,smdnf fakjfladkj afjaljdfalkdjf adfjalkdfjal akjfalkdjfla qerqoeuroq arjqnadlçaoire dfjalkdjfaldfj akrhjakjfhkjadfh adkfjakjdfhak akdfjakdfhka akdfhakdfhakdhf afdhkadfhkadfh. Fdnfa,smdnf fakjfladkj afjaljdfalkdjf adfjalkdfjal akjfalkdjfla qerqoeuroq arjqnadlçaoire dfjalkdjfaldfj akrhjakjfhkjadfh adkfjakjdfhak akdfjakdfhka akdfhakdfhakdhf afdhkadfhkadfh. Fdnfa,smdnf fakjfladkj afjaljdfalkdjf adfjalkdfjal akjfalkdjfla qerqoeuroq arjqnadlçaoire dfjalkdjfaldfj akrhjakjfhkjadfh adkfjakjdfhak akdfjakdfhka akdfhakdfhakdhf afdhkadfhkadfh. Fdnfa,smdnf fakjfladkj afjaljdfalkdjf adfjalkdfjal akjfalkdjfla qerqoeuroq arjqnadlçaoire dfjalkdjfaldfj akrhjakjfhkjadfh adkfjakjdfhak akdfjakdfhka akdfhakdfhakdhf afdhkadfhkadfh. Fdnfa,smdnf fakjfladkj afjaljdfalkdjf adfjalkdfjal akjfalkdjfla qerqoeuroq arjqnadlçaoire dfjalkdjfaldfj akrhjakjfhkjadfh adkfjakjdfhak akdfjakdfhka akdfhakdfhakdhf afdhkadfhkadfh. Fdnfa,smdnf fakjfladkj afjaljdfalkdjf adfjalkdfjal akjfalkdjfla qerqoeuroq arjqnadlçaoire dfjalkdjfaldfj akrhjakjfhkjadfh adkfjakjdfhak akdfjakdfhka akdfhakdfhakdhf afdhkadfhkadfh. Fdnfa,smdnf fakjfladkj afjaljdfalkdjf adfjalkdfjal akjfalkdjfla qerqoeuroq arjqnadlçaoire dfjalkdjfaldfj akrhjakjfhkjadfh adkfjakjdfhak akdfjakdfhka akdfhakdfhakdhf afdhkadfhkadfh. Fdnfa,smdnf fakjfladkj afjaljdfalkdjf adfjalkdfjal akjfalkdjfla qerqoeuroq arjqnadlçaoire dfjalkdjfaldfj akrhjakjfhkjadfh adkfjakjdfhak akdfjakdfhka akdfhakdfhakdhf afdhkadfhkadfh. Fdnfa,smdnf fakjfladkj afjaljdfalkdjf adfjalkdfjal akjfalkdjfla qerqoeuroq arjqnadlçaoire dfjalkdjfaldfj akrhjakjfhkjadfh adkfjakjdfhak akdfjakdfhka akdfhakdfhakdhf afdhkadfhkadfh. Fdnfa,smdnf fakjfladkj afjaljdfalkdjf adfjalkdfjal akjfalkdjfla qerqoeuroq arjqnadlçaoire dfjalkdjfaldfj akrhjakjfhkjadfh adkfjakjdfhak akdfjakdfhka akdfhakdfhakdhf afdhkadfhkadfh.

**Keywords**: Keywords1; Keywords2; Keywords3; Keywords4; Keywords1.

**Introdução**

Fdnfa,smdnf fakjfladkj afjaljdfalkdjf adfjalkdfjal akjfalkdjfla qerqoeuroq arjqnadlçaoire dfjalkdjfaldfj akrhjakjfhkjadfh adkfjakjdfhak akdfjakdfhka akdfhakdfhakdhf afdhkadfhkadfh. Fdnfa,smdnf fakjfladkj afjaljdfalkdjf adfjalkdfjal akjfalkdjfla qerqoeuroq arjqnadlçaoire dfjalkdjfaldfj akrhjakjfhkjadfh adkfjakjdfhak akdfjakdfhka akdfhakdfhakdhf afdhkadfhkadfh (SCHEFFER et al., 2018). Fdnfa,smdnf fakjfladkj afjaljdfalkdjf adfjalkdfjal akjfalkdjfla qerqoeuroq arjqnadlçaoire dfjalkdjfaldfj akrhjakjfhkjadfh adkfjakjdfhak akdfjakdfhka akdfhakdfhakdhf afdhkadfhkadfh (CAILLOIS, 2020). Fdnfa,smdnf fakjfladkj afjaljdfalkdjf adfjalkdfjal akjfalkdjfla qerqoeuroq arjqnadlçaoire dfjalkdjfaldfj akrhjakjfhkjadfh adkfjakjdfhak akdfjakdfhka akdfhakdfhakdhf afdhkadfhkadfh (COHN, 2009).

........................................

**Metodologia**

Nosso trabalho é caracterizado como pesquisa aplicada, com abordagem qualitativa, visando o desenvolvimento de uma solução tecnológica inovadora para promover acessibilidade no transporte público, principalmente para pessoas com deficiência visual. O projeto busca compreender soluções para uma problemática social ainda pouco abordada. Para o desenvolvimento do aplicativo, a linguagem Python foi utilizada como base principal no back-end, sendo também empregada no treinamento do modelo de IA com foco em LLMs (Large Language Models). O framework Django será utilizado como estrutura principal do sistema. Inicialmente, o modelo Gemini está sendo adotado para a implementação de IA, com a intenção futura de integrar frameworks como Transformers e HuggingFace para aplicação de modelos como o BERT. Na parte mobile, o front-end será desenvolvido com React Native, visando compatibilidade e acessibilidade em dispositivos móveis. Os dados utilizados foram obtidos por meio de uma API pública disponibilizada no GitHub por alunos da Unifesp, contendo informações relevantes sobre rotas de ônibus. Além disso, foram utilizadas bibliotecas auxiliares como speech\_recognition, para captura e interpretação de comandos de voz; gTTS (Google Text-to-Speech), para síntese de voz e feedback auditivo; e pandas, para manipulação e organização dos dados coletados. O projeto foi estruturado em etapas organizadas de forma incremental, iniciando-se pelo levantamento do problema e dos requisitos, com foco na compreensão das principais dificuldades enfrentadas por pessoas cegas no uso do transporte público. Em seguida, foi realizada a coleta inicial de dados, utilizando, a princípio, uma API pública disponibilizada no GitHub, a qual ofereceu informações úteis para testes preliminares. Durante o desenvolvimento da aplicação, concentrou-se na elaboração do back-end, onde foi utilizado um modelo Gemini em experimentos de aprendizado de máquina. Os testes realizados com base nesses dados iniciais apresentaram resultados promissores. Com o esboço geral da solução definido, a integração entre a inteligência artificial e a API foi estruturada dentro do framework Django, possibilitando a continuidade dos testes e a futura implementação de outros modelos voltados para LLMs. Quanto ao front-end, foi desenvolvido um protótipo com foco na simplicidade e acessibilidade, buscando eliminar ao máximo a necessidade de botões, a fim de facilitar a experiência do usuário com deficiência visual. Até o momento, o protótipo conta com um modelo de formulário para entrada de dados e um grande círculo central na interface, destinado à interação direta com a inteligência artificial. Tendo todo o sistema estruturado, realizamos inicialmente uma análise voltada apenas para aspectos técnicos, considerando critérios como o tempo de resposta do sistema, a confiabilidade na captura de áudio e a conversão de voz em texto com o uso do recurso de text-to-speech. No entanto, reconhecemos que ainda há pontos a serem aprimorados nessa análise técnica, como a medição da precisão nas previsões de chegada dos ônibus, a confiabilidade da geolocalização e a implementação de um banco de dados mais interativo, capaz de registrar experiências dos usuários. Esse banco também poderá ser utilizado para alimentar continuamente o modelo, permitindo que ele aprenda com os dados coletados e refine suas previsões, antecipando possíveis atrasos ou alterações de rota. Além da avaliação técnica, também está prevista uma análise prática, por meio de pesquisa em campo. Essa etapa envolverá entrevistas, aplicação de questionários e testes de usabilidade com usuários com deficiência visual, com o objetivo de compreender sua experiência com o sistema, identificar dificuldades e validar a eficácia da solução proposta no contexto real de uso.

................................

**Desenvolvimento**

A acessibilidade é um direito essencial assegurado por leis e acordos internacionais, que tem como objetivo principal garantir que todas as pessoas, inclusive aquelas com deficiência, possam viver de forma plena e integrada na sociedade. No Brasil, a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Lei nº 13.146/2015) estabelece orientações fundamentais para remover obstáculos físicos, comunicacionais e tecnológicas. Essa lei busca proporcionar que todos tenham as mesmas oportunidades, especialmente no acesso ao transporte público, como previsto nos artigos 46 ao 51, determinando que os meios de transporte devem garantir condições de acessibilidade por meio de adaptações e tecnologias assistivas. O Art. 3º, inciso IV, destaca a importância de condições seguras e independentes de uso do transporte público por pessoas com deficiência.

Além da LBI, outras leis também reforçam esse direito ao acesso no transporte coletivo. A Lei nº 10.098/2000 estabelece normas gerais para acessibilidade, incluindo sinalizações táteis e sonoras em lugares públicos e meios de transporte. O Decreto nº 5.296/2004 detalha ainda mais essas condições, regulamentando a acessibilidade arquitetônica, comunicacional e nos próprios veículos. Já a Lei nº 10.048/2000, por sua vez, garante prioridade no suporte a pessoas com deficiência, principalmente nos transportes coletivos. Além disso, normas técnicas como a ABNT NBR 14022 e resoluções da ANTT também oferecem características práticas para acessibilidade nos ônibus urbanos e rodoviários.

Dentro desse contexto, a deficiência visual representa um grande desafio quando tratamos sobre a mobilidade urbana. A falta de sinalização tátil apropriado, informações sonoras limitados e a ausência de estrutura nos transportes dificultam a autonomia dos deficientes visuais. O governo promove medidas que visam facilitar o uso do transporte coletivo pela população em geral. Ainda assim, a experiência de quem tem deficiência visual no transporte público segue apresentando diversas limitações, exigindo o auxílio de através de outras pessoas.

Desenvolver soluções que atendam a todos é essencial para garantir que todos possam aproveitar o avanço tecnológico. Porém, no decorrer dos anos, um dos principais obstáculos no avanço da tecnologia tem sido desenvolver ferramentas que possam ser utilizadas de forma simples por qualquer indivíduo, seja qual for a condição física ou mental. Isso acontece porque muitas dessas tecnologias priorizam a parte visual, tornando a experiencia de uso difícil para quem não pode enxergar. No entanto, a tecnologia assistiva vem ganhando força e sendo essencial na inclusão da acessibilidade, oferecendo equipamentos, dispositivos e soluções que contribuem com as capacidades funcionais das pessoas com deficiência. Sensores, sistemas de localização, aplicativos móveis e inteligência artificial estão ajudando a criar um futuro mais acessível, facilitando a mobilidade das pessoas na cidade. A inteligência artificial (IA) tem um papel fundamental nesse cenário. Com o uso de recursos com processamento de linguagem natural, visão computacional e aprendizado de máquina, é possível desenvolver sistemas inteligentes que reconhecem ambientes, reconhecem comandos e fornecem respostas de acordo com às necessidades dos usuários.

Com base nisso, o conceito de acessibilidade ganha ainda mais relevância. De acordo com o relatório publicado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em 2019, cerca de 2,2 bilhões de pessoas ao redor do mundo vivem com alguma deficiência visual. Destas, pelo menos 1 bilhão vivem com deficiência visual moderada ou grave, ou são cegas devido a causas que poderiam ser evitadas ou ainda não receberam tratamento. No Brasil, de acordo com o Censo 2022 do IBGE, aproximadamente 19 milhões de pessoas com 2 anos ou mais possuem algum tipo de deficiência, representando 8,9% da população nessa faixa etária. Em relação à visão, mais de 6,5 milhões de brasileiros têm deficiência visual, com cerca de 500 mil pessoas cegas e aproximadamente 6 milhões com baixa visão. Entretanto, muitas tecnologias ainda não são adaptadas às necessidades dos deficientes visuais.

Diante dessa realidade, o aplicativo BusSense foi idealizado como uma solução inovadora que combina IA com frameworks modernos de desenvolvimento, como Django e React. A proposta é garantir um sistema robusto, escalável e com excelente usabilidade. A aplicação permitirá a interação com dados de transporte público e o fornecimento de informações para usuários com deficiência visual, contribuindo com sua autonomia.

A pesquisa de Ribeiro e Gomes (2021) realizada em Belo Horizonte, demostrou os desafios enfrentados por deficientes visuais na utilização de ônibus e apontou a necessidade de adaptações operacionais e tecnológicas. Por outro lado, a pesquisa de Machado et al. (2020) sugeriram um sistema de mobilidade assistida baseado em dispositivos móveis, que trouxe melhorias consideráveis em segurança e independência. Esses estudos reforçam a importância de soluções como o BusSense.

Outro estudo importante é o de Costa e Silva (2022), que trata do uso de assistentes virtuais para navegação urbana de pessoas cegas. Seus resultados formam a base teórica e prática para a construção do BusSense, reforçando o compromisso com a inovação social e tecnológica.

**Considerações Finais**

Fdnfa,smdnf fakjfladkj afjaljdfalkdjf adfjalkdfjal akjfalkdjfla qerqoeuroq arjqnadlçaoire dfjalkdjfaldfj akrhjakjfhkjadfh adkfjakjdfhak akdfjakdfhka akdfhakdfhakdhf afdhkadfhkadfh. Fdnfa,smdnf fakjfladkj afjaljdfalkdjf adfjalkdfjal akjfalkdjfla qerqoeuroq arjqnadlçaoire dfjalkdjfaldfj akrhjakjfhkjadfh adkfjakjdfhak akdfjakdfhka akdfhakdfhakdhf afdhkadfhkadfh.

Fdnfa,smdnf fakjfladkj afjaljdfalkdjf adfjalkdfjal akjfalkdjfla qerqoeuroq arjqnadlçaoire dfjalkdjfaldfj akrhjakjfhkjadfh adkfjakjdfhak akdfjakdfhka akdfhakdfhakdhf afdhkadfhkadfh. Fdnfa,smdnf fakjfladkj afjaljdfalkdjf adfjalkdfjal akjfalkdjfla qerqoeuroq arjqnadlçaoire dfjalkdjfaldfj akrhjakjfhkjadfh adkfjakjdfhak akdfjakdfhka akdfhakdfhakdhf afdhkadfhkadfh.

................................

**Referências Bibliográficas**

CAILLOIS, Roger. ***Man, Play and Games***. University of Illinois Press, 2020.

COHN, Mike. ***Succeeding with Agile: Software Development Using Scrum***. Addison-Wesley Professional, 2009.

PERRIN, Ben; CICALA, Jonathan. ***Learning C# by Developing Games with Unity 2020***. Packt Publishing, 2020.

PRESSMAN, Roger S. ***Software Engineering: A Practitioner's Approach***. McGraw-Hill, 2020.

SPADERDABOMB. **Build a beautiful 3D open world in 5 minutes** | Unity. [Vídeo]. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=nCDGjLRecrs>.

BRASIL. **Lei nº 13.146**, de 6 de julho de 2015. Estatuto da Pessoa com Deficiência (Lei Brasileira de Inclusão). *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 07 jul. 2015.

BRASIL. **Lei nº 10.098**, de 19 de dezembro de 2000. Estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 20 dez. 2000.

BRASIL. **Lei nº 10.048**, de 8 de novembro de 2000. Dá prioridade de atendimento às pessoas com deficiência. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 9 nov. 2000.

BRASIL. **Decreto nº 5.296**, de 2 de dezembro de 2004. Regulamenta as Leis nº 10.048 e nº 10.098. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 3 dez. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14022:2011 – Acessibilidade em veículos de transporte coletivo urbano por ônibus**. Rio de Janeiro, 2011.

IBGE. **Censo Demográfico 2022: Resultados gerais**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 21 abr. 2025.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **World report on vision**. Geneva: World Health Organization, 2019. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241516570>. Acesso em: 21 abr. 2025.

RIBEIRO, Vanessa Silva; GOMES, Ronaldo Cássio. **Ações operacionais para a promoção do acesso de pessoas com deficiência visual no sistema de transporte público por ônibus: um estudo de caso em Belo Horizonte-MG**. 2021.

MACHADO, Rodrigo Silva et al. **Assisted Mobility: an application to help the blind to use public transport**. 2020.

COSTA, Mariana Lopes; SILVA, Juliana de Oliveira. **Virtual Assistant for the Blind**. 2022.