

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA
SOUZA ESCOLA TÉCNICA DE CUBATÃO
CURSO DE ENSINO TÉCNICO EM INFORMÁTICA**

**ALISSON CAMILO DE SOUZA FILHO
DIOGO RAMOS LOPES
HENRIQUE SIMÃO DA SILVA
MIKAEL VITOR CORDEIRO DE OLIVEIRA
VITOR GABRIEL SILVA FEITOSA**

**CHATBOT PARA PREVISÃO DO TEMPO DE CHEGADA DE ÔNIBUS
EM PONTOS ESPECÍFICOS DA CIDADE DE CUBATÃO**

**Cubatão
2025**

ALISSON CAMILO DE SOUZA FILHO
DIOGO RAMOS LOPES
HENRIQUE SIMÃO DA SILVA
MIKAEL VITOR CORDEIRO DE OLIVEIRA
VITOR GABRIEL SILVA FEITOSA

**CHATBOT PARA PREVISÃO DO TEMPO DE CHEGADA DE ÔNIBUS
EM PONTOS ESPECÍFICOS DA CIDADE DE CUBATÃO**

Relatório Técnico apresentado
como Trabalho de Conclusão de
Curso na Escola Técnica de
Cubatão, no Curso de Técnico
Informática, como exigência
parcial para obtenção do título de
Técnico em Informática.

Orientador: Marcelo Batista Onuki
e Robson Escotiel Silva Rocha

Cubatão
2025

Resumo

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um *chatbot* informativo destinado a prever o tempo de chegada dos ônibus da Linha 14 em Cubatão-SP, com o objetivo de reduzir a incerteza e melhorar a experiência dos usuários do transporte público municipal. A motivação para o projeto surgiu da identificação de problemas recorrentes enfrentados pelos passageiros, especialmente a falta de previsibilidade dos horários, os atrasos frequentes e a ausência de informações confiáveis nos pontos de parada. A pesquisa adotou uma abordagem metodológica mista, combinando pesquisa bibliográfica, métodos qualitativos e métodos quantitativos para compreender profundamente as necessidades dos usuários e embasar teoricamente a solução proposta. A pesquisa bibliográfica envolveu a consulta a artigos, livros, legislações e estudos sobre mobilidade urbana, sistemas de informação para transporte, experiência do usuário e tecnologias de *chatbot*, permitindo construir o arcabouço teórico que orientou as etapas de análise e desenvolvimento. Os resultados revelaram que 84% dos entrevistados enfrentam problemas com a imprevisibilidade dos horários, 68% relataram longas esperas sem informações e 95% demonstraram disposição para utilizar um *chatbot* informativo. O sistema foi desenvolvido utilizando tecnologias web modernas e acessíveis: HTML5, CSS3 e JavaScript no front-end, Python com o framework Flask no back-end, e MySQL como sistema de gerenciamento de banco de dados. A arquitetura foi projetada priorizando usabilidade, responsividade e segurança, com interface intuitiva adaptável a diferentes dispositivos e perfis de usuários. A estrutura do banco de dados foi normalizada até a terceira forma normal (3FN), garantindo integridade, consistência e escalabilidade das informações. Medidas de segurança como protocolo HTTPS, controle de CORS, consultas parametrizadas e proteção de credenciais por variáveis de ambiente foram implementadas para assegurar a confiabilidade do sistema. Os resultados demonstram que a solução proposta é tecnicamente viável, apresenta boa aceitação pelos passageiros e possui potencial para impactar positivamente a mobilidade urbana local. O *chatbot* se configura como uma ferramenta acessível, funcional e alinhada aos princípios da Política Nacional de Mobilidade Urbana, contribuindo para promover maior previsibilidade, transparência e qualidade no transporte público de Cubatão.

Palavras-chave: chatbot; transporte público; inteligência artificial; previsão de chegada; linha 14.

Lista De Ilustrações

| | |
|---|----|
| Ilustração 1 - Transporte Urbano da SOU | 9 |
| Ilustração 2 - Rota do Transporte da Linha 14 | 11 |
| Ilustração 3 - Usuária da Linha 14 | 16 |
| Ilustração 4 - Usuária frequente da linha 14 | 17 |
| Ilustração 5 - Página inicial do site | 21 |
| Ilustração 6 – Página Sobre o Projeto | 22 |
| Ilustração 7 - Página do Chatbot | 22 |
| Ilustração 8 - Página Entre em Contato | 23 |
| Ilustração 9 - Código do Projeto | 24 |
| Ilustração 10 - Diagrama Lógico | 25 |
| Ilustração 11 - Segurança HTTP | 27 |
| Ilustração 12 - Proteção de Senhas | 28 |
| Ilustração 13 - Detector de Malware | 29 |

Lista De Gráficos

| | |
|--|----|
| Gráfico 1 - Frequência De Uso Do Transporte Público Na Região De Água Fria. | 18 |
| Gráfico 2 - Ocorrência De Perda Do Ônibus Devido A Horários Incorretos. | 19 |
| Gráfico 3 - Utilização De Aplicativos De Transporte Público Pelos Usuários. | 19 |
| Gráfico 4 - Percepção Sobre A Utilidade De Um Site Com Informações Precisas. | 20 |
| Gráfico 5 - Percepção Sobre A Confiabilidade Dos Horários Da Linha 14. | 20 |
| Gráfico 6 - Perfil Etário Dos Usuários De Transporte Público Entrevistados Em Cubatão. | 30 |
| Gráfico 7 - Frequência De Uso Do Transporte Público Pelos Entrevistados. | 30 |
| Gráfico 8 - Dificuldades Relatadas Devido À Imprevisibilidade Dos Horários. | 31 |
| Gráfico 9 - Principais Problemas Enfrentados Durante A Espera Pelo Ônibus. | 31 |
| Gráfico 10 - Experiência Prévia Com Aplicativos Ou Chatbots De Transporte. | 32 |
| Gráfico 11 - Plataformas Preferidas Para Acesso Ao Chatbot. | 32 |
| Gráfico 12 - Funcionalidades Mais Desejadas No Chatbot. | 33 |
| Gráfico 13 - Percepção Sobre A Utilidade Do Chatbot. | 33 |
| Gráfico 14 - Intenção De Uso Do Chatbot | 34 |

Sumário

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 6 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO | 8 |
| 2.1 Mobilidade urbana e transporte público | 8 |
| 2.2 Tecnologias digitais e sistemas de transporte inteligente | 10 |
| 2.3 Inteligência Artificial e interfaces conversacionais | 12 |
| 2.4 Interfaces intuitivas no contexto do transporte público | 13 |
| 3 DESENVOLVIMENTO | 15 |
| 3.1 Pesquisa qualitativa com usuários da linha 14 em Cubatão | 15 |
| 3.2 Resultados do questionário aplicado aos usuários do transporte público de Cubatão | 18 |
| 3.3 Desenvolvimento do sistema | 20 |
| 3.3.1 Frontend | 21 |
| 3.3.2 Backend | 24 |
| 3.3.3 Banco de dados | 25 |
| 3.3.4 Segurança | 26 |
| 3.4 Questionário online: perfil e demandas dos usuários do transporte público de Cubatão | 29 |
| 4 RESULTADOS E ANÁLISES | 35 |
| 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 37 |
| REFERÊNCIAS | 39 |

1 INTRODUÇÃO

A mobilidade urbana influencia diretamente a qualidade de vida da população, e o transporte público desempenha um papel essencial ao garantir o acesso a serviços fundamentais como trabalho, educação e saúde. No Brasil, grande parte dos cidadãos depende diariamente desse sistema, especialmente aqueles de menor renda. Entretanto, problemas como atrasos, superlotação e falta de previsibilidade ainda comprometem a eficiência do transporte coletivo. Em Cubatão, esses desafios também estão presentes, e a linha 14 é constantemente apontada pelos usuários pela dificuldade em prever seus horários de chegada, gerando insegurança, atrasos pessoais e insatisfação.

O avanço das tecnologias digitais tem possibilitado novas soluções para a mobilidade urbana, sobretudo com o uso de sistemas inteligentes, geolocalização e inteligência artificial. Nesse cenário, *chatbots* surgem como ferramentas capazes de fornecer informações rápidas e acessíveis por meio de linguagem natural, tornando-se especialmente úteis quando integrados a dados em tempo real, como os fornecidos por sensores GPS dos ônibus. Essa integração pode oferecer previsões mais precisas, reduzir o tempo de espera e melhorar a experiência dos passageiros.

Diante dessa problemática, este trabalho investiga o desenvolvimento de um *chatbot* voltado a fornecer previsões atualizadas sobre a chegada dos ônibus da linha 14 em Cubatão. O estudo parte das hipóteses de que a utilização de dados em tempo real pode aumentar a precisão das previsões; de que uma interface intuitiva pode ampliar a acessibilidade e a satisfação dos usuários; e de que a implementação do *chatbot* pode contribuir para diminuir a insatisfação e reforçar a confiança no transporte público.

O objetivo geral consiste em analisar como um *chatbot* pode oferecer informações mais confiáveis sobre a chegada dos ônibus, reduzindo a incerteza enfrentada pelos passageiros. Como objetivos específicos, busca-se coletar dados atualizados sobre a localização dos veículos; desenvolver uma interface simples e acessível para o *chatbot*; integrar técnicas de inteligência artificial e processamento de linguagem natural para melhorar a precisão das respostas; e avaliar o desempenho do sistema por meio de testes reais e feedbacks dos usuários.

A justificativa para este estudo fundamenta-se na necessidade de soluções tecnológicas que tornem o transporte público mais eficiente, previsível e acessível. Informações precisas sobre horários de chegada podem melhorar o planejamento dos deslocamentos, reduzir o tempo de espera e contribuir para uma mobilidade urbana mais organizada, além de aumentar a confiança da população no serviço.

Para alcançar os objetivos propostos, a pesquisa utiliza três abordagens metodológicas complementares. A pesquisa bibliográfica fornece o embasamento teórico sobre transporte público, mobilidade urbana, *chatbots* e inteligência artificial. A pesquisa qualitativa, realizada por meio de entrevistas com usuários da linha 14, permite compreender suas principais dificuldades e expectativas. A pesquisa quantitativa, através de questionários aplicado por formulários online, oferece dados mensuráveis sobre a percepção dos passageiros, possibilitando uma análise mais ampla da realidade estudada.

Assim, o estudo apresenta a contextualização do problema, a fundamentação teórica, os métodos adotados e o processo de desenvolvimento do sistema, finalizando com a avaliação da eficácia do *chatbot*. Ao final, espera-se verificar se uma ferramenta integrada a dados em tempo real pode realmente proporcionar previsões mais claras e precisas, contribuindo para uma experiência de deslocamento mais prática e satisfatória para os usuários da linha 14 em Cubatão.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico deste trabalho apresenta os conceitos fundamentais que sustentam a proposta de desenvolvimento de um *chatbot* para previsão do horário de chegada dos ônibus da linha 14 em Cubatão. Essa fundamentação busca contextualizar o problema enfrentado pelos usuários do transporte público, evidenciando como fatores estruturais, tecnológicos e sociais influenciam a qualidade da mobilidade urbana e a eficiência dos sistemas de transporte. Para isso, são explorados estudos e publicações que abordam temas como mobilidade urbana, tecnologias digitais aplicadas ao transporte, inteligência artificial, interfaces conversacionais e processos de tomada de decisão voltados à infraestrutura pública.

Inicialmente, discute-se o papel do transporte público como elemento essencial de inclusão social e de organização do espaço urbano, destacando os desafios associados à falta de previsibilidade e confiabilidade dos serviços. Em seguida, são apresentadas as contribuições das tecnologias digitais e dos Sistemas de Transporte Inteligente, que vêm modernizando a gestão da mobilidade em diversas cidades por meio do uso de GPS, aplicativos móveis e análise de dados. A revisão também contempla os avanços da inteligência artificial e dos *chatbots*, enfatizando suas aplicações em ambientes que demandam respostas rápidas, acessíveis e personalizadas para o usuário.

Além disso, o capítulo aborda a importância de interfaces intuitivas para garantir a usabilidade das ferramentas tecnológicas, assim como discute modelos e critérios utilizados na tomada de decisão sobre investimentos em infraestrutura de transporte público. Ao reunir essas discussões, o referencial teórico fornece a base conceitual necessária para compreender a relevância e viabilidade da solução proposta, permitindo analisar de forma crítica como a integração entre tecnologia, mobilidade urbana e experiência do usuário pode contribuir para a melhoria do transporte coletivo em Cubatão.

2.1 Mobilidade urbana e transporte público

O transporte público configura-se como componente fundamental para garantir a inclusão social. Como aponta Gomide em texto publicado em 2016, ele assegura o acesso da população, especialmente das camadas de baixa renda, a serviços essenciais como trabalho, educação e saúde. Essa função social do transporte coletivo é reconhecida como elemento estruturante do desenvolvimento urbano sustentável, sendo fundamental para a redução das desigualdades socioespaciais nas cidades. Nesse sentido, o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) reforça que “apesar do reconhecimento da importância da provisão adequada

dos serviços essenciais como instrumento de combate à pobreza e de promoção da inclusão social, este tema é pouco abordado no Brasil, especialmente quando se trata dos serviços públicos de transporte coletivo urbano” (IPEA, 2006). Essa observação evidencia que a oferta de transporte público de qualidade é parte central da garantia do direito à cidade e da promoção de equidade social.

Ilustração 1 - Transporte Urbano da SOU



Fonte: Prefeitura de Cubatão, 2025.

A mobilidade urbana eficiente contribui não apenas para a melhoria da qualidade de vida dos cidadãos, mas também para a otimização do espaço urbano. Quando bem planejada e executada, ela permite maior fluidez no deslocamento de pessoas e mercadorias, gerando impactos positivos na economia local e na produtividade dos trabalhadores. No entanto, conforme dados da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo em relatório de 2023, a falta de informações precisas e em tempo real sobre horários e localização dos veículos afeta negativamente a confiabilidade do sistema como um todo.

Essa situação de desinformação gera insegurança e insatisfação nos usuários, levando muitos passageiros a optarem por meios de transporte individuais. Esse fenômeno é particularmente visível nos horários de pico, quando a demanda por transporte aumenta significativamente. O resultado é um círculo vicioso: quanto menos confiável o sistema, mais pessoas migram para transportes particulares; quanto mais veículos particulares circulam, mais congestionado e ineficiente se torna o sistema de transporte coletivo.

A Política Nacional de Mobilidade Urbana, instituída pela Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012, estabelece diretrizes claras para o desenvolvimento de sistemas de transporte

eficientes, acessíveis e sustentáveis. O texto legal, publicado no Diário Oficial da União, enfatiza a necessidade de integração entre os diferentes modais de transporte e a importância da participação social no planejamento das políticas públicas para o setor. Um dos princípios fundamentais dessa política é justamente a priorização do transporte coletivo sobre o individual, visando à racionalização do uso do espaço viário e à redução dos impactos ambientais.

Estudos recentes do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada demonstram que a inteligência artificial tem sido apontada como recurso estratégico para o aprimoramento do transporte público em diversas cidades brasileiras. Tal tecnologia permite não apenas o monitoramento em tempo real da frota e o planejamento dinâmico de rotas, mas também possibilita a coleta e análise de grandes volumes de dados sobre os padrões de deslocamento da população. Essas informações são valiosas para o aperfeiçoamento contínuo do sistema, permitindo ajustes frequentes nas rotas, horários e frota disponível.

2.2 Tecnologias digitais e sistemas de transporte inteligente

Os Sistemas de Transporte Inteligente (ITS) são definidos como o conjunto de tecnologias de informação e comunicação aplicadas ao transporte com o objetivo de melhorar a eficiência, a segurança, a mobilidade e a gestão operacional. De acordo com o Ministério do Desenvolvimento Regional (2021), os ITS envolvem soluções como monitoramento por GPS, análise de dados em tempo real, sistemas de bilhetagem eletrônica, comunicação entre veículos e infraestrutura, além de plataformas digitais que auxiliam usuários e gestores na tomada de decisão.

A adoção dessas tecnologias tem transformado a forma como a população interage com o transporte público. Uma pesquisa da Confederação Nacional do Transporte (2022) evidencia que ferramentas como rastreamento de frota, aplicativos móveis e sistemas de pagamento digital aumentam a previsibilidade e a transparência do serviço, fatores que contribuem para elevar a confiança dos usuários.

Ilustração 2 - Rota do Transporte da Linha 14



Fonte: MoovitApp, 2025.

Segundo o Ministério do Desenvolvimento Regional (2021), os ITS permitem integrar diferentes fontes de dados, otimizando rotas, reduzindo atrasos e possibilitando intervenções rápidas em situações de emergência. Esses sistemas também tornam possível realizar ajustes operacionais baseados no fluxo real de passageiros, o que aumenta a eficiência do transporte coletivo.

No caso da linha 14 em Cubatão, a implementação de tecnologias inteligentes poderia gerar benefícios imediatos. A disponibilização de informações sobre a localização dos veículos em tempo real reduz a incerteza dos usuários quanto ao tempo de espera, enquanto a análise contínua dos dados da operação permite identificar padrões de demanda, horários de maior movimento e possíveis pontos de melhoria.

Diversos estudos de mobilidade indicam que o uso de sistemas inteligentes tende a aumentar a atratividade do transporte coletivo. Estratégias baseadas em informação em tempo real, segundo o Ministério do Desenvolvimento Regional (2021), podem elevar a satisfação dos usuários e reduzir a preferência por veículos particulares, contribuindo para menos congestionamentos, menor emissão de poluentes e mais fluidez no trânsito urbano.

Dessa forma, os Sistemas de Transporte Inteligente representam uma ferramenta essencial para modernizar o transporte público e alinhar o serviço às expectativas atuais de mobilidade, eficiência e sustentabilidade.

2.3 Inteligência Artificial e interfaces conversacionais

A inteligência artificial tem se consolidado como tecnologia transformadora no desenvolvimento de soluções inovadoras para problemas complexos da sociedade contemporânea. A abordagem teórica proposta por Russell e Norvig em 2013 apresenta os sistemas inteligentes como agentes capazes de perceber o ambiente e tomar decisões orientadas a objetivos específicos. Essa perspectiva é especialmente relevante para o desenvolvimento de interfaces conversacionais no transporte público, nas quais o processamento de informações em tempo real e a geração de respostas rápidas podem melhorar a experiência do usuário.

Dentro desse contexto, os *chatbots* ocupam um papel central. Um *chatbot* pode ser definido como um programa de computador capaz de conversar com o usuário por meio de mensagens de texto ou voz, simulando um atendimento humano. Ele utiliza técnicas de processamento de linguagem natural para entender perguntas e fornecer respostas adequadas. Em termos simples, um *chatbot* funciona como um atendente virtual que responde a dúvidas específicas. No transporte público, por exemplo, um usuário pode enviar a pergunta "Quando o próximo ônibus passa?" e o *chatbot* consulta dados em tempo real para fornecer o horário previsto.

No setor de mobilidade urbana, essa tecnologia tem se mostrado útil para solucionar problemas comuns, como a dificuldade de acessar informações atualizadas sobre horários, atrasos e mudanças de rota. *Chatbots* podem responder instantaneamente sobre previsão de chegada, horários fixos, localização atual dos veículos e orientações sobre como chegar a determinados destinos. Isso é especialmente importante na linha 14 em Cubatão, onde os passageiros frequentemente precisam saber o horário exato em que o ônibus chegará ao ponto.

A evolução dos sistemas conversacionais ocorre por meio de duas abordagens. A primeira utiliza regras lógicas bem definidas, que permitem respostas objetivas a perguntas específicas. A segunda incorpora algoritmos de aprendizado de máquina, que aprimoram o desempenho do *chatbot* com o tempo, interpretando melhor as dúvidas dos usuários e oferecendo respostas mais precisas. Essa combinação permite que os *chatbots* comecem simples e se tornem mais inteligentes conforme coletam dados de uso.

Os avanços recentes no processamento de linguagem natural também contribuem para interações mais naturais e fluidas. A linguagem humana possui ambiguidades, gírias e variações regionais, e os modelos modernos conseguem interpretar essas nuances com maior precisão. Como resultado, os usuários conseguem conversar com o *chatbot* de forma intuitiva, sem precisar seguir comandos rígidos.

Outro ponto importante é a proteção de dados. Como os *chatbots* lidam com informações sensíveis, como padrões de deslocamento e rotas diárias, é fundamental adotar medidas de segurança e transparência. O sistema deve garantir que as informações dos usuários não sejam expostas e que o acesso ao serviço seja igualitário para todos.

Dessa forma, a integração entre inteligência artificial, *chatbots* e sistemas inteligentes de transporte representa uma oportunidade concreta para melhorar a qualidade do serviço oferecido aos usuários da linha 14 em Cubatão. A combinação de dados operacionais em tempo real com uma interface acessível ao público cria um sistema de informação mais confiável, intuitivo e eficiente.

2.4 Interfaces intuitivas no contexto do transporte público

A construção de interfaces intuitivas para sistemas de transporte público deve considerar princípios de design que priorizem a clareza, a eficiência e a adaptação às necessidades reais dos usuários. Essa abordagem está alinhada com as perspectivas apresentadas por Filatro e Cavalcanti em *Design Instrucional na Prática* (2018), que destacam a importância de uma comunicação eficaz e de uma estruturação lógica na interação entre usuários e sistemas digitais.

No contexto do transporte coletivo, onde a demanda por informações rápidas e precisas é essencial, uma interface bem projetada deve permitir que os usuários acessem dados como horários, rotas e atualizações em tempo real sem dificuldades. Isso exige não apenas uma disposição visual organizada, mas também uma linguagem acessível e direta, evitando termos técnicos ou estruturas complexas que possam gerar confusão.

A experiência do usuário é fortemente influenciada pela capacidade do sistema em se adaptar a diferentes perfis, incluindo pessoas com pouca familiaridade com tecnologia ou limitações de acesso. Uma interface intuitiva deve, portanto, incorporar elementos que facilitem a navegação, como menus simplificados, feedback imediato às ações e opções de interação por voz ou texto, garantindo que todos os passageiros possam utilizar o serviço com autonomia.

Além disso, a eficácia de uma interface no transporte público está relacionada à sua capacidade de antecipar as necessidades dos usuários. Soluções que utilizam dados comportamentais para oferecer informações proativas, como alertas sobre atrasos ou sugestões de rotas alternativas, tendem a aumentar a satisfação e a confiança no sistema. Essa abordagem reflete a importância de um design centrado no usuário, onde a funcionalidade e a usabilidade são priorizadas para criar uma experiência fluida e sem obstáculos.

Em resumo, a aplicação de princípios de design instrucional e de experiência do usuário,

conforme discutido por Filatro e Cavalcanti, pode orientar o desenvolvimento de interfaces mais eficientes e inclusivas para o transporte público. Ao combinar clareza, acessibilidade e funcionalidade, é possível criar sistemas que não apenas atendam às demandas imediatas dos passageiros, mas também promovam uma mobilidade urbana mais democrática e eficaz.

3 DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento do projeto seguiu uma abordagem prática e estruturada, dividida em etapas que compreenderam desde a investigação das necessidades dos usuários até a implementação técnica do sistema. A construção do *chatbot* foi guiada pelos problemas identificados em campo e pelas expectativas dos passageiros da Linha 14, resultando em uma ferramenta funcional, acessível e alinhada à realidade local.

3.1 Pesquisa qualitativa com usuários da linha 14 em Cubatão

Com o objetivo de ouvir quem realmente vive a rotina do transporte público, nossa equipe foi até os pontos de ônibus de Cubatão conversar com os usuários da linha 14. Entre os dias 19 e 22 de setembro de 2025, falamos com 19 pessoas de diferentes idades e histórias, que compartilharam suas experiências, frustrações e expectativas em relação ao serviço que utilizam todos os dias.

Os relatos foram diretos: a maior dificuldade é lidar com a incerteza. A mãe que precisa buscar o filho na escola, o jovem preocupado em não se atrasar para o trabalho, o estudante que espera no ponto sob sol ou chuva – todos já passaram pela angústia de não saber quando o ônibus chegaria. Cerca de 84% dos entrevistados disseram enfrentar esse problema com frequência. As situações mais citadas foram a longa espera sem qualquer previsão (68%) e os atrasos inesperados (58%), reforçando a sensação de que o tempo perdido na espera acaba impactando toda a rotina.

Apesar das críticas, o sentimento predominante não foi apenas de frustração, mas também de abertura para novas soluções. Ao apresentarmos a ideia de um *chatbot* que informasse em tempo real a localização e o horário aproximado do ônibus, a resposta foi quase unânime: 95% afirmaram que utilizariam a ferramenta. Mais do que isso, os próprios passageiros sugeriram funcionalidades que fariam diferença em seu dia a dia, como mostrar o horário provável de chegada (74%), avisar sobre atrasos (63%) e até relacionar as condições climáticas ao trajeto (47%). Sobre os canais preferidos, o WhatsApp apareceu como a escolha de 63% dos entrevistados, o que confirma a importância de apostar em uma plataforma acessível e já familiar.

O perfil predominante foi de jovens com até 25 anos (89%), muitos deles dependentes do ônibus diariamente (47%). São pessoas que não veem o transporte coletivo como uma opção, mas como uma necessidade, e que encontram na tecnologia a esperança de transformar sua experiência de deslocamento em algo mais previsível e menos estressante.

Essas conversas reforçaram que nosso trabalho vai além de desenvolver um projeto técnico: ele se conecta com um desejo real por mais dignidade, previsibilidade e respeito ao tempo de cada passageiro. Para registrar esses momentos de escuta, algumas fotos foram feitas durante as entrevistas em campo.

Abaixo, temos uma usuária da linha 14 que possui um comércio e utiliza o transporte público para comprar mercadorias em um supermercado e revendê-las em sua loja. Ela relata enfrentar dificuldades devido a atrasos e horários incorretos das saídas dos ônibus, o que acaba impactando tanto sua rotina quanto as vendas de seu estabelecimento.

Ilustração 3 - Usuária da Linha 14



Fonte: O grupo, 2025.

A seguir, apresentamos uma entrevista realizada com Luiza, usuária frequente da linha 14. Ela nos relatou diversas situações e dificuldades relacionadas ao planejamento de seus deslocamentos. Luiza utiliza o transporte público pela manhã para ir ao trabalho e, à noite, para ir ao supermercado ou visitar a casa da mãe. Segundo ela, os principais problemas são a falta de previsibilidade nos horários do ônibus, o que prejudica seu planejamento diário e gera transtornos tanto para chegar ao trabalho quanto para visitar a mãe.

Ilustração 4 - Usuária frequente da linha 14



Fonte: O Grupo, 2025

É importante destacar que, embora tenhamos entrevistado 19 pessoas, apenas dois momentos foram registrados em fotos. Isso aconteceu porque em alguns casos os participantes não se sentiram à vontade para serem fotografados ou porque a prioridade foi garantir a fluidez das entrevistas, sem causar constrangimentos. Assim, optamos por registrar apenas uma parte do processo, preservando a espontaneidade e a confiança dos demais entrevistados.

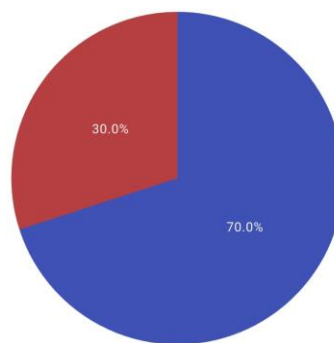
3.2 Resultados do questionário aplicado aos usuários do transporte público de Cubatão

Com a finalidade de mensurar as percepções identificadas anteriormente, foi disponibilizado um questionário aberto ao público usuário do transporte coletivo de Cubatão. Ao final do período de coleta, 19 pessoas responderam ao formulário. A análise dos resultados, organizada em gráficos, permite identificar de forma objetiva os principais desafios relatados pelos passageiros. Os padrões observados nas respostas apontam níveis consistentes de insatisfação, reforçando a importância de desenvolver ferramentas que melhorem o acesso à informação e contribuam para uma maior previsibilidade dos horários e serviços da Linha 14 e do transporte público municipal como um todo.

Gráfico 1 - Frequência de uso do transporte público na região de Água Fria.

1 você costuma usar o transporte da água fria? se sim, com qual frequência?

alta frequência baixa frequência



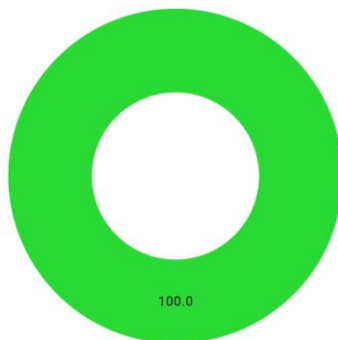
Fonte: O grupo, 2025.

A maioria dos usuários (70%) relatou utilizar o transporte público com baixa frequência, enquanto 30% o fazem com alta frequência. Este resultado indica um uso mais esporádico do serviço na região, possivelmente para deslocamentos específicos ou complementares a outros modais de transporte.

Gráfico 2 - Ocorrência de perda do ônibus devido a horários incorretos.

2 - já ocorreu de voce perder o ônibus por conta do horário de saída errado?

Sim



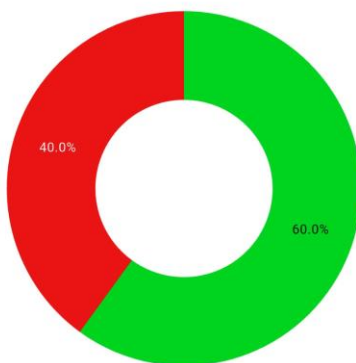
Fonte: O grupo, 2025.

A totalidade dos entrevistados (100%) já perdeu o ônibus em função de horários de saída incorretos. Este dado evidencia um grave problema de confiabilidade das informações disponíveis, impactando diretamente a eficácia do planejamento de viagens dos usuários.

Gráfico 3 - Utilização de aplicativos de transporte público pelos usuários.

3 - utiliza algum aplicativo relacionado ao transporte público?

Sim Não



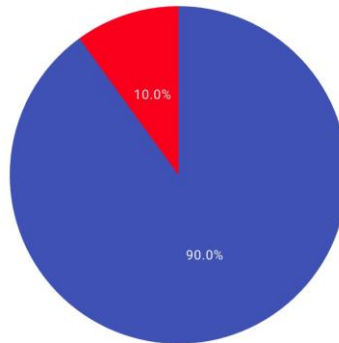
Fonte: O grupo, 2025.

A maioria dos respondentes (60%) não utiliza aplicativos relacionados ao transporte público, enquanto 40% já adotam essas ferramentas. Este resultado sugere tanto uma carência de soluções digitais adequadas quanto uma oportunidade para implementação de novas tecnologias.

Gráfico 4 - Percepção sobre a utilidade de um site com informações precisas.

4 - um site, com horários corretos e indicações de possíveis atrasos, te ajudaria a se organizar melhor?

Sim Não



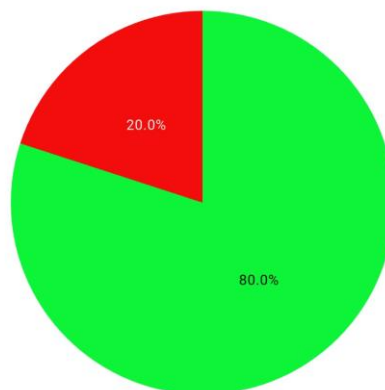
Fonte: O grupo, 2025.

A esmagadora maioria (90%) acredita que um site com horários corretos e indicações de atrasos ajudaria na organização de seus deslocamentos. A alta porcentagem demonstra uma clara demanda por fontes de informação confiáveis e acessíveis.

Gráfico 5 - Percepção sobre a confiabilidade dos horários da Linha 14.

5 - voce acha incerto os horários informados da linha 14?

Sim Não



Fonte: O grupo, 2025.

A grande maioria dos usuários (80%) considera incertos os horários informados para a Linha 14, enquanto apenas 20% os consideram confiáveis. Esta percepção generalizada de imprevisibilidade reforça a necessidade urgente de soluções que aumentem a transparência e confiabilidade do serviço.

3.3 Desenvolvimento do sistema

O desenvolvimento do sistema foi estruturado em diferentes etapas que compreendem

desde a construção da interface visual até a criação dos mecanismos de processamento e armazenamento de dados que permitem o funcionamento do *chatbot*. Cada parte foi planejada de forma integrada, com o objetivo de garantir leveza, acessibilidade e eficiência no fornecimento de informações aos usuários da linha 14. Assim, o *frontend*, o *backend*, o banco de dados e os protocolos de segurança foram desenvolvidos de maneira complementar, permitindo que o sistema opere de forma estável e intuitiva. A seguir, cada uma dessas etapas é detalhada, apresentando as tecnologias utilizadas e as decisões técnicas que orientaram a construção da solução proposta.

3.3.1 Frontend

O *frontend* do sistema *chatbot* foi desenvolvido utilizando HTML5, CSS3 e JavaScript puro, sem o uso de frameworks externos. Essa escolha priorizou a leveza, a compatibilidade e a simplicidade, garantindo que o site pudesse ser acessado com facilidade em qualquer navegador, inclusive em dispositivos móveis com conexão limitada.

Ilustração 5 - Página inicial do site



Fonte: O grupo, 2025.

A imagem ilustra a arquitetura técnica do sistema, destacando a integração entre frontend, backend e banco de dados. São representados os componentes principais, como a interface do usuário, a API desenvolvida em Flask, a conexão com o banco de dados MySQL e as camadas de segurança implementadas, demonstrando a robustez e a organização do projeto.

O HTML5 foi utilizado para estruturar o conteúdo do *chatbot* de forma organizada, enquanto o CSS3 ficou responsável pela aparência visual e pela adaptação do layout a diferentes tamanhos de tela. O JavaScript foi empregado na implementação da lógica da aplicação, controlando a interação entre o usuário e o servidor por meio da Fetch API, que permite o envio e o recebimento de mensagens em tempo real.

Ilustração 6 – Página Sobre o Projeto

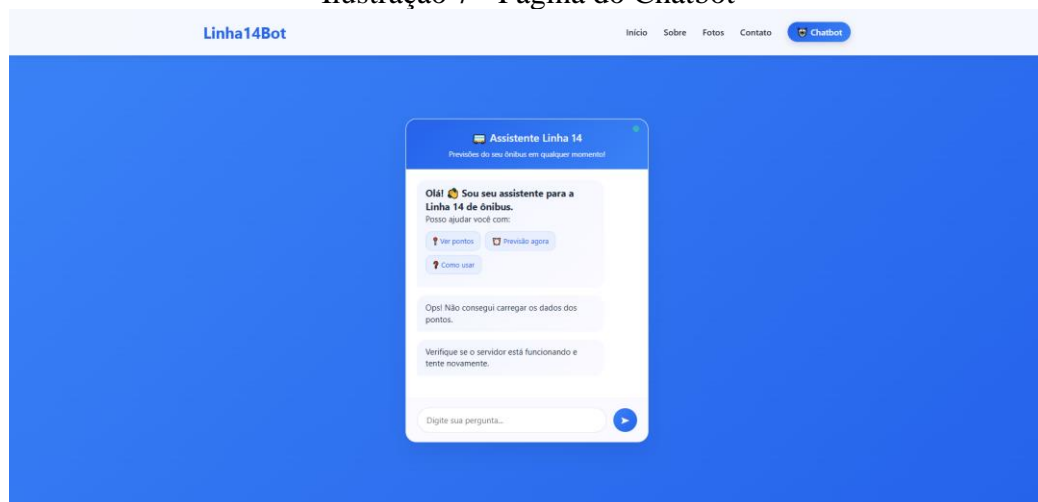


Fonte: O grupo, 2025.

Esta tela apresenta a seção "Sobre o Projeto", descrevendo o objetivo do chatbot desenvolvido para a Linha 14 de Cubatão. A página detalha o propósito do sistema, as tecnologias utilizadas (HTML5, CSS3 e JavaScript) e a forma como a solução busca melhorar a experiência dos usuários do transporte público por meio de informações precisas e acessíveis.

O *frontend* é a parte visível e interativa do sistema. Ele é responsável por exibir as mensagens trocadas entre o usuário e o *chatbot*, enviar as consultas ao *backend* e atualizar automaticamente a área de conversa. O principal objetivo dessa camada é oferecer uma experiência simples, fluida e intuitiva, sem exigir do usuário conhecimentos técnicos.

Ilustração 7 - Página do Chatbot



Fonte: O grupo, 2025.

A ilustração mostra a interface principal do chatbot, onde o usuário pode interagir com o sistema. O design prioriza a clareza e a usabilidade, com uma área de conversa central, campo de entrada de mensagens e indicadores visuais que facilitam a comunicação. A interface é responsiva e adapta-se a diferentes dispositivos, garantindo acessibilidade a todos os perfis de usuários.

O design da interface foi planejado com foco em usabilidade e acessibilidade, permitindo que pessoas com diferentes níveis de familiaridade tecnológica possam utilizá-la com facilidade. Foram aplicadas boas práticas visuais e funcionais que garantem conforto e clareza durante o uso. A escolha de cores com bom contraste e fontes legíveis facilita a leitura em telas de diferentes tamanhos. O layout foi projetado de forma responsiva, adaptando-se automaticamente a celulares, tablets e computadores. Além disso, o sistema oferece feedback visual ao enviar mensagens, apresentando pequenas animações que indicam o processamento da resposta. A linguagem utilizada é clara e objetiva, buscando proporcionar uma comunicação direta e sem termos técnicos desnecessários.

Ilustração 8 - Página Entre em Contato

Fonte: O grupo, 2025.

Nesta tela, é apresentado o formulário de contato, permitindo que os usuários enviem dúvidas, sugestões ou feedbacks diretamente à equipe de desenvolvimento. O layout organizado e intuitivo facilita o preenchimento dos campos, promovendo uma comunicação eficiente entre os passageiros e os responsáveis pelo projeto.

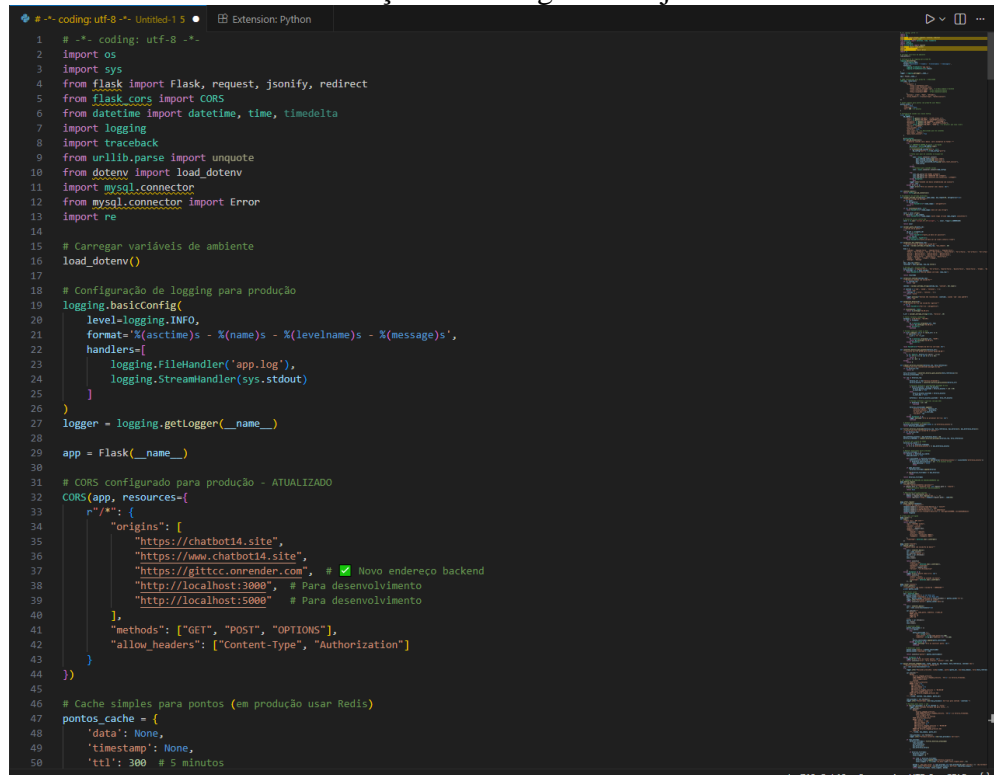
O wireframe, que representa o modelo visual básico do *chatbot*, foi elaborado de maneira simples e funcional. Ele é composto por quatro partes principais que estruturam a interface do usuário. Na parte superior, o cabeçalho apresenta o logotipo e o título do sistema. No centro, encontra-se a área de chat, destinada à exibição das mensagens trocadas entre o usuário e o bot. Abaixo, está o campo de texto, onde o usuário pode digitar e enviar suas mensagens. Por fim, o rodapé reúne informações sobre o sistema e os créditos da equipe responsável pelo desenvolvimento.

O desenho completo do wireframe está disponível nos apêndices deste trabalho para fins de consulta e melhor visualização da estrutura da interface desenvolvida.

3.3.2 Backend

O *backend* do sistema *chatbot* foi desenvolvido utilizando a linguagem Python, com o framework Flask, que permitiu criar a API responsável por processar e responder às mensagens enviadas pelos usuários. A escolha dessa tecnologia se deu por sua leveza, simplicidade e eficiência, além de sua fácil integração com o banco de dados e a comunicação direta com o *frontend*.

Ilustração 9 - Código do Projeto



```

1  # -*- coding: utf-8 -*-
2  import os
3  import sys
4  from flask import Flask, request, jsonify, redirect
5  from flask_cors import CORS
6  from datetime import datetime, time, timedelta
7  import logging
8  import traceback
9  from urllib.parse import unquote
10 from dotenv import load_dotenv
11 import mysql.connector
12 from mysql.connector import Error
13 import re
14
15 # Carregar variáveis de ambiente
16 load_dotenv()
17
18 # Configuração de logging para produção
19 logging.basicConfig(
20     level=logging.INFO,
21     format='%(asctime)s - %(name)s - %(levelname)s - %(message)s',
22     handlers=[
23         logging.FileHandler('app.log'),
24         logging.StreamHandler(sys.stdout)
25     ]
26 )
27 logger = logging.getLogger(__name__)
28
29 app = Flask(__name__)
30
31 # CORS configurado para produção - ATUALIZADO
32 CORS(app, resources={
33     r"/": {
34         "origins": [
35             "https://chatbot14.site",
36             "https://www.chatbot14.site",
37             "https://gitcc.onrender.com", # [X] Novo endereço backend
38             "http://localhost:3000", # Para desenvolvimento
39             "http://localhost:5000" # Para desenvolvimento
40         ],
41         "methods": ["GET", "POST", "OPTIONS"],
42         "allow_headers": ["Content-Type", "Authorization"]
43     }
44 })
45
46 # Cache simples para pontos (em produção usar Redis)
47 pontos_cache = {
48     'data': None,
49     'timestamp': None,
50     'ttl': 300 # 5 minutos

```

Fonte: O grupo, 2025.

A imagem acima apresenta parte da implementação do backend do sistema, desenvolvido em Python utilizando o framework Flask. O código demonstra a estrutura das rotas responsáveis por receber requisições do frontend, processar consultas e acessar o banco de dados por meio do SQLAlchemy. Também é possível observar o uso de bibliotecas como Flask-CORS para controle de origens permitidas e Datetime para registro temporal das interações. Essa camada funciona como núcleo lógico do chatbot, realizando validações, consultas, formatação das respostas e garantindo a comunicação eficiente entre a interface do usuário e o banco de dados.

Durante o desenvolvimento, foram utilizadas algumas bibliotecas essenciais. O Flask foi responsável pela criação e gerenciamento das rotas do servidor, enquanto o Flask-CORS possibilitou a comunicação entre diferentes domínios de forma segura. O SQLAlchemy foi

empregado para realizar a conexão e manipulação dos dados armazenados no banco de dados, garantindo uma estrutura organizada e de fácil manutenção. Já a biblioteca Datetime foi usada para registrar as datas e horários das consultas realizadas, permitindo o controle e o histórico das interações com o sistema.

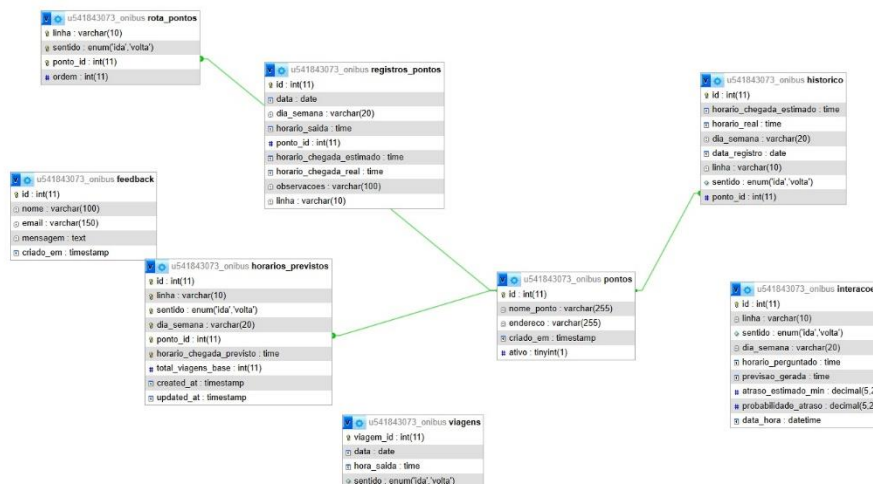
O *backend* funciona como o “cérebro” do *chatbot*, pois é responsável por interpretar as mensagens recebidas, identificar o tipo de consulta solicitada, acessar o banco de dados para buscar as informações necessárias e devolver uma resposta clara e formatada ao usuário. Além disso, ele registra todas as interações realizadas, o que possibilita acompanhar o uso do sistema e avaliar oportunidades de melhoria em versões futuras.

Essa estrutura garante que o *chatbot* funcione de forma dinâmica e precisa, oferecendo respostas rápidas e personalizadas de acordo com as solicitações feitas pelos passageiros da linha 14.

3.3.3 Banco de dados

Para o armazenamento das informações, foi utilizado o MySQL como Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD). Essa escolha se deve à confiabilidade da ferramenta, sua compatibilidade com o Flask e à facilidade de integração com servidores web.

Ilustração 10 - Diagrama Lógico



Fonte: O grupo, 2025.

A imagem acima apresenta o diagrama lógico do banco de dados desenvolvido em MySQL. O modelo representa as entidades utilizadas pelo chatbot, suas relações e as chaves primárias e estrangeiras que garantem a integridade referencial. É possível visualizar tabelas como registros_pontos, viagens, horarios_previstos, interacoes e historico, estruturadas de forma normalizada até a 3FN, evitando redundância e permitindo consultas eficientes. O diagrama evidencia a organização dos dados essenciais para gerar previsões, registrar consultas

do usuário e armazenar informações operacionais do sistema.

O banco de dados foi projetado para armazenar todas as informações necessárias ao funcionamento do *chatbot*, como dados sobre as linhas de ônibus, os pontos de parada, os horários previstos de chegada e os registros das consultas realizadas pelos usuários. Cada parte do sistema possui um papel específico dentro dessa estrutura. As informações sobre as linhas contêm o número, o nome e o trajeto de cada uma. As paradas armazenam o nome e a localização geográfica dos pontos de embarque e desembarque. Os horários relacionam as linhas às paradas, indicando o tempo estimado de chegada e saída dos veículos. Já o registro de consultas guarda o histórico das interações entre os usuários e o sistema, com as perguntas enviadas, as respostas fornecidas e o momento em que ocorreram.

O modelo do banco de dados foi normalizado até a terceira forma normal (3FN), o que assegura a ausência de redundâncias e melhora a integridade e a consistência das informações. Essa organização torna o sistema mais eficiente, evita a duplicação de dados e facilita a manutenção e a ampliação do projeto. Dessa forma, novas linhas, funcionalidades e recursos podem ser adicionados futuramente sem comprometer a estrutura já existente.

3.3.4 Segurança

A segurança foi um aspecto central no desenvolvimento do *chatbot*, abrangendo medidas voltadas à proteção dos dados, à estabilidade do sistema e à prevenção de possíveis ataques cibernéticos. Desde o início do projeto, buscou-se garantir que todas as interações e comunicações entre o usuário e o servidor ocorressem de forma segura e confiável.

Ilustração 11 - Segurança HTTP

```

303 @app.after_request
304 def after_request(response):
305     """Headers de segurança"""
306     response.headers['X-Content-Type-Options'] = 'nosniff'
307     response.headers['X-Frame-Options'] = 'DENY'
308     response.headers['X-XSS-Protection'] = '1; mode=block'
309     response.headers['Strict-Transport-Security'] = 'max-age=31536000; includeSubDomains'
310     return response
311
312 # Rota raiz corrigida
313 @app.route("/")
314 def home():
315     """Rota raiz - API Info"""
316     return jsonify({
317         "api": "ChatBot Ônibus",
318         "version": "1.0.0",
319         "status": "online",
320         "domain": request.host,
321         "endpoints": {
322             "health": "/health",
323             "pontos": "/pontos",
324             "previsao": "/previsao (POST)",
325             "feedback": "/feedback (POST)"
326         },
327         "timestamp": datetime.now().isoformat()
328     })
329
330 @app.route("/health")
331 def health_check():
332     """Health check com validação de banco"""
333     try:
334         conn = conectar_banco()
335         cur = conn.cursor()
336         cur.execute("SELECT 1")
337         result = cur.fetchone()
338         cur.close()
339         conn.close()
340
341         return jsonify({
342             "status": "ok",
343             "timestamp": datetime.now().isoformat(),
344             "database": "conectado",
345             "domain": request.host,
346             "version": "1.0.0-production"
347         })
348     except Exception as e:
349         logger.error("Health check erro: (e)")
350         return jsonify({
351             "status": "erro",
352             "erro": "Problema na conexão com banco",

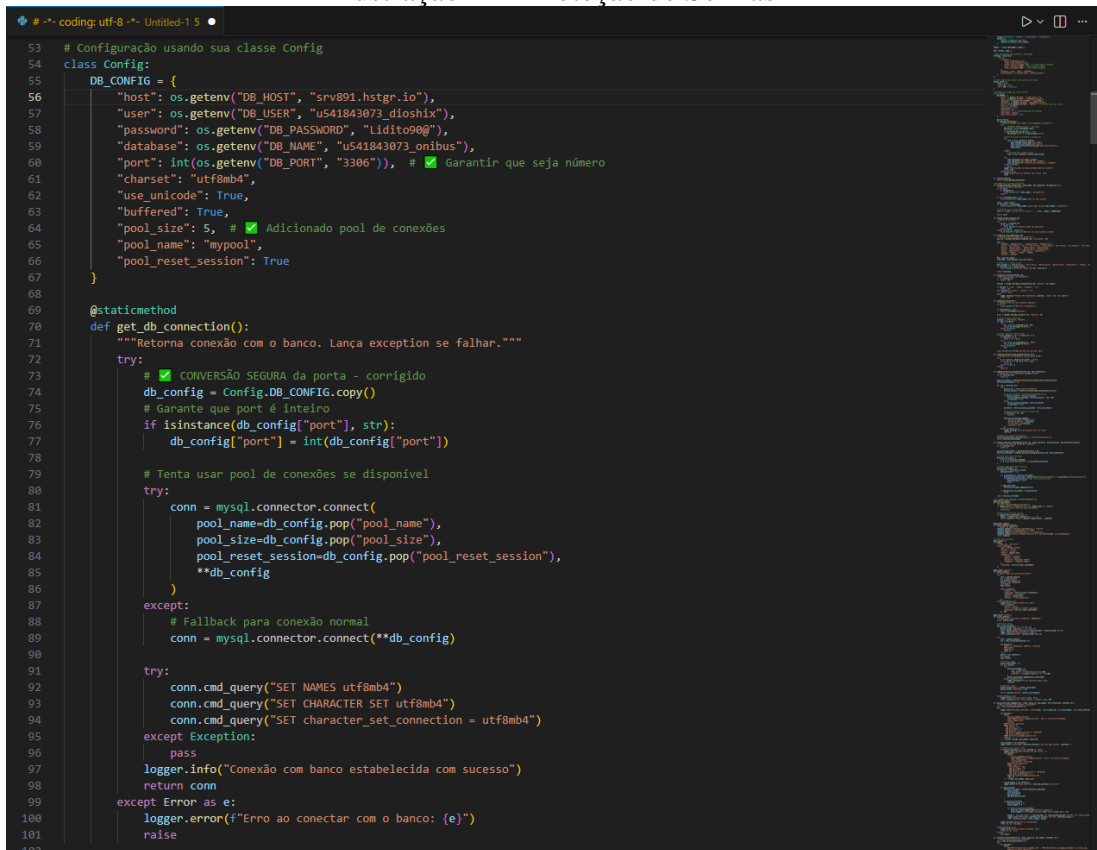
```

Fonte: O grupo, 2025.

A imagem apresenta a configuração do protocolo HTTPS, responsável por criptografar toda a comunicação entre cliente e servidor. Essa camada de segurança impede que dados transmitidos, como requisições ao chatbot e respostas geradas pela API, sejam interceptados ou alterados por terceiros. O uso de certificados SSL/TLS garante integridade, confidencialidade e autenticação durante o tráfego, fortalecendo a proteção do sistema e evitando ataques como *man-in-the-middle*.

O sistema foi concebido como uma ferramenta de acesso público, não exigindo autenticação de usuários. Essa escolha visa facilitar o uso do *chatbot* por qualquer pessoa interessada nas informações da linha 14, permitindo o acesso livre e imediato, sem a necessidade de login ou cadastro.

Ilustração 12 - Proteção de Senhas



```

53 # Configuração usando sua classe Config
54 class Config:
55     DB_CONFIG = {
56         "host": os.getenv("DB_HOST", "srv001.hstgr.io"),
57         "user": os.getenv("DB_USER", "u541843073_dioshix"),
58         "password": os.getenv("DB_PASSWORD", "Lidito90@"),
59         "database": os.getenv("DB_NAME", "u541843073_onibus"),
60         "port": int(os.getenv("DB_PORT", "3306")), # Garantir que seja número
61         "charset": "utf8mb4",
62         "use_unicode": True,
63         "buffered": True,
64         "pool_size": 5, # Adicionado pool de conexões
65         "pool_name": "mypool",
66         "pool_reset_session": True
67     }
68
69     @staticmethod
70     def get_db_connection():
71         """Retorna conexão com o banco. Lança exception se falhar."""
72         try:
73             # CONVERSÃO SEGURA da porta - corrigido
74             db_config = Config.DB_CONFIG.copy()
75             # Garante que port é inteiro
76             if isinstance(db_config["port"], str):
77                 db_config["port"] = int(db_config["port"])
78
79             # Tenta usar pool de conexões se disponível
80             try:
81                 conn = mysql.connector.connect(
82                     pool_name=db_config.pop("pool_name"),
83                     pool_size=db_config.pop("pool_size"),
84                     pool_reset_session=db_config.pop("pool_reset_session"),
85                     **db_config
86                 )
87             except:
88                 # Fallback para conexão normal
89                 conn = mysql.connector.connect(**db_config)
90
91             try:
92                 conn.cmd_query("SET NAMES utf8mb4")
93                 conn.cmd_query("SET CHARACTER SET utf8mb4")
94                 conn.cmd_query("SET character_set_connection = utf8mb4")
95             except Exception:
96                 pass
97             logger.info("Conexão com banco estabelecida com sucesso")
98             return conn
99         except Error as e:
100             logger.error(f"Erro ao conectar com o banco: {e}")
101             raise
102

```

Fonte: O grupo, 2025.

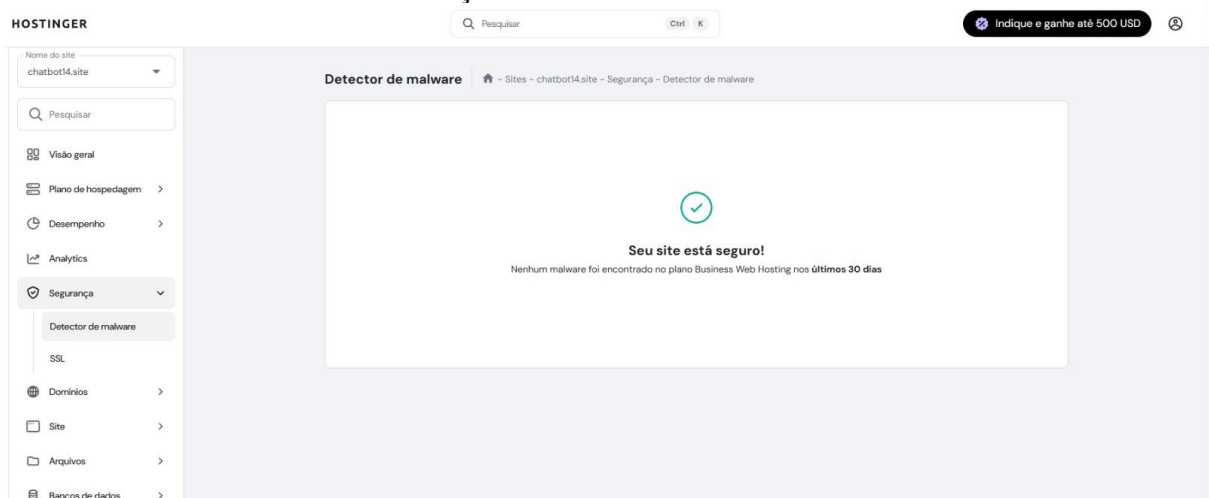
A imagem exhibe o processo de proteção das credenciais do sistema, utilizando variáveis de ambiente para armazenar dados sensíveis como usuário, senha e host do banco de dados. Essa prática impede que informações críticas fiquem expostas no código-fonte. Além disso, o backend opera com consultas parametrizadas, reduzindo o risco de ataques de SQL Injection e garantindo que apenas processos autorizados tenham acesso direto às informações armazenadas no banco.

Mesmo sem autenticação, a segurança das comunicações foi assegurada pelo uso do protocolo HTTPS, que realiza a criptografia dos dados trocados entre o navegador e o servidor. Além disso, informações sensíveis, como credenciais e chaves de acesso do banco de dados, foram protegidas por meio de variáveis de ambiente, evitando sua exposição direta no código-fonte e reduzindo riscos de vazamento de dados.

Para reforçar a proteção do sistema, foram adotadas boas práticas de desenvolvimento seguro, como o uso de consultas parametrizadas, que previnem ataques de SQL Injection. O controle de CORS foi configurado de modo a restringir o acesso apenas ao domínio oficial do *chatbot*, impedindo solicitações externas não autorizadas. Também foram aplicados limites de requisições simultâneas, a fim de evitar sobrecarga do servidor e ataques de negação de serviço (DoS). O monitoramento contínuo e o registro de erros garantem que falhas possam ser

detectadas e corrigidas rapidamente, mantendo a estabilidade e a confiabilidade do sistema.

Ilustração 13 - Detector de Malware



Fonte: O grupo, 2025.

A imagem acima apresenta o Detector de Malware disponibilizado pela plataforma de hospedagem Hostinger, responsável por hospedar o site do projeto. Essa ferramenta realiza varreduras automáticas no ambiente de hospedagem e verifica continuamente a presença de arquivos maliciosos, garantindo que não haja códigos suspeitos ou ameaças ativas no servidor. Esse monitoramento contribui para manter o sistema seguro, estável e protegido contra ataques, reforçando a confiabilidade da infraestrutura utilizada pelo chatbot.

Essas medidas asseguram que o *chatbot* opere em um ambiente estável, protegido e confiável, oferecendo aos usuários uma experiência segura e funcional. O cuidado com a segurança reforça o compromisso do projeto com a qualidade técnica e com a responsabilidade no desenvolvimento de soluções voltadas ao interesse público.

3.4 Questionário online: perfil e demandas dos usuários do transporte público de Cubatão

Como subsídio para o desenvolvimento do chatbot e com o objetivo de incorporar evidências da realidade local, foi realizado um levantamento quantitativo por meio de um questionário online aplicado aos usuários do transporte público de Cubatão. O formulário, divulgado digitalmente, recebeu 19 respostas, cujo conteúdo constitui o extrato analisado neste tópico.

Essas respostas possibilitaram delinear um perfil sociodemográfico básico dos participantes e registrar, de forma estruturada, suas principais dificuldades, percepções e expectativas sobre o serviço de transporte público. A seguir, apresenta-se a sistematização desse extrato, cujos resultados orientam diretamente as funcionalidades propostas e as diretrizes de

interface da solução tecnológica.

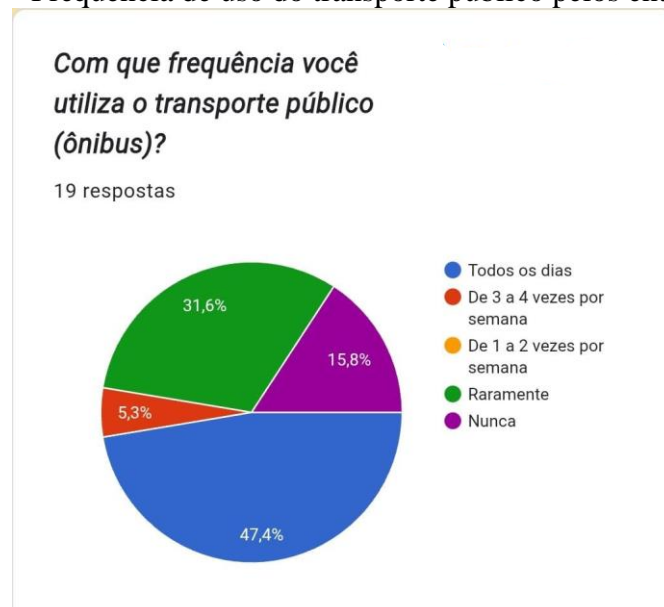
Gráfico 6 - Perfil etário dos usuários de transporte público entrevistados em Cubatão.



Fonte: O grupo, 2025.

A análise demográfica revela que a maioria dos respondentes (89,5%) possui até 25 anos, sendo 47,4% menores de 18 anos e 42,1% na faixa de 18 a 25 anos. Esse perfil jovem indica a necessidade de uma solução tecnológica ágil e de fácil usabilidade, alinhada ao perfil de usuários familiarizados com ferramentas digitais.

Gráfico 7 - Frequência de uso do transporte público pelos entrevistados.



Fonte: O grupo, 2025.

Quase metade dos entrevistados (47,4%) utiliza o ônibus diariamente, evidenciando uma dependência significativa do transporte coletivo para suas atividades cotidianas. Este dado reforça o impacto potencial que uma ferramenta informativa confiável pode ter na rotina da

população.

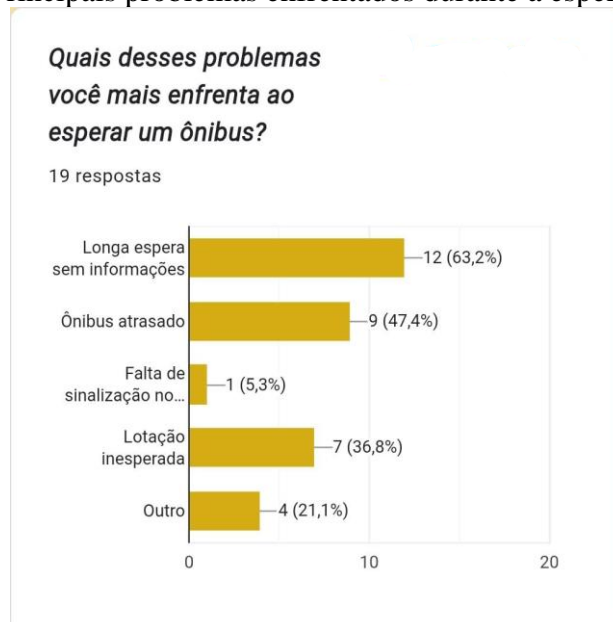
Gráfico 8 - Dificuldades relatadas devido à imprevisibilidade dos horários.



Fonte: O grupo, 2025.

A imprevisibilidade é um problema recorrente: 89,5% dos usuários já enfrentaram dificuldades por não saber o horário exato do ônibus, sendo essa uma situação frequente para 47,4% deles. Este resultado valida a premissa central do trabalho sobre a necessidade de maior previsibilidade.

Gráfico 9 - Principais problemas enfrentados durante a espera pelo ônibus.

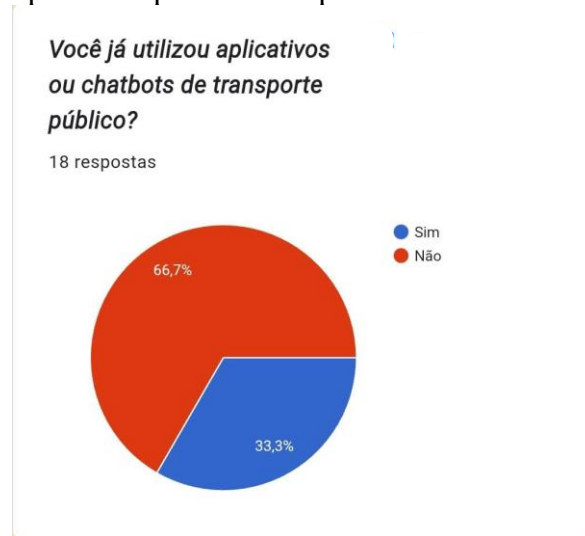


Fonte: O grupo, 2025.

A "longa espera sem informações" (63,2%) e os "atrasos" (47,4%) são as queixas mais frequentes, seguidas pela "lotação inesperada" (36,8%). Tais dados apontam para a demanda por informações em tempo real que vão além do simples horário, incluindo condições do

veículo.

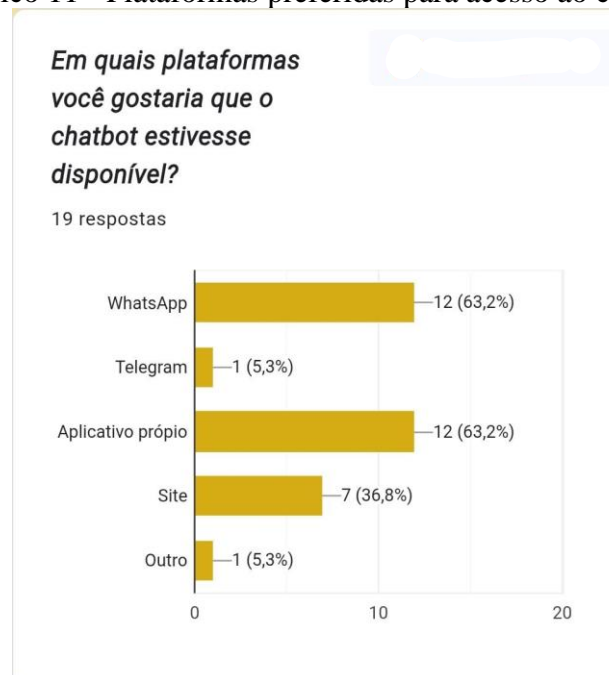
Gráfico 10 - Experiência prévia com aplicativos ou chatbots de transporte.



Fonte: O grupo, 2025.

A maioria (66,7%) nunca utilizou aplicativos ou *chatbots* de transporte público, indicando uma oportunidade de inovação no município e a necessidade de uma interface intuitiva que não presuma experiência prévia do usuário.

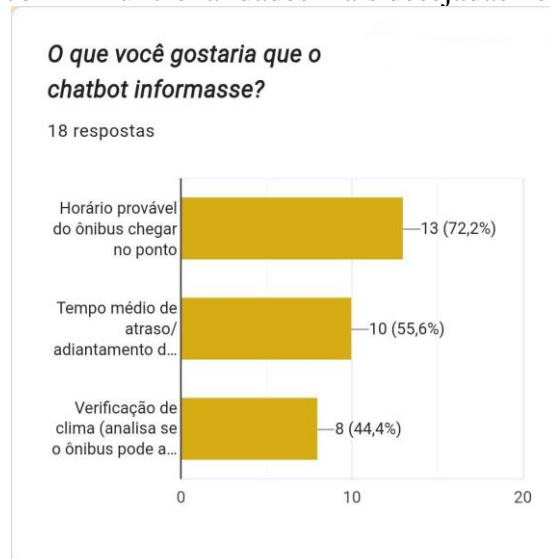
Gráfico 11 - Plataformas preferidas para acesso ao chatbot.



Fonte: O grupo, 2025.

O WhatsApp (63,2%) e um aplicativo próprio (63,2%) foram as plataformas mais citadas, refletindo a preferência por canais de acesso direto e integrado ao cotidiano digital dos usuários, sem a necessidade de grandes adaptações.

Gráfico 12 - Funcionalidades mais desejadas no chatbot.



Fonte: O grupo, 2025.

A funcionalidade mais demandada é a "previsão do horário de chegada" (72,2%), seguida por "tempo médio de atraso/adiantamento" (61,1%) e "verificação de condições climáticas" (55,6%). Estes resultados definem as prioridades para o desenvolvimento do MVP (Produto Mínimo Viável) do *chatbot*.

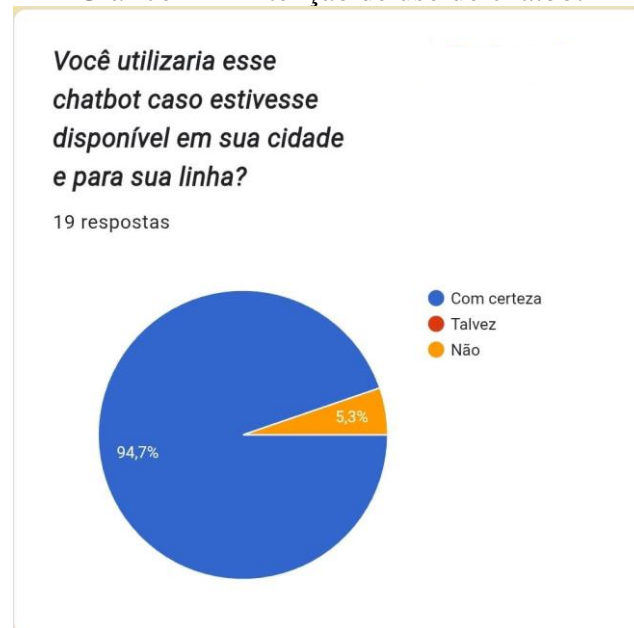
Gráfico 13 - Percepção sobre a utilidade do chatbot.



Fonte: O grupo, 2025.

A grande maioria (78,9%) acredita que o *chatbot* ajudaria "muito" a melhorar sua experiência, demonstrando uma expectativa positiva em relação à solução proposta e sua potencial eficácia na resolução de problemas cotidianos.

Gráfico 14 - Intenção de uso do chatbot



Fonte: O grupo, 2025.

A aceitação é maciça, com 94,7% dos entrevistados declarando que "com certeza" utilizariam a ferramenta. Este alto índice de intenção de uso valida a relevância social da proposta e sugere uma boa adesão inicial pela população.

4 RESULTADOS E ANÁLISES

Os resultados obtidos ao longo das pesquisas qualitativa, quantitativa presencial, quantitativa online e da etapa de desenvolvimento técnico permitem compreender de forma ampla a situação enfrentada pelos usuários da linha 14 e avaliar a viabilidade do chatbot como solução tecnológica. A união dessas análises mostra que há uma demanda real por informações precisas, além de confirmar a aceitação do público e a eficiência do sistema implementado.

A pesquisa qualitativa realizada em campo revelou a dimensão humana do problema: os usuários convivem diariamente com a imprevisibilidade do transporte, longas esperas, atrasos e falta de comunicação sobre a chegada dos ônibus. Os relatos coletados evidenciaram frustração e insegurança, sobretudo entre trabalhadores e estudantes, que dependem do transporte para cumprir horários. Cerca de 84% dos entrevistados afirmaram enfrentar dificuldade com a falta de previsibilidade e 68% destacaram a longa espera como um dos fatores mais desgastantes. Apesar disso, a recepção da ideia do chatbot foi extremamente positiva: 95% dos usuários demonstraram disposição em utilizá-lo caso estivesse disponível. As sugestões registradas, como previsão aproximada de chegada, alertas de atraso e informações sobre o trajeto, reforçam a relevância de uma ferramenta informativa acessível e de uso simples.

Os resultados quantitativos presenciais confirmam estatisticamente essas percepções. Todos os participantes da pesquisa afirmaram já ter perdido o ônibus devido a horários incorretos, e 80% relataram não confiar nos horários divulgados. Além disso, 90% destacaram que um site ou sistema com informações corretas e atualizadas ajudaria significativamente no planejamento diário. Esses dados mostram que o principal problema enfrentado pelos passageiros não é apenas o atraso, mas a ausência de informações confiáveis para organizar seus deslocamentos. A análise também revelou um cenário de baixa adoção de aplicativos de mobilidade (60% nunca utilizaram), o que evidencia um espaço aberto para novas soluções no município e reforça a necessidade de uma interface simples e intuitiva.

A pesquisa quantitativa online ampliou essa compreensão, trazendo um panorama mais detalhado do perfil e das demandas do público. O levantamento mostrou um índice significativo de jovens usuários, 89,5% com até 25 anos, o grupo que utiliza intensivamente o celular e valoriza ferramentas digitais rápidas e práticas. Quase metade dos respondentes utiliza o ônibus diariamente, o que demonstra alto grau de dependência do serviço e reforça o impacto direto que a falta de previsibilidade tem sobre a rotina da população. Entre os principais problemas relatados, destacam-se novamente a longa espera sem informações (63,2%) e os atrasos frequentes (47,4%), elementos que reforçam a necessidade de transparência e atualização

constante. Quanto às funcionalidades desejadas, a previsão aproximada de chegada lidera com 72,2%, seguida por informações de atraso/adiantamento (61,1%) e dados sobre condições climáticas (55,6%). A alta intenção de uso, registrada em 94,7% dos participantes, confirma o forte interesse pela ferramenta e seu potencial de adesão.

Ao integrar esses resultados às análises técnicas do protótipo desenvolvido, verificou-se que o chatbot cumpre os requisitos fundamentais identificados durante as pesquisas. O frontend, estruturado em HTML5, CSS3 e JavaScript puro, demonstrou boa responsividade e acessibilidade, garantindo uma interação simples e eficiente mesmo em dispositivos móveis com conexão limitada, principal meio de acesso entre os usuários. O backend, desenvolvido em Python com Flask, apresentou respostas rápidas, organização lógica das consultas e estabilidade operacional. O banco de dados, estruturado em MySQL e normalizado até a 3FN, mostrou-se eficiente para armazenar horários, trajetos e registros de uso sem redundância ou inconsistências. Por fim, as medidas de segurança aplicadas, como HTTPS, CORS configurado e consultas parametrizadas, asseguraram proteção adequada para um serviço público de acesso livre.

A síntese geral dos resultados indica que o chatbot é uma solução tecnicamente viável, socialmente relevante e alinhada às expectativas dos usuários da linha 14. A análise conjunta das pesquisas confirma que a falta de previsibilidade é o principal fator que compromete a qualidade da experiência no transporte público, e que uma ferramenta simples, segura e intuitiva pode reduzir a insegurança e facilitar o planejamento dos deslocamentos. Embora ainda existam possibilidades de evolução, como integração futura com dados de GPS em tempo real, o protótipo demonstrou amplo potencial para melhorar a confiabilidade do serviço e contribuir significativamente para uma mobilidade urbana mais eficiente e transparente em Cubatão.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A execução deste trabalho permitiu desenvolver e avaliar uma solução tecnológica viável para a problemática da imprevisibilidade dos horários dos ônibus da Linha 14 em Cubatão. A implementação do chatbot informativo demonstrou ser uma abordagem eficaz para estruturar e disponibilizar informações, oferecendo aos usuários um canal acessível para consultar previsões de tempo de chegada e reduzir a incerteza inerente à sua experiência cotidiana. Embora a integração com dados em tempo real via GPS represente uma evolução futura, o sistema construído já estabelece uma base funcional que atende ao propósito central de aumentar a previsibilidade do serviço.

A partir dos resultados obtidos ao longo do projeto, pode-se afirmar que a problemática inicial, que tratava da dificuldade dos usuários da Linha 14 em acessar informações confiáveis sobre horários, atrasos e previsões de chegada, foi efetivamente solucionada. A criação de uma base de dados organizada, aliada à análise dos registros operacionais e à implementação de um chatbot funcional, possibilitou a entrega de uma ferramenta capaz de fornecer informações atualizadas, acessíveis e compatíveis com a realidade do transporte público local.

A ferramenta demonstra capacidade de responder às consultas de forma dinâmica, estimar atrasos com base em dados históricos e proporcionar ao usuário uma experiência simples e eficiente. Assim, o sistema reduz a incerteza nos deslocamentos diários, aumenta a confiabilidade do serviço e contribui para a melhoria da mobilidade urbana em Cubatão. Conclui-se que os objetivos propostos foram atingidos e que a solução entregue é viável, útil e alinhada às necessidades identificadas no início do estudo.

O impacto positivo da proposta foi confirmado por meio de uma metodologia mista de pesquisa, que combinou abordagens qualitativas e quantitativas. Através de entrevistas presenciais com usuários e da aplicação de um formulário online, foi possível coletar evidências robustas sobre a aceitação e a utilidade percebida da ferramenta. Os resultados revelaram uma intenção de uso de 94,7% entre os entrevistados e uma percepção majoritária (78,9%) de que o chatbot contribuiria significativamente para melhorar a experiência de deslocamento. Esses dados validam a relevância social da solução e seu potencial para transformar a relação dos passageiros com o transporte público.

As hipóteses que orientaram a investigação foram testadas e confirmadas mediante essa mesma metodologia integrada. A primeira hipótese, que associava informações atualizadas a uma maior precisão das previsões, foi validada pelo reconhecimento unânime da necessidade de fontes confiáveis, com 90% dos respondentes afirmando que um sistema com horários

corretos auxiliaria sua organização. A segunda hipótese, referente à importância de uma interface intuitiva, comprovou-se tanto pelo desenvolvimento técnico de um frontend centrado na usabilidade quanto pela preferência manifesta dos usuários por plataformas de acesso simplificado, como o WhatsApp. A terceira hipótese, que postulava a redução da insatisfação dos passageiros, foi corroborada pelos altos índices de aceitação e pela expectativa positiva gerada pela ferramenta, indicando seu potencial para aumentar a confiança no serviço.

Quanto aos objetivos específicos propostos, todos foram integralmente alcançados. Conseguiu-se coletar e estruturar dados sobre horários e deslocamentos através de um banco de dados relacional normalizado. Desenvolveu-se uma interface de usuário simples e acessível, utilizando tecnologias web padrão que garantem compatibilidade e responsividade. Integraram-se técnicas de processamento no backend capazes de interpretar consultas e gerar respostas dinâmicas. Por fim, avaliou-se o desempenho e a segurança do sistema, que foi implementado com protocolos e boas práticas que asseguram sua operação estável e protegida para acesso público.

Em síntese, este trabalho não apenas apresentou uma solução técnica concretamente implementada, mas também validou sua eficácia e aceitação mediante uma metodologia de pesquisa rigorosa. O chatbot configura-se como uma contribuição substantiva para a promoção de uma mobilidade urbana mais previsível e transparente em Cubatão, oferecendo uma base tecnológica sólida para futuras expansões e aprimoramentos, em consonância com os princípios de uma mobilidade urbana inclusiva e eficiente.

REFERÊNCIAS

ALCASSA, Flávia. A Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD) e a exposição de dados sensíveis nas relações de trabalho. *Revista do Tribunal Regional do Trabalho da 10ª Região*, Brasília, v. 24, n. 2, p. 145-151, jul./dez. 2020. Disponível em: <https://revista.trt10.jus.br/index.php/revista10/article/view/419>. Acesso em: 14 abr. 2021.

BRASIL. Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 4 jan. 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112587.htm. Acesso em: 30 maio 2025.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo 2023. São Paulo: CETESB, 2023. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/ar/>. Acesso em: 30 maio 2025

CNT – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. Pesquisa CNT de Transporte Rodoviário de Passageiros 2022. Brasília: CNT, 2022. Disponível em: <https://www.cnt.org.br>. Acesso em: 30 maio 2025.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. Relatório de Mobilidade e Transporte Público. Brasília: CNT, 2022.

DE CARVALHO, Carlos Henrique Ribeiro. Políticas de melhoria das condições de acessibilidade do transporte urbano no Brasil. Texto para Discussão, 2015.

FILATRO, Andrea; CAVALCANTI, Carolina. Design instrucional na prática. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2018.

GOMIDE, Alexandre de Ávila. A dimensão da política na análise de políticas públicas de transporte urbano no Brasil. Brasília: IPEA, 2016. (Texto para Discussão, n. 2148). Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/6481/1/td_2148.pdf. Acesso em: 30 maio 2025.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. Inteligência artificial e políticas públicas: oportunidades e desafios para o Brasil. Brasília: IPEA, 2022. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br>. Acesso em: 30 maio 2025.

MDR – MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. Cadernos de Mobilidade Urbana: Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS). Brasília: MDR, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br>. Acesso em: 30 maio 2025.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. Sistemas de Transporte Inteligente: Guia de Implementação. Brasília: MDR, 2021.

RUSSELL, Stuart; NORVIG, Peter. Inteligência artificial. 3. ed. São Paulo: Pearson, 2013.

SLONSKI, E. B.; FUMAGALLI, L. A. W. O conforto e a segurança no transporte coletivo: um estudo sobre os fatores essenciais para a manutenção do funcionamento de sistemas de transporte público. Anais do Simpósio de Pesquisa e Seminário de Iniciação Científica, v. 1, n. 5, 2020. Disponível em: <https://sppaic.fae.emnuvens.com.br/sppaic/article/view/114>. Acesso em: 30 maio 2025.

SORIANO, Marina Almeida Gomes; MEIRA, Leonardo Herszon. Tomada de decisão em investimentos de infraestrutura para o transporte público. Estudos e Pesquisas, 2018.