



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS PICOS
CURSO TECNÓLOGO EM ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS

VALÉRIA DOS SANTOS MARTINS

BUSCONTROL: sistema de monitoramento e controle de transporte escolar municipal.

PICOS-PI

2026

VALÉRIA DOS SANTOS MARTINS

BUSCONTROL: sistema de monitoramento e controle de transporte escolar municipal.

Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Picos.

Orientador: Prof. Me. Ciro Ferreira de Carvalho Junior

Coorientador: Prof. Me. João Paulo Lima do Nascimento

PICOS-PI

2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Martins, Valéria dos Santos

M386b BUSCONTROL : sistema de monitoramento e controle de transporte escolar municipal / Valéria dos Santos Martins. - 2026.
38 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Picos, 2026.

Orientador : Prof Me. Ciro Ferreira de Carvalho Junior.

Coorientador : Prof Me. João Paulo Lima do Nascimento.

1. Transporte escolar. 2. Gestão pública. 3. Sistema web. 4. Usabilidade.
I. Título.

CDD - 004.21

Elaborado por Silvio de Carvalho Gomes Coutinho CRB 3/1362

VALÉRIA DOS SANTOS MARTINS

BUSCONTROL: sistema de monitoramento e controle de transporte escolar municipal

Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Picos.

Orientador: Prof. Me. Ciro Ferreira de Carvalho Junior

Coorientador: Prof. Me. João Paulo Lima do Nascimento

Aprovada em: 11/08/2026.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Ciro Ferreira de Carvalho Junior (Orientador)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Me. João Paulo Lima do Nascimento
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Me. Nildemar Pereira da Silva
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Dr. Rogério Figueredo de Sousa
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

AGRADECIMENTOS

Agradeço, antes de tudo, a Deus, que esteve ao meu lado em cada etapa desta caminhada, me sustentando nos momentos de cansaço e renovando minhas forças quando pensei que não conseguiria continuar. Sem Ele, nada disso teria sido possível.

À minha família, meu porto seguro, agradeço por acreditarem em mim. Por compreenderem minha ausência dedicados a este trabalho, e por comemorarem comigo cada pequena conquista ao longo dessa caminhada, especialmente ao meu pai que não se encontra mais presente, essa caminhada é nossa. Vocês foram e são meu alicerce nos dias mais difíceis, e é por vocês, e para vocês, que sigo buscando ser cada dia melhor.

Um agradecimento especial à Paula Valentina e a Luna, que esteve comigo em cada passo dessa jornada e não me deixou desistir, mesmo quando tudo parecia difícil demais. Cada palavra de incentivo, cada gesto de apoio, cada momento em que acreditou em mim quando eu não conseguia acreditar sozinha, tudo isso fez toda a diferença. Este trabalho também é fruto do carinho e da força que vocês me deram. Durante essa caminhada, uma sementinha foi plantada no meu caminho e, com o tempo, floresceu e junto com ela, floresceram também os meus sonhos. Que um dia essas palavras sejam lidas com todo o significado que carregam.

Ao meu orientador, Prof. Me. Ciro Ferreira de Carvalho Junior, minha profunda gratidão pela paciência, pelos direcionamentos precisos e pela confiança depositada neste projeto desde o início. Suas orientações foram fundamentais para que este trabalho tomasse forma.

Ao coorientador, Prof. João Paulo Lima do Nascimento, agradeço pelas revisões cuidadosas e pelas contribuições que tornaram este trabalho mais consistente e completo para o meu crescimento acadêmico.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, tornaram este sonho possível, a cada monitor do transporte escolar municipal de Picos-PI que dedicou seu tempo para testar o sistema e contribuir com esta pesquisa, e a mim mesma, pela persistência em não desistir diante dos desafios encontrados pelo caminho.

RESUMO

O transporte escolar é um serviço essencial para garantir o acesso e a permanência de estudantes na rede pública de ensino, especialmente em municípios como Picos-PI, onde ainda predominam métodos manuais e pouco informatizados de controle. Este trabalho teve como objetivo desenvolver uma aplicação web para o monitoramento do transporte escolar municipal de Picos-PI, com funcionalidades de registro de embarque e desembarque de alunos, visando otimizar o controle e a organização do serviço. A pesquisa caracterizou-se como exploratória e descritiva, com abordagem quali-quantitativa, fundamentada em levantamento bibliográfico e pesquisa de campo. Foi desenvolvido o sistema BusControl, uma aplicação web progressiva (PWA) com arquitetura offline-first, permitindo o registro de dados mesmo sem conexão à internet, funcionalidade motivada pela identificação, durante os testes, de limitações de conectividade enfrentadas pelos monitores ao longo do trajeto. O sistema foi avaliado junto a 10 monitores do transporte escolar municipal, por meio da aplicação do questionário *System Usability Scale* (SUS), obtendo uma classificação como "Excelente". Os resultados indicam que o sistema desenvolvido apresenta alta usabilidade percebida entre os usuários, contribuindo para a redução de falhas no registro manual e para a modernização da gestão do transporte escolar municipal.

Palavras-chave: Transporte escolar; Sistema web; Usabilidade; PWA; Gestão pública.

ABSTRACT

School transportation is an essential service for ensuring students' access to and continuity in public education, especially in municipalities such as Picos, Piauí, Brazil, where manual and poorly digitized control methods still predominate. This study aimed to develop a web application for monitoring the municipal school transportation system in Picos, with functionalities for recording student boarding and alighting, aiming to optimize the control and organization of the service. The research was characterized as exploratory and descriptive, with a qualitative-quantitative approach, based on bibliographic research and field research. The BusControl system was developed as a progressive web application (PWA) with an offline-first architecture, allowing data registration even without internet connectivity — a feature motivated by the identification, during testing, of connectivity limitations faced by monitors along school bus routes. The system was evaluated with 10 school transportation monitors through the application of the System Usability Scale (SUS) questionnaire, obtaining an average score of 98.5 points, classified as "Excellent." The results indicate that the developed system presents high perceived usability among users, contributing to the reduction of manual registration failures and to the modernization of municipal school transportation management.

Keywords: School transportation; Web system; Usability; PWA.; Public management.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CF	Constituição Federal
GPS	Global Positioning System (Sistema de Posicionamento Global)
IFPI	Instituto Federal do Piauí
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
PWA	Progressive Web App (Aplicação Web Progressiva)
RF	Requisito Funcional
RNF	Requisito Não Funcional
SETE	Sistema Eletrônico de Gestão do Transporte Escolar
SUS	System Usability Scale

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Requisitos Funcionais	21
Quadro 2 - Requisitos Não Funcionais	22
Quadro 3 - Tecnologias Utilizadas	22

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tela de login	23
Figura 2 - Tela de identificação da rota e do monitor	24
Figura 3 - Tela de registro de embarque e falta	25
Figura 4 - Tela de registro de desembarque	26
Figura 5 - Encerramento	27
Figura 6 - Relatório PDF	27
Figura 7 - Trecho de código da função de registro de embarque	28

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Eu gostaria de usar este sistema sempre que precisar, no meu dia a dia	29
Gráfico 2 - Eu achei o sistema mais complicado do que devia ser	30
Gráfico 3 - Eu achei o sistema fácil de usar	31
Gráfico 4 - Eu acho que precisaria da ajuda de alguém com conhecimento técnico para conseguir usar este sistema	31
Gráfico 5 - Eu achei fácil passar de uma tela para outra dentro do sistema	32
Gráfico 6 - Eu achei o sistema confuso em algumas partes	32
Gráfico 7 - Eu acho que a maioria das pessoas aprenderia a usar este sistema rápido	33
Gráfico 8 - Eu achei o sistema muito complicado de usar	33
Gráfico 9 - Eu me senti confiante usando o sistema	34
Gráfico 10 - Eu precisei aprender várias coisas antes de conseguir usar o sistema	34

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	JUSTIFICATIVA.....	14
3	OBJETIVOS.....	15
3.1	Objetivo Geral	15
3.2	Objetivos Específicos	15
4	REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
4.1	Transporte Escolar e Direito à Educação	16
4.1.1	Tecnologia na Gestão de Serviços Públicos	17
4.1.1.1	Geolocalização e Monitoramento em Tempo Real	17
5	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	19
5.1	Modalidade de Pesquisa	19
5.2	Instrumentos de Coleta de Dados	20
5.3	Participantes da Pesquisa	20
5.3.1	Aspectos éticos da pesquisa	20
5.4	Levantamento de Requisitos	21
5.5	O Sistema Desenvolvido	22
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
6.1	Avaliação de Usabilidade	29
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	36
	REFERÊNCIAS.....	38

1. INTRODUÇÃO

O transporte escolar constitui um serviço essencial que conecta a residência do estudante à instituição de ensino, garantindo seu deslocamento seguro e regular. Para milhares de alunos, especialmente aqueles matriculados na rede pública de ensino, esse serviço é indispensável para assegurar o acesso, a permanência e a continuidade dos estudos, contribuindo para a efetivação do direito fundamental à educação.

Segundo Barbosa et al. (2023), a educação assume um papel primordial na formação de cidadãos, gerando oportunidades de acesso ao conhecimento e redução das desigualdades. Entretanto, o alcance apropriado dos alunos às instituições de ensino, ainda perpassa por diversas barreiras, e uma delas é a ausência de um sistema de transporte adequado e único, voltado para atender a demanda.

O transporte escolar deve funcionar de forma organizada, pontual e segura. Um dos principais problemas enfrentados, está na ausência de um controle adequado de embarque e desembarque dos alunos durante o trajeto, processo que, quando realizado manualmente, está sujeito a falhas, como esquecimento de registros, dificuldade de acompanhar quais alunos já embarcaram ou desembarcaram, e ausência de um histórico organizado das viagens realizadas. Essa falta de controle compromete a segurança dos estudantes e dificulta a atuação da gestão municipal na fiscalização do serviço.

No município de Picos-PI, o transporte escolar atende atualmente 39 escolas, por meio de 71 rotas operadas com 76 veículos, 72 condutores e 50 monitores, beneficiando um total de 3.241 alunos matriculados na rede municipal de ensino (Secretaria Municipal de Educação de Picos-PI; Sistema Eletrônico de Gestão do Transporte Escolar — SETE, 2026). Diante dessa dimensão operacional, o controle manual das informações, como o registro de embarque e desembarque dos estudantes, torna-se um desafio significativo para a gestão pública, exigindo soluções tecnológicas capazes de organizar e automatizar esses processos.

O transporte escolar é, sem dúvidas, um importante passo para assegurar o acesso à educação, não sendo possível falar em universalização da educação e em

educação de qualidade sem que esse serviço seja garantido (Silva et al., 2017).

A utilização de aplicativos móveis no transporte escolar pode resultar em diversos benefícios tangíveis. Por meio de análise em tempo real e algoritmos avançados, os aplicativos garantem que os ônibus escolares utilizem trajetos mais eficientes, reduzindo o tempo de viagem e o consumo de combustível. Essas tecnologias não apenas melhoram a eficiência e a segurança do transporte escolar, mas também promovem uma comunicação mais eficaz entre todas as partes envolvidas, criando um ambiente mais seguro, confiante e bem-organizado para os estudantes (Moraes et al., 2025).

Considerando fatores como o número de estudantes, endereços de embarque e desembarque, horários e condições de tráfego, essas ferramentas criam rotas eficientes, economizando tempo e trazendo maior efetividade a esse tipo de serviço público.

Nesse sentido, o presente projeto tem como propósito substituir métodos manuais por um sistema automatizado e seguro de controle dos estudantes no transporte escolar, promovendo maior segurança e organização nas rotinas escolares. Com esse controle, elimina-se a possibilidade de estudantes não autorizados utilizarem o serviço sem que haja um acompanhamento rigoroso por parte dos responsáveis pela gestão do transporte escolar.

2 JUSTIFICATIVA

A escolha deste tema justifica-se pela necessidade de modernizar a gestão do transporte escolar, que em muitas cidades, como Picos-PI, ainda depende de métodos manuais, pouco informatizados a falhas humanas, como perda de registros, ausência de histórico de atendimento e dificuldade de comunicação entre motoristas, monitores e gestão municipal.

Em uma sociedade cada vez mais conectada, é contraditório que um serviço essencial à permanência de milhares de estudantes na escola, ainda funcione sem ferramentas básicas de monitoramento e controle. Segundo PINTO (2017), com a evolução da tecnologia, o mundo e a sociedade estão cada vez mais dependentes dela. Nos dias atuais, as pessoas fazem uso de smartphones e tablets em diversas atividades do cotidiano. Uma das principais conquistas com essa revolução tecnológica, é no campo da comunicação. As novas tecnologias facilitam a comunicação e a entrega de informações entre pessoas e empresas.

O público-alvo beneficiado por esta pesquisa abrange três frentes: os alunos, que garantem seu direito de acesso à escola com maior pontualidade e segurança; os monitores e motoristas, que passam a contar com uma ferramenta digital para registrar embarques, desembarques e ocorrências do trajeto de forma organizada, reduzindo a dependência de anotações manuais e falhas de comunicação; e a gestão municipal, que passa a ter um controle efetivo sobre rotas, frequências e o desempenho geral do serviço.

Conforme aponta Silva et al. (2017), o transporte escolar é um passo fundamental para a universalização do ensino, e esta ferramenta digital atua diretamente na redução das desigualdades de acesso à educação.

Como profissional em formação na área de tecnologia, este projeto contribui significativamente para o meu desenvolvimento técnico, permitindo aplicar conceitos práticos de desenvolvimento de software a um problema real da minha comunidade. Dessa forma, a pesquisa não se limita à teoria, mas se propõe a entregar uma solução funcional e aplicável à realidade do transporte escolar de Picos-PI.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Desenvolver uma aplicação web para monitoramento do transporte escolar, com funcionalidades de registro de embarque e desembarque de alunos, visando otimizar o controle e a organização do serviço no município de Picos-PI.

3.2 Objetivos Específicos

- Levantar os requisitos funcionais necessários para o desenvolvimento do sistema, como autenticação de monitores, registro de embarque e desembarque, e geração de relatórios;
- Desenvolver uma aplicação web para monitoramento do transporte escolar, com funcionalidades de registro de embarque e desembarque de alunos, geração de relatórios em PDF e funcionamento em modo offline;
- Avaliar a usabilidade da aplicação junto a monitores do transporte escolar municipal, por meio da aplicação de um questionário fundamentado na técnica *System Usability Scale* (SUS).

4 REFERENCIAL TEÓRICO

De acordo com a Declaração Universal dos Direitos Humanos, cada indivíduo tem direito à Educação, que desempenha um papel importante no desenvolvimento das capacidades intelectuais, físicas, emocionais e morais, permitindo atuar com autonomia, liberdade e independência dentro da comunidade, sociedade e Estado (ONU, 1948). A Educação é, portanto, uma das necessidades fundamentais do ser humano.

O transporte escolar está diretamente relacionado ao direito à educação, garantindo que estudantes, especialmente da rede pública, tenham acesso e permanência na escola. De acordo com a Constituição Federal de 1988, a educação é um direito social, sendo dever do Estado promover condições adequadas para seu pleno exercício (Brasil, 1988). Nesse contexto, o transporte escolar torna-se um serviço essencial para assegurar a igualdade de acesso ao ensino.

Além do aspecto legal, a organização e a qualidade do transporte escolar impactam diretamente a segurança e o desempenho dos alunos. A ausência de planejamento adequado, controle de rotas e monitoramento pode comprometer a eficiência do serviço e gerar riscos à integridade dos estudantes.

4.1 Transporte Escolar e Direito à Educação

O transporte escolar é uma política pública que busca garantir o acesso à escola, principalmente em áreas rurais e periféricas. Segundo a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB (Lei nº 9.394/1996), é responsabilidade do poder público oferecer condições para o acesso e permanência do aluno na escola (Brasil, 1996). Como consequência do direito à Educação e para garantir sua universalização, está incluso o direito ao transporte público escolar: o compromisso do Estado com a educação pública é concretizado, entre outros, pela garantia de transporte ao estudante (art. 4º, VIII), sendo responsabilidade dos Estados e Municípios fornecer o transporte escolar para alunos das suas redes de ensino (art. 10, VII e art. 11, VI) (Brasil, 1996).

Segundo Zuin; Santiago (2024), para muitos estudantes, o direito à Educação está intrinsecamente ligado ao direito ao transporte público, como meio de

alcançar seu principal objetivo: aprender. Dada a localização dispersa das unidades de ensino e a distância entre as moradias em zonas rurais, associada à condição econômica precária de muitas famílias brasileiras que não dispõem de meios próprios de transporte, a oferta de transporte escolar público gratuito torna-se essencial (ZUIN; SANTIAGO, 2024).

Dessa forma, o transporte escolar não deve ser visto apenas como um deslocamento físico, mas como um instrumento que viabiliza o direito à educação. Quando o serviço apresenta falhas, atrasos ou falta de organização, o impacto recai diretamente sobre a frequência e o rendimento escolar.

4.1.1 Tecnologia na Gestão de Serviços Públicos

O avanço da tecnologia tem transformado a forma como os serviços públicos são organizados e monitorados. Sistemas baseados em geolocalização, aplicativos móveis e bancos de dados em tempo real permitem maior controle, transparência e eficiência na prestação de serviços.

A utilização de tecnologias móveis na gestão pública contribui para melhorar a comunicação entre governo e cidadãos, além de facilitar a tomada de decisões com base em dados. No contexto do transporte escolar, a aplicação dessas tecnologias pode oferecer acompanhamento em tempo real, registro digital de presença e notificações automáticas. Entre as funcionalidades mais avançadas dessas tecnologias estão o monitoramento contínuo da localização do veículo, a identificação rápida de desvios ou atrasos, o histórico de rotas para análise futura, e o envio automático de alertas em situações de risco, como paradas imprevistas ou desvios não autorizados (Jaya et al., 2021; Perusomula et al., 2023; Raikar et al., 2023).

4.1.1.1 Geolocalização e Monitoramento em Tempo Real

A geolocalização é uma tecnologia que permite identificar a posição de um dispositivo por meio de sinais de GPS ou redes móveis. Essa ferramenta é amplamente utilizada em aplicativos de transporte urbano e logística, possibilitando o acompanhamento de rotas e estimativas de chegada.

A popularização dos smartphones tem permitido que aplicações móveis desempenhem papel crucial na modernização do transporte escolar, facilitando a gestão de rotas, motoristas e escolas. Existem aplicativos que permitem a criação, otimização e monitoramento em tempo real de rotas de ônibus escolares, assegurando trajetos mais eficientes e seguros (Korkmaz et al., 2019).

De acordo com Moraes et al. (2025), a utilização de aplicativos móveis no transporte escolar resulta em benefícios tangíveis: por meio de análise em tempo real, os aplicativos garantem trajetos mais eficientes, reduzem o tempo de viagem e promovem comunicação mais eficaz entre todas as partes envolvidas, criando um ambiente mais seguro e organizado para os estudantes.

Embora tecnologias como a geolocalização em tempo real representem o estado da arte em sistemas de transporte, sua implementação demanda infraestrutura de conectividade constante — recurso nem sempre disponível em trajetos rurais, como identificado durante a etapa de testes deste trabalho. Diante disso, optou-se pelo desenvolvimento de um sistema baseado em registro manual assistido pelo monitor, com arquitetura offline-first, priorizando a confiabilidade do registro de embarque e desembarque mesmo em condições de conectividade limitada.

5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de propor e implementar uma solução tecnológica para o monitoramento do transporte escolar municipal de Picos-PI. Para isso, foram definidos métodos que permitiram compreender o problema, levantar requisitos, desenvolver o sistema e avaliar sua usabilidade junto aos usuários finais.

5.1 Modalidade de Pesquisa

Quanto ao propósito, a pesquisa é classificada como exploratória e descritiva. É exploratória porque buscou compreender melhor como funciona o transporte escolar no município de Picos e quais são as principais dificuldades enfrentadas pelos monitores. Também é descritiva, pois descreve a realidade do serviço e as necessidades dos usuários identificadas durante os testes.

A pesquisa exploratória foi desenvolvida por meio de levantamento bibliográfico, permitindo a compreensão dos principais conceitos, abordagens teóricas e discussões já existentes sobre o tema, servindo de base para as etapas posteriores da investigação (Gil, 2008). Segundo Gil (2008), a pesquisa exploratória tem como finalidade "proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses", sendo especialmente adequada quando o tema ainda é pouco estudado.

A pesquisa também é descritiva, pois, de acordo com Gil (2008), esse tipo de pesquisa tem como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno. Com base no retrato situacional levantado, foi desenvolvida uma solução prática: o sistema BusControl, aplicativo web voltado à melhoria do serviço de transporte escolar municipal.

Quanto à abordagem, trata-se de uma pesquisa quali-quantitativa. A dimensão qualitativa está presente na observação das dificuldades relatadas pelos monitores durante os testes de uso do sistema; a dimensão quantitativa está presente na aplicação do questionário *System Usability Scale* (SUS), que gera uma pontuação numérica (0 a 100) da usabilidade percebida. Em relação aos procedimentos técnicos, a pesquisa combinou levantamento bibliográfico, para

fundamentação teórica, com pesquisa de campo, já que, conforme destaca Gil (2008), a pesquisa de campo busca informações diretamente na realidade onde os fenômenos ocorrem.

5.2 Instrumentos de Coleta de Dados

Para descrever a situação atual do transporte escolar municipal, foram utilizados dados fornecidos pela Secretaria Municipal de Educação de Picos-PI e pelo Sistema Eletrônico de Gestão do Transporte Escolar (SETE), referentes ao número de escolas, rotas, veículos, condutores, monitores e alunos atendidos pelo serviço.

Para a avaliação do sistema desenvolvido, foi realizada pesquisa de campo com monitores do transporte escolar municipal, responsáveis por rotas já cadastradas no sistema BusControl. Os instrumentos de coleta utilizados nessa etapa foram: observação direta durante a execução de tarefas pré-definidas no sistema (login, registro de embarque, falta, desembarque e encerramento de viagem); e aplicação de questionário estruturado, fundamentado na técnica *System Usability Scale* (SUS), para avaliação quantitativa da usabilidade percebida.

5.3 Participantes da Pesquisa

Participaram da pesquisa monitores do transporte escolar municipal de Picos-PI, responsáveis por rotas já cadastradas no sistema. Ao todo, 10 monitores testaram o sistema e responderam ao questionário de avaliação de usabilidade, buscando-se compreender percepções, dificuldades e sugestões relacionadas ao uso da ferramenta no contexto real do transporte escolar municipal.

5.3.1 Aspectos éticos da pesquisa

Todos os monitores participaram de forma voluntária, após serem informados sobre os objetivos da pesquisa, podendo desistir a qualquer momento sem qualquer prejuízo. As informações coletadas foram mantidas em anonimato, sem divulgação de nomes ou dados pessoais nos resultados apresentados neste trabalho, sendo utilizadas exclusivamente para fins acadêmicos. A pesquisa não ofereceu riscos físicos ou psicológicos aos participantes, e foram respeitadas as normas de proteção de dados pessoais durante todo o processo de coleta.

5.4 Levantamento de Requisitos

O levantamento de requisitos foi realizado a partir da observação das rotinas manuais de controle utilizadas pelos monitores do transporte escolar municipal de Picos-PI, bem como de conversas informais com os responsáveis pela gestão do serviço. Esse levantamento permitiu identificar as funcionalidades essenciais para a substituição do processo manual por um sistema digital, além dos atributos de qualidade necessários para garantir sua adoção pelos usuários finais, especialmente diante do perfil de público sem experiência prévia com sistemas digitais de gestão.

Os requisitos foram organizados em requisitos funcionais (RF), que descrevem as funcionalidades que o sistema deve executar, e requisitos não funcionais (RNF), que descrevem as características de qualidade e restrições sob as quais o sistema deve operar.

Os requisitos funcionais identificados para o sistema BusControl estão apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 - Requisitos funcionais

Código	Descrição
RF01	O sistema deve permitir a autenticação do monitor por meio de CPF e senha.
RF02	O sistema deve exibir, após o login, os dados da rota vinculada ao monitor autenticado (motorista, escola(s) e lista de alunos).
RF03	O sistema deve permitir o registro individual de embarque de cada aluno.
RF04	O sistema deve permitir o registro de falta de aluno que não compareceu ao embarque.
RF05	O sistema deve permitir o registro de desembarque individual de cada aluno, com indicação do local.
RF06	O sistema deve salvar automaticamente o local de desembarque de cada aluno para reutilização em viagens futuras.
RF07	O sistema deve permitir o encerramento da viagem, consolidando os dados de embarque, falta e desembarque registrados.
RF08	O sistema deve gerar um relatório em formato PDF ao final da viagem, contendo o resumo do atendimento realizado.
RF09	O sistema deve exibir contadores em tempo real de alunos totais, no ônibus, entregues e faltantes durante a viagem.

Fonte: Elaborado pela autora (2026).

Os requisitos não funcionais, que definem as características de qualidade e as restrições sob as quais o sistema deve operar, estão descritos

no Quadro 2.

Quadro 2 - Requisitos não funcionais

Código	Descrição
RNF01	O sistema deve funcionar em modo offline (arquitetura offline-first), permitindo o registro de dados mesmo sem conexão à internet, sincronizando-os posteriormente.
RNF02	O sistema deve ser acessível via navegador web, sem exigir instalação, podendo ser executado como aplicação web progressiva (PWA).
RNF03	A interface deve ser simples e intuitiva, adequada a usuários sem experiência prévia com sistemas digitais de gestão.
RNF04	O sistema deve responder de forma ágil às interações do usuário, mesmo em dispositivos móveis de baixo desempenho.
RNF05	O sistema deve garantir a integridade e o anonimato dos dados dos monitores e alunos, conforme os aspectos éticos definidos na pesquisa.
RNF06	O sistema deve ser hospedado em ambiente de acesso público e disponível continuamente (Netlify).
RNF07	O banco de dados deve garantir a persistência e a consistência dos registros de embarque e desembarque (Supabase/PostgreSQL).

Fonte: Elaborado pela autora (2026).

5.5 O Sistema Desenvolvido

Para o desenvolvimento do sistema BusControl, foram utilizadas as seguintes tecnologias e ferramentas:

Quadro 3 - Tecnologias Utilizadas

Categoria	Tecnologias / Ferramentas
Front-end	React (biblioteca JavaScript); Arquitetura de aplicação web progressiva (PWA)
Back-end e Banco de Dados	Supabase (PostgreSQL) — banco de dados, autenticação e camada de dados
Hospedagem/Deploy	Netlify (hospedagem pública da aplicação)
Ambiente de Desenvolvimento	Visual Studio Code (VS Code); Node.js e npm; TypeScript
Ferramentas e Extensões	ESLint (padronização e qualidade de código); Prettier (formatação de código); Live Server; React Snippets
Arquitetura e Estratégias	Offline-first (armazenamento local com fila de sincronização, atendendo à limitação de conectividade identificada durante os testes); Geração de relatório em PDF via exportação/impressão do navegador

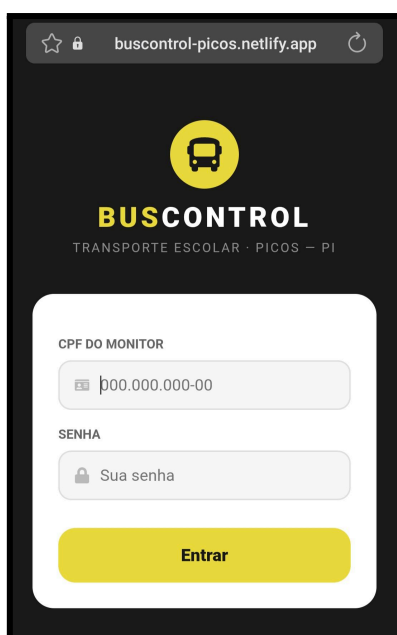
Fonte: Elaborado pela autora (2026).

O sistema BusControl foi desenvolvido como uma aplicação web, utilizando a biblioteca React no front-end e o Supabase (banco de dados PostgreSQL) como camada de dados e autenticação, hospedado na plataforma Netlify e disponível publicamente em: <https://buscontrol-picos.netlify.app/>.

O acesso ao sistema é realizado por meio de autenticação individual do monitor, utilizando CPF e senha (Figura 1). Após o login, o sistema exibe as informações da rota vinculada ao monitor, incluindo nome do motorista, escola(s) atendida(s) e a lista de alunos (Figura 2). Durante a viagem, o monitor registra o embarque, a falta ou o desembarque de cada aluno individualmente (Figura 3), sendo o local de desembarque salvo automaticamente para reutilização em viagens futuras (Figura 4). Ao final do trajeto, o sistema permite o encerramento da viagem e a geração de um relatório em formato PDF, contendo o resumo completo do atendimento realizado (Figuras 5 e 6).

A Figura 1 apresenta a tela de autenticação do sistema, na qual o monitor insere seu CPF e senha previamente cadastrados para acessar as informações da rota sob sua responsabilidade. Esse mecanismo garante que apenas monitores autorizados tenham acesso aos dados dos alunos.

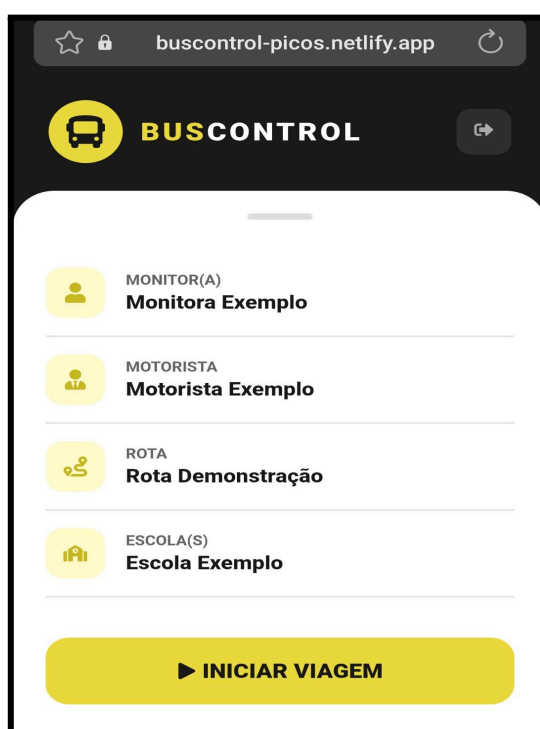
Figura 1 – Tela de login



Fonte: Elaborado pela autora (2026).

Na Figura 2, é exibida a tela inicial após o login, contendo os dados da rota vinculada ao monitor autenticado: nome do motorista, escola(s) atendida(s) e o botão para iniciar a viagem. Essa tela permite ao monitor confirmar rapidamente que está operando a rota correta antes do início do trajeto.

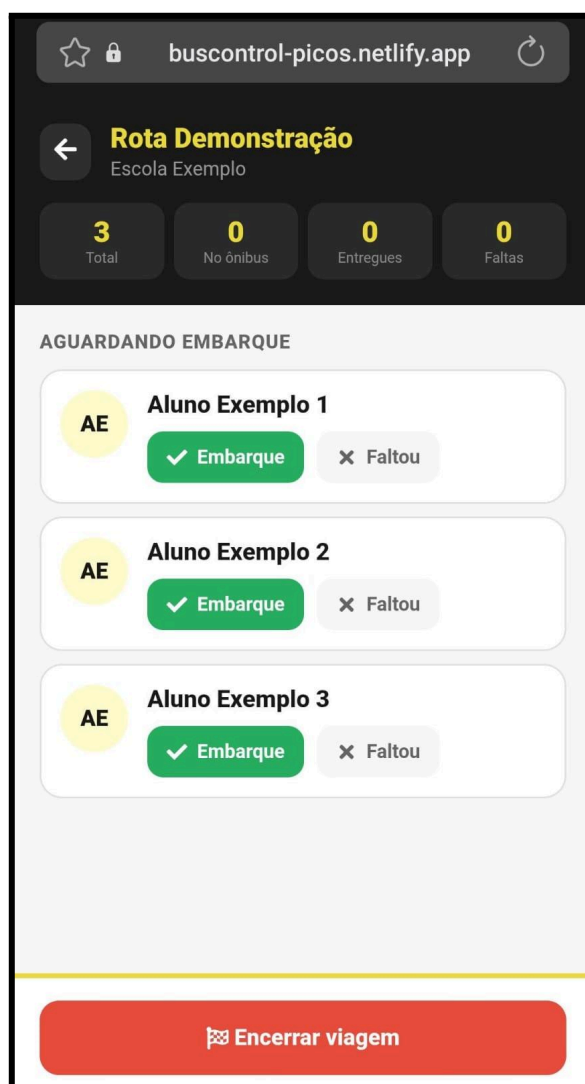
Figura 2 – Tela de identificação da rota e do monitor



Fonte: Elaborado pela autora (2026).

A Figura 3 mostra a tela de registro de embarque, na qual o monitor marca individualmente cada aluno como "Embarque" ou "Faltou" à medida que sobem no veículo. Os contadores no topo da tela (Total, No ônibus, Entregues, Faltas) são atualizados em tempo real conforme os registros são feitos.

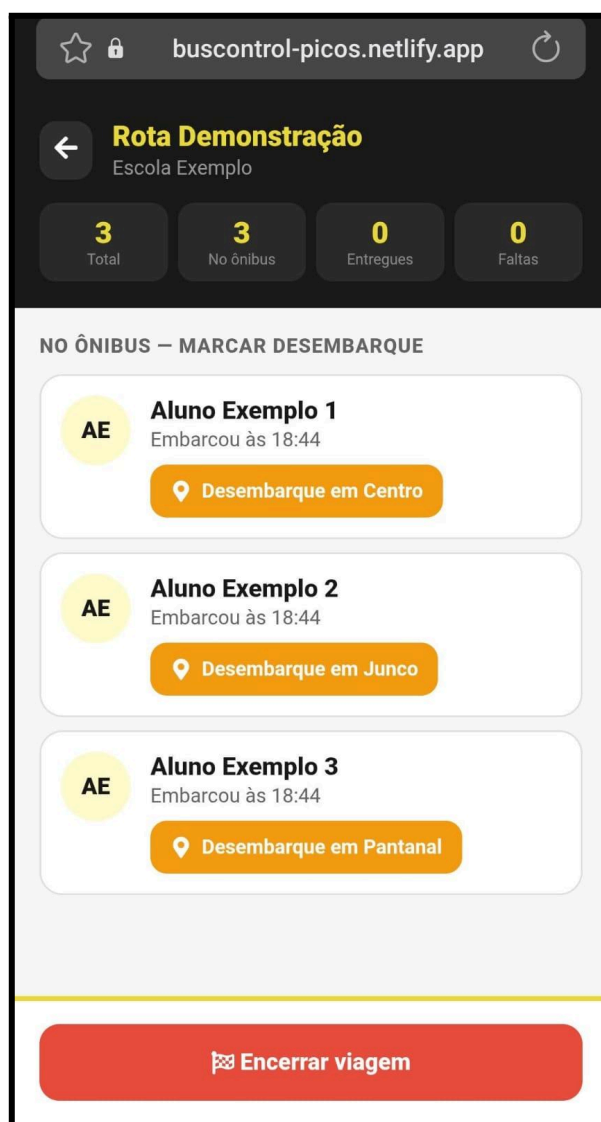
Figura 3 - Tela de registro de embarque e falta



Fonte: Elaborado pela autora (2026).

A Figura 4 apresenta a tela de registro de desembarque, exibida para os alunos que já embarcaram. Nela, o monitor confirma o local de desembarque de cada aluno, sendo esse local salvo automaticamente para reutilização nas viagens seguintes, reduzindo o tempo de registro em trajetos recorrentes.

Figura 4 – Tela de registro de desembarque



Fonte: Elaborado pela autora (2026).

Na Figura 5, é apresentada a tela de encerramento de viagem, disponível após o desembarque de todos os alunos. O monitor pode exportar o relatório da viagem em PDF ou iniciar uma nova viagem diretamente por essa tela.

Figura 5 - encerramento



Fonte: Elaborado pela autora (2026).

A Figura 6 exibe o relatório em PDF gerado ao final da viagem, contendo o resumo do atendimento: rota, data, motorista, monitor responsável, número total de alunos, quantidade de entregas e de faltas, além do horário de embarque e desembarque de cada aluno. Esse relatório serve como registro formal da viagem para consulta futura pela gestão municipal.

Figura 6 - relatório PDF

BUSCONTROL					
SISTEMA DE TRANSPORTE ESCOLAR MUNICIPAL - PICOS-PI					
ROTA	DATA	ENCERRADO ÀS	MOTORISTA	MONITOR(A)	
Rota Demonstração	08/08/2026	17:57	Motorista Exemplo	Monitora Exemplo	
3 TOTAL		3 ENTREGUES		0 FALTAS	
#	ALUNO	DESEMBARQUE	EMBARQUE	DESEMBARQUE	STATUS
1	Aluno Exemplo 1	Centro	17:56	17:57	Entregue
2	Aluno Exemplo 2	Junco	17:56	17:57	Entregue
3	Aluno Exemplo 3	Pantanal	17:56	17:57	Entregue
BusControl - Prefeitura Municipal de Picos - PI - Gerado em 08/08/2026, 17:58:07					

Fonte: Elaborado pela autora (2026).

A Figura 7 apresenta um trecho do código-fonte da função responsável pelo registro de embarque do aluno. Nela, observa-se a aplicação prática da arquitetura offline-first: o registro é salvo localmente antes de qualquer tentativa de comunicação com o servidor, e a sincronização com o banco de dados (Supabase) só ocorre caso haja conexão com a internet no momento da chamada (`navigator.onLine`), garantindo que nenhum dado seja perdido em trechos de rota sem sinal.

Figura 7 – Trecho de código da função de registro de embarque

```
●●● registrarEmbarque.js

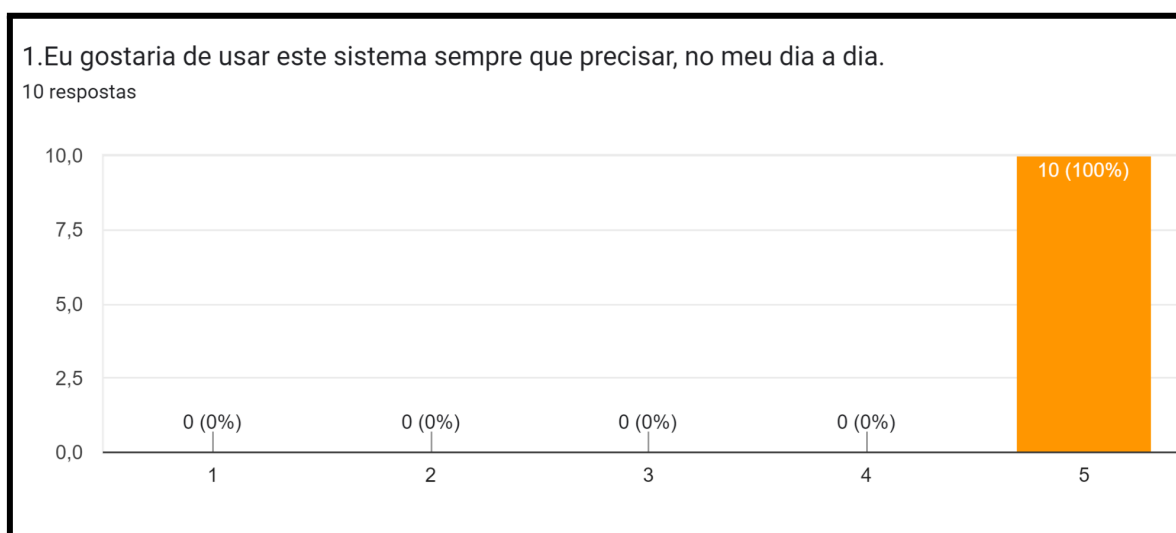
1 function registrarEmbarque(alunoId, rotaId) {
2   const horario = new Date().toLocaleTimeString();
3
4   // Atualiza o status do aluno para 'embarcado'
5   const registro = {
6     alunoId,
7     rotaId,
8     status: 'embarcado',
9     horarioEmbarque: horario,
10  };
11
12  // Salva localmente primeiro (offline-first)
13  await salvarLocal(registro);
14
15  // Tenta sincronizar com o Supabase se houver conexao
16  if (navigator.onLine) {
17    await supabase.from('embarques')
18      .insert(registro);
19  }
20 }
```

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Avaliação de Usabilidade

Para avaliar a usabilidade do sistema, foi aplicado o questionário System Usability Scale (SUS) junto a 10 monitores do transporte escolar municipal, após a execução de tarefas práticas no sistema (login, registro de embarque, falta, desembarque e encerramento de viagem). De modo geral, os resultados obtidos em cada um dos dez itens do questionário convergem para uma percepção amplamente positiva do sistema BusControl: os monitores relataram facilidade de uso, navegação intuitiva entre as telas, baixa necessidade de suporte técnico e confiança ao operar a ferramenta durante a execução das tarefas. Essa consistência entre os itens individuais reforça a validade da pontuação SUS geral obtida (98,5 pontos), classificada como "Excelente" segundo a escala de adjetivos de Bangor, Kortum e Miller (2009), indicando que a interface desenvolvida atendeu ao objetivo de ser acessível a um público sem experiência prévia com sistemas digitais de gestão.

Gráfico 1 — *Eu gostaria de usar este sistema sempre que precisar, no meu dia a dia.*

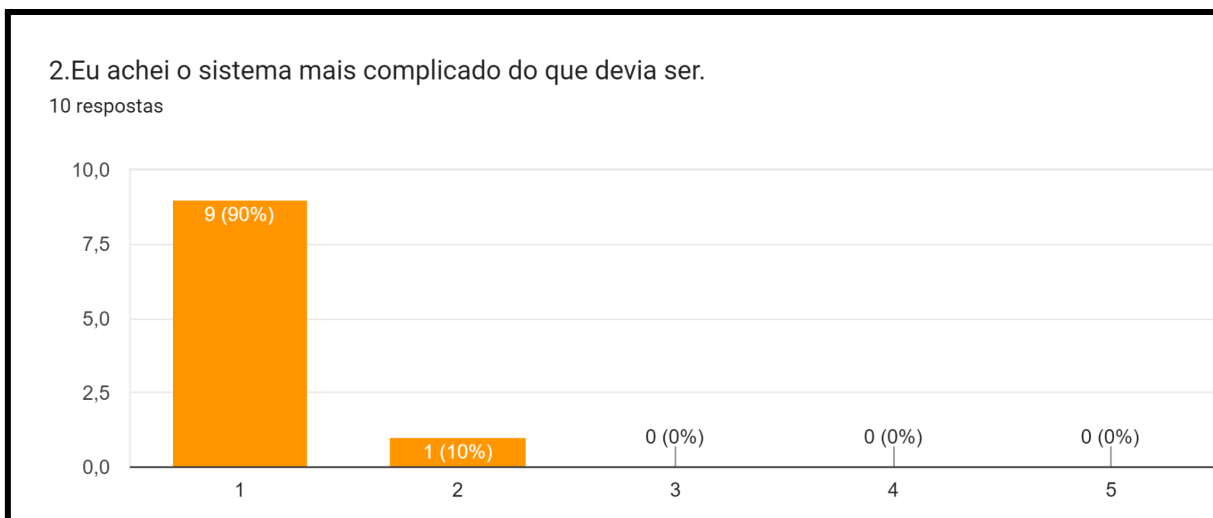


Fonte: Elaborado pela autora (2026).

Todas as 10 respostas (100%) indicaram concordância total (nota 5). Por se tratar de um item de caráter positivo dentro da escala SUS, esse resultado unânime indica que os monitores adotariam o sistema voluntariamente em sua rotina diária, sugerindo forte intenção de uso continuado e reforçando a viabilidade de expansão

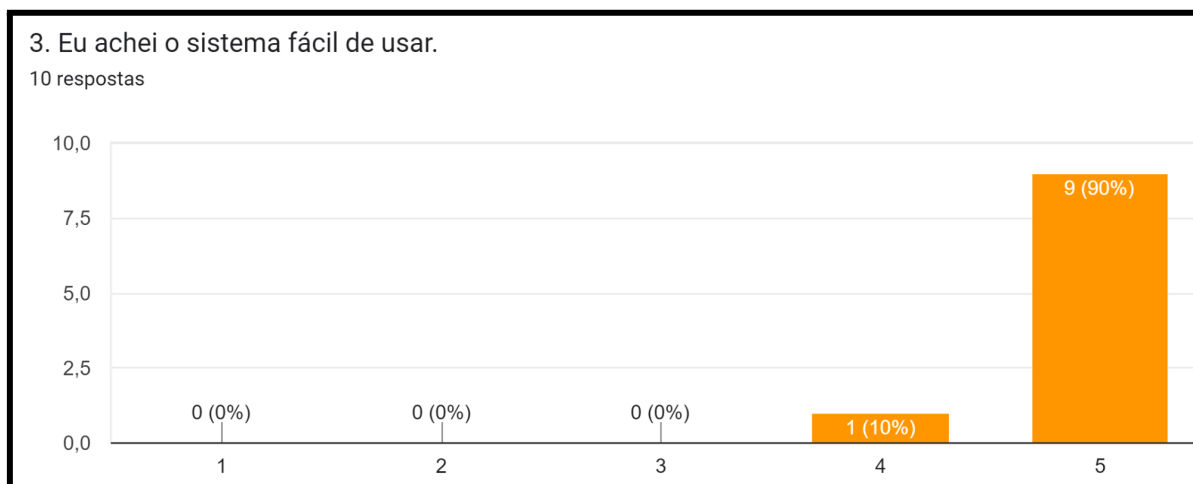
do BusControl para as demais rotas do transporte escolar municipal.

Gráfico 2 — *Eu achei o sistema mais complicado do que devia ser.*



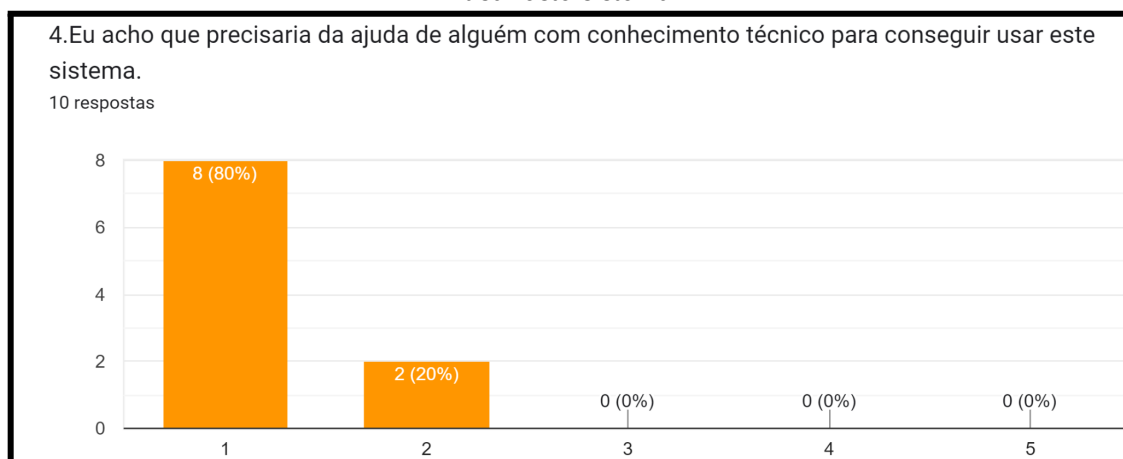
Fonte: Elaborado pela autora (2026).

Do total de 10 respostas, 9 (90%) discordaram totalmente e 1 (10%) discordou parcialmente (nota 2) dessa afirmação. Nenhuma resposta indicou concordância. Esse resultado é coerente com o caráter negativo do item dentro da escala SUS (itens ímpares avaliam aspectos positivos, e os pares avaliam aspectos negativos do sistema) e reforça que a maioria dos monitores não percebeu complexidade desnecessária na ferramenta. A resposta com nota 2 pode estar associada a uma dificuldade pontual de familiarização com o uso de smartphones no início do teste, e não ao fluxo do sistema em si.

Gráfico 3 — *Eu achei o sistema fácil de usar.*

Fonte: Autora (2026).

A grande maioria, 9 respostas (90%), concorda totalmente que o sistema é fácil de usar, com apenas 1 resposta (10%) na opção 4. Esse resultado confirma a percepção já indicada na Pergunta 2 e sustenta que a interface simplificada, com poucos elementos por tela e ações guiadas passo a passo (embarque, falta, desembarque), atendeu ao público de monitores sem experiência prévia com sistemas digitais de gestão.

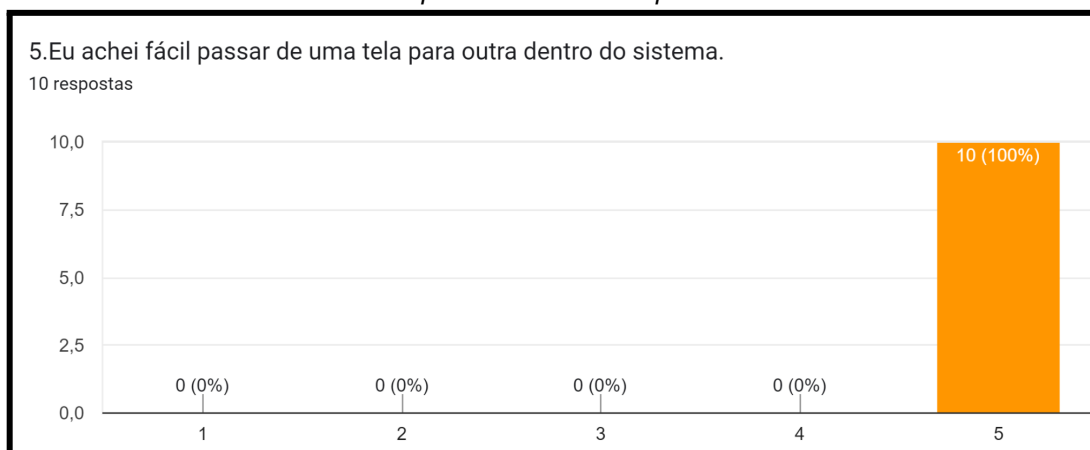
Gráfico 4 — *Eu acho que precisaria da ajuda de alguém com conhecimento técnico para conseguir usar este sistema.*

Fonte: Autora (2026).

A maior parte dos participantes, 8 (80%), discordou totalmente da afirmação, e 2 (20%) discordaram parcialmente, totalizando 100% de discordância. Nenhum monitor concordou com a afirmação. Esse padrão indica que o sistema foi percebido como autoexplicativo pela maioria, dispensando suporte técnico externo — um

resultado relevante considerando que o público-alvo não possui, em geral, familiaridade prévia com aplicações digitais de gestão.

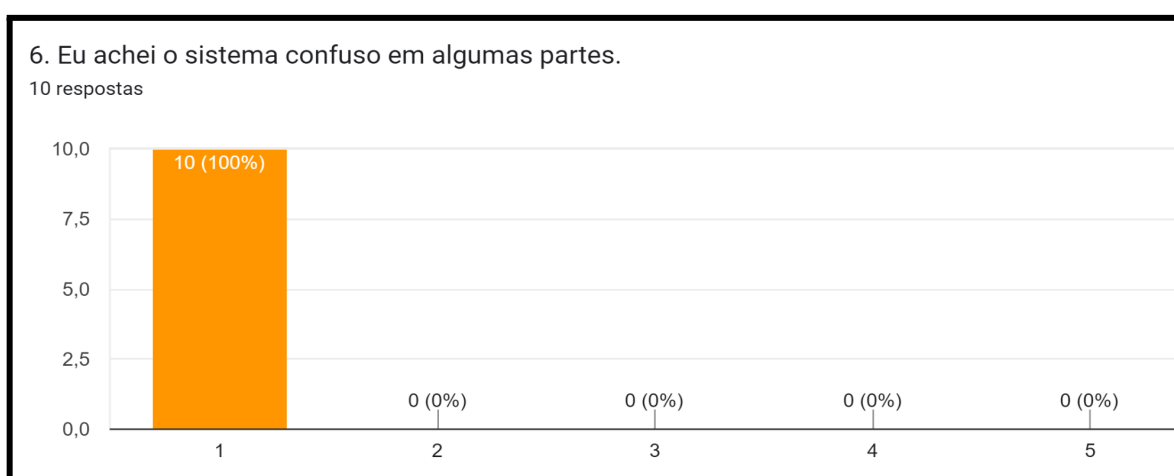
Gráfico 5 — *Eu achei fácil passar de uma tela para outra dentro do sistema.*



Fonte: Autora (2026).

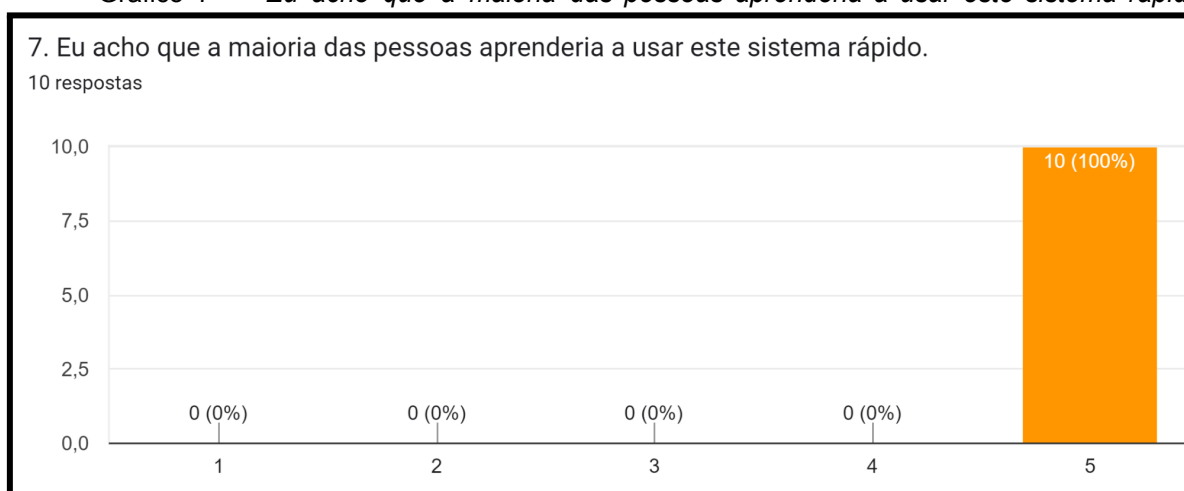
Houve concordância totalmente unânime: as 10 respostas (100%) indicaram nota máxima. Esse resultado sugere que a navegação linear do sistema — login, identificação da rota, registro de embarque/desembarque e encerramento — foi bem compreendida pelos monitores, sem pontos de confusão entre as etapas do fluxo de uso.

Gráfico 6 — *Eu achei o sistema confuso em algumas partes.*



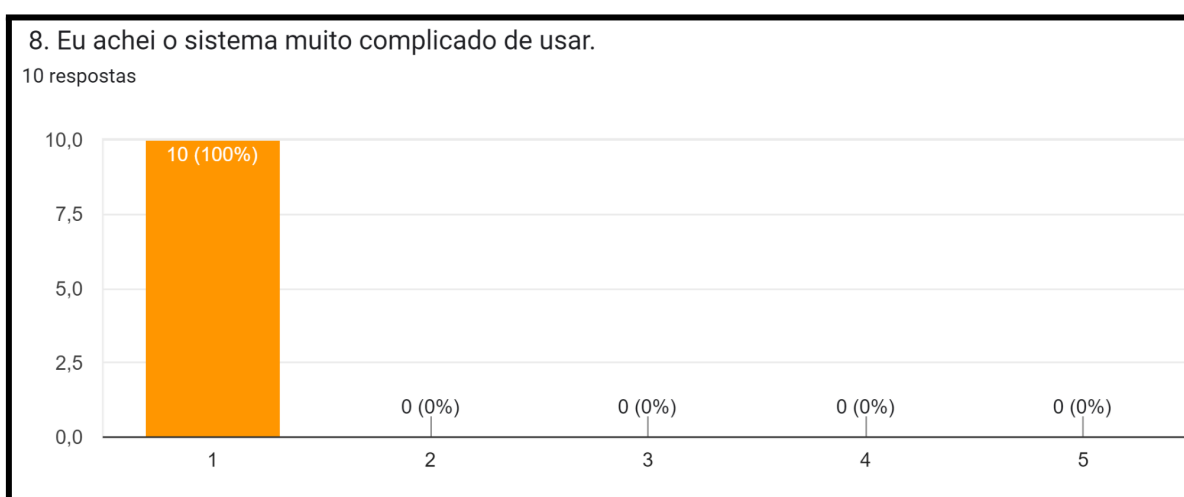
Fonte: Autora (2026).

Do total, as 10 respostas (100%) discordaram totalmente dessa afirmação. O resultado é consistente com os itens anteriores e reforça que, mesmo diante de um público sem experiência prévia com sistemas digitais, as telas do BusControl não geraram pontos de confusão perceptíveis durante a execução das tarefas propostas.

Gráfico 7 — *Eu acho que a maioria das pessoas aprenderia a usar este sistema rápido.*

Fonte: Autora (2026).

Assim como na Pergunta 5, houve concordância totalmente unânime (10 respostas, 100%). Esse resultado indica que os próprios monitores reconhecem a curva de aprendizado do sistema como baixa, o que é especialmente relevante para a viabilidade de expansão da ferramenta a outros monitores da rede municipal sem necessidade de treinamento extenso.

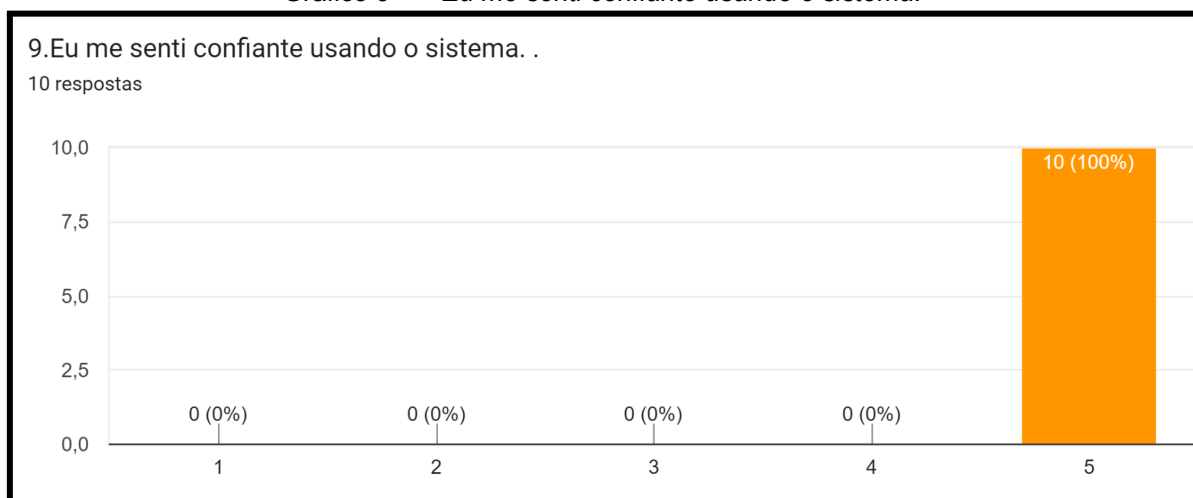
Gráfico 8 — *"Eu achei o sistema muito complicado de usar."*

Fonte: Autora (2026).

Do total, as 10 respostas (100%) discordaram totalmente dessa afirmação, repetindo o padrão de rejeição unânime já observado na Pergunta 6. Essa recorrência sugere consistência interna nas respostas dos monitores quanto à percepção de simplicidade do sistema, o que fortalece a validade dos resultados

obtidos.

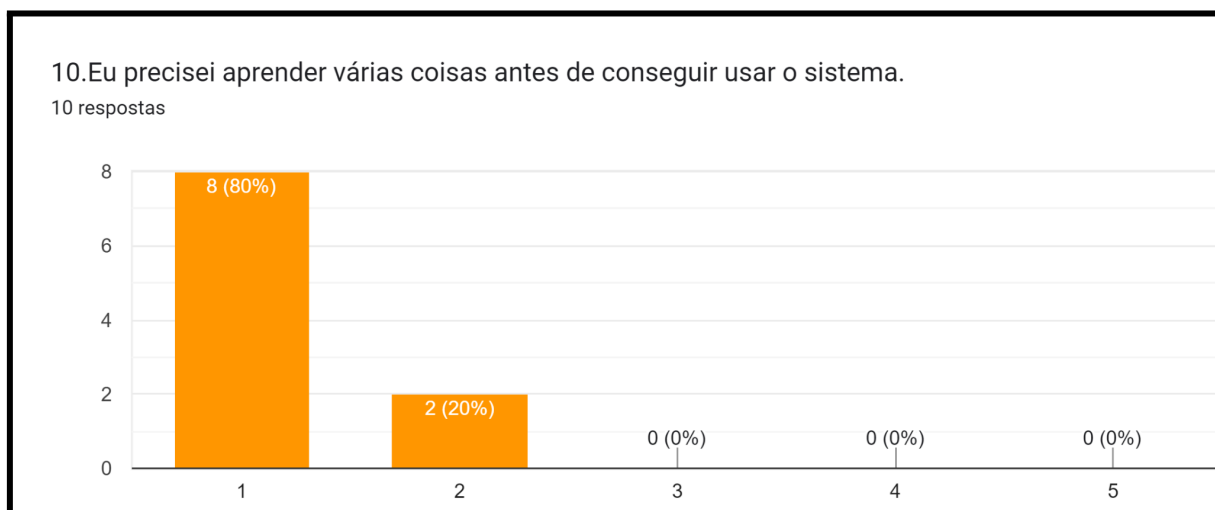
Gráfico 9 — "Eu me senti confiante usando o sistema."



Fonte: Autora (2026).

Todas as 10 respostas (100%) indicaram concordância total. Esse resultado complementa os dados de facilidade de uso e baixa necessidade de suporte técnico, indicando que, além de conseguir operar o sistema, os monitores se sentiram seguros ao realizar os registros de embarque e desembarque durante a viagem — fator importante, tratando-se de um serviço que envolve a segurança de crianças e adolescentes.

Gráfico 10 — "Eu precisei aprender várias coisas antes de conseguir usar o sistema."



Fonte: Autora (2026).

Das 10 respostas, 8 (80%) discordaram totalmente e 2 (20%) discordaram parcialmente dessa afirmação — ou seja, 100% discordaram. Esse resultado

confirma o que já apareceu nas Perguntas 2, 4, 6 e 8: os monitores conseguiram usar o sistema sem precisar aprender muita coisa antes, mostrando que o BusControl é fácil de aprender a usar, mesmo para quem não tinha experiência com esse tipo de ferramenta.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo geral desenvolver uma aplicação web para o monitoramento do transporte escolar municipal de Picos-PI, com funcionalidades de registro de embarque e desembarque de alunos, visando otimizar o controle e a organização do serviço. Ao final da pesquisa, considera-se que esse objetivo foi plenamente alcançado, com a implementação e o teste em campo do sistema BusControl junto a monitores reais do transporte escolar municipal.

Em relação aos objetivos específicos, todos foram cumpridos ao longo do desenvolvimento deste trabalho. O levantamento bibliográfico sobre o controle manual do transporte escolar em municípios com métodos pouco informatizados fundamentou a justificativa e o referencial teórico da pesquisa. Os requisitos funcionais e não funcionais necessários ao sistema foram levantados e documentados, orientando as decisões de projeto e desenvolvimento. A aplicação web foi desenvolvida com as funcionalidades de registro de embarque e desembarque, geração de relatórios em PDF e funcionamento em modo offline, atendendo à limitação de conectividade identificada durante os testes em campo. Por fim, a usabilidade do sistema foi avaliada junto a 10 monitores do transporte escolar municipal por meio do questionário System Usability Scale (SUS), obtendo classificação "Excelente".

Os resultados obtidos indicam que o sistema BusControl atende à proposta de substituir o controle manual por uma ferramenta digital acessível a um público sem experiência prévia com sistemas de gestão. A alta usabilidade percebida pelos monitores, aliada à arquitetura offline-first, sugere que o sistema é viável para uso continuado nas rotas do transporte escolar municipal de Picos-PI, contribuindo para a redução de falhas no registro de embarque e desembarque e para a modernização da gestão do serviço.

Como limitações deste trabalho, destaca-se que o sistema foi testado em apenas parte das rotas do transporte escolar municipal (das aproximadamente 71 rotas existentes), não contemplando ainda a totalidade da frota e dos monitores da rede. Além disso, a arquitetura offline-first, embora resolva o problema da conectividade limitada durante o trajeto, depende da sincronização posterior dos

dados, o que pode gerar atraso na disponibilização das informações para a gestão municipal em tempo real.

Como sugestões para trabalhos futuros, recomenda-se: (i) a expansão do sistema para a totalidade das rotas do transporte escolar municipal de Picos-PI; (ii) o desenvolvimento de um painel administrativo para a gestão municipal acompanhar, em tempo real, os dados consolidados de todas as rotas; (iii) a investigação de mecanismos de geolocalização complementares ao registro manual assistido, condicionados à disponibilidade de conectividade nas áreas rurais atendidas; e (iv) a avaliação de usabilidade do sistema junto a um número maior de monitores, de modo a ampliar a representatividade dos resultados obtidos.

REFERÊNCIAS

BANGOR, Aaron; KORTUM, Philip; MILLER, James. **Determining what individual SUS scores mean: adding an adjective rating scale.** *Journal of Usability Studies*, v. 4, n. 3, p. 114-123, 2009.

BARBOSA, Claudia Leite et al. A problemática e os desafios do transporte escolar rural para o trabalho docente no município de Acopiara-CE. In: **ANAIS DO IX CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (CONEDU)**. Maceió: Realize Editora, 2023. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2023/6581ca9a29c30_19122023135346.pdf. Acesso em: 27 fev. 2026.

BRASIL. **Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Brasília, DF: Presidência da República, 1988.

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996.** Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF: Presidência da República, 1996.

FUNDO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO (FNDE). **SETE: Sistema Eletrônico de Gestão do Transporte Escolar.** Brasília, DF: FNDE, 2026. Disponível em: <https://www.gov.br/fnde/pt-br/assuntos/sistemas/sete-sistema-eletronico-de-gestao-d-o-transporte-escolar>. Acesso em: 1 ago. 2026.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** 6. ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2008. Disponível em: <https://ayanrafael.files.wordpress.com/2011/08/gil-a-c-mc3a9todos-e-tc3a9cnicas-de-pesquisa-social.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2026.

JAYA, M. I.; TONG, G. X.; RAZAK, M. F. A.; ZABIDI, A.; HISHAM, S. I. **"Geofence Alerts Application With GPS Tracking For Children Monitoring (CTS)".** In: 2021 International Conference on Software Engineering & Computer Systems and 4th International Conference on Computational Science and Information Management (ICSECS-ICOCSIM), 2021. Anais [...] Pekan, Malaysia, IEEE, 2021. p. 222–226. DOI: 10.1109/ICSECS52883.2021.00047. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9537048/>. Acesso em: 21 jun 2026.

KORKMAZ, I.; CAMCI, A.; CENGİZ, C.; DIRİK, D.; CEKCI, E.; AKBABA, F. M. **"A Smart School Bus Tracking System"**. In: 2019 International Symposium on Networks, Computers and Communications (ISNCC), 2019. Anais [...] Istanbul, Turkey, IEEE, 2019. p. 1–6. DOI: 10.1109/ISNCC.2019.8909188. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8909188/>. Acesso em: 22 jun 2026.

MORAES, Matheus Henrique Morato de et al. **Tecnologias da informação e comunicação aplicadas ao transporte escolar: inovações e impactos.** *Caderno Pedagógico*, v. 22, n. 1, p. 1-26, 2025. DOI: 10.54033/cadpedv22n1-053. Disponível em: <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/13191>. acesso em: 26 jul. 2026

ONU (Organização das Nações Unidas). **Declaração Universal dos Direitos Humanos**. In: ASSEMBLEIA GERAL DAS NAÇÕES UNIDAS, 1948, Paris. Anais... Paris, França: ONU, 1948. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91601-declaracao-universal-dos-direitos-humanos>. Acesso em: 20 jun. 2026.

PERUSOMULA, H.; MARRIWADA, V.; VALLEPU, S. K.; SESHAM, K.; GUDAPATI, R. C.; GARIKIPATI, J. Geo-Fencing and Overspeed Alert SMS System. In: 2023 **SECOND INTERNATIONAL CONFERENCE ON ELECTRONICS AND RENEWABLE SYSTEMS (ICEARS)**, 2023. Anais [...] Tuticorin, Índia: IEEE, 2023. p. 584–589. DOI: 10.1109/ICEARS56392.2023.10085114. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10085114/>. Acesso em: 10 jul. 2026.

PINTO, Mateus Ferreira. **Aplicativo mobile para auxílio no transporte escolar**. 2017. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas) – Faculdade de Tecnologia de Ourinhos, Ourinhos, 2017. Disponível em: https://ric.cps.sp.gov.br/bitstream/123456789/1934/1/20172S_PINTOMateusFerreira_OD0285.pdf. Acesso em: 25 jul. 2026.

RAIKAR, M. M.; ANGADI, K.; REDDY, S.; NAIK, N.; DODDWADA, A. **Fleet Tracking and Geofencing using the Internet of Things (IoT)**. In: 2023 THIRD INTERNATIONAL CONFERENCE ON SECURE CYBER COMPUTING AND COMMUNICATION (ICSCCC), 2023. Anais [...] Jalandhar, Índia: IEEE, 2023. p. 463–468. DOI: 10.1109/ICSCCC58608.2023.10176660. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10176660/>. Acesso em: 10 jul. 2026.

SILVA, Beatriz Caroline Ferreira et al. **Transporte escolar é prioridade absoluta**. São Paulo: Instituto Alana, 2017. Disponível em: <https://prioridadeabsoluta.org.br/wp-content/uploads/2017/07/transporte-escolar-e-prioridade-absoluta.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2026.

ZUIN, Aparecida Luzia Alzira; SANTIAGO, Alexandre Jésus de Queiroz. **O impacto do transporte público escolar no acesso à educação em áreas rurais de Porto Velho (RO)**. *Cuadernos de Educación y Desarrollo*, v. 16, n. 5, e4278, 2024. DOI: 10.55905/cuadv16n5-092. Disponível em : <https://ojs.cuadernoseducacion.com/ojs/index.php/ced/article/view/4278>. Acesso em: 23 jun. 2026

