

BusKá: Um Sistema Integrado para Planejamento, Execução e Monitoramento do Transporte Escolar Público

Victor Rodrigues¹, Wendell Oliveira¹, Júlio Alcantara¹, Lucas Melo¹,
Matheus Germano¹, Pedro Simões¹, Carlos Eduardo S. Pires¹

¹ Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
Campina Grande, Paraíba, Brasil

victor.emanuel.barbosa.rodrigues@ccc.ufcg.edu.br,
wendell.oliveira@splab.ufcg.edu.br,
{julio.cesar.silva.alcantara, lucas.emanuel.melo,
matheus.medeiros.germano, pedro.henrique.lima.simoes}
@ccc.ufcg.edu.br, cesp@dsc.ufcg.edu.br

Abstract. *This paper presents BusKá, a digital system for managing public school transportation in Brazilian municipalities. The solution digitalizes and integrates operational processes through a data-driven approach in which routes consider actual student demand, promoting greater predictability and operational control. To demonstrate its feasibility, a unified mobile application (MVP) was developed, organized into role-based interfaces: (i) a management interface for route planning and monitoring; (ii) a driver interface that supports route execution based on student demand; and (iii) a student interface that enhances service visibility. The initial evaluation indicates potential to improve operational efficiency, transparency, and reliability in school transportation.*

Resumo. *Este artigo apresenta o BusKá¹, um sistema digital para a gestão do transporte escolar público em municípios brasileiros. A solução digitaliza e integra processos operacionais por meio de uma abordagem orientada a dados, na qual as rotas consideram a demanda real de estudantes, promovendo maior previsibilidade e controle da operação. Para demonstrar sua viabilidade, foi desenvolvido um aplicativo móvel (MVP) estruturado por perfis de acesso: (i) uma interface de gestão para planejamento e monitoramento das rotas; (ii) uma interface para motoristas, com suporte à execução da rota conforme a demanda; e (iii) uma interface para estudantes, ampliando a visibilidade do serviço. A avaliação inicial indica potencial para melhorar a eficiência operacional, a transparência e a confiabilidade do transporte escolar.*

1. Introdução

O transporte escolar é um pilar fundamental para a garantia do direito à educação no Brasil, especialmente em municípios com extensa zona rural. Instituído como dever do Estado e apoiado por políticas como o Programa Nacional de Apoio ao Transporte

¹Vídeo de demonstração da ferramenta: <https://youtu.be/LmE9hr4vy5M>

Repositório Github com o código-fonte: <https://github.com/BusKa-org/buska-frontend>

Repositório Github com a API: <https://github.com/BusKa-org/buska-backend>

Binário Executável no Android: <https://tinyurl.com/buska-v100-beta-6>

do Escolar (PNATE), esse serviço visa assegurar o acesso e a permanência dos estudantes na rede pública de ensino, combatendo a evasão escolar [Carvalho et al. 2020, Amariz et al. 2025]. No entanto, a gestão dessa logística tornou-se um desafio complexo para as administrações municipais.

Nas últimas décadas, a nucleação das escolas do campo, caracterizada pelo fechamento de unidades rurais e pela transferência de alunos para polos urbanos, intensificou a dependência do transporte escolar [Evangelista et al. 2017]. Como consequência, aumentaram as distâncias e o tempo de deslocamento dos estudantes. Estudos indicam correlação entre longos períodos no transporte e baixo desempenho acadêmico, evidenciando prejuízos ao rendimento discente [Goulart et al. 2019, Barbosa 2024].

Apesar de sua importância, o planejamento do transporte escolar em muitas prefeituras ainda é realizado de forma manual, frequentemente por meio de grupos em redes sociais, sem dados precisos sobre a demanda. Isso resulta em rotas ineficientes, altos custos operacionais e falta de transparência. A ausência de sistemas integrados para gestão da frota, roteirização e comunicação com os usuários compromete a otimização dos recursos públicos e a qualidade do serviço.

Para mitigar esses problemas, apresentamos o *BusKá*, uma plataforma integrada (MVP) desenvolvida para modernizar a gestão do transporte escolar municipal. A solução atua em três frentes: (i) **otimização de gestão**, fornecendo aos administradores ferramentas para roteirização baseada na demanda real dos alunos; (ii) **apoio operacional**, organizando a execução diária do transporte com visibilidade sobre operação e alinhamento entre motorista, alunos e gestores; e (iii) **transparência social**, permitindo que estudantes visualizem o trajeto em tempo real. Sendo assim, o sistema busca apoiar gestores públicos na tomada de decisões no que se diz respeito a modalidade estudantil.

2. Trabalhos Relacionados

A literatura e o mercado apresentam algumas abordagens para o problema do transporte escolar. No entanto, observa-se uma lacuna quanto a soluções que integrem a otimização logística com a gestão pública em uma arquitetura escalável. Navajas e Juvenal (2021) desenvolveram o sistema “VanBora”, voltado à gestão do transporte escolar privado. A solução prioriza o controle financeiro, gestão de contratos e pagamentos entre pais e motoristas autônomos [Navajas and Juvenal 2021]. Diferentemente do proposto no *BusKá*, essa abordagem não atende às necessidades das prefeituras, que gerenciam frotas públicas e necessitam de controle sobre alocação de recursos, cumprimento de rotas licitadas e economia de combustível, em vez de faturamento individual.

Mais alinhado à gestão pública, Andrade (2024) apresenta o “*School Bus*”, um sistema aplicado ao município de Queimadas-PB que foca no rastreamento em tempo real e notificações para os responsáveis [Andrade 2024]. Apesar de representar um avanço na transparência, a solução opera primordialmente no monitoramento passivo de localização. O *BusKá* se diferencia ao adotar uma arquitetura *multi-tenant*, escalável para múltiplas prefeituras, e por integrar a inteligência de análise e gestão diretamente no dispositivo móvel do administrador. Diferente do monitoramento puramente geográfico, o *BusKá* processa métricas vitais como consumo médio (km/l), quilometragem rodada e taxa de ocupação por linha, fornecendo aos gestores uma visão consolidada dos custos e da eficiência da frota para embasar a tomada de decisão.

3. Arquitetura da Solução

A arquitetura do *BusKá*, ilustrada na Figura 1, é dividida em três camadas: *Client Zone* (interface), *Backend & Database* e Serviços Externos. A *Client Zone* (camada de apresentação) foi desenvolvida em React Native², JavaScript³ e TypeScript⁴, e gerencia a interação com os usuários, utilizando o *Auth Manager* para controle de tokens JWT. Módulos como o *Location Service* e o *Trip UI* são responsáveis pelo acesso ao GPS e visualização das rotas, enquanto o *Presence Manager* atua na confirmação automática de alunos nas viagens. A comunicação com o servidor ocorre via chamadas à API, e o sistema conta com um *Notification Handler* para receber alertas *push*.

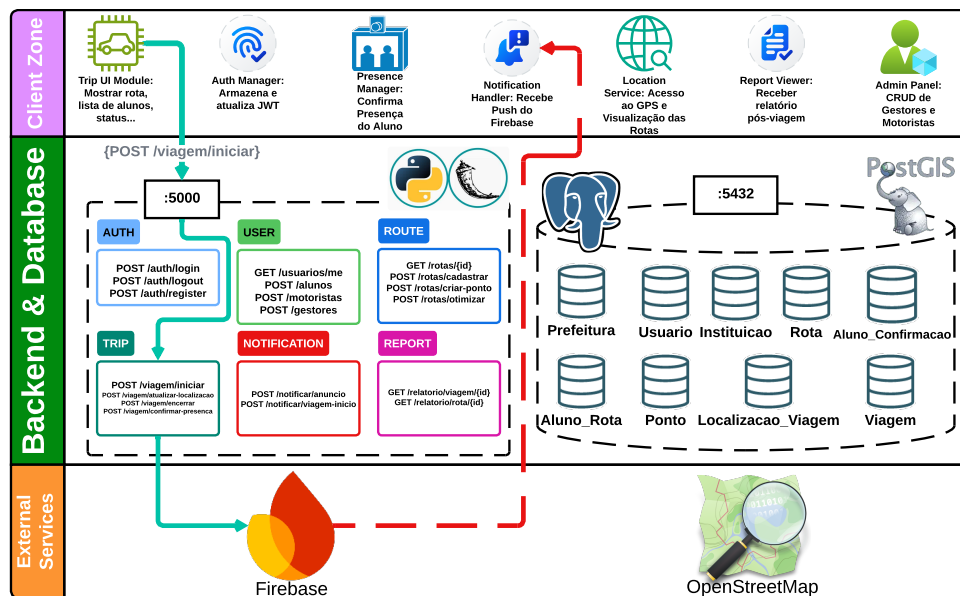


Figura 1. Arquitetura do BusKá.

No *backend*, a API RESTful (Python/Flask) orquestra a lógica de negócios e o transporte dos dados. O armazenamento utiliza PostgreSQL⁵ com a extensão PostGIS⁶ para o processamento de dados georreferenciados. Os dados espaciais, como os pontos de parada, são modelados no banco de forma que suas coordenadas sejam convertidas em geometrias nativas e indexadas (via GiST) para buscas espaciais eficientes. Para o rastreamento em tempo real, as posições de GPS alimentam uma tabela de telemetria otimizada para inserção contínua (*append-only*). Visando alto desempenho, a verificação de proximidade (*geofencing* de 1 km para alertas e 50 m para check-in) é processada diretamente na memória da aplicação utilizando a fórmula de Haversine. Essa arquitetura evita consultas espaciais complexas no banco de dados durante o fluxo intenso de rastreamento, garantindo baixa latência na resposta do sistema. Paralelamente, OpenStreetMap⁷ e Firebase⁸ operam como serviços externos de geolocalização e mensageria.

²<https://reactnative.dev>

³<https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Web/JavaScript>

⁴<https://www.typescriptlang.org/>

⁵<https://www.postgresql.org/>

⁶<https://postgis.net/>

⁷<https://www.openstreetmap.org/>

⁸<https://firebase.google.com/>

4. Demonstração da Ferramenta

A demonstração do *BusKá* foi conduzida a partir de um cenário representativo da operação do transporte escolar, evidenciando a interação entre os três perfis do sistema: gestor, motorista e estudante. O objetivo é ilustrar como a ferramenta integra planejamento, execução e monitoramento em um fluxo contínuo de uso. Inicialmente, destaca-se a interface do gestor, responsável pela administração e acompanhamento da operação. Nessa camada, o sistema consolida informações como número de viagens, motoristas, alunos e veículos cadastrados, além de métricas operacionais associadas à execução do serviço. A partir desses dados, o gestor pode identificar situações como desperdício de recursos, redução de frota disponível e episódios de superlotação, além de visualizar relatos de estudantes e motoristas sobre ocorrências durante as viagens, como problemas de comportamento ou qualidade do serviço. As Figuras 2a e 2b apresentam o painel inicial do gestor e a tela de acompanhamento de ocorrências.

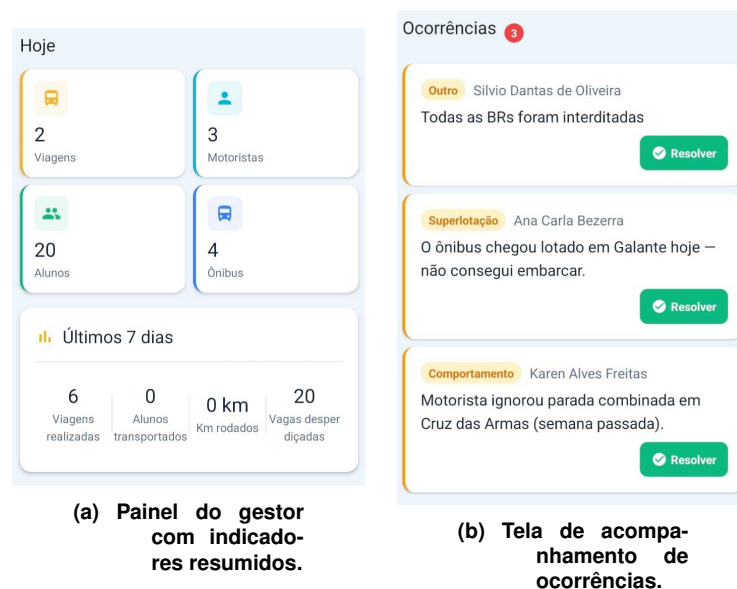


Figura 2. Interfaces de apoio à gestão no BusKá.

No contexto do planejamento operacional, o sistema permite cadastrar rotas, definir o percurso e os pontos de parada que compõem cada linha de transporte, bem como horários e dias de operação. Essa etapa estabelece a configuração inicial do sistema, organizando as informações necessárias para a execução das viagens e permitindo uma visão estruturada da operação. Ao centralizar esses dados na plataforma, o *BusKá* contribui para a padronização do planejamento e reduz a dependência de registros informais. As Figuras 3a, 3b e 3c ilustram, respectivamente, a visão geral das rotas cadastradas, a definição de pontos da rota e a configuração de horários de operação.

A execução da viagem é conduzida pelo motorista por meio da aplicação móvel. Antes do início do trajeto, o sistema apresenta a rota planejada e as paradas previstas. Durante a viagem, o motorista pode acompanhar o deslocamento em um mapa, acessar ações operacionais e interagir com funcionalidades de suporte à execução, reduzindo a dependência de controles manuais e possibilitando a coleta de dados sobre a utilização do serviço. As Figuras 4a e 4b mostram, respectivamente, as telas de início de viagem e de execução em tempo real.

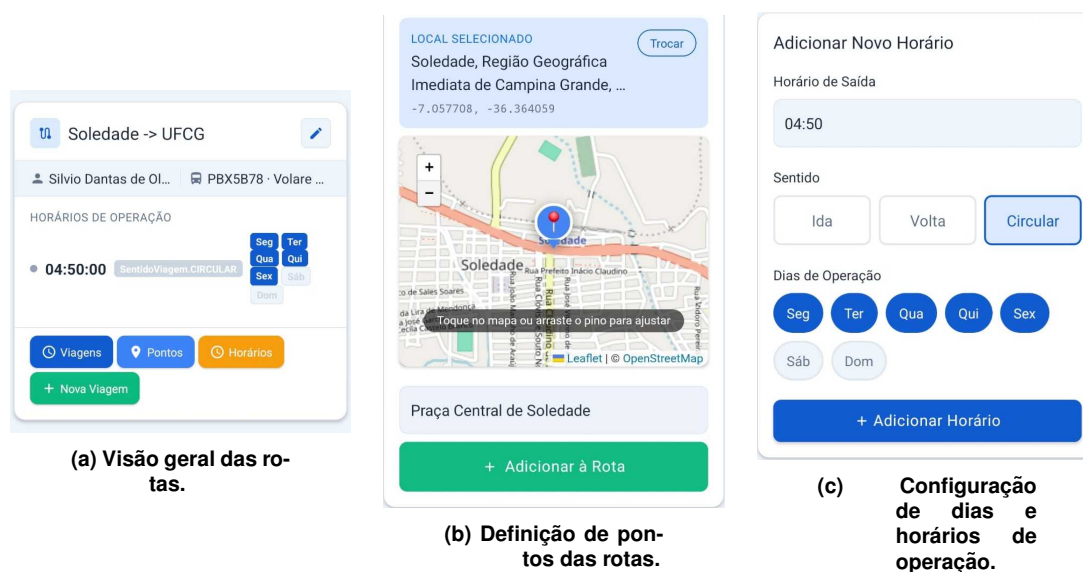


Figura 3. Funcionalidades de planejamento operacional no BusKá.

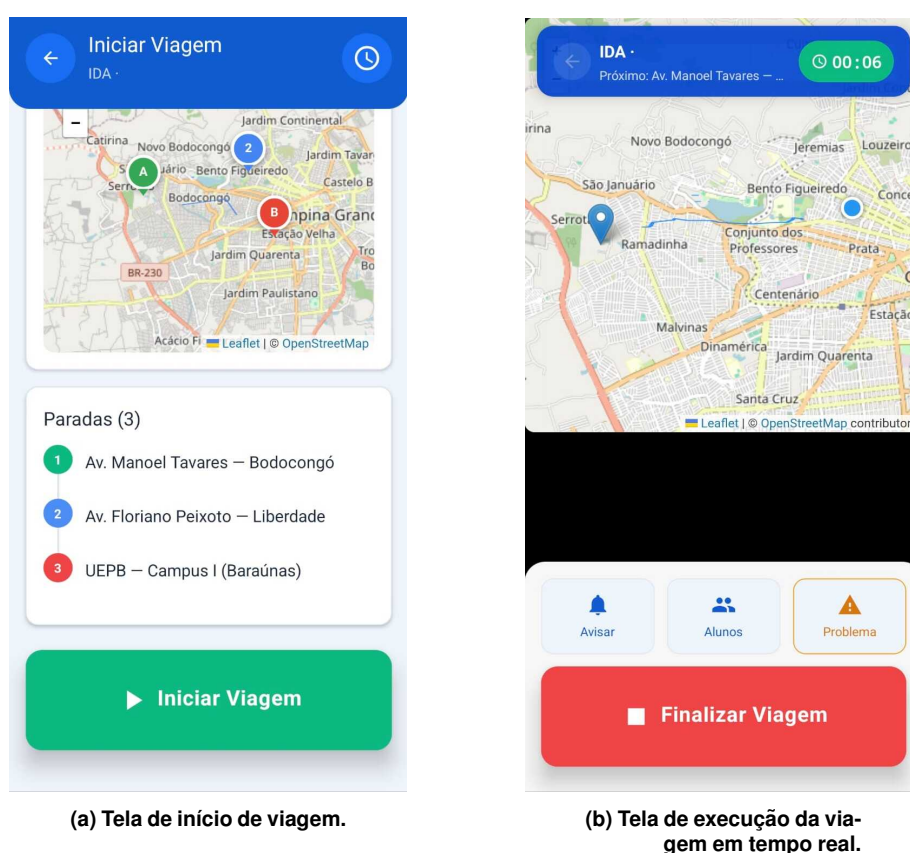


Figura 4. Interfaces utilizadas pelo motorista durante a operação.

Para o estudante, o sistema amplia a visibilidade da operação ao permitir o acompanhamento da rota e da localização do transporte em tempo real, reduzindo incertezas e substituindo práticas informais baseadas em mensagens em redes sociais. Ao final da viagem, o *BusKá* consolida informações relevantes, possibilitando a análise posterior da execução. Os dados incluem indicadores como ocupação da viagem, quilometragem percorrida e registros de ocorrências, permitindo comparar o planejamento inicial com a execução real. Esse ciclo de coleta e análise de dados reforça o caráter orientado a dados da proposta e contribui para a melhoria contínua da operação.

5. Conclusão

Este artigo apresentou o *BusKá*, uma plataforma digital para gestão do transporte escolar público, concebida para integrar planejamento, execução e monitoramento em uma única solução orientada a dados. Ao integrar funcionalidades como localização em tempo real, planejamento prévio de rotas, agendamento de viagens e confirmação de presença, o sistema promove maior previsibilidade operacional, uso mais eficiente dos recursos públicos e melhor coordenação entre gestores, motoristas e estudantes. A demonstração do sistema evidenciou potencial para resolver problemas recorrentes, como falta de visibilidade, dificuldades de coordenação, superlotação e ineficiência na alocação de recursos, indicando ganhos em eficiência operacional, transparência e confiabilidade. Como trabalhos futuros, destacam-se a otimização de rotas baseadas em dados históricos de demanda, a ampliação da visualização e análise de métricas operacionais, a evolução dos módulos de notificação e validações em cenários reais com prefeituras parceiras.

Referências

- Amariz, S. L., Pessanha, G. R. G., and Campos, C. L. O. (2025). Transporte escolar no brasil e sua influência no desempenho ou indicadores educacionais dos estudantes: uma revisão sistemática da literatura (2015-2024). *Revista Exitus*, 15.
- Andrade, M. F. B. (2024). Steq: Sistema de transporte escolar de queimadas. Trabalho de conclusão de curso (graduação), Universidade Federal de Campina Grande.
- Barbosa, F. A. S. (2024). Impacto da distância casa-escola e do transporte escolar no desempenho escolar dos alunos da rede pública de maracanaú. Master's thesis, Universidade Federal do Ceará.
- Carvalho, W. L., Araújo, P. H. C., Medrano, R. M. A., Monteiro, W. d. F., and Leite, P. d. S. (2020). Os impactos do programa nacional de apoio ao transporte escolar em indicadores de desempenho escolar. In *Anais do 34º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes. ANPET*.
- Evangelista, J. C. S., Santos, C. R., Silva, L. R., and Santos, A. R. d. (2017). A política do transporte escolar na educação do campo: impactos e desafios na realidade escolar. *Seminário Nacional e Seminário Internacional Políticas Públicas, Gestão e Práxis Educacional*, 6(6).
- Goulart, L. M. L., de Moraes, A. A., and Junior, N. V. (2019). Tempo de permanência no transporte escolar sobre o desempenho estudantil. *Interritórios*, 5(9):244–253.
- Navajas, C. H. K. and Juvenal, N. B. (2021). Aplicação para gestão de alunos no transporte escolar. Trabalho de conclusão de curso (graduação), Faculdade de Tecnologia de Itu.