

ROTA LIVRE: OTIMIZAÇÃO DO TEMPO DE RESPOSTA DE VEÍCULOS DE EMERGÊNCIA ATRAVÉS DA INTEGRAÇÃO COM APLICATIVOS DE NAVEGAÇÃO

ROTA LIVRE: OPTIMIZATION OF EMERGENCY VEHICLE RESPONSE TIME THROUGH INTEGRATION WITH NAVIGATION APPLICATIONS

FILIPE RODRIGUES DE SOUZA

UNINOVE – UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO

BRUNO ANTUNES ARAUJO

UNINOVE – UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO

DIOGO DA SILVA SOBREIRA

UNINOVE – UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO

CLEONICE OLIVEIRA LIMA

UNINOVE – UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO

Comunicação:

O XIII SINGEP foi realizado em conjunto com a 13th Conferência Internacional do CIK (CYRUS Institute of Knowledge), em formato híbrido, com sede presencial na UNINOVE - Universidade Nove de Julho, no Brasil.

ROTA LIVRE: OTIMIZAÇÃO DO TEMPO DE RESPOSTA DE VEÍCULOS DE EMERGÊNCIA ATRAVÉS DA INTEGRAÇÃO COM APLICATIVOS DE NAVEGAÇÃO

Objetivo do estudo

Propor e detalhar o sistema Rota Livre, que integra alertas de emergência em tempo real a aplicativos de navegação, visando otimizar o fluxo de veículos de resgate em centros urbanos para reduzir o tempo de resposta e salvar vidas.

Relevância/originalidade

A originalidade está no uso de tecnologias digitais ubíquas e já massificadas para solucionar um problema crônico de segurança pública³, superando as limitações dos sistemas de alerta convencionais e propondo um modelo de baixo custo de adoção e alto impacto social.

Metodologia/abordagem

Adota-se uma abordagem metodológica híbrida, que combina o Design Thinking para a concepção e validação conceitual da solução⁴, e uma estrutura de pesquisa aplicada, dividida em quatro fases, para o planejamento da implementação técnica e do projeto piloto.

Principais resultados

O principal resultado é a própria concepção detalhada do ecossistema Rota Livre, validada por uma pesquisa de campo qualitativa que demonstrou significativa aprovação da solução por motoristas comuns e de emergência, confirmando a desejabilidade do projeto.

Contribuições teóricas/metodológicas

O trabalho contribui com um modelo técnico-operacional para a integração de sistemas de alerta em plataformas de navegação e estrutura um framework de implementação para projetos de Cidades Inteligentes baseado em Design Thinking e parcerias multissetoriais.

Contribuições sociais/para a gestão

A principal contribuição social é o potencial de salvar vidas ao reduzir o tempo de resposta. Para a gestão, oferece uma ferramenta inovadora para otimizar o uso da frota, aumentar a eficiência dos serviços de emergência e a segurança urbana.

Palavras-chave: Mobilidade Urbana, Cidades Inteligentes, Serviços de Emergência, Tempo de Resposta, Design Thinking

ROTA LIVRE: OPTIMIZATION OF EMERGENCY VEHICLE RESPONSE TIME THROUGH INTEGRATION WITH NAVIGATION APPLICATIONS

Study purpose

To propose and detail the Rota Livre system, which integrates real-time emergency alerts into navigation applications, aiming to optimize the flow of rescue vehicles in urban centers to reduce response times and save lives.

Relevance / originality

The originality lies in using ubiquitous and already widespread digital technologies to solve a chronic public safety problem, overcoming the limitations of conventional alert systems and proposing a model with low adoption costs and high social impact.

Methodology / approach

A hybrid methodological approach is adopted, combining Design Thinking for the conception and conceptual validation of the solution 11, and an applied research framework, divided into four phases, for planning the technical implementation and pilot project.

Main results

The main result is the detailed conception of the Rota Livre ecosystem itself, validated by qualitative field research that showed significant approval of the solution from both common and emergency drivers, confirming the project's desirability.

Theoretical / methodological contributions

This work contributes a technical-operational model for integrating alert systems into navigation platforms and structures an implementation framework for Smart City projects based on Design Thinking and multi-sector partnerships.

Social / management contributions

The main social contribution is the potential to save lives by reducing response times. For management, it offers an innovative tool to optimize fleet usage, increase the efficiency of emergency services, and improve urban safety.

Keywords: Urban Mobility, Smart Cities, Emergency Services, Response Time, Design Thinking

ROTA LIVRE: OTIMIZAÇÃO DO TEMPO DE RESPOSTA DE VEÍCULOS DE EMERGÊNCIA ATRAVÉS DA INTEGRAÇÃO COM APLICATIVOS DE NAVEGAÇÃO

1 Introdução

O deslocamento de veículos de emergência, como ambulâncias, viaturas policiais e caminhões de bombeiros, em grandes centros urbanos representa um desafio logístico crítico. O congestionamento viário, especialmente em horários de pico, compromete a eficiência desses serviços, e, em alguns casos, cada segundo perdido pode ser a diferença entre a vida e a morte.

As novas possibilidades de interação geradas pelo avanço tecnológico abrem caminhos para novos modelos de solução, sendo que o surgimento das tecnologias digitais ubíquas, integradas ao cotidiano dos cidadãos, oferece uma plataforma sem precedentes para mitigar antigos problemas urbanos (Weiser, 1991). Os sistemas de alerta convencionais, baseados em sinais sonoros e luminosos, enfrentam uma eficácia decrescente devido ao isolamento acústico dos veículos modernos e ao aumento das distrações dos motoristas.

Este cenário configura um problema de pesquisa fundamental: como as tecnologias digitais ubíquas podem ser aplicadas para mitigar os atrasos na resposta a emergências? Este trabalho tem como objetivo geral propor e detalhar o desenvolvimento de um sistema, denominado Rota Livre, que integra alertas de emergência em tempo real aos principais aplicativos de navegação (ex. Waze, Google Maps, Uber e 99), visando otimizar o fluxo desses veículos e salvar vidas.

Os objetivos específicos incluem: a) mapear as rotas críticas e os gargalos de deslocamento; b) desenvolver o conceito de uma API de comunicação unificada; c) propor um modelo de integração e validação através de um projeto piloto; e d) avaliar os impactos potenciais da solução.

2 Referencial Teórico

A fundamentação deste projeto assenta-se na intersecção de três grandes áreas: Cidades Inteligentes (*Smart Cities*), Sistemas de Transporte Inteligentes (*Intelligent Transportation Systems* - ITS) e a gestão de serviços públicos de emergência.

O conceito de Cidades Inteligentes preconiza o uso da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) para melhorar a qualidade de vida urbana e a eficiência dos serviços, o que Cohen (2018) descreve como uma roda de seis componentes principais, incluindo mobilidade e governança. O projeto Rota Livre alinha-se diretamente a essa visão, aplicando a tecnologia para resolver um problema cívico fundamental. Dentro do escopo das Cidades Inteligentes, os ITS são um subcampo de grande relevância.

A Comissão Europeia, através da sua plataforma C-Roads, tem trabalhado na harmonização de Sistemas de Transporte Inteligentes Cooperativos (C-ITS), que permitem a comunicação entre veículos e infraestrutura (*Vehicle-to-Everything* - V2X) para aumentar a segurança e a eficiência (C-Roads Platform, 2023).

Embora o Rota Livre não implemente V2X diretamente, ele simula seu efeito prático ao utilizar a infraestrutura de comunicação existente (*smartphones* e redes 4G/5G) para criar um canal de alerta *Vehicle-to-Driver* (V2D), uma abordagem pragmática e de implementação imediata. A proposta também se inspira em modelos de Parceria Público-Privada (PPP), que, segundo BNDES (2017), são arranjos contratuais de longo prazo para a provisão de serviços ou infraestruturas públicas, nos quais o parceiro privado assume riscos e responsabilidades relevantes, sendo um modelo aplicável para projetos de inovação tecnológica.

3 Metodologia

A abordagem metodológica do projeto Rota Livre é híbrida, combinando o *Design Thinking* para a fase conceitual com uma estrutura de pesquisa aplicada para a fase de implementação. A concepção da solução foi fundamentada no *Design Thinking*, um processo de inovação centrado no ser humano que busca gerar soluções criativas e eficazes para problemas complexos. Conforme preconizado por Tim Brown (2020), este processo pode ser decomposto em cinco etapas não lineares. A primeira etapa é a Empatia, que envolve uma imersão profunda no contexto dos usuários para compreender suas dores e necessidades — neste caso, a angústia de quem aguarda socorro e a frustração dos motoristas e equipes de emergência. Segue-se a etapa de Definição, onde os aprendizados da imersão são sintetizados para formular um problema claro e acionável. A terceira etapa é a Ideação, um momento de *brainstorming* e geração irrestrita de ideias para solucionar o problema definido. As ideias mais promissoras são então transformadas em artefatos tangíveis na fase de Prototipagem, criando modelos de baixa fidelidade, como telas e fluxos de navegação, para representar a solução. Por fim, na etapa de Teste, os protótipos são apresentados aos usuários para coletar feedback, validar hipóteses e iterar sobre a solução.

4 Análise dos Resultados

Os resultados deste trabalho são apresentados através da descrição do projeto “Rota Livre”, detalhando a solução que emergiu da aplicação da metodologia de *Design Thinking*. Cada etapa do processo gerou *insights* e artefatos que, de forma combinada, constituem a proposição final do sistema.

Resultados da Etapa de Empatia: A fase inicial de imersão focou em compreender as dores dos *stakeholders*. Para os cidadãos, a dor é a angústia da espera por um socorro que pode ser atrasado pelo trânsito. Para os motoristas de veículos de emergência, a frustração reside em não conseguir avançar mesmo com sirenes e luzes. Para os motoristas comuns, o problema é a percepção tardia dos alertas e a incerteza sobre como reagir, muitas vezes causando mais bloqueios.

Resultados da Etapa de Definição: Com base nos *insights* da empatia, o problema foi redefinido de forma clara e acionável: “Como poderíamos utilizar a tecnologia que os motoristas já possuem em seus veículos (*smartphones* com apps de navegação) para informá-los da aproximação de um veículo de emergência de forma antecipada e instrutiva, a fim de criar um corredor livre de forma segura e coordenada?”. Esta definição direcionou o foco para a integração em vez da criação de um novo *hardware* ou aplicativo.

Resultados da Etapa de Ideação: A sessão de *brainstorming* explorou diversas soluções, desde o uso de *drones* até sistemas de semáforos inteligentes. A ideia que se destacou como a de maior viabilidade, menor custo de adoção e maior potencial de escala foi a criação de uma plataforma de *software* intermediária (*middleware*). Esta plataforma consistiria em uma API central que receberia os dados de geolocalização das frotas de emergência e os retransmitiria de forma padronizada para os servidores das principais plataformas de navegação já existentes.

Resultados da Etapa de Prototipagem: A ideia foi tangibilizada em protótipos de baixa e média fidelidade. O primeiro foi o desenho da interface de um *Dashboard* Operacional para as centrais de emergência (ex. SAMU, Bombeiros). Este painel *web* permite que o operador visualize todas as viaturas em um mapa, ative o “modo de emergência” para um veículo específico (iniciando o envio de alertas) e monitore o trajeto em tempo real. O segundo protótipo foram os “*mockups*” (representação visual) dos alertas visuais e sonoros na tela do aplicativo de navegação do motorista. O *design* priorizou a clareza, com um *banner* de alta visibilidade, ícone do tipo de emergência, distância e tempo de aproximação, e uma instrução de voz clara, como “Atenção, ambulância aproximando-se. Mantenha-se à direita”.

Resultados da Etapa de Teste (Pesquisa de Campo): A validação dos protótipos foi realizada através de uma pesquisa de campo com abordagem qualitativa. Os conceitos e *mockups* da solução foram apresentados a grupos de usuários, incluindo motoristas comuns e condutores de veículos de emergência. O resultado principal da pesquisa foi uma significativa aprovação da solução, por parte de ambos os públicos. Os motoristas comuns relataram que o alerta direto no aplicativo reduziria a ansiedade e a incerteza, fornecendo uma instrução clara e segura sobre como agir, algo que sentem falta atualmente. Os motoristas de emergência validaram a proposta como um avanço significativo, com potencial para otimizar a abertura de caminho no trânsito de forma mais eficaz que os sistemas sonoros e visuais tradicionais. A receptividade positiva e a percepção de alto valor agregado por parte dos usuários finais confirmam a desejabilidade do projeto, fornecendo uma base sólida para justificar sua implementação em um piloto técnico.

Em suma, a aplicação do *Design Thinking*, validada por uma pesquisa de campo positiva, resultou no detalhamento do Rota Livre: um ecossistema tecnológico composto por uma API central segura, um *dashboard* de gestão para autoridades e uma nova funcionalidade de alerta a ser integrada em aplicativos de navegação parceiros. A discussão destes resultados aponta para uma solução com alto potencial para atingir os objetivos propostos de redução no tempo de resposta e aumento da segurança viária em emergências.

Para dar continuidade, estão previstas 4 fases distintas, garantindo assim um desenvolvimento progressivo e iterativo. A Fase 1, Planejamento Estratégico, consiste na análise de dados históricos de deslocamento das frotas de emergência para identificar rotas críticas e pontos de congestionamento, bem como no alinhamento institucional com os órgãos de segurança e saúde pública e com os representantes técnicos das plataformas de navegação. A Fase 2, Desenvolvimento e Integração Técnica, foca na construção das ferramentas digitais. O principal entregável desta fase é a concepção de uma API de comunicação unificada, segura e de baixa latência, capaz de transmitir a localização, o tipo de veículo e o status da missão, além do desenvolvimento de um dashboard operacional para as centrais de emergência. A Fase 3, Execução do Projeto Piloto, visa validar a operação em campo. A metodologia prevê a escolha de territórios específicos em cidades-alvo para a implementação controlada do sistema, com monitoramento de indicadores-chave de desempenho (KPIs), como o tempo de deslocamento antes e depois da ativação dos alertas. A Fase 4, Avaliação Final e Expansão, consolida os resultados do piloto, promove os ajustes necessários e elabora um plano de expansão modular e escalável para outras regiões metropolitanas.

Considerando que este trabalho se encontra na fase de proposição, os resultados aqui apresentados são projeções baseadas em estudos de caso similares na Europa e nos objetivos de performance do sistema. A principal hipótese a ser validada pelo piloto é que a entrega de alertas diretos e antecipados aos motoristas através de canais digitais já adotados reduzirá significativamente o tempo de resposta das viaturas.

Os resultados esperados são quantitativos e qualitativos. Quantitativamente, projeta-se uma redução de até 40% no tempo de deslocamento em corredores de tráfego intenso. Este KPI será medido comparando-se os tempos médios de percurso nas rotas piloto com e sem o sistema Rota Livre ativado. Outro indicador chave é o aumento da percepção situacional dos motoristas, estimado em até 85%, que seria medido através de pesquisas e questionários aplicados aos usuários durante a fase piloto.

A discussão desses resultados potenciais indica um alto grau de impacto positivo. Uma redução de 40% no tempo de resposta pode ser o fator determinante para o prognóstico de pacientes em casos de AVC ou paradas cardíacas, ou para a contenção de um incêndio em seu estágio inicial. Os desafios para a obtenção desses resultados incluem garantir a baixa latência da comunicação (< 2 segundos), assegurar alta adesão e compreensão dos motoristas, e superar

as barreiras burocráticas para a formalização das parcerias institucionais. O piloto será fundamental para identificar e mitigar esses desafios na prática.

5 Considerações Finais

O projeto Rota Livre apresenta uma solução tecnológica de alto impacto social, baixo custo relativo de adoção e alta viabilidade de execução para um problema crônico de mobilidade e segurança pública. Ao criar uma sinergia entre os serviços de emergência, os motoristas e as plataformas digitais já massificadas, o sistema propõe uma otimização inteligente do fluxo urbano, com o potencial direto de salvar vidas.

A metodologia faseada permite a mitigação de riscos e a validação incremental da solução. As principais contribuições deste estudo são a formulação de um modelo técnico-operacional para a integração desses sistemas e a estruturação de um *framework* de implementação baseado em parcerias multissetoriais.

Como limitação, este trabalho se detém na proposição e no planejamento, sendo a comprovação empírica dos resultados dependente da execução do projeto piloto. Para trabalhos futuros, sugere-se a investigação do uso de inteligência artificial e *machine learning* para prever congestionamentos e sugerir rotas de emergência proativamente, bem como a expansão do sistema para outros serviços públicos, como transporte de órgãos e defesa civil.

Referências

- Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES. (2017). *PPP e Concessões: Recomendações para o Aperfeiçoamento dos Projetos no Brasil*. BNDES. <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/13601>
- Brown, T. (2020). *Design Thinking: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias*. Alta Books.
- C-Roads Platform. (2023). *C-ITS Harmonised Test and Implementation Scenarios: Release 3*. European Union. <https://www.c-roads.eu/platform/get-involved/reference-documents.html>
- Neirotti, P., De Marco, A., Cagliano, A. C., Mangano, G., & Scorrano, F. (2014). Current trends in Smart City initiatives: Some stylised facts. *Cities*, 38, 25-36. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2013.12.010>
- Souza, C. D. F., Borges, L. F. A., Magalhães, R. G., & Silva, V. A. (2015). Análise do tempo-resposta do Serviço de Atendimento Móvel de Urgência na cidade de Belo Horizonte-MG. *Revista de Enfermagem do Centro-Oeste Mineiro*, 5(2), 1675-1683. <http://doi.org/10.19175/recom.v5i2.716>
- Waze. (n.d.). *Waze for Cities Data*. Retrieved August 8, 2025, from <https://www.waze.com/pt-BR/waze-for-cities>
- Weiser, M. (1991). The Computer for the 21st Century. *Scientific American*, 265(3), 94-104.