

O Problema do Caixeiro Viajante Aplicado à Roteirização Turística: Aplicativo Móvel para Visitantes de Trindade-GO

Mateus Oliveira Brito¹, Renato de Sousa Gomide¹, Renato Milhomem de Oliveira Filho¹

¹Instituto Federal Goiano - Campus Trindade - Engenharia de Computação
Trindade – GO – Brasil

mateus.brito@estudante.ifgoiano.edu.br, {renato.gomide,
renato.filho}@ifgoiano.edu.br

Abstract. *Religious tourism is a prominent sector in Brazil, and Trindade-GO is a pilgrimage hub that receives thousands of visitors each year. This work presents a mobile application for tourist routing, formulated as an application of the Traveling Salesman Problem (TSP). Routes were calculated using the Google OR-Tools library, applying the PathCheapestArc heuristic with local search over distance matrices from the Open Source Routing Machine (OSRM). The system integrates a backend application for algorithm execution and a frontend application for mobile devices. Results showed consistent routes, personalized according to the user's location and with adequate response time. The prototype demonstrated technical feasibility and potential to support the tourist experience in Trindade.*

Resumo. *O turismo religioso é um setor de destaque no Brasil, e Trindade-GO é um polo de peregrinação que recebe milhares de visitantes por ano. Este trabalho apresenta um aplicativo móvel para roteirização turística, formulado como uma aplicação do Problema do Caixeiro Viajante (PCV). As rotas foram calculadas com o auxílio da biblioteca Google OR-Tools, utilizando a heurística PathCheapestArc com busca local sobre matrizes de distâncias do Open Source Routing Machine (OSRM). O sistema integra uma aplicação backend para execução do algoritmo e uma aplicação frontend para dispositivos móveis. Os resultados mostraram rotas consistentes, personalizadas pela localização do usuário e com tempo de resposta adequado. O protótipo demonstrou viabilidade técnica e potencial de apoio à experiência turística em Trindade.*

1. Introdução

O turismo é um dos setores que mais cresce globalmente, sendo um motor econômico e social significativo [ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DO TURISMO 2025]. No Brasil, o turismo religioso destaca-se como um segmento de grande relevância, atraindo milhões de visitantes anualmente às cidades com forte apelo de fé. Trindade, no estado de Goiás, é um exemplo proeminente, sendo um polo de peregrinação que movimenta intensamente a economia local [SILVA 2016; TRINDADE 2023].

A crescente movimentação de visitantes torna necessário o uso de soluções tecnológicas para otimizar a experiência turística. O planejamento manual de rotas em ambientes urbanos, onde múltiplos Pontos de Interesse (POIs) devem ser visitados, é frequentemente ineficiente, resultando em maiores tempos de deslocamento.

Este problema pode ser formalmente modelado como um desafio clássico da Ciência da Computação e da Pesquisa Operacional: o Problema do Caixeiro Viajante

(PCV), também conhecido como *Traveling Salesman Problem (TSP)*. O PCV busca encontrar a rota de menor custo (podendo ser a distância ou o tempo) que visita um conjunto de cidades (ou, neste contexto, POIs) exatamente uma vez, retornando ao ponto de partida [GOMES, 2022]. Devido à sua natureza NP-difícil, a resolução exata do PCV é inviável para instâncias grandes, tornando fundamental a aplicação de heurísticas e meta-heurísticas para encontrar soluções de qualidade em tempo hábil [PRESTES 2006].

Diante desse contexto, o presente trabalho propõe o desenvolvimento de um aplicativo móvel para roteirização turística, voltado especificamente aos visitantes de Trindade-GO. A solução proposta utilizou a biblioteca *OR-Tools* [GOOGLE 2025], consolidada em aplicações de otimização, adotando a estratégia *PathCheapestArc*, que corresponde à heurística do Vizinho Mais Próximo (VMP). Essa abordagem opera sobre um grafo dos principais pontos turísticos, gerando rotas personalizadas e eficientes.

Nesse sentido, a principal contribuição deste trabalho reside na validação da aplicação da heurística VMP (*PathCheapestArc*) da *OR-Tools* em um contexto real e restrito de roteirização urbana turística, resultando no desenvolvimento de um aplicativo móvel que demonstrou a capacidade de organizar roteiros turísticos de forma simples e eficaz.

2. Referencial Teórico

A teoria dos grafos fornece a base matemática para representar relações entre entidades. Um grafo é definido como um par $G = (V, E)$, em que V é o conjunto de vértices e E é o conjunto de arestas que conectam pares de vértices [GOMES 2022]. Essa estrutura permite modelar problemas de deslocamento, em que os vértices representam locais e as arestas, possíveis conexões entre eles.

A roteirização é o processo de planejar a sequência de deslocamentos entre diferentes pontos, com o objetivo de otimizar critérios como distância, tempo ou custo, respeitando restrições do problema [TOTH; VIGO 2014]. No turismo, a roteirização turística refere-se à organização e integração de atrativos, serviços e infraestrutura de apoio, visando estruturar roteiros que favoreçam o desenvolvimento socioeconômico das regiões envolvidas [BRASIL 2007].

Um dos problemas clássicos relacionados é o PCV, que consiste em determinar o ciclo de menor custo que visita todos os vértices de um grafo exatamente uma vez e retorna ao ponto de origem. Por ser classificado como NP-difícil, a resolução exata do PCV torna-se inviável em grandes instâncias, devido ao crescimento exponencial da complexidade computacional [PRESTES 2006].

O modelo clássico do PCV é formulado como um problema de programação inteira binária. Essa formulação, proposta por Dantzig, Fulkerson e Johnson [1954], é amplamente utilizada como base para heurísticas e extensões do PCV. A seguir, é apresentada a modelagem matemática correspondente:

Minimizar:

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m c_{ij} x_{ij} \quad (I)$$

Sujeito a:

$$\sum_{j=1, j \neq i}^m x_{ij} = 1 \quad \forall i \in M \quad (II)$$

$$\sum_{i=1, i \neq j}^m x_{ij} = 1 \quad \forall j \in M \quad (III)$$

$$\sum_{i \in S, j \in S} x_{ij} \leq |S| - 1 \quad \forall S \subset M, 2 \leq |S| \leq m - 2 \quad (IV)$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\} \quad \forall i, j \in M \quad (V)$$

Nesse modelo, c_{ij} representa o custo do deslocamento entre os vértices i e j , enquanto x_{ij} é uma variável binária que vale 1 se o arco $i \rightarrow j$ é percorrido e 0 caso contrário. M é o conjunto de vértices do grafo, com $m = |M|$; $S \subset M$ é um subconjunto próprio usado nas restrições de eliminação de sub-rotas.

A função objetivo apresentada em (I) busca minimizar o custo total do percurso, somando os custos associados a cada arco selecionado no grafo. As restrições (II) e (III) asseguram que cada vértice do conjunto M possua exatamente uma aresta de saída e uma de entrada, garantindo que todos os pontos sejam visitados exatamente uma vez. A restrição (IV) elimina a ocorrência de sub-rotas, assegurando que a solução forme um único ciclo hamiltoniano que percorre todos os vértices. Por fim, a restrição (V) define o caráter binário das variáveis de decisão, indicando se um arco é ou não incluído na rota.

Essa formulação é amplamente utilizada para o desenvolvimento de abordagens heurísticas e meta-heurísticas.

Para superar a inviabilidade da resolução do PCV puro, a literatura apresenta diferentes heurísticas e meta-heurísticas. As heurísticas construtivas, como o VMP, constroem soluções iniciais de maneira incremental e rápida, mas não garantem proximidade da solução ótima [GOLDBARG; GOLDBARG 2012; GOMES 2022]. Já as heurísticas de melhoria, ou operadores de vizinhança, como os métodos *2-opt* e *3-opt*, visam refinar rotas iniciais, explorando a vizinhança de soluções existentes para reduzir o custo total [CUNHA; BONASSER; ABRAHÃO 2002]. Além disso, meta-heurísticas como Algoritmos Genéticos, *Simulated Annealing*, Colônia de Formigas e Busca Tabu foram amplamente estudadas e oferecem estratégias flexíveis e adaptáveis para melhorar soluções em instâncias de maior porte [SAUER 2007].

No desenvolvimento recente de sistemas de roteirização, o uso de bibliotecas de otimização tem se mostrado um recurso eficaz para diferentes aplicações do PCV. A biblioteca *Google OR-Tools* se destaca por oferecer algoritmos de otimização

combinatória, entre eles a estratégia *PathCheapestArc*, equivalente à heurística VMP, possibilitando sua aplicação direta em problemas reais de roteirização [GOOGLE 2025].

3. Trabalhos Relacionados

O PCV é um clássico da Otimização Combinatória e frequentemente serve como base para problemas mais complexos como o Problema de Roteamento de Veículos (VRP). Para ambos, a resolução exata torna-se inviável em instâncias com muitos vértices, justificando o uso de heurísticas e meta-heurísticas como alternativas eficientes.

Prestes [2006] conduziu um estudo experimental sobre abordagens heurísticas aplicadas ao PCV, comparando o desempenho de estratégias construtivas (como o VMP), heurísticas de melhoria (como *2-opt*, *3-opt* e Inserção Mais Barata) e meta-heurísticas (como os Algoritmos Genéticos). Os resultados mostraram que o *2-opt* oferece uma melhoria significativa sobre rotas iniciais com custo computacional reduzido, sendo uma alternativa eficaz para instâncias de pequeno e médio porte. O autor destaca que, embora o *3-opt* gere soluções potencialmente melhores, seu tempo de execução é consideravelmente mais alto, o que pode inviabilizar sua aplicação em contextos que exigem resposta rápida.

De forma complementar, Cruz e Yoshizaki [2023] propuseram uma heurística baseada em busca local para o problema de roteirização de veículos capacitados em duas camadas (2E-CVRP). O trabalho utiliza operadores de vizinhança inspirados no *2-opt* e obtém soluções com *gap* inferior a 8% em todas as instâncias testadas, com tempos de execução inferiores a 10 segundos. Embora o foco seja a logística urbana, os autores destacam que a abordagem é adequada a qualquer sistema que demande agilidade, simplicidade e desempenho consistentes, que são características alinhadas ao contexto de roteirização turística.

Já a dissertação de Benevides [2023] investigou o desempenho de diferentes heurísticas e meta-heurísticas aplicadas ao PCV em um problema real de roteirização de veículos com dados fornecidos por uma empresa parceira. O estudo comparou algoritmos como o VMP, *2-opt*, *3-opt*, Algoritmo Genético e *Simulated Annealing*. Embora os resultados dos cenários analisados não elejam o VMP seguido do *2-opt* como melhor solução, nota-se que essa combinação apresenta qualidade de solução satisfatória em relação às demais meta-heurísticas testadas.

Com base nessas contribuições, o presente trabalho adota uma estratégia baseada na heurística VMP (implementada via o método *PathCheapestArc* da biblioteca *OR-Tools*) e no operador *2-opt* para melhoria de rotas. Essa combinação é justificada por seu bom desempenho computacional e por sua adequação ao contexto da roteirização turística em dispositivos móveis, onde qualidade e performance são fatores críticos para a experiência do usuário [WEICHBROTH, 2025; COSTA et al., 2019].

4. Metodologia

Este estudo foi conduzido como uma pesquisa aplicada, uma vez que buscou desenvolver uma solução prática voltada ao planejamento de rotas turísticas na cidade de Trindade-GO. Segundo Gerhardt e Silveira (2009), a pesquisa aplicada visa gerar conhecimentos com aplicação direta em problemas voltados aos interesses locais.

A investigação teve caráter descritivo e exploratório, fundamentada na organização do contexto turístico e na aplicação de heurísticas de roteirização.

Os dados utilizados foram de natureza secundária, coletados em fontes públicas de acesso livre, principalmente o Portal do Turismo e Cultura de Trindade [TRINDADE, 2025], complementados por informações da literatura técnica e científica sobre heurísticas de otimização aplicadas ao PCV.

O material computacional empregado incluiu:

- a biblioteca *Google OR-Tools* [Google, 2025], responsável pela execução da heurística *PathCheapestArc* (VMP) e operadores de busca local;
- o serviço *OSRM* [OSRM, 2025], utilizado para geração de matrizes de distâncias;
- a biblioteca de mapas *MapLibre* [MapLibre, 2025], empregada na renderização da interface cartográfica no aplicativo;
- o *framework ASP.NET (C#)* para desenvolvimento do *backend* e o *Android SDK (Java)* para o *frontend* no aplicativo móvel.

O método adotado consistiu em integrar essas ferramentas em um protótipo funcional capaz de processar dados turísticos, aplicar algoritmos de roteirização e disponibilizar as rotas de forma visual em dispositivos móveis. A avaliação dos resultados foi de natureza qualitativa, baseada em testes funcionais, verificando se o sistema atendia às funcionalidades propostas e se a heurística produzia rotas consistentes e personalizadas ao ponto de partida do usuário.

5. Desenvolvimento do Sistema

Para fornecer uma visão integrada do funcionamento do sistema proposto, a Figura 1 apresenta a arquitetura geral da solução desenvolvida. Nela são ilustradas as principais camadas e tecnologias empregadas, bem como as interações entre os componentes.

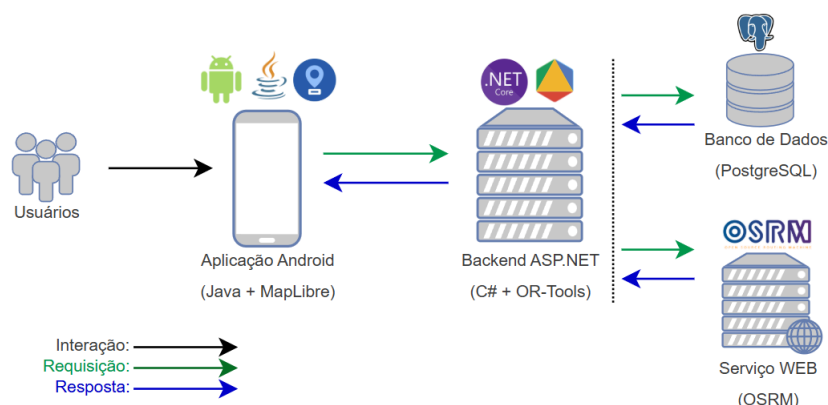


Figura 1. Diagrama da Arquitetura Geral do Sistema

A partir da estrutura geral apresentada, as etapas de desenvolvimento foram organizadas de forma sequencial em cinco etapas, conforme ilustrado na Figura 2.

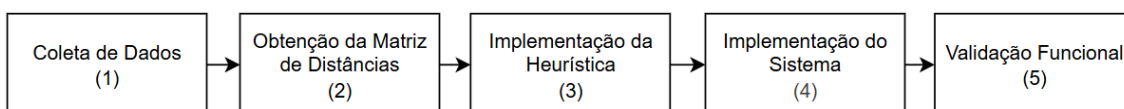


Figura 2. Fluxograma Geral do Desenvolvimento do Sistema

5.1. Coleta de dados

Na etapa de coleta de dados, os pontos turísticos de interesse foram identificados manualmente a partir do Portal do Turismo e Cultura de Trindade [TRINDADE 2025]. As informações coletadas dos pontos turísticos foram: nome, endereço, imagem, coordenadas geográficas, horários de funcionamento e contexto histórico. Posteriormente, esses dados foram inseridos no banco de dados da aplicação.

5.2. Obtenção da Matriz de Distâncias

As coordenadas geográficas desses pontos foram utilizadas para consultas no serviço público *Open Source Routing Machine (OSRM)*, com a finalidade de gerar uma matriz de distâncias entre todos os pares de locais. Dessa forma, não foi necessária a modelagem manual do grafo, uma vez que o *OSRM* já fornece as distâncias calculadas a partir da malha viária real da cidade [OSRM 2025].

5.3. Implementação da Heurística

Na etapa de implementação da heurística, foi utilizada a biblioteca *Google OR-Tools*, aplicando inicialmente a heurística VMP por meio do método *PathCheapestArc*, seguida da aplicação de buscas locais (*local search*) para o refinamento da solução. A Figura 3 apresenta um fluxograma que representa a integração entre o serviço *OSRM* e a biblioteca *OR-Tools* compondo o algoritmo de roteirização do sistema.

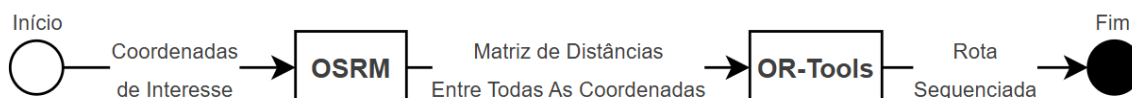


Figura 3. Fluxograma de Integração Entre OSRM e OR-Tools

5.4. Implementação do Sistema

O desenvolvimento do sistema ocorreu em duas camadas integradas. O *backend*, implementado em *ASP.NET (C#)*, foi responsável por processar os dados, executar o algoritmo de roteirização e retornar o resultado em formato *GeoJSON*.

O *frontend*, desenvolvido como um aplicativo nativo em Android (Java), atuou como a principal interface de interação com o usuário e como consumidor da API. No aplicativo móvel, todos os pontos turísticos cadastrados foram exibidos em uma lista com opções de filtragem e seleção, permitindo ao usuário escolher os locais de interesse. Além disso, o aplicativo também transmite a localização atual do usuário, de modo que o cálculo da rota considere a posição real como ponto de partida, contribuindo para o dinamismo das rotas.

A partir dessas informações, o aplicativo envia uma requisição *HTTP* ao *backend*. O servidor processa a solicitação aplicando a heurística de roteirização sobre a matriz de distâncias dos pontos de interesse, retornando a solução em formato *GeoJSON*. Esse resultado é então consumido pelo aplicativo, que realiza a plotagem da rota diretamente sobre o mapa utilizando a biblioteca *MapLibre* [MAPLIBRE 2025], possibilitando ao usuário visualizar de forma clara e intuitiva o trajeto sugerido.

5.5. Validação Funcional

Por fim, foram conduzidos testes funcionais com finalidade de validação funcional da geração de rotas válidas a partir dos pontos turísticos selecionados, da aplicação da heurística e da consistência do fluxo de dados entre *backend* e *frontend*. Esses testes tiveram como objetivo verificar se a aplicação gerava rotas válidas e satisfatórias a partir dos pontos turísticos selecionados, se a heurística era aplicada corretamente e se os dados retornados pelo *backend* eram exibidos de forma consistente no *frontend*.

Não foram realizadas comparações quantitativas com outras abordagens, como as rotas nativas do *OSRM* ou do *Google Maps*, uma vez que o foco esteve na verificação funcional do protótipo desenvolvido e na experiência do usuário.

6. Resultados e Discussões

Os resultados obtidos demonstraram que o protótipo desenvolvido atendeu de forma satisfatória aos objetivos propostos, evidenciando a viabilidade da aplicação de heurísticas de roteirização em um contexto real de turismo urbano.

O aplicativo móvel foi composto, até o momento, por duas telas principais: a tela inicial, que lista os pontos turísticos cadastrados com opções de filtragem, e a tela do mapa, responsável por exibir a rota calculada.

Em relação à geração das rotas, não foram observados cenários de falhas ou rotas inviáveis. Considerando que para a aplicação foram mapeados 72 pontos turísticos da cidade, as rotas obtidas apresentaram qualidade consistente, respeitando a malha viária local e garantindo trajetos adequados ao contexto urbano.

Outro aspecto relevante foi a inclusão da localização atual do usuário como ponto de partida, garantindo que as rotas fossem personalizadas de acordo com o contexto real de uso. A Figura 4 apresenta as duas telas da aplicação e um comparativo entre duas rotas formadas pelos mesmos pontos turísticos, mas calculadas a partir de diferentes localizações do usuário.

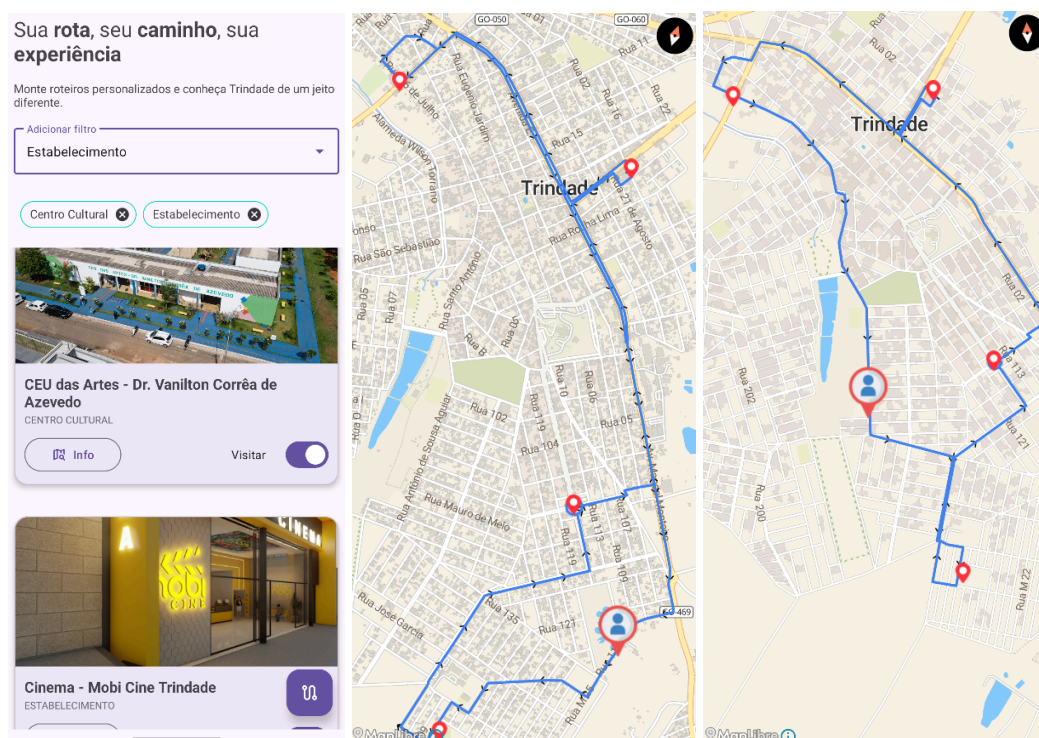


Figura 4. Telas da Aplicação e Exemplo de Personalização de Rotas

A qualidade das rotas foi verificada por inspeção visual no mapa. O desempenho do sistema também se mostrou adequado para dispositivos móveis. O tempo médio de resposta permaneceu inferior a quatro segundos, suficiente para uma experiência fluida. A integração entre o *frontend* e o *backend* ocorreu sem gargalos, com o envio dos pontos selecionados e da localização atual do usuário ao servidor, seguido pela execução da heurística no *backend* e a exibição do trajeto no aplicativo em formato *GeoJSON*.

O tempo médio de resposta observado permaneceu inferior a quatro segundos do envio dos dados ao *backend* até o *rendering* do *GeoJSON*, suficiente para uso interativo em dispositivo móvel.

A validação funcional confirmou que todas as etapas do fluxo de operação foram atendidas corretamente: listagem dos pontos turísticos, seleção pelo usuário, transmissão ao *backend*, cálculo da rota e plotagem no mapa. Os resultados evidenciaram que o sistema cumpre seu propósito de forma eficaz e alinhada ao contexto do turismo religioso em Trindade-GO.

Os resultados são limitados pela ausência de comparação sistemática com rotas de referência (p. ex., *OSRM* puro ou *Google Maps*) e por avaliação predominantemente qualitativa de “qualidade de rota”. Esses limites decorrem do escopo de prototipagem; versões futuras incluirão análise quantitativa controlada (comprimento de rota, tempo estimado e variação percentual) em múltiplos cenários.

7. Conclusão

O presente trabalho apresentou o desenvolvimento de um aplicativo móvel para roteirização turística na cidade de Trindade-GO, com base na aplicação da heurística

VMP, implementada via biblioteca *Google OR-Tools*, sobre uma matriz de distâncias fornecida pelo *OSRM*. O sistema demonstrou ser capaz de organizar roteiros turísticos de forma otimizada e visual, proporcionando ao visitante uma experiência simples e eficiente, com tempo de resposta adequado para dispositivos móveis.

Embora tenha atingido os objetivos propostos, algumas limitações foram observadas, sobretudo relacionadas à indisponibilidade de dados completos sobre horários de funcionamento dos pontos turísticos. Essa restrição impossibilitou a aplicação de variações do PCV que considerem janelas temporais.

Como perspectiva para trabalhos futuros, pretende-se realizar uma análise quantitativa entre diferentes heurísticas e ampliar as funcionalidades do aplicativo a partir de: inclusão de telas de resumo e de finalização da rota; permitir que o usuário escolha entre rotas a pé ou de carro, a partir de uma infraestrutura dedicada do *OSRM*; implementar mecanismos de contribuição colaborativa, de forma que os usuários possam informar em tempo real o horário de funcionamento dos pontos turísticos para possibilitar a implementação do PCV considerando janelas temporais; registrar estatísticas sobre os pontos mais visitados, possibilitando recomendações personalizadas; considerar zonas de risco na definição dos trajetos, promovendo maior segurança para os visitantes. Estas melhorias têm o potencial de ampliar a aplicabilidade prática da solução e reforçar seu caráter de apoio ao desenvolvimento turístico da cidade.

Referências

- Benevides, P. da S. (2023). *Aplicação de heurísticas e metaheurísticas para o problema do caixeiro viajante em um problema real de roteirização de veículos*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) — Universidade Federal da Paraíba (UFPB), 2023.
- Brasil. Ministério do Turismo. Roteirização Turística - Módulo Operacional 7. Brasília, DF: Ministério do Turismo, 2007. Disponível em: https://regionalizacao.turismo.gov.br/images/roteiros_brasil/roteirizacao_turistica.pdf. Acesso em: 06 abr. 2025.
- Costa, R. P. Da; Canedo, E. D.; Sousa, R. T. De; Albuquerque, R. De O.; Villalba, L. J. G., *Set of Usability Heuristics for Quality Assessment of Mobile Applications on Smartphones*. IEEE Access, vol. 7, pp. 116145-116161, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2910778.
- Cunha, C. B. da C.; Bonasser, U. de O.; Abrahão, F. T. M. (2002). *Experimentos Computacionais Com Heurísticas De Melhorias Para o Problema Do Caixeiro Viajante*. In: XVI CONGRESSO DA ANPET.
- Dantzig G.; Fulkerson R.; Johnson S.. (1954) *Solution of a Large-Scale Traveling-Salesman Problem*. In: Journal of the Operations Research Society of America 2(4):393-410. Acesso em: 05 nov. 2025.
- Duarte, A.; Cruz, J. P. G. da; & Yoshizaki, H. (2023). *Heurística de busca local para uso em sistemas de suporte à decisão: aplicação no problema de roteirização de veículos capacitados em duas camadas*. In ENEGEP 2023 - A contribuição da

- engenharia de produção para desenvolvimento sustentável das organizações: cadeias circulares, sustentabilidade e tecnologias. Rio de Janeiro: ABEPRO. doi:10.14488/enegep2023_tn_wpg_399_1955_46427.
- Gerhardt, T. E.; Silveira, D. T. (2009). *Métodos de Pesquisa*. Porto Alegre, RS: Editora da UFRGS, 2009.
- Goldbarg, M.; Goldbarg, E. (2012). *Grafos: Conceitos, algoritmos e aplicações*. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier.
- Gomes, P. C. R (2022). *Grafos [livro eletrônico]: conceitos fundamentais, algoritmos e aplicações*. Blumenau, SC: Editora do Instituto Federal Catarinense, 2022. Disponível em: <https://editora.ifc.edu.br/2022/11/18/grafos-conceitos-fundamentais-algoritmos-e-aplicacoes/>. Acesso em: 30 mar. 2025.
- Google. *OR-Tools: Operations Research Tools Developed by Google*. Disponível em: <https://developers.google.com/optimization>. Acesso em: 01 jul. 2025.
- MAPLIBRE (2025). *MapLibre Project*. Disponível em: <https://maplibre.org/>. Acesso em: 6 set. 2025.
- Organização Mundial do Turismo. *Why Tourism?*. Disponível em: <https://www.unwto.org/why-tourism>. Acesso em: 06 abr. 2025.
- OSRM (2025). *Open Source Routing Machine*. Disponível em: <https://project-osrm.org/>. Acesso em: 06 jul. 2025.
- Prestes, Á. N (2006). *Uma Análise Experimental de Abordagens Heurísticas Aplicadas ao Problema do Caixeiro Viajante*. Natal, RN.
- Sauer, J. G. (2007). *Abordagem De Evolução Diferencial Híbrida Com Busca Local Aplicada Ao Problema Do Caixeiro Viajante*. Curitiba, PR.
- Silva, D. P. Da (2016). *Trindade e Fátima: Aspectos Econômicos do Turismo Religioso*. Goiânia, GO.
- Toth, P.; Vigo, D. (2014). *Vehicule Routing: Problems, Methods, and Applications*. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM).
- Trindade (Município) (2023). *Plano Municipal de Turismo de Trindade 2023–2032*. Trindade: Prefeitura Municipal de Trindade; SEBRAE-GO, 2023. Disponível em: <https://www.trindade.go.gov.br>. Acesso em: 06 abr. 2025.
- Trindade (Município) (2025). *Portal do Turismo e Cultura de Trindade*. Disponível em: <https://turismo.trindade.go.gov.br/locais/turismo>. Acesso em: 01 jul. 2025.
- Weichbroth, P. (2025). *Factors influencing the perceived usability of mobile applications*. arXiv preprint arXiv:2502.11069. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2502.11069>. Acesso em: 20 mai. 2025.