

ESTUDO DE ROTEIRIZAÇÃO PARA DISTRIBUIÇÃO DE SABÃO EM PEDRA NA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA

ROUTING STUDY FOR BAR SOAP DISTRIBUTION IN THE METROPOLITAN REGION OF FORTALEZA

ESTUDIO DE RUTEO PARA LA DISTRIBUCIÓN DE JABÓN EN BARRA EN LA REGIÓN METROPOLITANA DE FORTALEZA

Alessandra de Paula¹
Suzana Karen da Silva Gomes²
Roberto Candido Pansonato³
Luciano Furtado Corrêa Francisco⁴

Resumo

Este estudo investiga a otimização logística na distribuição de sabão em pedra na Região Metropolitana de Fortaleza (CE), produto de baixo custo e relevância social para populações de baixa renda. A pesquisa combinou dados socioeconômicos, levantamento da malha viária e aplicação de algoritmos heurísticos de roteirização, com base no Problema do Caixeiro Viajante e no método do Vizinho Mais Próximo. Foram analisadas rotas entre Fortaleza e os municípios de Horizonte, Beberibe, Aracati, São Gonçalo do Amarante e Pentecoste. Os resultados indicaram redução de custos operacionais, economia anual de combustível e menor tempo de entrega, o que possibilitou maior frequência de distribuição. Persistem, contudo, entraves como estradas em más condições, ausência de centros logísticos intermediários e dificuldades de acesso em áreas rurais. Conclui-se que a metodologia é replicável em contextos locorregionais e que a integração entre tecnologias acessíveis e investimentos em infraestrutura pode ampliar a eficiência e a disponibilidade de itens essenciais.

Palavras-chave: logística; distribuição; cadeia de suprimentos; roteirização.

Abstract

This study investigates logistical optimization in the distribution of bar soap in the Metropolitan Region of Fortaleza (Brazil), a low-cost product of social relevance for low-income populations. The research combined socioeconomic data, road network mapping, and the application of heuristic routing algorithms based on the Traveling Salesman Problem and the Nearest Neighbor method. Routes between Fortaleza and the municipalities of Horizonte, Beberibe, Aracati, São Gonçalo do Amarante, and Pentecoste were analyzed. The results indicated reductions in operational costs, annual fuel savings, and shorter delivery times, which enabled more frequent distribution. Challenges remain, however, such as deteriorated roads, the absence of intermediate logistics centers, and limited access in rural areas. The study concludes that the methodology is replicable in local-regional contexts and that integrating accessible technologies with infrastructure investments can enhance both efficiency and the availability of essential goods.

Keywords: logistics; distribution; supply chain; route optimization.

Resumen

Este estudio investiga la optimización logística en la distribución de jabón en barra en la Región Metropolitana de Fortaleza (CE), un producto de bajo costo y relevancia social para poblaciones de bajos ingresos. La investigación

¹ Doutora em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina. E-mail: alessandra.p@uninter.com

² Graduanda em Logística na modalidade EaD pelo Centro Universitário Internacional (UNINTER). E-mail: skarengomes@gmail.com

³ Mestre em Educação e Novas Tecnologias, professor-tutor do curso de Logística na modalidade EaD do Centro Universitário Internacional (UNINTER). E-mail: roberto.pa@uninter.com

⁴ Especialista em Redes e Sistemas Distribuídos, especialista em Formação Docente para EaD, professor-tutor do curso de Logística na modalidade EaD do Centro Universitário Internacional (UNINTER). E-mail: luciano.f@uninter.com

combinó datos socioeconómicos, un levantamiento de la red vial y la aplicación de algoritmos heurísticos de ruteo basados en el Problema del Viajante y en el método del Vecino Más Cercano. Se analizaron rutas entre Fortaleza y los municipios de Horizonte, Beberibe, Aracati, São Gonçalo do Amarante y Pentecoste. Los resultados indicaron una reducción de los costos operativos, ahorro anual de combustible y menor tiempo de entrega, lo que permitió una mayor frecuencia de distribución. Sin embargo, persisten obstáculos como carreteras en mal estado, ausencia de centros logísticos intermedios y dificultades de acceso en zonas rurales. Se concluye que la metodología es replicable en contextos locales y regionales y que la integración entre tecnologías accesibles e inversiones en infraestructura puede ampliar la eficiencia y la disponibilidad de bienes esenciales.

Palabras clave: logística; distribución; cadena de suministro; ruteo.

1 Introdução

Este estudo tem como objetivo analisar e propor soluções logísticas para a distribuição de bens essenciais em áreas urbanas vulneráveis, com ênfase no sabão em pedra, item de relevância para comunidades de baixa renda no Ceará. Nesse cenário, aspectos como precariedade da infraestrutura viária, dispersão geográfica e restrições de renda dificultam a implementação de uma logística eficiente.

Conforme Torione, Antunes Neto e Germek (2024), a distribuição em regiões de predominância de baixa renda, como o Nordeste do Brasil, exige soluções adaptadas às especificidades locais. Estratégias tradicionais de distribuição, quando aplicadas sem ajustes a diferentes realidades socioeconômicas, tendem a gerar custos elevados e ineficiências que limitam o acesso a produtos essenciais. A otimização de rotas em contextos com restrições estruturais demanda estratégias baseadas em conhecimento territorial, uso de tecnologias disponíveis e análise de dados (Facundo; Damke; Gregorini, 2024).

1.1 Contexto socioeconômico da Região Metropolitana de Fortaleza

A Região Metropolitana de Fortaleza (RMF) configura-se como o principal aglomerado urbano do Ceará e uma das maiores metrópoles do Nordeste brasileiro, reunindo aproximadamente 3,9 milhões de habitantes e concentrando parcela significativa da população estadual (G1, 2023). De acordo com o Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE, 2025), a realidade socioeconômica da região, em especial de Fortaleza, apresenta desigualdades acentuadas. Bairros de maior renda, como Guararapes (R\$ 14.775,21), Cocó (R\$ 13.372,43), Meireles e Aldeota, concentram os maiores rendimentos médios mensais, enquanto áreas periféricas como Genibaú (R\$ 1.272,25), Bom Jardim e Canindezinho figuram entre os menores índices (Ceará, 2025).

A Região Metropolitana de Fortaleza (RMF) apresenta ainda o maior valor médio de renda do estado, com R\$ 2.609,36, contrastando com valores muito inferiores observados em

regiões do interior (Ceará, 2025). A renda média dos 10% dos mais ricos supera em trinta vezes a dos 40% mais pobres, posicionando a RMF entre as áreas metropolitanas com maior ampliação da disparidade social nos últimos anos (Ceará, 2025). Mesmo respondendo por quase 40% do PIB estadual, Fortaleza convive com bolsões de precariedade, baixa renda domiciliar e elevada informalidade no mercado de trabalho, realidade que reforça a necessidade de soluções logísticas adaptadas às particularidades locais (Ceará, 2025).

A desigualdade socioeconômica na região do Ceará impacta nos padrões de consumo, visto que em 2024, o rendimento domiciliar per capita médio no Ceará era de R\$ 1.210,00, enquanto a média nacional de era de R\$ 2.069,00 (Brasil, 2025; Ceará, 2025), evidenciando uma grande discrepância. No Ceará, a capital Fortaleza registrou a maior renda média domiciliar, de R\$ 2.609,36, enquanto outras regiões permaneceram em patamares inferiores (Ceará, 2025). Esse cenário evidencia a centralidade de produtos de baixo custo no consumo cotidiano, especialmente entre as famílias de menor renda. O sabão em pedra destaca-se como uma escolha frequente, pois reúne características como preço acessível, ampla disponibilidade no varejo e maior durabilidade em comparação a outros itens de limpeza. Essas características tornam o sabão em pedra essencial para o consumo das famílias de baixa renda e um item estratégico para análises de otimização logística (ABISA, 2023).

1.2 Breve histórico sobre logística no Nordeste e desafios estruturais

Historicamente, a infraestrutura rodoviária no Nordeste é estruturada como o principal meio para o escoamento da produção agrícola e mineral em direção aos portos e centros consumidores. Desde o século XX, a expansão das rodovias de penetração e a criação do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER) consolidaram o modal rodoviário como principal meio de integração territorial, uma vez que a malha ferroviária permaneceu limitada e sem investimentos (Brasil, 2020). De acordo com estudo da Confederação Nacional do Transporte, de 2016, apesar dos avanços recentes em pavimentação e duplicações, a malha rodoviária brasileira e, em especial, a nordestina ainda apresenta defasagem em relação às demandas logísticas, reforçando a dependência histórica do transporte rodoviário para o escoamento da produção regional. A dependência do modal rodoviário, associada à escassez de investimentos e à ausência de centros logísticos multimodais, resulta em elevados custos e baixa resiliência da cadeia de suprimentos regional (Torione; Antunes Neto; Germek, 2024). Como destaca Silva (2025), a fragilidade da infraestrutura logística regional compromete a competitividade das empresas e limita o acesso da população a bens de consumo essenciais.

Dessa forma, os desafios logísticos no Ceará estão ligados a fatores como a precariedade das estradas e ausência de políticas públicas de integração multimodal. Investimentos em corredores rodoviários, ferrovias e centros de distribuição regionais são necessários para reduzir assimetrias, ampliar a eficiência da distribuição (Cardoso *et al.*, 2024) e assegurar que itens básicos, como o sabão em pedra, cheguem com regularidade e preço acessível à população.

1.2.1 Logística de distribuição

Do ponto de vista da infraestrutura logística, a conectividade entre os municípios do Ceará depende majoritariamente do modal rodoviário, apoiado em vias como a BR-116 e a CE-040 (Ceará, 2025). Entretanto, estudos recentes apontam que o Nordeste brasileiro ainda sofre com déficit de investimentos em infraestrutura e obras paralisadas, o que resulta em estradas precárias, aumento do tempo de deslocamento e elevação dos custos de transporte (Ceará, 2025). Fatores como custos de transporte, deficiências de infraestrutura, restrições econômicas, gestão de estoques, adoção de tecnologias e integração da cadeia de suprimentos impactam fortemente a distribuição de produtos de primeira necessidade, caracterizados por margens reduzidas e alta sensibilidade ao custo logístico (Marcos; Macane, 2025).

As falhas na logística de distribuição em áreas periféricas intensificam desigualdades sociais (Carbonieri *et al.*, 2022). Se a entrega de bens básicos está ocorrendo com pouca constância, logo teremos preços mais altos e a acessibilidade ficará comprometida, assim, populações vulneráveis serão obrigadas a reduzir o consumo ou a buscar alternativas de menor qualidade, afetando diretamente a saúde pública e a dignidade social (Brasil; Pansonato, 2018; Novaes, 2021). Assim, a eficiência logística torna-se elemento fundamental para empresas, assim como para a garantia de direitos básicos de cidadania (Barros *et al.*, 2024).

Neste contexto, o artigo tem como objetivos: (i) apresentar a metodologia de roteirização aplicada às condições locorregionais da Região Metropolitana de Fortaleza; (ii) quantificar ganhos operacionais decorrentes da aplicação de algoritmos de otimização; e (iii) oferecer um modelo replicável para distribuição em regiões com características semelhantes.

2 Metodologia

Este estudo adota uma abordagem aplicada, de natureza quantitativa e exploratória, voltada à análise logística e à otimização de rotas em municípios da Região Metropolitana de Fortaleza.

2.1 Critérios de escolha dos municípios

Os municípios de Fortaleza, Horizonte, Beberibe, Aracati, São Gonçalo do Amarante e Pentecoste foram selecionados para este estudo. Consideraram-se fatores locorregionais, como dados demográficos, econômicos e de infraestrutura de transporte. O nível de urbanização das vias públicas foi incluído como critério principal, mesmo que algumas cidades não tenham atingido o índice ideal, uma vez que o objetivo foi avaliar a logística em áreas de menor acessibilidade, de modo a incluir as dificuldades presentes tanto em regiões centrais quanto em zonas periféricas, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Percentual de urbanização de vias públicas em municípios cearenses

Cidade	Urbanização de vias públicas
Fortaleza	13,2 %
Horizonte	1,1 %
Beberibe	0,4 %
Aracati	1,6 %
São Gonçalo do Amarante	1,1 %
Pentecoste	6,3 %

Fonte: Ceará (2025)

2.2 Verificação das distâncias

Foram levantadas as distâncias rodoviárias entre Fortaleza e cinco municípios da Região Metropolitana (Horizonte, Beberibe, Aracati, São Gonçalo do Amarante e Pentecoste) por meio do site Google Maps.

Em seguida, as distâncias foram organizadas em matrizes no Microsoft Excel, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1: Matrizes de distância entre as cidades em KM

		Cidades					
		Fortaleza	São Gonçalo do Amarante	Horizonte	Beberibe	Aracati	Pentecoste
Cidades	Fortaleza	0	60,1	45,5	88,1	151	91,2
	São Gonçalo do Amarante	60,1	0	93,7	136	202	45
	Horizonte	45,5	93,7	0	54,6	121	126
	Beberibe	88,1	136	54,6	0	67,9	165
	Aracati	151	202	121	67,9	0	231
	Pentecoste	91,2	45	126	165	231	0

Fonte: da autora com dados do Google Maps (2025)

2.3 Otimização das Rotas

Esta etapa dedicou-se à aplicação de técnicas de otimização para definir a rota mais eficiente entre os pontos de distribuição. Para isso, seguiram-se três passos: a formulação do problema, o algoritmo de solução e a estrutura de dados utilizada. Quanto ao algoritmo de solução, este é estruturado nas bases do Problema do Caixeiro Viajante (PCV) e método computacional do Vizinho Mais Próximo (VMP).

O Problema do Caixeiro Viajante (PCV) é um dos desafios clássicos da pesquisa operacional e da ciência da computação. Consiste em identificar o circuito de menor custo (em distância, tempo ou custo) que permita visitar um conjunto de cidades exatamente uma vez, retornando ao ponto de partida (Bastos, 2023). Segundo Albuquerque (2025), é a busca pelo "circuito de custo mínimo que visita cada ponto de um conjunto exatamente uma vez, retornando ao ponto de origem". Sua aplicação é vital em logística para o planejamento de rotas de entrega e coleta (Bastos, 2023).

Por sua vez, para resolver computacionalmente o PCV, utilizou-se a heurística do VMP, algoritmo que, partindo de um nó inicial, seleciona de forma iterativa o nó mais próximo que ainda não visitado para compor a rota. Conforme detalhado por Halder *et al.* (2024), o VMP é um método não paramétrico amplamente aplicado em problemas de roteirização logística pela sua simplicidade e eficiência computacional, eficaz em redes de pequena escala, geralmente limitadas a seis ou dez pontos. Nesse tipo de rede, heurísticas simples, como o método do Vizinho Mais Próximo (VMP), apresentam desempenho satisfatório, alcançando soluções próximas ao ótimo com baixo custo computacional, característica fundamental em aplicações práticas de contexto regional.

Para viabilizar a implementação do algoritmo, os dados foram organizados com base no conceito de *Abstract Data Type* (ADT), estruturas de dados abstratas aplicadas em algoritmos de roteirização, que consiste em um conjunto de valores e uma série de operações sobre esses valores, encapsulando a lógica e escondendo os detalhes de implementação do usuário. Pailoor, Wang e Dillig (2024) destacam que o uso de estruturas conceituais como o ADT permite modelar dados de forma sistemática, promovendo clareza e robustez no processamento e assim viabilizar um modelo conceitual que represente entidades do problema, como rotas, distâncias e armazéns.

A integração desses três elementos, a definição do problema (PCV), o método de solução (VMP) e a estrutura de dados (ADT) permitiu a simulação de trajetos otimizados para o cenário em estudo.

2.4 Análise Comparativa

Com base nas rotas otimizadas e nos trajetos previamente definidos, realizou-se uma comparação entre cenários de roteirização. Para isso, considerou-se valor hipotético do óleo diesel como R\$ 5,00 por litro e que o consumo médio hipotético de combustível pelo veículo foi de 4 km por litro. A partir desses dados, foi possível calcular uma estimativa dos custos operacionais em cada situação e, assim, analisar os impactos logísticos da roteirização.

Para cada rota, aplicou-se a seguinte fórmula:

$$C = \frac{D}{R} \times P$$

Em que:

- **C** = custo total (R\$);
- **D** = distância percorrida (km);
- **R** = rendimento do veículo (km/l);
- **P** = preço do combustível (R\$/l).

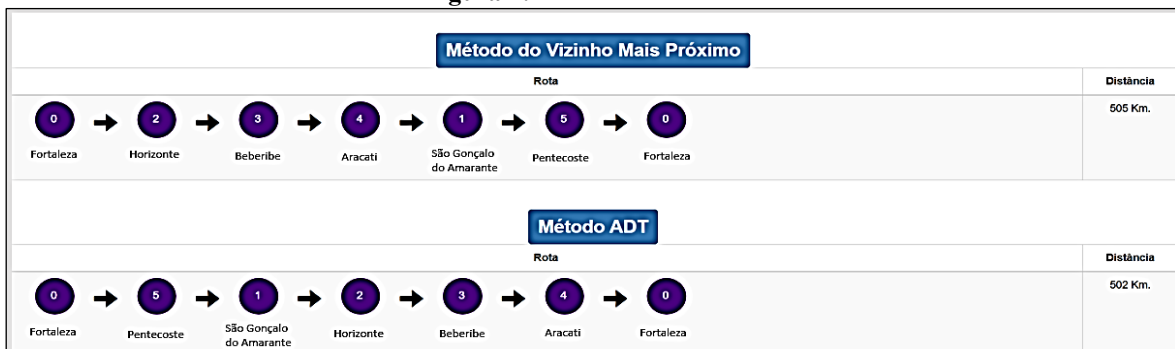
Essa modelagem possibilita comparar cenários e mensurar os impactos diretos da otimização nos custos operacionais.

2.5 Procedimentos e Ferramentas Utilizadas

Os cálculos foram realizados em computador com sistema operacional Windows 11, utilizando planilhas eletrônicas do Microsoft Excel e o sistema online de otimização de rotas disponível em: <https://escoladenegocios.adm.br/caixeiroviajante/>.

O processo de verificação dos resultados utilizou-se das distâncias inseridas na planilha, da digitação das informações para o sistema de roteirização, geração de relatórios de rotas otimizadas e comparação entre os cenários com otimização e sem otimização. A rota otimizada pode ser vista na figura 2.

Figura 2: Visão de rota otimizada



Fonte: site <https://escoladenegocios.adm.br/caixeiroviajante/>

Conforme apresentado na Figura 2, o método ADT resultou em uma rota ligeiramente mais curta e, portanto, mais econômica.

3 Resultados e discussão

A otimização resultou em economia anual de R\$ 756,00 por veículo em custos de combustível, considerando três entregas semanais, consumo médio de 4 km/l e preço de R\$ 5,00/l, além de reduzir o tempo médio de entrega.

Conforme Novaes (2021), há vários métodos heurísticos para resolver um PCV (Problema do Caixeiro Viajante) e eles estão agrupados em duas categorias: métodos de construção do roteiro (o VMP, por exemplo) e métodos de melhoria do roteiro, como o 2-opt e o 3-opt, e até o ADT, utilizado nesse estudo.

Foram identificados dois fatores limitantes principais: (i) restrições da malha viária regional (BR-116, CE-040), com poucas vias conectadas e trechos em más condições; e (ii) horários comerciais fixos nos pontos de entrega.

A análise demonstrou que a aplicação do algoritmo do Vizinho Mais Próximo (VMP), associada ao uso de *Abstract Data Types*, otimiza a distribuição de produtos essenciais, como o sabão em pedra. Os resultados demonstram que a rota otimizada apresentou redução de 4,2 km na distância total percorrida em comparação com a rota convencional, gerando economia anual de R\$756 por veículo e consequentemente diminuindo o tempo médio de entrega. Assim, confirma-se que, mesmo em contextos com limitações estruturais, soluções computacionais simples podem produzir impactos logísticos relevantes (Bamatraf, 2021).

Destaca-se que a metodologia é adaptável e replicável para diferentes municípios com características locorregionais similares, considerando fatores como densidade populacional, infraestrutura viária e perfil socioeconômico. Verifica-se que o uso de algoritmos heurísticos, como o VMP, é adequado a pequenas redes de distribuição, por conciliar velocidade de processamento e proximidade de soluções ótimas, conforme Halder *et al.* (2024) e Bastos (2023). Ao unificar o ADT ao VMP, obteve-se organização das informações sobre rotas, distâncias e armazéns de forma sistemática, garantindo maior robustez no processamento de dados logísticos.

A aplicação conjunta do VMP e do ADT possibilita que distribuidores regionais tomem decisões mais informadas sobre alocação de veículos e recursos, oferecendo uma ferramenta replicável para o planejamento logístico em regiões com desafios semelhantes. Evidencia-se que, mesmo em contextos com restrições econômicas e de infraestrutura, soluções tecnológicas

acessíveis podem ser implementadas para promover ganhos operacionais, maior eficiência na distribuição e redução de custos (Breviário *et al.*, 2025; Bamatraf, 2021).

Em síntese, a combinação de heurísticas de otimização, estruturas de dados organizadas e análise quantitativa aplicada possibilita: (i) reduzir distâncias percorridas e custos operacionais; (ii) aumentar a frequência e a confiabilidade das entregas; (iii) adaptar-se a diferentes contextos locorregionais com características logísticas semelhantes; e (iv) replicar o modelo para outros produtos de primeira necessidade em regiões periféricas.

Referências

ALBUQUERQUE, F. A. Aplicação de métodos de roteirização de rotas para minimização de custos em uma empresa de distribuição de equipamentos de tecnologia no Rio Grande do Norte. 2025. 77 f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia de Produção) Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2025. Disponível em <https://repositorio.ufrn.br/items/1ff73142-09a4-4762-8f2e-203b0459055c>. Acesso em: 16 fev. 2026

BARROS, W. S. *et al.* Tecnologias sociais e inovação na logística de última milha: proposta de integração entre correios e OSCS. 2024. 96 f. **Dissertação** (Graduação em Logística) – Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2024. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/41122>. Acesso em: 16 fev. 2026.

BASTOS, R. E. M. Investigação de modelos e algoritmos para o problema do caixeiro viajante com múltiplos passageiros e lotação. 2023. 285 f. **Tese** (Doutorado em Sistemas e Computação) — Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/server/api/core/bitstreams/4234c9f7-a0c7-4f59-bb57-171a5142136b/content>. Acesso em: 20 set. 2025.

BRASIL, C.; PANSONATO, R. **Logística dos canais de distribuição**. Curitiba: Intersaberes, 2018.

ABISA. **Consumo de sabonetes em barra no Brasil só perde para a Índia**. São Paulo, 2 ago. 2023. Disponível em: <https://abisa.com.br/consumo-de-sabonetes-em-barra-no-brasil-so-perde-para-a-india>. Acesso em: 16 fev. 2026.

BAMATRAF, K. M. Genetic algorithm based on Clark & Wright's savings algorithm for reducing the transportation cost in a pooled logistic system. **Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management**, São Paulo, 2021. Disponível em: <https://www.ieomsociety.org/brazil2020/papers/728.pdf>. Acesso em: 16 fev. 2026.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento e Assistência Social, Família e Combate à Fome. **Renda domiciliar per capita no Brasil aumenta e atinge R\$ 2.069 em 2024, revela IBGE**. Brasília, DF, 6 mar. 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/mds/pt-br/noticias-e-contudos/desenvolvimento-social/noticias-desenvolvimento-social/renda-domiciliar-per-capita-no-brasil-aumenta-e-atinge-r-2-069-em-2024-revela-ibge>. Acesso em: 24 set. 2025.

BRASIL. Ministério dos Transportes. **Transportes no Brasil: síntese histórica**. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transportes-no-brasil-sintese-historica>. Acesso em: 20 set. 2025.

BREVIÁRIO, Á. G. *et al.* Otimização multicritério em logística: aplicação do método simplex para planejamento de cadeias de suprimentos com big data analytics e machine learning. **Internationally Indexed Scientific Journal**, [s. l.], v. 5, n. 5, 2025. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15537351>. Disponível em: <https://zenodo.org/records/15537351>. Acesso em: 16 fev. 2026.

CARBONIERI, A. *et al.* Logística do asfalto à favela: inclusão de entregas de cargas para comunidades brasileiras. 2022. 94 f. **Projeto** (Especialização em Gestão do Negócio) — Fundação Dom Cabral, São Paulo, 2022. Disponível em: <https://repositorio.itl.org.br/jspui/handle/123456789/655>. Acesso em: 16 fev. 2026.

CARDOSO, A. F. *et al.* Gestão de ativos: modelo que oriente as empresas de transporte rodoviário na aquisição e renovação de frotas. 2024. 153 f. **Projeto** (Especialização em Gestão do Negócio) — Fundação Dom Cabral, Curitiba, 2024. Disponível em: <https://repositorio.itl.org.br/jspui/handle/123456789/795>. Acesso em: 19 set. 2025.

CEARÁ. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE). **No Ceará, maior valor médio de renda mensal está na Região da Grande Fortaleza e Eusébio é destaque entre os 184 municípios**. Fortaleza: IPECE, 21 jul. 2025. Disponível em: <https://www.ipece.ce.gov.br/2025/07/21/no-ceara-maior-valor-medio-de-renda-mensal-esta-na-regiao-da-grande-fortaleza-e-eusebio-e-destaque-entre-os-184-municipios/>. Acesso em: 16 fev. 2026.

CEARÁ. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE). **Indicadores Socioeconômicos**. Fortaleza: IPECE, 2025. Disponível em: <https://www.ipece.ce.gov.br/indicadores-socioeconomicos/>. Acesso em: 24 set. 2025.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). **Brasil tem apenas 12,4% da malha rodoviária com pavimento**. Brasília, DF: CNT, 24 nov. 2022. Disponível em: <https://cnt.org.br/agencia-cnt/brasil-tem-apenas-12-da-malha-rodoviaria-com-pavimento>. Acesso em: 16 fev. 2026.

FACUNDO, B. R.; DAMKE, G. T.; GREGORINI, D. M. Satisfação de restrições no transporte de passageiros em rotas de turismo. **Revista Gestão e Conhecimento**, [s. l.], v. 18, n. 2, p. e341, 2024. DOI: <https://doi.org/10.55908/RGCV18N2-003>. Disponível em: <https://ojs.revistagc.com.br/ojs/index.php/rgc/article/view/341>. Acesso em: 24 set. 2025.

HALDER, R. K. *et al.* Enhancing K-nearest neighbor algorithm: a comprehensive review and performance analysis of modifications. **Journal Of Big Data**, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 1-55, 11 ago. 2024. DOI: https://doi.org/10.1186/s40537-024-00973-y?urlappend=%3Futm_source%3Dresearchgate.net%26utm_medium%3Darticle Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1186/s40537-024-00973-y?utm_source=researchgate.net&utm_medium=article. Acesso em: 15 set. 2025.

MARCOS, M.; MACANE, A. Gestão estratégica da logística para redução de custo nas empresas. **Brazilian Journal of Business**, [s. l.], v. 7, n. 2, p. e80463, 2025. DOI: <https://doi.org/10.34140/bjbv7n2-043>. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJB/article/view/80463>. Acesso em: 20 set. 2025.

NOVAES, A. G. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição: Estratégia, Avaliação e Operação**. 5. ed. Rio de Janeiro: GEN Atlas, 2021.

G1. Região Metropolitana de Fortaleza concentra 44% da população do Ceará.

Fortaleza, 29 jun. 2023. Disponível em:

<https://g1.globo.com/ce/ceara/noticia/2023/06/29/regiao-metropolitana-de-fortaleza-concentra-44percent-da-populacao-do-ceara.ghtml>. Acesso em: 16 fev. 2026.

SILVA, L. F. M. Crise e resistência da indústria de transformação no nordeste brasileiro (1990-2020). 2025. **Monografia** (Graduação em Ciências Econômicas) — Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2025. Disponível em:

<https://repositorio.ufrn.br/server/api/core/bitstreams/5a4709fe-a528-4a4e-8b90-a21089b4a00a/content>. Acesso em: 19 set. 2025.

TORIONE, V. O.; ANTUNES NETO, J. M. F.; GERMEK, H. A. Logística e Transportes no Brasil: uma discussão sobre os modais de transporte e o panorama na região nordeste.

Prospectus, [s. l.], v. 6, n. 1, p. 22-67, 2024. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11292432>. Disponível em: <https://prospectus.fatecitapira.edu.br/index.php/pst/article/view/216>. Acesso em: 22 set. 2025.

Data de submissão: 01/10/2025

Data de aceite: 17/10/2025