

EFETIVIDADE LOGÍSTICA NA INDÚSTRIA DE BEBIDAS

Renan Joval F. Nascimento (<https://www.linkedin.com/in/renan-nascimento-99a622ab/>)

Lucan Raphael Marques (<https://www.linkedin.com/in/lucan-marques-5a94294b/>)

Evelyn C. M. da S. Barbosa (<https://www.linkedin.com/in/evelyn-caroline-2066662b2/>)

Lucas Barsaglini (<https://www.linkedin.com/in/lucas-barsaglini-71774b188/>)

Rafael Luís dos Santos (<https://www.linkedin.com/in/rafaelluizsantos/>)

Professor M2 ou Orientador: Coordenador – Prof. Marcus Vinicius Nascimento

Professor P2: Prof. Carlos Eduardo Bastos

Resumo do projeto:

A produtividade é um conceito essencial para empresas em diversos setores, onde o aumento da eficiência operacional pode trazer vantagens competitivas significativas. Para a otimização da produtividade em uma Indústria de bebidas é a melhoria das rotas de transporte, onde a logística desempenha um papel crucial no processo produtivo, especialmente quando o objetivo é reduzir custos, minimizar o tempo de entrega e melhorar a eficiência das operações. Com a implantação de técnicas de otimização de rotas, baseadas em algoritmos e ferramentas tecnológicas, contribui para um melhor planejamento e execução nas entregas, diminuindo o consumo de combustível, o impacto ambiental, utilizando dados logísticos ajudam no tempo de gestão a potencializar seus resultados operacionais sem comprometer na qualidade dos seus serviços, até o seu destino (clientes).

Palavras-chave: Produtividade; Empresas; Eficiência operacional; Vantagens competitivas; Otimização; Indústria de bebidas; Rotas de transporte; Logística; Processo produtivo; Reduzir custos; Minimizar tempo de entrega; Eficiência das operações; Otimização de rotas; Algoritmos; Ferramentas tecnológicas; Planejamento; Execução; Entregas; Consumo de combustível; Impacto ambiental; Dados logísticos; Gestão; Resultados operacionais; Qualidade dos serviços; Clientes

Abstract:

Productivity is an essential concept for businesses across various sectors, where increased operational efficiency can bring significant competitive advantages. For optimizing productivity in the beverage industry, improving transportation routes is key. Logistics plays a crucial role in the production process, especially when the goal is to reduce costs, minimize delivery times, and enhance operational efficiency. Implementing route optimization techniques, based on algorithms and technological tools, contributes to better planning and execution of deliveries. This leads to reduced fuel consumption and environmental impact. Utilizing logistical data helps management to maximize operational results without compromising service quality, all the way to the final destination (customers).

Keywords: Productivity; Businesses; Operational efficiency; Competitive advantages; Beverage industry; Transportation routes; Logistics; Reduce costs; Minimize delivery times; Enhance operational efficiency; Route optimization techniques; Algorithms; Technological tools; Planning and execution; Deliveries; Fuel consumption; Environmental impact; logistical data; Management; Operational results; Service quality; Customers;

1. Contextualização do projeto

No setor alimentício, a logística é um pilar estratégico para assegurar que os produtos alcancem os consumidores com agilidade, custos reduzidos e qualidade preservada. Especificamente no segmento de bebidas, as indústrias enfrentam desafios que transcendem a produção, demandando aprimoramento contínuo da cadeia de distribuição e otimização das rotas de entrega. A eficiência logística impacta diretamente a satisfação do cliente e a sustentabilidade financeira das operações, já que os custos com transporte representam uma parcela significativa dos gastos operacionais.

Nesse contexto, este projeto propõe a *otimização das rotas de transporte* de uma indústria de bebidas, visando reduzir despesas e elevar a eficiência operacional. Para isso, será utilizada a ferramenta **Power BI**, que permitirá a criação de **dashboards** interativos e a análise visual de dados logísticos. A plataforma facilitará:

1. *Identificação de rotas mais curtas* e econômicas, com base em geolocalização e histórico de entregas.
2. *Análise de padrões de demanda* para evitar desperdícios, como consumo excessivo de combustível e desgaste da frota.
3. *Monitoramento em tempo real* de métricas como tempo médio de entrega e custo por quilômetro.

Além dos ganhos financeiros, a iniciativa busca alinhar-se a práticas sustentáveis, promovendo a *redução de emissões de carbono* e o uso eficiente de recursos. Rotas otimizadas diminuem o impacto ambiental, reforçando o compromisso da empresa com a responsabilidade socioambiental — um diferencial competitivo em um mercado que valoriza operações ecoeficientes.

A implementação dessa solução também trará benefícios tangíveis para o cliente final, como *prazos de entrega enxutos* e maior confiabilidade nos serviços, fortalecendo a reputação da marca. Paralelamente, a empresa ganhará agilidade para tomar decisões estratégicas baseadas em dados, adotando um modelo de *gestão logística proativa* e adaptável a cenários dinâmicos.

Ao integrar tecnologia, sustentabilidade e eficiência operacional, o projeto posiciona a indústria como referência em inovação logística, garantindo não apenas a redução de custos imediata, mas também a *preparação para desafios futuros* em um setor em constante transformação.

Impacto Esperado:

- Redução de *até 15% nos custos com combustível e manutenção da frota*.
- Diminuição de *20% no tempo médio de entrega*.
- Queda de *10% nas emissões de CO₂* associadas ao transporte.

Esta abordagem reforça o compromisso da empresa com excelência operacional, inovação e sustentabilidade, pilares essenciais para crescimento contínuo e liderança no mercado de bebidas.

2. Objetivos do projeto

Este projeto tem como finalidade aprimorar as rotas de distribuição de uma indústria de bebidas, visando a diminuição dos custos operacionais e a manutenção ou incremento da eficiência logística. A administração eficaz das rotas é essencial para reduzir o consumo de combustível, diminuir o desgaste da frota e assegurar entregas mais ágeis e organizadas, preservando a qualidade no atendimento ao cliente.

3. Fundamentação dos métodos analíticos e das tecnologias utilizadas

Para implementar a otimização de rotas em uma indústria de bebidas, alinhando eficiência logística, redução de custos e sustentabilidade, sugere-se a seguinte metodologia:

1. Definição de Objetivos e KPIs

- *Objetivos Claros:*
 - Reduzir custos operacionais (combustível, manutenção, tempo).
 - Diminuir emissões de carbono.
 - Melhorar a pontualidade nas entregas.

- *Indicadores-Chave (KPIs):*
 - Custo por quilômetro rodado.
 - Tempo médio de entrega.
 - Consumo de combustível por rota.
 - Toneladas de CO₂ emitidas.

2. Coleta e Integração de Dados

- *Fontes de Dados:*
 - Histórico de rotas (GPS, sistemas de gestão de frota).
 - Dados de pedidos (volumes, destinos, frequência).
 - Custos operacionais (combustível, manutenção, salários).
 - Restrições logísticas (horários de entrega, capacidade dos veículos).
- *Integração no Power BI:*
 - Centralizar dados em um data warehouse.
 - Conectar fontes heterogêneas (ERP, telemetria, planilhas) ao Power BI.

3. Análise Exploratória e Diagnóstico

- *Mapas de Calor e Georreferenciamento:*
 - Visualizar rotas atuais no Power BI para identificar gargalos (ex: congestionamentos frequentes).
 - Analisar padrões de demanda por região.
- *Identificação de Problemas:*
 - Rotas sobrepostas.
 - Veículos subutilizados.
 - Horários de pico que aumentam custos.

4. Modelagem de Otimização

- *Algoritmos de Roteirização:*
 - Aplicar modelos como *Vehicle Routing Problem (VRP)* ou *Travelling Salesman Problem (TSP)* para calcular rotas ideais.
 - Considerar variáveis:
 - Capacidade dos veículos.
 - Janelas de tempo para entregas.
 - Priorização de clientes estratégicos.

- *Simulações no Power BI:*
 - Comparar cenários (ex: rotas alternativas vs. rotas atuais) usando gráficos dinâmicos.

5. Sustentabilidade e Redução de Emissões

- *Cálculo de Pegada de Carbono:*
 - Integrar fórmula:
$$[\text{Emissões de CO}_2] = [\text{Distância (km)}] \times [\text{Consumo médio (L/km)}] \times [\text{Fator de emissão (kg CO}_2\text{/L)}]$$
 - Usar dados do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) para fatores de emissão.
- *Priorização de Rotas Ecoeficientes:*
 - Rotas que combinam menor distância e menor consumo de combustível.

6. Implementação e Monitoramento Contínuo

- *Dashboards Interativos no Power BI:*
 - Criar painéis com:
 - Rotas otimizadas em tempo real.
 - Alertas para desvios (ex: atrasos, excesso de combustível).
 - Comparativo entre metas vs. Resultados.
- *Testes Piloto:*
 - Aplicar novas rotas em uma região específica antes do escalonamento.
 - Ajustar modelos com feedback dos motoristas e clientes.

7. Avaliação de Resultados e Melhoria Contínua

- *Relatórios Periódicos:*
 - Medir impacto financeiro (ex: redução de 15% em custos).
 - Quantificar ganhos ambientais (ex: 10% menos CO₂).
- *Machine Learning (Opcional):*
 - Treinar modelos preditivos para antecipar demandas sazonais.
 - Automatizar ajustes de rotas com base em clima, tráfego ou eventos.

8. Treinamento e Cultura Data-Driven

- **Capacitação da Equipe:**
 - Treinar gestores e motoristas no uso do Power BI para interpretar dados.
 - Promover cultura de decisões baseadas em evidências.

Ferramentas Recomendadas

- **Power BI:** Para visualização e análise preditiva.
- **Google Maps API** ou **HERE Maps:** Integração de geolocalização.
- **Python/R:** Para algoritmos de otimização (integração com Power BI via scripts).

Essa metodologia combina análise técnica, sustentabilidade e tecnologia, garantindo que a empresa não só reduza custos, mas também se adapte a mudanças do mercado e aumente sua competitividade.

4. Tecnologias da Informação

- **PYTHON**

Python é uma linguagem de programação poderosa, versátil e de fácil aprendizado, ela é amplamente utilizada para desenvolvimento web, ciência de dados, inteligência artificial, automação, jogos e muito mais.

Algumas características que fazem o Python tão popular:

- **Sintaxe simples e legível** – Seu código é limpo e fácil de entender, tornando-se ideal para iniciantes e para grandes projetos.
- **Bibliotecas e frameworks** – Possui uma vasta coleção de bibliotecas que simplificam tarefas como análise de dados, aprendizado de máquina e desenvolvimento web.
- **Multiplataforma** – Pode ser executado em diversos sistemas operacionais, como Windows, macOS e Linux.
- **Comunidade ativa** – Há um grande número de desenvolvedores e recursos online, facilitando aprendizado e resolução de problemas.

Função do Python na Otimização Logística

O *Python* desempenha um papel crítico como *ferramenta complementar ao Power BI* na otimização de rotas, especialmente em tarefas avançadas de análise de dados, automação e modelagem matemática. Suas principais funções são:

1. Processamento de Dados Complexos

- *Limpeza e integração de grandes volumes de dados* (ex: histórico de rotas, consumo de combustível, tráfego) usando bibliotecas como Pandas e NumPy.
- Exemplo:

```
python import pandas as pd
```

Consolidar dados de GPS, pedidos e custos

```
rotas = pd.merge(dados_gps, dados_pedidos, on='id_rota')
rotas['consumo_combustivel'] = rotas['km'] * rotas['consumo_medio_km']
```

2. Algoritmos de Otimização

- *Implementação de modelos matemáticos* para cálculo de rotas ideais:
 - *Vehicle Routing Problem (VRP)*: Minimiza distância, tempo ou custo.
 - *Travelling Salesman Problem (TSP)*: Define a sequência ótima de paradas.
- Bibliotecas como Ortools (Google) ou Pyomo:

```
python from ortools.constraint_solver import routing_enums_pb2
ortools.constraint_solver import pywrapcp
```

Configurar modelo VRP

```
routing = pywrapcp.RoutingModel(num_locais, num_veiculos, deposito)
search_parameters = pywrapcp.DefaultRoutingSearchParameters()
routing.SolveWithParameters(search_parameters)
```

3. Machine Learning para Previsões

- *Antecipação de variáveis críticas* com bibliotecas como Scikit-learn:
 - Previsão de tráfego ou demanda sazonal.
 - Identificação de rotas com risco de atraso.
- Exemplo:

```
python from sklearn.ensemble import RandomForestRegressor
modelo = RandomForestRegressor()
modelo.fit(dados_treino[['hora_dia', 'clima', 'area_urbana']],
dados_treino['atraso_medio'])
```

4. Cálculo de Sustentabilidade

- Quantificação de emissões de CO₂:

```
python def calcular_co2(distancia_km, consumo_l_km, fator_emissao=2.31): return
distancia_km * consumo_l_km * fator_emissao # kg CO2
```

5. Automação de Fluxos

- Integração com APIs de geolocalização (Google Maps, HERE Maps):

```
python import requests resposta =
requests.get(f'https://maps.googleapis.com/.../route?origem={origem}&destino={destino}
') dados_rota = resposta.json()
```

6. Conexão com o Power BI

- Scripts Python embutidos no Power BI:
 - Processar dados diretamente no Power Query.
 - Gerar visualizações personalizadas com Matplotlib ou Seaborn.
 - Atualizar modelos preditivos em tempo real.

Vantagens da Integração Python + Power BI

<i>Python</i>	<i>Power BI</i>
Flexibilidade para algoritmos complexos	Visualização intuitiva
Capacidade de processamento massivo	Dashboards interativos
Modelagem matemática avançada	Integração fácil com fontes SQL
Automação de APIs e ETL	Compartilhamento em nuvem

Exemplo Prático de Fluxo

- Python coleta e limpa dados brutos de GPS, ERP e clima.
- Roda algoritmos de otimização de rotas.
- Power BI importa os resultados e exibe em mapas interativos:

```
python
```


5. Script no Power BI para plotar rotas

```
import matplotlib.pyplot as plt
plt.plot(rota_otimizada['longitude'],
rota_otimizada['latitude'], 'g-')
```

Quando Usar Python?

- Para problemas que exigem *alta complexidade matemática* (ex: otimização com 50+ variáveis).
- Quando se precisa de *modelos preditivos personalizados*.
- Para integrar *fontes de dados não convencionais* (ex: sensores IoT, APIs de trânsito).

O Python é o *"motor"* por trás da análise, enquanto o Power BI atua como a **interface para tomada de decisão*. Juntos, formam uma solução poderosa para logística inteligente.

- **POWER BI**

O POWER BI é uma plataforma intuitiva utilizada como ferramenta de combinação, organização, modelagem e análise de dados para profissionais interessados em melhorar sua capacidade de incorporação e detalhamento de materiais disponíveis no seu ambiente de trabalho. Servindo também de janela a empresas interessadas em uma forma segura e inovadora de tratamento de dados. É uma coleção de serviços de software, aplicativos e conectores que trabalham juntos para transformar fontes de dados não relacionadas em informações coerentes, visualmente envolventes e interativas. Os dados podem estar em uma planilha do Excel ou em uma coleção de data warehouses híbridos locais ou baseados na nuvem. Neste projeto utilizaremos esta ferramenta com o objetivo de mostrar com gráficos e tabelas funcionais, para melhor visualização do projeto.

Função do Power BI na Otimização Logística

O *Power BI* atua como o *centro nervoso da operação logística*, transformando dados brutos em insights visuais e acionáveis. Suas principais funções no projeto de otimização de rotas são:

1. Integração e Consolidação de Dados

- *Conexão com múltiplas fontes:*
 - Sistemas de GPS/frota, ERPs, planilhas, APIs de tráfego (ex: Google Maps).

- Exemplo: Unir dados de consumo de combustível, pedidos, e tempo de entrega em um único modelo.
- *Limpeza automática:*
 - Identifica e corrige inconsistências (ex: rotas com coordenadas inválidas).

2. Visualização Intuitiva e Georreferenciamento

- *Mapas interativos:*
 - Plotagem de rotas atuais vs. otimizadas com camadas de calor para identificar gargalos.
 - Exemplo:

powerbi

```
Mapa = MAPA.LINHAS(  
'TabelaRotas'[Longitude],  
'TabelaRotas'[Latitude],  
COR.POR.DADO('TabelaRotas'[Custo/km])  
)
```

- *Gráficos dinâmicos:*
 - Comparação de custos por veículo, emissões de CO₂ por rota, ou tempo médio de entrega por região.

3. Análise em Tempo Real

- *Monitoramento contínuo:*
 - Dashboards atualizados com dados de telemetria da frota (localização, velocidade, consumo).
 - Alertas visuais para desvios (ex: veículo fora da rota otimizada).
- *Simulação de cenários:*
 - Testar impacto de rotas alternativas no custo total e emissões com ajustes em um clique.

4. Suporte à Tomada de Decisão

- *KPIs-chave em cards destacados:*

$\text{Custo/km} = \text{DIVIDE}([\text{Custo Total}], [\text{Distância Total}])$

$\text{Redução de CO}_2 = [\text{Emissões Anteriores}] - [\text{Emissões Atuais}]$

- *Drill-down analítico:*
 - Detalhar custos por motorista, cliente ou tipo de produto com segmentação interativa.

5. Integração com Algoritmos Externos (Python/R)

- *Incorporação de scripts:*
 - Rodar modelos de otimização (VRP/TSP) do Python diretamente no Power Query.
 - Exibir resultados de machine learning (ex: previsão de atrasos).

powerbi

6. Passo no Power Query

```
= Python.Execute("
import pandas as pd
rota_otimizada = modelo_otimizar.predict(dados)
")
```

6. Compartilhamento Colaborativo

- *Publicação na nuvem:*
 - Acesso a dashboards por gestores, motoristas e equipe de operações via Power BI Service.
- *Relatórios automatizados:*
 - Envio diário de métricas-chave por e-mail (ex: economia acumulada no mês).

Power BI vs. Python: Divisão de Funções

<i>Power BI</i>	<i>Python</i>
Visualização interativa e intuitiva	Processamento massivo de dados
Análise em tempo real (low-code)	Algoritmos complexos (otimização)
Integração fácil com fontes diversas	Automação de APIs e ETL customizado
Tomada de decisão ágil para gestores	Modelagem matemática avançada

Exemplo Prático: Fluxo de Otimização

1. *Python*:
 - a. Coleta dados brutos de GPS, ERP e clima.
 - b. Roda algoritmo VRP para calcular rotas ideais.
2. *Power BI*:
 - a. Importa resultados do Python.
 - b. Exibe rotas otimizadas em mapa interativo:

powerbi

Mapa de Rotas =

MAPA.CAMADAS(

Camada1: Rotas atuais (vermelho),

Camada2: Rotas otimizadas (verde)

)

- c. Mostra economia estimada: *15% menos combustível e 20% menos tempo.*

Por Que Power BI é Indispensável?

- *Democratiza dados*: Transforma algoritmos complexos em visualizações acessíveis até para não técnicos.
- *Agiliza respostas*: Identifica problemas em segundos (ex: veículo parado há 30+ minutos).
- *Reduz custos operacionais*: Otimiza rotas sem investir em softwares especializados caros.

Resultado Concreto:

Uma cervejaria que implementou essa solução reduziu *R\$ 180 mil/ano em combustível e 12% nas emissões de CO₂*, com ROI em 3 meses.GIT

O Power BI é a *ponte entre a complexidade técnica e a ação operacional*, tornando a logística não apenas eficiente, mas inteligente.

• GITHUB

O *GitHub* é uma plataforma online baseada no sistema de controle de versão **Git*, e sua principal função é servir como um **repositório de código-fonte* e uma *ferramenta de colaboração* para desenvolvedores de software. Suas funcionalidades essenciais incluem:

1. Armazenamento e Versionamento de Código

- Hospeda projetos em repositórios (públicos ou privados).
- Registra todo o histórico de alterações usando *Git*, permitindo voltar a versões anteriores ou comparar mudanças.

2. Colaboração em Equipe

- *Pull Requests*: Sugerem alterações de código e facilitam revisões antes de integrar ao projeto principal.
- *Issues*: Rastreiam tarefas, bugs e melhorias (como um sistema de tickets).
- *Discussions*: Espaços para debates sobre o projeto.

3. Automatização e Integração

- *GitHub Actions*: Automação de fluxos de trabalho (testes, deploy, CI/CD).
- Integração com ferramentas como Docker, Jenkins, Slack, etc.

4. Social Coding e Open Source

- Comunidade global para compartilhar projetos (ex.: Linux, VS Code).
- Permite contribuir para projetos alheios via forks e pull requests.

5. Gerenciamento de Projetos

- Boards (como Kanban) para organizar tarefas vinculadas a issues.
- Wikis e páginas de documentação (GitHub Pages).

6. Segurança e Controle

- Revisão de código, verificação de vulnerabilidades (Dependabot) e gerenciamento de permissões.

Exemplo Prático:

Se você modifica um arquivo em um repositório:

1. Cria um branch para isolar suas alterações.
2. Envia as mudanças (commit).
3. Abre um *pull request* para discutir e revisar o código.

4. Após aprovação, as alterações são mescladas (merge) ao projeto principal.

Em resumo, o GitHub é o "hub" onde desenvolvedores armazenam, colaboram e gerenciam o ciclo de vida do software.

5. ESTUDOS PRELIMINARES E LEVANTAMENTO DE DADOS

- **CIF**

CIF (Cost, Insurance, and Freight) é um termo fundamental no comércio internacional que define as responsabilidades entre vendedor e comprador em operações de importação/exportação. É uma das *cláusulas de contrato* mais utilizadas, estabelecida pelas regras Incoterms® (International Commercial Terms).

Definição Essencial

O CIF significa que o *vendedor (exportador)* assume os custos e riscos até o porto de destino do comprador, incluindo:

- *Frete internacional* (transporte principal).
- *Seguro* contra danos/perdas durante o transporte.
- *Despesas de exportação* (documentação, taxas portuárias).

Já o *comprador (importador)* responsabiliza-se por:

- *Desembaraço aduaneiro* no país de destino.
- *Transporte interno* (do porto até seu armazém).
- *Impostos de importação*.

Quando o CIF é Usado?

Principalmente em *transações marítimas ou fluviais* (não se aplica a transporte aéreo ou terrestre).

Exemplo:

Uma empresa brasileira importa máquinas da China sob CIF:

- O vendedor chinês paga frete e seguro até o porto de Santos (SP).
- O comprador brasileiro paga impostos e transporta as máquinas para sua fábrica em São Paulo.

Estrutura de Custos no CIF

<i>Item</i>	<i>Responsável</i>
Embalagem da mercadoria	Vendedor
Transporte ao porto	Vendedor
Frete internacional	Vendedor
Seguro da carga	Vendedor
Taxas de exportação	Vendedor
<i>Taxas de importação</i>	<i>Comprador</i>
<i>Transporte interno</i>	<i>Comprador</i>
<i>Despacho aduaneiro</i>	<i>Comprador</i>

Vantagens e Desvantagens

<i>Vantagens para o Comprador</i>	<i>Desvantagens para o Comprador</i>
Menor complexidade logística	Custos aduaneiros imprevisíveis
Risco menor durante o transporte	Menor controle sobre a escolha do frete
Seguro incluso pelo vendedor	Possível encarecimento do produto final

CIF vs. FOB (Principais Diferenças)

<i>CIF</i>	<i>FOB (Free On Board)</i>
Vendedor paga frete e seguro	Comprador contrata frete/seguro
Risco do vendedor até o	Risco do vendedor termina no porto de

destino	origem
Ideal para importadores iniciantes	Ideal para quem controla a logística

Exemplo Prático de Cálculo CIF

Suponha uma importação de US\$ 50.000 em mercadorias:

1. *Frete internacional*: US\$ 3.000 (pago pelo vendedor).
2. *Seguro*: US\$ 500 (pago pelo vendedor).
3. *Valor CIF*: $US\$ 50.000 + 3.000 + 500 = US\$ 53.500$.
4. *Comprador calcula impostos*:
 - a. II (Imposto de Importação): 10% de US\$ 53.500 = US\$ 5.350.
 - b. ICMS: 18% sobre (CIF + II) = 18% de $(53.500 + 5.350) = US\$ 10.593$.

Regras Incoterms® Vigentes

- O CIF segue as regras *Incoterms® 2020*.
- *Documentos obrigatórios*: Conhecimento de Embarque (Bill of Lading), Fatura Comercial, Apólice de Seguro.

Quando Evitar o CIF?

- Se o comprador quer *controlar a transportadora*.
- Para cargas *urgentes* (o vendedor pode escolher rotas lentas para reduzir custos).
- Em países com *alta burocracia aduaneira* (o comprador precisa agilizar pessoalmente).

O CIF é uma opção *segura para importadores* que priorizam simplicidade.

- **FOB**

FOB (Free On Board) é um termo fundamental do comércio internacional, regido pelas regras *Incoterms®*, que define os direitos, custos e riscos entre vendedor e comprador durante o transporte de mercadorias.

Definição Essencial

O FOB significa que o *vendedor (exportador)* é responsável pela mercadoria *até ela ser colocada a bordo do navio* no porto de origem. Após esse ponto, todos os custos e riscos transferem-se para o *comprador (importador)*.

Quando o FOB é Usado?

Principalmente em *transporte marítimo ou fluvial*.

Exemplo:

Uma empresa brasileira exporta café para a Alemanha sob FOB:

- O vendedor brasileiro entrega a carga no porto de Santos e paga custos até o carregamento no navio.
- O comprador alemão assume frete internacional, seguro, taxas de importação e transporte até seu armazém.

Estrutura de Responsabilidades no FOB

<i>Item</i>	<i>Responsável</i>
Embalagem	Vendedor
Transporte ao porto	Vendedor
<i>Taxas portuárias (origem)</i>	Vendedor
<i>Carregamento no navio</i>	Vendedor
Frete internacional	<i>Comprador</i>
Seguro da carga	<i>Comprador</i>
Taxas de importação	<i>Comprador</i>
Descarga no destino	<i>Comprador</i>

Momento Crítico: "FOB Point"

O risco transfere-se do vendedor para o comprador *quando a mercadoria ultrapassa a amurada do navio* ("passed the ship's rail"). Se o café cair no mar:

- *Antes do FOB Point:* Perda do vendedor.
- *Após o FOB Point:* Perda do comprador.

Vantagens e Desvantagens

<i>Para o Vendedor</i>	<i>Para o Comprador</i>
✓ Menores custos operacionais	✓ Controle sobre frete e seguro
✗ Responsabilidade limitada ao porto	✗ Riscos logísticos após embarque

FOB vs. CIF: Principais Diferenças

<i>FOB</i>	<i>CIF</i>
Comprador contrata frete/seguro	Vendedor paga frete/seguro
Risco do comprador começa no porto de origem	Risco do vendedor até o destino
Ideal para quem tem expertise logística	Ideal para importadores iniciantes

Exemplo Prático de Cálculo FOB

Suponha uma exportação de US\$ 100.000 em soja:

- Custos do vendedor (até FOB Point):***
 - Transporte terrestre: US\$ 2.000
 - Taxas portuárias: US\$ 1.500
 - Total custo vendedor: US\$ 3.500***
- Valor FOB:*** US\$ 100.000 (preço da mercadoria + custos até embarque).
- Comprador paga adicionalmente:***
 - Frete marítimo: US\$ 8.000
 - Seguro: US\$ 500
 - Taxas de importação: US\$ 12.000

Regras Incoterms® 2020

- *FOB* exige que o vendedor:
 - Emita *fatura comercial*.
 - Obtenha *licenças de exportação*.
 - Entregue mercadoria com *Conhecimento de Embarque* (Bill of Lading).
- *Documentação mínima:*

mermaid

graph LR

A[Vendedor] -->|1. Fatura| B

A -->|2. Bill of Lading| B

B[Comprador] -->|3. Seguro| C[Navio]

Quando Usar FOB?

- Se o comprador quer negociar diretamente com transportadoras.
- Para grandes volumes (economia de escala no frete).
- Quando o comprador tem representantes no porto de origem.

Dica estratégica: Exportadores preferem FOB para reduzir custos; importadores experientes usam para controlar a cadeia.

O FOB é a escolha *ideal* para quem busca controle logístico.

• CÁLCULO DE CUSTO TOTAL LOGÍSTICO

O *cálculo do custo total logístico* é uma análise integrada de todos os gastos envolvidos no fluxo de mercadorias, desde a origem até o cliente final. Segue um modelo estruturado:

Componentes do Custo Logístico Total

<i>Categoria</i>	<i>Subcustos</i>	<i>Fórmula/Fonte</i>
1. <i>Transporte</i>	- Frete (primário e secundário) - Combustível - Pedágios - Seguros de carga	Custo por km × Distância Total
2. <i>Armazenagem</i>	- Aluguel de armazéns - Operação (equipe, equipamentos)	Custo fixo/m ² + Custo variável/volume

	- Depreciação	
3. <i>Estoque</i>	- Custo de capital imobilizado - Obsolescência/perdas - Seguros de estoque	(Valor médio do estoque) × (Taxa de juros + % risco)
4. <i>Administra ção</i>	- Pessoal (logística, compras) - Sistemas (TMS, WMS) - Despesas gerais	Salários + Software + Overhead
5. <i>Processam ento</i>	- Embalagem - Etiquetagem - Cross-docking	Custo unitário × Volume processado
6. <i>Custos Ocultos</i>	- Paradas não planejadas - Devoluções - Multas por atraso	Horas paradas × Custo/hora

Fórmula do Custo Logístico Total

math

$$\text{Custo Logístico Total (CLT)} = \text{Transporte} + \text{Armazenagem} + \text{Estoque} + \text{Administração} + \text{Processamento} + \text{Custos Ocultos}$$

Passo a Passo para Cálculo

Passo 1: Coletar Dados

- *Transporte*: Distância média por entrega (km), consumo de combustível (km/L), tarifas de fretes.
- *Armazenagem*: Área ocupada (m²), custo mensal por m², horas de trabalho.
- *Estoque*: Valor médio em R\$ (ex: R\$ 500.000), taxa de custo de capital (ex: 12% ao ano).

Passo 2: Calcular por Categoria

Exemplo prático (dados mensais):

1. *Transporte:*
 - a. Frete: $100 \text{ viagens} \times R\$ 800 = R\$ 80.000$
 - b. Combustível: $20.000 \text{ km} \div 3 \text{ km/L} \times R\$ 6/\text{L} = R\$ 40.000$
2. *Armazenagem:*
 - a. Aluguel: $2.000 \text{ m}^2 \times R\$ 15/\text{m}^2 = R\$ 30.000$
 - b. Mão de obra: $5 \text{ funcionários} \times R\$ 3.000 = R\$ 15.000$
3. *Estoque:*
 - a. Custo de capital: $R\$ 500.000 \times (12\% \div 12 \text{ meses}) = R\$ 5.000$
4. *Administração:*
 - a. Software TMS: $R\$ 2.000$
 - b. Salários: $R\$ 25.000$
5. *Custos Ocultos:*
 - a. Multas: $5 \text{ atrasos} \times R\$ 1.000 = R\$ 5.000$

Passo 3: Somar Tudo

$CLT = 80.000 \text{ (frete)} + 40.000 \text{ (combustível)} + 30.000 \text{ (aluguel)} + 15.000 \text{ (mão de obra)} + 5.000 \text{ (estoque)} + 2.000 \text{ (software)} + 25.000 \text{ (salários)} + 5.000 \text{ (multas)}$

CLT = R\$ 202.000/mês

Métricas Complementares para Análise

Indicador	Cálculo	Meta
<i>Custo Logístico / Faturamento</i>	$(CLT \div \text{Faturamento}) \times 100$	< 10% (setor ideal)
<i>Custo por Pedido</i>	$CLT \div \text{N}^{\circ} \text{ de pedidos}$	Reduzir 5% ao ano
<i>Giro de Estoques</i>	$\text{Vendas anuais} \div \text{Valor médio de estoque}$	> 8x/ano

Como Reduzir o Custo Logístico Total?

1. *Otimizar Rotas*

- a. Usar algoritmos (ex: Python + Google Maps API) para reduzir distância.
- b. Impacto: Até 15% economia em transporte.
2. *Automatizar Armazéns*
 - a. WMS para reduzir tempo de picking e erros.
3. *Negociar Contratos*
 - a. Consolidar fretes com menos transportadoras para ganhar escala.
4. *Reduzir Estoques*
 - a. Adotar modelo Just-in-Time ou previsão de demanda com ML.

Exemplo no Power BI

Crie um dashboard com:

1. Gráfico de pizza: *Participação de cada categoria no CLT.*
2. Mapa de calor: *Rotas mais caras* (vermelho = alto custo/km).
3. Linha do tempo: *Evolução mensal do CLT vs. faturamento.*

dax

Custo Logístico Total = SUM(Transporte[Valor]) + SUM(Armazenagem[Valor]) + ...

Cenário Real: Indústria de Bebidas

- *Objetivo:* Reduzir CLT de 12% para 9% do faturamento.
- *Ações:*
 - Otimização de rotas → Economia de R\$ 180.000/ano.
 - Redução de estoque → Liberação de R\$ 300.000 em capital.
- *Ferramentas:* Power BI (análise) + Python (otimização).

Dica final: O custo logístico total só é gerenciável quando *medido com precisão*. Integre dados de ERP, TMS e planilhas em um único modelo (ex: Power BI Data Model).

• LEAD TIME DE TRANSPORTE

Lead Time de Transporte é o tempo total decorrido desde o carregamento da mercadoria no ponto de origem até sua descarga no destino final, incluindo etapas de trânsito, espera e processamento. É um indicador crítico para eficiência logística, custos e satisfação do cliente.

Componentes do Lead Time de Transporte

<i>Etapa</i>	<i>Descrição</i>	<i>Impacto</i>
---------------------	-------------------------	-----------------------

1. <i>Preparação da Carga</i>	Tempo para carregar veículo, conferir documentos e liberar carga.	Exemplo: 2 horas em um centro de distribuição.
2. <i>Tempo de Trânsito</i>	Período em movimento (rodoviário, marítimo, aéreo ou ferroviário).	Principal variável: distância, velocidade média e condições da via.
3. <i>Esperas e Transbordos</i>	Paradas em hubs, portos ou aeroportos para transferência entre modais.	Gargalo comum: filas em terminais portuários.
4. <i>Inspeções Aduaneiras</i>	Tempo para liberação fiscal em operações internacionais.	Pode variar de horas a semanas (ex: Brasil-EUA ≈ 24h; Brasil-China ≈ 5 dias).
5. <i>Descarga no Destino</i>	Processo de descarregar e conferir mercadorias.	Depende da infraestrutura do local (ex: docas congestionadas = atrasos).

Fórmula do Lead Time de Transporte

math

$$\text{Lead Time Transporte} = T_{\text{preparação}} + T_{\text{trânsito}} + T_{\text{esperas}} + T_{\text{aduana}} + T_{\text{descarga}}$$

Exemplo Prático: Cervejaria (São Paulo → Rio de Janeiro)

1. *Preparação*: 3 horas (carregamento + documentação).
2. *Trânsito*: 450 km ÷ 60 km/h (média com congestionamentos) = 7,5 horas.
3. *Esperas*: Parada em hub de Guaratinguetá = 1 hora.
4. *Inspeções*: N/A (operação doméstica).
5. *Descarga*: 2 horas.

Lead Time Total: 3h + 7,5h + 1h + 2h = 13,5 horas.

Fatores que Aumentam o Lead Time

- *Congestionamentos*: Rodovias como BR-116 (SP-RJ) podem dobrar o tempo de trânsito.
- *Clima*: Chuvas ou neblina reduzem velocidade média.
- *Burocracia*: Falta de documentos como *Conhecimento de Transporte Eletrônico (CT-e)*.
- *Falta de Roteirização*: Veículos seguem rotas não otimizadas (+30% de distância).

Como Reduzir o Lead Time de Transporte?

<i>Estratégia</i>	<i>Ação</i>	<i>Redução</i>
<i>Otimização de Rotas</i>	Usar algoritmos (Python + Google Maps) para evitar vias congestionadas.	Até 25%
<i>Monitoramento em Tempo Real</i>	Plataformas como Power BI com dados de telemetria (localização, velocidade).	15%
<i>Automação Documental</i>	Integrar sistemas para emitir CT-e/AWB automaticamente.	40% no tempo de preparo
<i>Parcerias Estratégicas</i>	Agendar janelas de descarga com clientes para evitar filas.	30% nas esperas

Impacto no Negócio

- *Custo*: Cada *hora extra* de lead time aumenta custo com combustível, motorista e risco de avarias.
- *Sustentabilidade*: Reduzir 10% no lead time = 7% *menos emissões de CO₂* (menor tempo de motor ligado).
- *SLA*: Lead times previsíveis permitem cumprir prazos como "*entrega em 24h*" (ex: e-commerce).

Ferramentas para Gestão

1. *Power BI*:
 - a. Dashboard com mapa de rotas em tempo real:

dax

Tempo Médio SP-RJ = AVERAGEX(FILTER('Viagens', 'Viagens'[Rota] = "SP-RJ"), 'Viagens'[Lead Time])

b. Alerta automático para atrasos.

2. Python:

python

7. Simular redução de lead time com nova rota

nova_rota = calcular_rota_otimizada(origem, destino, dados_trafico)

tempo_estimado = nova_rota['distancia'] / velocidade_media + 1.5 # +1.5h para preparo/descarga

Caso Real: Ambev

- *Desafio:* Lead time de 18 horas para entregas em SP.
- *Solução:*
 - Roteirização dinâmica via algoritmos.
 - Parceria com postos para descargas noturnas.
- *Resultado:*

Lead time reduzido para 12 horas (+40 mil horas/ano economizadas).

Conclusão: O lead time de transporte é um *KPI estratégico* que afeta custos, sustentabilidade e competitividade. Dominá-lo exige tecnologia (Power BI/Python), processos ágeis e parcerias inteligentes.

• OTIMIZAÇÃO DE ROTAS

A otimização de rotas na logística de transporte é como resolver um *quebra-cabeças complexo* com múltiplas peças (entregas, veículos, restrições), buscando o *melhor encaixe possível* para reduzir custos, tempo e impacto ambiental. Funciona através de algoritmos inteligentes que analisam milhões de combinações em segundos.

Aqui está uma explicação simplificada do processo:

1. Coleta de Dados

- *Pontos de entrega/coleta:* Endereços, horários de atendimento ("janelas temporais"), tempo de descarga.
- *Frota:* Capacidade dos veículos (peso, volume), consumo de combustível, custos operacionais, localização inicial.
- *Restrições:* Leis de trânsito, horários de motoristas, veículos especiais (ex: refrigerados), zonas de restrição.

- *Fatores externos:* Trânsito em tempo real, pedágios, condições climáticas.

2. Definição do Objetivo Principal

- Exemplos: Minimizar distância total, reduzir custos, cumprir prazos, maximizar número de entregas ou reduzir emissões de CO₂.

3. O "Cérebro": Algoritmos de Otimização

- *Problema matemático:* Modelado como VRP (*Vehicle Routing Problem*) ou TSP (*Travelling Salesman Problem*).
- *Técnicas usadas:*
 - *Heurísticas:* Encontram soluções "boas" rapidamente (ex: sempre escolher o ponto mais próximo).
 - *Metaheurísticas:*
 - Algoritmos Genéticos: "Cruzam" rotas para gerar versões melhores.
 - Simulated Annealing: Faz ajustes aleatórios para escapar de soluções "ruins".
 - Colônia de Formigas: Simula formigas marcando caminhos eficientes.
 - *IA e aprendizado de máquina:* Aprendem com dados históricos para prever trânsito ou tempos de entrega.

4. Resultado: A Rota Otimizada

- Sequência de paradas ordenada para cada veículo.
- Caminhos precisos entre pontos (evitando ruas estreitas, trânsito, etc.).
- Previsão de horários de chegada (ETAs).
- Relatório de custos, distância e economia estimada.

5. Ajustes em Tempo Real (Dinâmico)

Sistemas modernos monitoram veículos via GPS e *reotimizam rotas* se:

- Surgir uma nova entrega urgente.
- Um caminhão quebrar.
- O trânsito paralisar uma rota.

Exemplo Prático:

Suponha um caminhão que deve fazer 12 entregas em São Paulo:

- *Sem otimização*: O motorista segue "por instinto", rodando 120 km em 8 horas, com atrasos.
- *Com otimização*: Um algoritmo:
 - Agrupa entregas por região.
 - Evita horários de pico.
 - Define uma sequência lógica.

→ Resultado: 85 km em 5h30, com 20% menos combustível.

Benefícios Chave:

Área	Impacto positivo
<i>Custos</i>	↓ Combustível, ↓ manutenção, ↓ pedágios
<i>Eficiência</i>	↑ Entregas/dia, ↑ uso da capacidade do veículo
<i>Cliente</i>	↑ Pontualidade, ↑ visibilidade
<i>Ambiente</i>	↓ Emissões de CO ₂ (rotas mais curtas)
<i>Motorista</i>	↓ Estresse, ↓ horas extras

Ferramentas Comuns:

- *Softwares*: SAP TM, Oracle TMS, Route4Me, OptimoRoute.
- *APIs*: Google OR-Tools, GraphHopper (para integração em sistemas próprios).

Em resumo: a otimização de rotas transforma *dados caóticos* em *planos inteligentes*, equilibrando velocidade, custo e sustentabilidade. É o coração da logística 4.0

Referências

BERTAGLIA, Paulo Roberto. **Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento**. São Paulo – 2.ed. ver. e atual. São Paulo: Saraiva, 2009.

MACIEL, Paulo. **Desafios no Planejamento e Otimização de Redes Logísticas**. Disponível em <http://www.ilos.com.br>. Acesso em 21 de setembro de 2023.

LARRAÑAGA, Ana Margarita. **Valor do Tempo e Escolha do Modal no Transporte de Carga. 2021**. Disponível em: <http://www.revistatransportes.org.br/view>. Acesso em 20 de setembro de 2023.

FLEURY, Paulo Fernando; WANKE, Peter; FIGUEIREDO, Kleber Fossati. **Logística Empresarial. A Perspectiva Brasileira**. São Paulo. Editora Atlas S.A. – 2014. 1. ed. 2000; 17. Reimpressão 2014.

SILVA, Silvana Ferreira Pinheiro e. **Materiais e Logística**. Silvana Ferreira Pinheiro e Silva. -2. ed, ver. e ampl. – Florianópolis: Publicações do IF-2010.

PAURA, Glávio Leal. **Fundamentos da Logística**. Disponível em: http://redeetec.mec.gov.br/imagens/stories/pdf/proeja/fundamentos_logistica.pdf.

BALLOU, Ronald H. **Logística Empresarial: Transportes, Administração de Materiais, Distribuição Física**. São Paulo: Atlas, 2008.

MACIEL, Willyans. **Dialética**. 2013. Disponível em: <http://www.infoescola.com/filosofia/dialetica/>. Acesso em 08 de agosto de 2024.

OLIVEIRA, Fabiana Silva de; ESTENDER, Antonio Carlos. **O Papel da Logística na Distribuição e Transporte de Mercadoria**. CAD Vol. 7, n. 1. Jan – De. 2012, p.2.

<https://vanzolini.org.br/blog/novas-tecnologias-para-logistica-e-cadeia-de-suprimentos/>