

**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS
FATEC PROFESSOR JESSEN VIDAL**

**SUSTENTABILIDADE NO TRANSPORTE URBANO: ANÁLISE DO
DESCARTE DE RESÍDUOS E EMISSÃO DE CO²**

AUTORES

**LUDMILA DE MELLO ARAÚJO GOMES CARMO
ENZO BRAGADIN COLLAVITO MONTENEGRO
LUCAS BRAGA DE MELO
RAFAELA JONAS MARQUES DA SILVA
TALES FERREIRA NOGUEIRA**

São José dos Campos

2024

OTIMIZAÇÃO LOGÍSTICA NA INDÚSTRIA DE BEBIDAS: TECNOLOGIA E ESTRATÉGIA PARA EFICIÊNCIA E REDUÇÃO DE CUSTOS

Trabalho de Graduação apresentado à Faculdade de Tecnologia de São José dos Campos, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Tecnólogo em Logística.

Orientador: Prof. Esp. Marcus Vinicius Nascimento
Professor P2: Prof. Carlos Eduardo Bastos

SUMÁRIO

1. 4

2. 4

3. 5

4. 6

5. 7

6. 8

7. 100

8. 1818

REFERÊNCIAS

22

1. RESUMO

A produtividade é um conceito essencial para empresas em diversos setores, onde o aumento da eficiência operacional pode trazer vantagens competitivas significativas. A produtividade pode ser definida como a relação entre os recursos aplicados e os resultados alcançados, e em uma Indústria de Bebidas, isso está diretamente relacionado à gestão eficiente da produção, distribuição e logística.

Um aspecto central para a otimização da produtividade em uma Indústria de Bebidas é a melhoria das rotas de transporte. 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. A adoção de técnicas de otimização de rotas, baseadas em algoritmos e ferramentas tecnológicas, contribui para um melhor planejamento e execução das entregas, diminuindo o consumo de combustível, o desgaste da frota e o impacto ambiental.

Além disso, estratégias como análise de dados logísticos e gestão de tempo ajudam a potencializar os resultados operacionais sem comprometer a qualidade dos serviços. Estudos indicam que a busca por uma produtividade sustentável requer um equilíbrio entre eficiência, inovação e bem-estar organizacional, evitando a sobrecarga de trabalho e assegurando práticas responsáveis ao longo de toda a cadeia produtiva.

Palavras-chave: Produtividade, eficiência, gestão do tempo, desempenho organizacional, otimização de rotas, logística, automação de processos, competitividade, qualidade, sustentabilidade, melhoria contínua, análise de dados logísticos, inovação, redução de custos, consumo de combustível, bem-estar organizacional, frota, impacto ambiental, sobrecarga de trabalho, cadeia produtiva.

2. ABSTRACT

Productivity is an essential concept for companies in various sectors, where increasing operational efficiency can bring significant competitive advantages. Productivity can be defined as the relationship between the resources applied and the results achieved. In a Beverage Industry, this is directly related to the efficient management of production, distribution, and logistics.

A central aspect of optimizing productivity in a Beverage Industry is improving transport routes. Logistics plays a crucial role in the production process, especially when the goal is to reduce costs, minimize delivery time, and enhance operational efficiency. The adoption of route optimization techniques, based on algorithms and technological tools, contributes to better planning and execution of deliveries, reducing fuel consumption, fleet wear, and environmental impact.

Additionally, strategies such as logistical data analysis and time management help boost operational results without compromising service quality. Studies indicate that achieving sustainable productivity requires a balance between efficiency, innovation, and organizational well-being, avoiding work overload and ensuring responsible practices throughout the entire production chain.

Keywords: Productivity, efficiency, time management, organizational performance, route optimization, logistics, process automation, competitiveness, quality, sustainability, continuous improvement, logistical data analysis, innovation, cost reduction, fuel consumption, organizational well-being, fleet, environmental impact, work overload, production chain.

3. OBJETIVO DO PROJETO

O objetivo deste projeto é otimizar as rotas de distribuição de uma indústria de bebidas, com foco na redução de custos operacionais e na manutenção ou aumento da eficiência logística. A gestão eficiente das rotas é fundamental para minimizar o consumo de combustível, reduzir o desgaste da frota e garantir entregas mais rápidas e organizadas, mantendo a qualidade no atendimento ao cliente.

4. CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROJETO

No setor alimentício, a logística desempenha um papel estratégico para garantir que os produtos cheguem aos consumidores finais de forma eficiente, rápida e com o menor custo possível. Em um mercado cada vez mais competitivo, com isso as indústrias de bebidas enfrentam desafios que vão além da produção, incluindo a necessidade de aprimorar sua cadeia de distribuição e otimizar as rotas utilizadas nas entregas. A eficiência logística não só impacta a satisfação dos clientes, como também influencia diretamente a sustentabilidade financeira da operação, uma vez que o transporte representa uma parte significativa dos custos operacionais.

Diante desse cenário, este projeto tem como principal objetivo a otimização das rotas de transporte de uma indústria alimentícia do ramo de bebidas, buscando reduzir custos e, simultaneamente, manter ou até mesmo aumentar a eficiência das operações logísticas. Para alcançar esse objetivo, será utilizado o Power BI, uma ferramenta de inteligência de negócios que possibilita a criação de dashboards interativos e a análise visual dos dados de distribuição. Essa abordagem permitirá identificar rotas mais curtas, analisar padrões de entrega e reduzir desperdícios, como o consumo excessivo de combustível e o desgaste prematuro da frota.

Além disso, o projeto busca contribuir para uma logística mais sustentável, alinhada com práticas de eficiência energética e redução de emissões de carbono, um aspecto cada vez mais relevante em discussões sobre responsabilidade ambiental no setor empresarial. A otimização das rotas permitirá à cervejaria aumentar sua competitividade no mercado, reduzindo prazos de entrega e melhorando a experiência dos clientes.

Por meio dessa análise baseada em dados, a empresa poderá tomar decisões estratégicas mais embasadas e dinâmicas, adotando um modelo de gestão logística proativo e eficiente. A implementação desse projeto reforça o compromisso da indústria com inovação, sustentabilidade e excelência operacional, fatores fundamentais para seu crescimento contínuo em um mercado em constante evolução.

5. METODOLOGIAS USADAS

Aplicou-se a Metodologia Scrum que é considerada um método ágil. Segundo (FERREIRA, 2005), as principais características do SCRUM são: um processo ágil para gerenciar e controlar o desenvolvimento de projetos; é um wrapper para outras práticas de engenharia de software; controla o caos resultante de necessidades e interesses conflitantes; uma forma de aumentar a comunicação e maximizar a cooperação, detectando e removendo qualquer impedimento que atrapalhe o desenvolvimento de um produto; é escalável desde projetos pequenos até grandes projetos em toda empresa.

O conceito principal é a ideia de finalizar um projeto mais rápido, com melhor qualidade, otimizando os recursos humanos e materiais e diminuir o lapso de erro, pois envolve uma série de atividades e pessoas diferentes para a conclusão de um mesmo objetivo, havendo ajustes durante a trajetória, pois obstáculos não previstos surgirão no caminho.

- Maior entrega de valor ao cliente;
- Maior previsibilidade e controle do projeto;
- Maior qualidade do produto;
- Maior engajamento e motivação da equipe.

6. TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO

GITHUB

Plataforma que permite que desenvolvedores colaborem e façam mudanças em projetos compartilhados enquanto mantêm um registro detalhado do seu progresso. Isso significa que todos os usuários do GitHub podem acompanhar e gerenciar as mudanças feitas para o código-fonte em tempo real, enquanto têm acesso a todos os outros recursos do Git disponíveis no mesmo lugar. Isso significa mais membros de equipe podem ser incluídos no progresso e na gestão do projeto, fazendo com que o processo seja mais tranquilo.

O GitHub é uma plataforma de desenvolvimento colaborativo que aloja projetos na nuvem utilizando o sistema de controle de versões chamado Git. A plataforma ajuda os desenvolvedores, armazenar e administrar o código e faz o registro de mudanças. Geralmente o código é aberto, o que permite realizar projetos compartilhados e manter o acompanhamento detalhado de seu progresso. A plataforma GitHub também funciona como rede social, conectando os desenvolvedores com os usuários. Como usuário, você pode descarregar programas ou aplicativos, e da mesma maneira, pode colaborar com seu desenvolvimento oferecendo melhorias e discutindo as questões que interessam nos fóruns temáticos (Lencina, 2023, p.1).

Por meio desta plataforma, criamos um repositório destinado a armazenar nossas pesquisas e materiais relacionados ao estudo sobre o descarte inadequado de óleo lubrificante, pneus usados e a emissão de CO2 no setor de transporte. Ao longo do desenvolvimento das próximas etapas do projeto, iremos incluir dados coletados e realizar atualizações frequentes. A seguir estão os principais tópicos que serão abordados:

- Relatórios de progresso das Sprints: Serão gerados e inseridos relatórios detalhados sobre o andamento das 1ª, 2ª e demais Sprints, com foco nas atividades de pesquisa e análise.
- Atualizações automáticas no cronograma (Jira Software): Iremos utilizar o Jira para manter o cronograma atualizado conforme as tarefas forem concluídas, garantindo o acompanhamento das atividades planejadas e executadas.
- Análise e revisão de dados: Serão inseridas atualizações sobre os estudos do descarte inadequado de óleo lubrificante e pneus usados, assim como o controle de emissões de CO2 no transporte público.
- Gráfico de Burndown: Será gerado um gráfico de Burndown para monitorar o progresso e a conclusão das tarefas ao longo do tempo, permitindo uma visão clara da eficiência do time.
- Apresentações: Introduziremos slides com os principais resultados e análises, que serão usados nas apresentações feitas para os stakeholders e para o representante da EMTU.

Essas atividades organizadas dentro do repositório contribuirão para a execução eficiente do projeto, proporcionando transparência e clareza no progresso e nos resultados esperados.

POWER BI

Segundo a MICROSOFT (2020) 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.

7. LEVANTAMENTO DE DADOS E ESTUDOS PRELIMINARES

Indicadores de Desempenho Logístico (KPIs)

Os Indicadores de Desempenho Logístico (KPIs) desempenham um papel crítico na gestão de operações de transporte e distribuição. Em um cenário de alta competitividade, como o das distribuidoras de bebidas, o monitoramento eficaz dos KPIs permite identificar gargalos, melhorar a eficiência operacional e reduzir custos. Esta pesquisa busca definir os KPIs mais relevantes para distribuidoras de bebidas e apresentar métodos de monitoramento e análise utilizando ferramentas como o Power BI.

Importância dos KPIs Logísticos

Os KPIs logísticos são métricas utilizadas para medir o desempenho das operações logísticas em relação a metas estabelecidas. Esses indicadores fornecem informações valiosas que ajudam os gestores a:

- Identificar e mitigar gargalos na cadeia de suprimentos;
- Melhorar a qualidade dos serviços de transporte e entrega;
- Reduzir custos logísticos totais;
- Aumentar a satisfação do cliente por meio de entregas mais rápidas e eficientes.

Exemplos de KPIs Comuns em Operações Logísticas:

1. On-Time Delivery (Entrega no Prazo): Mede a porcentagem de pedidos entregues dentro do prazo acordado.
2. Custo por Milha ou por Quilômetro Rodado: Avalia a eficiência dos gastos com transporte.
3. Aproveitamento de Carga: Verifica a utilização eficaz da capacidade dos veículos.
4. Taxa de Avarias: Mede a porcentagem de produtos danificados durante o transporte.
5. Lead Time Logístico: Avalia o tempo total entre o recebimento do pedido e a entrega final.

KPIs relevantes para uma Distribuidora de Bebidas

As distribuidoras de bebidas enfrentam desafios específicos, como sazonalidade, alto volume de entregas e necessidade de controle rigoroso sobre estoques perecíveis. Assim, os KPIs mais relevantes incluem:

Taxa de Entregas no Prazo (On-Time Delivery)

- Definição: Mede a porcentagem de entregas realizadas no prazo acordado com o cliente.
- Importância: A pontualidade é crítica para evitar rupturas no abastecimento e garantir a satisfação dos clientes.

Custo por Quilômetro Rodado

- Definição: Calcula os custos totais de transporte (combustível, manutenção, pedágios, mão de obra) divididos pelo total de quilômetros percorridos.
- Importância: Ajuda a identificar rotas ineficientes e oportunidades de redução de custos.

Aproveitamento de Carga

- Definição: Mede o percentual de utilização da capacidade total dos veículos.
- Importância: Reduz viagens desnecessárias, otimiza os custos e diminui o impacto ambiental.

Taxa de Avarias

- Definição: Percentual de produtos que chegam danificados ao destino.
- Importância: Ajuda a avaliar a qualidade do manuseio e do transporte, reduzindo perdas.

Tempo de Ciclo do Pedido (Lead Time)

- Definição: Tempo médio entre o recebimento do pedido e a entrega ao cliente.
- Importância: Um lead time reduzido melhora a agilidade da distribuição e aumenta a competitividade.

Monitoramento e Análise de KPIs no Power BI

O Power BI é uma ferramenta poderosa para o monitoramento e análise de KPIs logísticos, pois permite criar dashboards dinâmicos que facilitam a visualização dos dados em tempo real e a tomada de decisão.

Principais Funcionalidades do Power BI para Logística:

- Importação de Dados: Possibilidade de integrar dados de várias fontes (Excel, banco de dados, sistemas ERP).
- Visualizações Dinâmicas: Gráficos interativos para comparar KPIs em diferentes períodos ou regiões.
- Filtros e Segmentação: Permite filtrar os KPIs por variáveis como tipo de produto, rota ou motorista.
- Alertas Automatizados: Configuração de alertas automáticos quando um KPI atinge valores críticos.

Exemplo de Dashboard no Power BI

Um dashboard eficaz pode incluir:

- Taxa de Entregas no Prazo: Gráfico de linha ou barras mostrando a evolução mensal.
- Custo por Quilômetro Rodado: Comparativo entre diferentes rotas.
- Aproveitamento de Carga: Indicador em formato de velocímetro ou gráfico de pizza.
- Taxa de Avarias: Indicador com alerta vermelho para taxas acima do limite aceitável.

O monitoramento e a análise de KPIs logísticos são fundamentais para otimizar as operações de uma distribuidora de bebidas, aumentando a eficiência, reduzindo custos e melhorando a satisfação do cliente. Ferramentas como o Power BI permitem acompanhar esses indicadores de forma dinâmica e visual, facilitando a identificação de problemas e a tomada de decisão baseada em dados.

Para que essa análise seja eficaz, recomenda-se uma implementação gradual dos KPIs, com definição clara de metas e ações corretivas baseadas nos resultados monitorados. Assim, é possível criar uma cultura orientada por dados, capaz de impulsionar o crescimento e a competitividade da organização.

Cálculo de Custo Logístico Total

O cálculo do custo logístico total é uma ferramenta fundamental para a gestão eficiente da cadeia de suprimentos. Ele permite identificar as principais fontes de despesas e encontrar oportunidades de otimização, garantindo maior competitividade e rentabilidade para as empresas. Entre os principais componentes desse custo, destacam-se os gastos com transporte, armazenagem, mão de obra e tributação, cada um impactando diretamente a operação logística.

Os custos de transporte costumam representar uma fatia significativa das despesas logísticas, sendo influenciados por fatores como consumo de combustível, manutenção da frota, pagamento de pedágios e seguros de carga. Uma gestão eficiente desses elementos pode gerar reduções expressivas de custo sem comprometer a qualidade do serviço. Já os custos de armazenagem englobam desde o aluguel e manutenção de centros de distribuição até a gestão de estoques, que pode sofrer perdas por obsolescência ou avarias caso não seja bem administrada.

A mão de obra também compõe uma parcela relevante do custo logístico, envolvendo salários, encargos trabalhistas e treinamentos. Investir na qualificação dos colaboradores e na automação de processos pode melhorar a produtividade e reduzir despesas operacionais. Além disso, os custos tributários e burocráticos, como impostos sobre operações logísticas e taxas alfandegárias, devem ser monitorados para garantir conformidade legal e evitar gastos desnecessários.

Para reduzir o custo logístico total, diversas estratégias podem ser implementadas. A otimização de rotas e a gestão eficiente da frota, por meio de sistemas de roteirização e manutenção preventiva, permitem minimizar gastos com combustível e reduzir o tempo de deslocamento. A adoção de tecnologias como TMS (*Transportation Management System*) e WMS (*Warehouse Management System*) também contribui para uma operação mais enxuta e eficiente, eliminando desperdícios e aumentando a produtividade.

Além disso, a terceirização estratégica pode ser uma alternativa viável para empresas que desejam reduzir investimentos fixos e aumentar a flexibilidade operacional. Operadores logísticos especializados conseguem oferecer soluções otimizadas para transporte e armazenagem, reduzindo custos sem comprometer a qualidade dos serviços. A gestão eficiente de estoques, baseada em previsões de demanda e técnicas como o *Just in Time*, evita a imobilização excessiva de capital e reduz perdas.

A análise contínua de indicadores de desempenho, como custo por quilômetro rodado, nível de serviço e tempo de entrega, é essencial para monitorar a eficiência da operação logística e identificar oportunidades de melhoria. Empresas que adotam uma abordagem estratégica para o cálculo do custo logístico total conseguem otimizar recursos, melhorar a competitividade e oferecer um serviço mais eficiente aos clientes.

Exemplo de Custo Logístico: Transporte Rodoviário de Mercadorias

O transporte rodoviário é um dos principais componentes do custo logístico no Brasil, representando, em média, 60% a 70% do custo total da operação logística em algumas empresas, segundo a Confederação Nacional do Transporte (CNT).

Cálculo do Custo Logístico no Transporte Rodoviário

Imagine uma empresa que precisa transportar 10 toneladas de produtos alimentícios de São Paulo (SP) para Salvador (BA), uma distância de aproximadamente 1.960 km.

Os principais custos envolvidos nesse transporte seriam:

1. Combustível:
 - Consumo médio do caminhão: 2,5 km/L
 - Distância total: 1.960 km

- Preço médio do diesel: R\$ 6,00/L
- Custo total com combustível: $(1.960 \text{ km} \div 2,5 \text{ km/L}) \times \text{R\$ } 6,00 = \text{R\$ } 4.704,00$

2. Pedágios:

- Em média, o custo total de pedágios entre SP e BA pode chegar a R\$ 400,00, dependendo da rota escolhida.

3. Manutenção do Veículo:

- Estima-se um custo médio de manutenção em R\$ 0,30/km
- $1.960 \text{ km} \times \text{R\$ } 0,30 = \text{R\$ } 588,00$

4. Mão de Obra (Motorista):

- Salário proporcional ao tempo de viagem (aprox. 3 dias) + diárias e encargos = R\$ 1.500,00

5. Seguro da Carga:

- O seguro de carga pode variar, mas, nesse caso, vamos considerar R\$ 800,00 para a viagem.

6. Depreciação do Veículo:

- Um caminhão perde valor conforme o uso, e esse custo é estimado em R\$ 0,40/km

$$1.960 \text{ km} \times \text{R\$ } 0,40 = \text{R\$ } 784,00$$

Total do Custo Logístico da Viagem:

Item	Custo (R\$)
Combustível	4.704,00
Pedágios	400,00
Manutenção	588,00
Mão de obra	1.500,00
Seguro de carga	800,00
Depreciação	784,00
Total	8.776,00

Conclusão:

Esse exemplo ilustra como o custo logístico de um transporte rodoviário é composto por vários fatores, tornando fundamental a adoção de estratégias para otimização, como **roteirização inteligente**, **uso de combustíveis alternativos**, **negociação de fretes** e **manutenção preventiva**.

Diferença entre FOB e CIF

Diferença entre FOB (Free on Board) e CIF (Cost, Insurance, and Freight) são termos do comércio internacional que definem as responsabilidades do vendedor e do comprador no transporte de mercadorias.

No FOB, o vendedor é responsável pela mercadoria até que ela seja colocada a bordo do navio no porto de origem. A partir desse momento, todos os custos e riscos passam para o comprador, que deve arcar com o transporte e o seguro até o destino final. Esse termo é ideal para quem deseja ter mais controle sobre a logística.

No CIF, o vendedor assume mais responsabilidades, pois além de pagar o frete até o porto de destino, também cobre o seguro da carga durante o transporte. O comprador só assume os riscos após a chegada da mercadoria ao porto de destino. Esse modelo é útil quando o comprador quer evitar preocupações com o transporte e o seguro.

A principal diferença entre os dois é que, no FOB, o comprador assume os custos e riscos do transporte a partir do embarque no navio, enquanto no CIF o vendedor cuida de tudo até o porto de destino.

Impacto logístico

A escolha entre FOB e CIF tem um grande impacto na logística, influenciando custos, controle da operação e riscos envolvidos no transporte da mercadoria.

No FOB, o comprador tem maior controle sobre a logística, pois pode escolher a transportadora, negociar o frete e definir o seguro de acordo com suas necessidades. Isso pode levar a custos mais baixos, já que ele pode buscar melhores condições no mercado. Para o vendedor, a responsabilidade é menor, pois sua obrigação termina quando a carga é embarcada no navio. No entanto, o comprador assume os riscos a partir desse ponto, o que significa que qualquer problema no transporte será de sua responsabilidade.

Já no CIF, o vendedor assume a responsabilidade pelo transporte e pelo seguro até o porto de destino. Isso facilita para o comprador, que não precisa se preocupar com negociações de frete e cobertura de riscos. No entanto, essa comodidade pode resultar em custos mais altos, pois o vendedor pode incluir margens no valor do frete e do seguro. Além disso, o comprador tem menos flexibilidade para escolher prestadores de serviço, ficando dependente das decisões logísticas do vendedor.

A escolha entre FOB e CIF depende da estratégia da empresa. Se o comprador deseja mais controle sobre custos e transporte, o FOB pode ser a melhor opção. Já o CIF é vantajoso para quem quer evitar preocupações logísticas e prefere que o vendedor gerencie todo o processo até a chegada da mercadoria ao destino.

Riscos e oportunidades de cada modalidade

A escolha entre FOB e CIF envolve riscos e oportunidades que podem impactar a logística e os custos da operação.

No FOB, uma das principais oportunidades é a maior autonomia do comprador para escolher fornecedores de transporte e seguro, permitindo negociações melhores e redução de custos. Além disso, há um maior controle sobre prazos e qualidade dos serviços. No entanto, isso também representa um risco, pois o comprador assume total responsabilidade pelo transporte a partir do embarque no navio. Se houver atrasos, danos ou problemas alfandegários, ele terá que resolver diretamente, o que pode gerar custos inesperados e dificuldades logísticas.

Já no CIF, a grande oportunidade é a conveniência para o comprador, que não precisa se preocupar com a contratação do frete e do seguro, pois o vendedor gerencia todo o processo até o porto de destino. Isso reduz riscos e facilita a operação, especialmente para empresas sem experiência em comércio exterior. No entanto, o principal risco é a falta de controle sobre os custos e a logística, já que o vendedor pode escolher transportadoras mais caras ou menos eficientes, repassando esses custos para o comprador. Além disso, caso haja atrasos ou problemas no transporte, o comprador pode ter dificuldades para intervir diretamente.

A decisão entre FOB e CIF depende do nível de controle e segurança desejado. Quem quer mais autonomia e busca reduzir custos pode optar pelo FOB, assumindo os riscos do transporte. Já quem

prefere uma operação mais simplificada e sem preocupações logísticas pode escolher o CIF, aceitando um possível aumento nos custos e menor controle sobre a operação.

Como a escolha deles pode impactar nos custos e lead times

A escolha entre FOB e CIF tem um impacto significativo nos custos e nos leads times (tempo total de entrega da mercadoria).

No FOB, o comprador tem mais controle sobre os custos, pois pode negociar diretamente com transportadoras e seguradoras, buscando melhores preços e condições. Isso pode gerar economia, principalmente para empresas com uma boa estrutura logística e bons contatos no setor. No entanto, o lead time pode ser maior se houver falhas na gestão do transporte após o embarque, como atrasos na contratação do frete ou problemas na liberação alfandegária. Além disso, imprevistos como greves portuárias ou mudanças nas tarifas podem afetar os prazos e gerar custos extras.

No CIF, o vendedor assume a responsabilidade pelo transporte e pelo seguro até o porto de destino, o que pode resultar em uma entrega mais previsível e com menos riscos operacionais para o comprador. Como o vendedor já tem parceiros logísticos estabelecidos, o processo pode ser mais rápido e eficiente. Porém, o custo tende a ser maior, pois o vendedor pode incluir margens no valor do frete e do seguro, além de escolher transportadoras que sejam convenientes para ele, mas não necessariamente as mais econômicas para o comprador.

Se a empresa quer reduzir custos e tem um bom gerenciamento logístico, o FOB pode ser a melhor escolha, assumindo o risco de possíveis atrasos. Já se a prioridade for ter uma entrega mais previsível, mesmo com um custo maior, o CIF pode ser mais vantajoso.

LEAD TIME TOTAL E LEAD TIME DE TRANSPORTE

O Lead Time é uma métrica que representa o tempo total decorrido desde o momento em que um pedido é realizado até a entrega do produto ao cliente. Esse intervalo abrange diversas etapas, incluindo o processamento do pedido, aquisição de materiais, produção, inspeção de qualidade, embalagem e transporte. Cada uma dessas fases contribui para o tempo total necessário para satisfazer a demanda do cliente (GONÇALVES, 2021).

Por outro lado, o Lead Time de transporte, frequentemente denominado Transit Time, refere-se especificamente ao período em que o produto está em deslocamento, ou seja, desde o momento em que sai do ponto de origem até sua chegada ao destino final. Esse tempo é influenciado por fatores como a distância percorrida, o modo de transporte utilizado (rodoviário, ferroviário, aéreo ou marítimo), condições climáticas e possíveis atrasos logísticos (SANTOS; ALMEIDA, 2020). Compreender a distinção entre essas duas métricas é essencial para a gestão eficaz da cadeia de suprimentos. Enquanto o Lead Time total oferece uma visão holística do tempo necessário para atender a um pedido, o Transit Time permite uma análise focada na eficiência do processo de transporte. Essa compreensão auxilia na identificação de áreas específicas que podem necessitar de melhorias, seja na produção, no armazenamento ou na distribuição dos produtos.

Técnicas de análise para mapeamento de gargalos

A identificação e eliminação de gargalos nos processos logísticos são fundamentais para aumentar a eficiência e reduzir custos operacionais. Duas ferramentas amplamente utilizadas para essa finalidade são o Diagrama de Ishikawa e os fluxogramas.

Diagrama de Ishikawa

Também conhecido como Diagrama de Causa e Efeito ou Diagrama Espinha de Peixe, foi desenvolvido por Kaoru Ishikawa na década de 1960. Essa ferramenta gráfica auxilia na identificação,

exploração e visualização das possíveis causas de um problema específico, organizando-as em categorias principais, como:

- Máquinas (Equipamentos): falhas ou limitações nos equipamentos utilizados;
- Mão de obra (Pessoas): problemas relacionados à capacitação, treinamento ou desempenho dos funcionários;
- Métodos (Processos): procedimentos inadequados ou ineficientes;
- Materiais: qualidade ou disponibilidade dos insumos utilizados;
- Meio ambiente: fatores externos, como condições ambientais ou regulamentações;
- Medição: falhas nos sistemas de medição ou controle de qualidade (HERMOGENES; SANTOS; WALKER, 2019).

Ao estruturar as possíveis causas em categorias, o Diagrama de Ishikawa facilita a análise detalhada dos fatores que contribuem para um problema, permitindo que as equipes identifiquem as causas raízes e desenvolvam soluções eficazes.

Fluxogramas

Os fluxogramas são representações gráficas que descrevem a sequência de etapas de um processo, utilizando símbolos padronizados para ilustrar atividades, decisões, entradas e saídas. Os fluxogramas permitem uma visualização clara do fluxo de trabalho, facilitando a identificação de redundâncias, ineficiências e pontos de estrangulamento nos processos. Ao mapear visualmente cada etapa, é possível detectar onde ocorrem os gargalos e implementar melhorias específicas para otimizar o fluxo operacional (SOUSA; RANDO JUNIOR, 2024).

A distinção clara entre Lead Time total e Lead Time de transporte é vital para a gestão eficiente da cadeia de suprimentos, pois permite identificar em quais etapas ocorrem atrasos e onde concentrar esforços de melhoria. A aplicação de ferramentas analíticas como o Diagrama de Ishikawa e os fluxogramas é essencial para mapear, compreender e eliminar gargalos nos processos logísticos. Ao utilizar essas técnicas, as empresas podem aprimorar sua eficiência operacional, reduzir custos e aumentar a satisfação dos clientes, consolidando-se de forma competitiva no mercado.

Roteirização

A eficiência operacional na logística é um fator determinante para a competitividade das empresas no mercado atual. O gerenciamento adequado do tempo de entrega e a otimização dos trajetos percorridos impactam diretamente a redução de custos operacionais e o nível de serviço prestado aos clientes.

Dentre os aspectos fundamentais para aprimorar a eficiência logística, destacam-se a roteirização e a otimização de rotas de entrega. Essas estratégias permitem minimizar gastos com combustível, otimizar o tempo de transporte e maximizar a produtividade da frota. Ferramentas tecnológicas e algoritmos, como o de “Menor Caminho”, são amplamente utilizados para aprimorar o planejamento e a execução das entregas.

Este estudo explora as principais abordagens para a roteirização eficiente, as ferramentas disponíveis no mercado e as técnicas utilizadas para identificar gargalos logísticos, proporcionando uma visão ampla sobre como aprimorar a gestão de transportes.

ROTEIRIZAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DE ROTAS

A roteirização de entregas consiste no planejamento dos trajetos que os veículos devem percorrer para atender a múltiplos pontos de entrega da forma mais eficiente possível. Já a otimização de rotas refere-se à busca constante por melhorias nesse planejamento, considerando fatores como distância, tempo de deslocamento, tráfego e custos operacionais.

Algoritmos para Roteirização

O uso de algoritmos avançados tem revolucionado a forma como as empresas planejam suas entregas. Entre os mais utilizados, destacam-se:

- Algoritmo de Dijkstra: calcula o caminho mais curto entre dois pontos, reduzindo o tempo de deslocamento.
- Algoritmo A*: aprimoramento do Dijkstra, que considera múltiplas variáveis, como trânsito e tempo estimado de chegada.
- Problema do Caixeiro Viajante (TSP - Traveling Salesman Problem): busca a melhor sequência de visitas a vários locais, minimizando a distância percorrida.
- Algoritmo de Clarke & Wright: utilizado para agrupar entregas próximas, reduzindo deslocamentos desnecessários e melhorando o uso da frota.

Benefícios da Otimização de Rotas

A implementação de estratégias eficientes de roteirização oferece diversas vantagens:

- Redução de custos operacionais: menor consumo de combustível e menor desgaste dos veículos.
- Melhoria no tempo de entrega: rotas otimizadas resultam em entregas mais rápidas e pontuais.
- Maior eficiência na gestão da frota: melhor aproveitamento dos veículos e aumento da produtividade.
- Sustentabilidade: a redução de quilometragem percorrida diminui a emissão de CO₂.

IDENTIFICAÇÃO DE GARGALOS E FERRAMENTAS PARA OTIMIZAÇÃO DE ROTAS

A identificação e a eliminação de gargalos logísticos são essenciais para aumentar a eficiência das operações. Para isso, as empresas utilizam diversas ferramentas e técnicas de análise.

Diagrama de Ishikawa

Também conhecido como Diagrama de Causa e Efeito, o Diagrama de Ishikawa ajuda a identificar os fatores que contribuem para atrasos e ineficiências nas entregas. Ele organiza possíveis causas em categorias, como:

- Máquinas (Equipamentos): falhas mecânicas ou baixa manutenção da frota.
- Mão de obra (Pessoas): problemas com capacitação ou desempenho dos motoristas.
- Métodos (Processos): ineficiências no planejamento de rotas.
- Materiais: indisponibilidade ou má qualidade dos produtos transportados.
- Meio ambiente: fatores externos, como trânsito intenso e condições climáticas adversas.
- Medição: falhas na coleta e análise de dados sobre o desempenho logístico.

Fluxogramas para Mapeamento de Processos

Os fluxogramas são representações gráficas que ilustram todas as etapas envolvidas na roteirização e na execução das entregas. Essa ferramenta facilita a identificação de gargalos, permitindo ajustes estratégicos para melhorar a fluidez dos processos logísticos.

Sistemas de Gestão de Transporte (TMS)

Os TMS (Transportation Management Systems) são plataformas que automatizam o planejamento logístico, permitindo uma gestão mais eficiente da frota e das entregas. Entre as principais funcionalidades dessas ferramentas estão:

- Planejamento automatizado de rotas;

- Monitoramento em tempo real da frota;
- Integração com sistemas de rastreamento via GPS e inteligência artificial.

Soluções como SAP TM, Oracle Transportation Management e Route4Me são amplamente utilizadas para otimizar operações logísticas.

Inteligência Artificial na Roteirização

O uso de inteligência artificial em conjunto com dados de GPS tem permitido uma abordagem mais dinâmica na roteirização de entregas. Ferramentas como Google Maps API e Waze for Business ajustam rotas em tempo real, levando em conta condições de tráfego e imprevistos, garantindo maior eficiência operacional.

8. RESULTADOS ESPERADOS

REFERÊNCIAS

DANTZIG, G. B.; RAMSER, J. H. The truck dispatching problem. *Management Science*, v. 6, n. 1, p. 80-91, 1959.

LAPORTE, G. What you should know about the vehicle routing problem. *Naval Research Logistics*, v. 54, n. 8, p. 811-819, 2007.

NEGRÃO, J. et al. Métodos de roteirização de veículos: uma revisão da literatura. *Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção*, 2019. Disponível em: https://aprepro.org.br/conbrepro/2019/anais/arquivos/09302019_150940_5d924688e73ba.pdf.

SILVA, F. A. et al. O papel da roteirização na redução de custos logísticos e melhoria do nível de serviço: um estudo de caso. *Anais do Congresso Brasileiro de Custos*, 2013. Disponível em: <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/viewFile/186/186>.

FONSECA-GALINDO, J. C. et al. A Multi-Agent System for Solving the Dynamic Capacitated Vehicle Routing Problem with Stochastic Customers using Trajectory Data Mining. *arXiv preprint arXiv:2009.12691*, 2020. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2009.12691>.

HADDAD, M. N. et al. Large Neighborhood-Based Metaheuristic and Branch-and-Price for the Pickup and Delivery Problem with Split Loads. *arXiv preprint arXiv:1802.06318*, 2018. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1802.06318>.

BULHÕES, T. et al. The Vehicle Routing Problem with Service Level Constraints. *arXiv preprint arXiv:1706.03097*, 2017. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1706.03097>.

Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos

Ronald Ballou

Logística Empresarial de Bowersox e Closs

Confederação Nacional do Transporte (CNT) – Dados e pesquisas sobre transporte e logística no Brasil:

<https://www.cnt.org.br>

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – Estatísticas e indicadores econômicos e sociais:

<https://www.ibge.gov.br>

Associação Brasileira de Operadores Logísticos (ABOL) – Informações sobre operadores logísticos no Brasil:

<https://abolbrasil.org.br>

Associação Nacional do Transporte de Cargas e Logística (NTC&Logística) – Custos do transporte de cargas e tendências do setor:

<https://www.ntc.org.br>

GONÇALVES, A. B. Gestão logística e a importância do lead time. Revista Brasileira de Logística, v. 10, n. 2, p. 45-60, 2021.

HERMOGENES, R. T.; SANTOS, M. P.; WALKER, L. A. Utilização do diagrama de Ishikawa como ferramenta de análise de causa raiz do alto índice de perdas em uma indústria de plásticos. Anais do Congresso Nacional de Engenharia de Produção, v. 4, n. 1, p. 1-15, 2019.

SANTOS, L. C.; ALMEIDA, R. M. Impacto do tempo de transporte na eficiência logística. Journal of Supply Chain Management, v. 5, n. 3, p. 78-92, 2020.

SOUSA, D. F.; RANDO JUNIOR, P. O uso de fluxogramas para otimização de processos organizacionais. Cadernos de Gestão e Engenharia, v. 12, n. 1, p. 112-128, 2024.

SLIMSTOCK. Sazonalidade e padrões de demanda: o que são e como lidar com eles? Slimstock, 2024. Disponível em: <<https://www.slimstock.com/pt/blog/sazonalidade-e-padroes-demanda/>>. Acesso em: 21 mar. 2025.

BLING. Como lidar com a sazonalidade no estoque? Blog Bling, 2024. Disponível em: <<https://blog.bling.com.br/estoque-sazonal/>>. Acesso em: 21 mar. 2025.

KORP. Sazonalidade nas vendas: entenda os desafios na indústria. Korp, 2023. Disponível em: <<https://www.korp.com.br/sazonalidade-nas-vendas-entenda-os-desafios-na-industria/>>. Acesso em: 21 mar. 2025.