



FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
LICENCIATURA EM ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL
TRABALHO DE LICENCIATURA

**TEMA: ANÁLISE E OPTIMIZAÇÃO DO TRANSPORTE TERCEIRIZADO NA
DISTRIBUIÇÃO DE SUMOS E NÉCTARES DA SUMOL+COMPAL, MOÇAMBIQUE
EM MAPUTO**

Autor: Djobe Francisco Davane

Maputo, Julho de 2025



FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
LICENCIATURA EM ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL
TRABALHO DE LICENCIATURA

**TEMA: ANÁLISE E OPTIMIZAÇÃO DO TRANSPORTE TERCEIRIZADO NA
DISTRIBUIÇÃO DE SUMOS E NÉCTARES DA SUMOL+COMPAL, MOÇAMBIQUE
EM MAPUTO**

Autor: Djobe Francisco Davane

Supervisor: Eng^o. Roberto David

Maputo, Julho de 2025



FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
CURSO DE ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL

TERMO DE ENTREGA DO RELATÓRIO DE TRABALHO DE LICENCIATURA

Declaro que o estudante Djobe Francisco Davane com código de estudante 20185873 entregou no dia ____/____/2025 as três cópias do relatório do seu Trabalho de Licenciatura com a referência: _____, intitulado: ANÁLISE E OPTIMIZAÇÃO DO TRANSPORTE TERCEIRIZADO NA DISTRIBUIÇÃO DE SUMOS E NÉCTARES DA SUMOL+COMPAL, MOÇAMBIQUE EM MAPUTO.

Maputo, ____ de _____ de 2025

Chefe da Secretaria

INDICE

AGRADECIMENTOS	VII
DEDICATÓRIA	VIII
DECLARAÇÃO DE HONRA.....	IX
ÍNDICE DE TABELAS.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
LISTA DAS ABREVIATURAS UTILIZADAS.....	XII
RESUMO.....	13

ABSTRACT.....	1
----------------------	----------

4

CAPITULO I: INTRODUÇÃO.....	15
1.1. Objectivo.....	16
1.1.1. Geral.....	16
1.1.2. Específicos	16
1.2. Perguntas da investigação	16
1.3. Justificativa	16
1.4. Metodologia	18
CAPITULO II: REVISÃO DA LITERATURA.....	19
2.1. Fundamentos da Logística	19
2.2. Evolução da Logística Empresarial	19
2.3. Objectivos da Logística.....	19
2.4. Logística como Vantagem Competitiva.....	20
2.5. Terceirização Logística.....	21
2.5.1. Vantagens do Transporte Terceirizado	21
2.5.2. Riscos e Limitações	21
2.5.3. Gestão da Relação com Transportadoras	22
2.6. Enquadramento Logístico da SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA.....	22

2.7. Relação Empresa com as Transportadora	23
2.7.1. Importância da Coordenação Operacional	23
2.7.2. Acordos e Responsabilidades	23
2.7.3. Avaliação e Monitorização do Desempenho	24
2.7.4. Construção de Parcerias Estratégicas	24
2.8. Ferramentas de Gestão Logística	24
2.8.1. Tipos de Ferramentas Utilizadas na Logística	25
2.8.2. Sistemas de Informação Logística (SIL)	25
2.8.3. Indicadores de Desempenho Logístico (KPIs)	25
2.8.4. Ferramentas de Padronização Operacional	26
2.8.5. Integração das Ferramentas na Realidade Moçambicana	26
CAPITULO III: DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE CASO	27
3.1. Localização e área em estudo	27
3.1.1. SUMOL+COMPAL, MOÇAMBIQUE, SA	27
3.1.2. Análise da Infra-estrutura Logística e dos Fluxos Operacionais	29
3.1.3. Organograma organizacional da SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA	33
3.2. Amostragem	33
3.2.1. Métodos de Colecta de Dados	33
a) Fontes de Dados Primários	34
b) Fontes de Dados Secundários	34
CAPÍTULO IV: METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO	35
4.1. Introdução ao Desenho Metodológico	35
4.2. Tipo e Abordagem da Pesquisa	35
4.2.1. Componente Qualitativa	36
4.2.2. Componente Quantitativa	36
4.3. Delimitação do Estudo	36
4.3.1. Delimitação Geográfica	37
4.3.1. Delimitação Temporal	37
4.3.2. Delimitação do Objecto de Estudo	37

4.4. População e Amostra	37
4.4.1. Amostra de Rotas de Distribuição	38
4.4.2. Amostra de Participantes para Entrevistas.....	38
4.5. Métodos e Instrumentos de Colecta de Dados.....	38
4.5.1. Ferramentas de Mapeamento Digital (Google Maps).....	39
4.5.2. Simulação de Documentos Internos da Empresa.....	39
4.6. Construção e Análise das Variáveis Operacionais (<i>Baseline</i>)	40
4.7. Métodos de Análise de Dados.....	41
4.8. Validação do Modelo Proposto.....	42
CAPÍTULO V: APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	43
5.1. Apresentação dos Resultados do Modelo de Optimização	43
5.2 Discussão e Interpretação dos Resultados	45
CAPÍTULO VI: CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES	48
CONCLUSÃO	48
RECOMENDAÇÕES	49
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
ANEXOS	51
A. Fórmulas de Cálculo e Modelo de Optimização	51
A.1. Fórmulas para o Cenário <i>Baseline</i> (Situação Actual)	51
A.1.1. Custo Operacional Mensal por Cliente (Custo Total).....	51
A.1.2. Custo por Caixa Entregue (Custo Caixa)	51
A.2. Modelo de Optimização (Programação Linear - VRP).....	52
A.3. Fórmulas para a Análise Comparativa	53
A.3.1. Variação Percentual (Melhoria)	53
A.2. Imagens dos transportes acima	54

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, pela vida, por me guiar e dar à luz de seguir frente, mesmo parecendo difícil. Agradecer aos meus pais Francisco Amosse Davane e Maria Francisco Zandamela, por iluminarem os meus caminhos, e também aos meus irmãos por todo apoio oferecido.

Agradecer a todos os colegas que compartilharam comigo esta jornada e deram seu suporte durante a formação, e aos professores do Curso de Engenharia e Gestão Industrial da Universidade Eduardo Mondlane, Muito Obrigado!

Agradeço ao Eng^o Roberto David, docente da UEM, por ter sido o meu supervisor neste trabalho, por todo apoio, compreensão e paciência.

Agradeço também a minha namorada Ester Alfredo pela ajuda, pela paciência e compreensão e apoio emocional neste processo, a tua presença e o teu encorajamento foram importantes.

DEDICATÓRIA

Agradeço e dedico este trabalho aos meus Pais, pilares da minha vida.

E a todos os que contribuíram para o meu percurso académico.

Esta é a prova de que tudo é uma questão de Tempo.

Eclesiastes 3

DECLARAÇÃO DE HONRA

Eu, Djobe Francisco Davane, declaro sob compromisso de honra que este trabalho é resultado do meu próprio esforço e dedicação. Todas as fontes consultadas foram devidamente citadas e referenciadas, respeitando os direitos autorais e as normas académicas.

Declaro ainda que este trabalho não foi apresentado anteriormente em qualquer outra instituição de ensino ou utilizado para obtenção de qualquer grau académico.

Assumo total responsabilidade pelo conteúdo apresentado, comprometendo-me com a veracidade e originalidade das informações aqui contidas.

O Autor

(Djobe Francisco Davane)

Maputo, Julho 2025

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Principais Actividades Logísticas e Seus Objectivos.	20
Tabela 2: Tipos de Ferramentas de Gestão Logística	25
Tabela 3: Caracterização e segmentação da amostra de clientes.....	29
Tabela 4: Configuração Logística dos Produtos (Unidade de Manuseamento).....	29
Tabela 5: Tipologia e Custos da Frota de Transporte Terceirizada	30
Tabela 6: Decomposição do Tempo de Ciclo de Expedição no CDP (Baseline)	30
Tabela 7: Matriz de Distâncias (em km) entre o CDP e os Clientes da Amostra.....	31
Tabela 8: Estrutura de Custos Logísticos Operacionais (SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA)	31
Tabela 9: Diagnóstico do Desempenho Logístico e Custo Actual (<i>Baseline</i>) para a Amostra	32
Tabela 10: Caracterização da Amostra de Rotas de Distribuição (Dados Extraídos)	40
Tabela 11: Estrutura de Custos Logísticos Operacionais	40
Tabela 12: Diagnóstico do Desempenho Logístico e Custo Actual (Baseline).....	41
Tabela 13: Configuração das Rotas de Entrega no Cenário Optimizado	43
Tabela 14: Análise Comparativa de KPIs (Baseline vs. Cenário Optimizado)	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Fluxograma de etapas gerais da realização do trabalho.	18
Figura 2: Gráfico óptimo dos indicadores de desempenho logístico.	26
Figura 3: Vista por satélite da indústria de produção de sumo e néctar (SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA).	28
Figura 4: Organigrama da organização da fabrica de produção de sumos e néctares.	33
Figura 5: Ilustração dos carros usados para a terceirização dos serviços de transporte de sumos e néctares da SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA.	54

LISTA DAS ABREVIATURAS UTILIZADAS

- **SCMSA** – SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA
- **CDP** – Centro de Distribuição Principal
- **TMS** – *Transportation Management System* (Sistema de Gestão de Transportes)
- **ERP** – *Enterprise Resource Planning* (Planeamento de Recursos Empresariais)
- **WMS** – *Warehouse Management System* (Sistema de Gestão de Armazém)
- **KPI** – *Key Performance Indicator* (Indicador-chave de Desempenho)
- **SLA** – *Service Level Agreement* (Acordo de Nível de Serviço)
- **SIL** – Sistema de Informação Logística
- **VRP** – *Vehicle Routing Problem* (Problema de Roteamento de Veículos)
- **VRPTW** – *Vehicle Routing Problem with Time Windows* (Problema de Roteamento de Veículos com Janelas de Tempo)
- **MZN** – Metical Moçambicano
- **Q4** – Quarto Trimestre
- **ABC** – Classificação ABC (Análise de importância dos itens no inventário)

RESUMO

Este trabalho de licenciatura propõe uma análise detalhada e a otimização dos processos logísticos de distribuição de sumos e néctares da SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA, focando-se na complexa operação de transporte terceirizado na cidade de Maputo. Através de uma abordagem metodológica mista, a investigação baseou-se num estudo de caso aprofundado da unidade industrial e do seu Centro de Distribuição Principal, onde foram analisadas sete rotas e oito clientes estratégicos, expondo ineficiências severas como um custo por caixa que ultrapassava os 50,00 MZN em certos casos e um custo operacional mensal total de 771.440,00 MZN para os clientes em análise, com uma média de 24 falhas mensais. Utilizando a técnica de programação linear com o suplemento Solver no Excel, foi modelado um cenário otimizado que propõe a criação de três rotas consolidadas, agrupando clientes por proximidade e volume e alocando eficientemente veículos de 10 e 30 toneladas. Os resultados desta otimização são expressivos: uma redução de 40% no custo operacional total, uma diminuição de 35% na quilometragem mensal, uma queda drástica de 58% no custo por caixa entregue (de 14,44 para 6,08 MZN) e um aumento da utilização média da frota de 65% para 91,7%. O estudo conclui que, num contexto urbano desafiador como o de Maputo, a consolidação de cargas, a roteirização inteligente e uma gestão colaborativa e estratégica com os parceiros logísticos, suportada por tecnologia e Acordos de Nível de Serviço (SLAs) claros, são fundamentais para garantir não só a eficiência, mas também a sustentabilidade e a competitividade da operação.

Palavras-chave: Logística de Distribuição, Transporte Terceirizado, Optimização Logística, Eficiência Logística.

ABSTRACT

This degree thesis proposes a detailed analysis and optimisation of the logistics processes for the distribution of juices and nectars by SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA, focusing on the complex outsourced transport operation in the city of Maputo. Using a mixed methodological approach, the research was based on an in-depth case study of the industrial unit and its Main Distribution Centre, where seven routes and eight strategic customers were analysed, exposing severe inefficiencies such as a cost per box that exceeded 50.00 MZN in certain cases and a total monthly operating cost of 771. 440.00 MZN for the customers under analysis, with an average of 24 monthly failures. Using the linear programming technique with the Solver add-in in Excel, an optimised scenario was modelled that proposes the creation of three consolidated routes, grouping customers by proximity and volume and efficiently allocating 10- and 30-tonne vehicles. The results of this optimisation are significant: a 40% reduction in total operating costs, a 35% decrease in monthly mileage, a drastic 58% drop in the cost per box delivered (from 14.44 to 6.08 MZN) and an increase in average fleet utilisation from 65% to 91.7%. The study concludes that, in a challenging urban context such as Maputo, cargo consolidation, intelligent routing, and collaborative and strategic management with logistics partners, supported by technology and clear Service Level Agreements (SLAs), are fundamental to ensuring not only efficiency but also the sustainability and competitiveness of the operation.

Keywords: Distribution Logistics, Outsourced Transport, Logistics Optimisation, Logistics Efficiency.

CAPITULO I: INTRODUÇÃO

A logística representa, actualmente, uma das áreas mais estratégicas da gestão empresarial, sendo responsável não apenas pela movimentação de produtos, mas também pela criação de valor ao longo de toda a cadeia de abastecimento. À medida que os mercados se tornam mais competitivos e as exigências dos consumidores aumentam, as empresas são forçadas a adotar práticas logísticas mais eficientes, flexíveis e adaptáveis às condições locais e globais (Christopher, 2016).

No contexto moçambicano, a SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA actua na distribuição de sumos e néctares através de operadores logísticos terceirizados, enfrentando uma série de desafios relacionados à infraestrutura, à comunicação operacional, à rastreabilidade de entregas e ao controlo de desempenho. A terceirização dos serviços de transporte, embora represente uma oportunidade para reduzir custos fixos e aumentar a flexibilidade operacional, requer uma gestão rigorosa e ferramentas específicas para garantir que os níveis de serviço não sejam comprometidos (Bowersox, Closs & Cooper, 2014; Ballou, 2006).

De acordo com Ferreira e Nhabinde (2020), em Moçambique, a informalidade dos operadores logísticos, aliada à precariedade das infraestruturas viárias e à escassez de tecnologias de apoio, compromete significativamente a eficiência das cadeias de distribuição urbana. As empresas enfrentam não apenas atrasos nas entregas, mas também dificuldades na integração de sistemas, na definição de indicadores de desempenho logístico e na criação de parcerias estratégicas duradouras com os prestadores de serviço.

A literatura aponta que a logística moderna deve ser orientada por dados, com uso de ferramentas como o TMS (*Transportation Management System*), indicadores de desempenho (KPIs), e modelos matemáticos de roteirização e consolidação de cargas, de modo a garantir a entrega de produtos no tempo certo, no local certo e com o menor custo possível (Rushton, Croucher & Baker, 2017; Ballou, 2006).

Esta pesquisa justifica-se pela necessidade de se desenvolver um modelo de gestão e optimização dos processos logísticos que possa ser aplicado à realidade da SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA, com foco na distribuição de sumos e néctares na cidade de Maputo. Ao analisar os processos actuais, identificar gargalos operacionais e propor melhorias baseadas em métodos quantitativos e qualitativos, pretende-se contribuir para o aumento da eficiência logística, redução de custos operacionais e melhoria da qualidade dos serviços prestados.

1.1. Objectivo

1.1.1. Geral

- Desenvolver um modelo para otimizar a gestão dos processos logísticos na distribuição de sumos da empresa SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA, através de operadores de transporte terceirizados.

1.1.2. Específicos

- Caracterizar no âmbito da SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA, as ferramentas de gestão utilizadas na distribuição de sumos por transportadoras terceirizadas;
- Analisar os processos de gestão logística relacionados com a articulação entre a SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA e os transportadores externos responsáveis pela distribuição;
- Propor estratégias de melhoria que permitam otimizar a utilização das ferramentas de gestão existentes na coordenação logística com empresas de transporte terceirizadas.

1.2. Perguntas da investigação

A eficiência é, de facto, um factor que define o sucesso das empresas que operam no sector de alimentos e bebidas. Para empresa SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA, a distribuição de sumos é feita por meio de empresas de transporte terceirizadas, o que exige uma coordenação logística eficaz entre a empresa e os operadores externos.

No entanto, existem desafios significativos em relação a atrasos na entrega, má comunicação, falta de integração entre sistemas e problemas de controlo de desempenho dos transportadores. Que modelo de gestão pode ser desenvolvido para otimizar os processos de distribuição logística que envolvem transporte terceirizado para os sumos da SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA?

1.3. Justificativa

A gestão eficiente dos processos logísticos é fundamental para garantir a competitividade das empresas num mercado cada vez mais dinâmico e exigente. No sector das bebidas, em particular, a distribuição eficaz dos produtos até ao consumidor final depende não apenas da produção, mas também da capacidade de articulação logística com parceiros externos. Na realidade da SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA, esta responsabilidade é entregue a empresas de transporte terceirizadas, o que requer mecanismos sólidos de coordenação, monitorização e avaliação do desempenho logístico.

De acordo com autores especializados em logística e cadeia de abastecimento, a externalização dos serviços de transporte pode representar uma estratégia vantajosa para reduzir custos fixos e focar nas competências essenciais da empresa.

No entanto, quando não existem ferramentas de gestão adequadas e um controlo efectivo dos processos, os riscos associados à perda de qualidade no serviço, atrasos nas entregas e falhas na comunicação podem superar os benefícios esperados (Bowersox et al., 2014; Christopher, 2016).

Em moçambique, os desafios logísticos agravam-se ainda mais devido a limitações nas infraestruturas, na digitalização dos processos e na formação técnica dos operadores, o que compromete a eficiência das cadeias de distribuição (Ferreira & Nhabinde, 2020).

Face a esse cenário, torna-se necessário propor soluções adaptadas que permitam às empresas manter padrões de qualidade mesmo operando com transportadoras terceirizadas.

Assim, esta pesquisa é justificada pela possibilidade de propor um modelo de gestão logística que contribua para otimizar a distribuição de sumos da SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA, com base numa articulação mais eficiente com os seus parceiros de transporte (Ballou, 2006; Rodrigues, 2019).

1.4. Metodologia

O presente trabalho foi realizado perante quatro (4) etapas:

1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A pesquisa de informações referentes ao tema de estudo em:

- Livros;
- Artigos científicos;
- Monografias;
- Relatórios industriais ;
- Dissertações.

2. TRABALHO DE CAMPO E PARTE EXPERIMENTAL

Colecta de dados na Industria de produção e analise no transporte terceirizado na distribuição de sumos e néctares da SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA e propor melhorias logísticas.

3. ANALISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Avaliação dos dados da distribuição terceirizado usando programas de rastreio e analises a partir de formulários e programas.

4. COMPILAÇÃO DO RELATÓRIO

Figura 1: Fluxograma de etapas gerais da realização do trabalho.

CAPITULO II: REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Fundamentos da Logística

A logística é, actualmente, um dos pilares centrais da gestão empresarial, assumindo um papel cada vez mais estratégico na criação de valor e na satisfação dos clientes. A sua função vai muito além da simples movimentação de produtos, englobando a gestão coordenada de actividades como o transporte, o armazenamento, o controlo de reservas, a distribuição e o fluxo de informações ao longo da cadeia de abastecimento (Christopher, 2016).

Com a crescente complexidade dos mercados e a pressão por maior eficiência, a logística evoluiu para uma função integrada e transversal. Nas empresas modernas, como a SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA, que operam com elevada exigência em termos de distribuição e atendimento ao cliente, a logística tornou-se essencial para garantir o abastecimento dos pontos de venda com regularidade, rapidez e baixo custo (Ballou, 2006). Esta função torna-se ainda mais crítica quando, como no caso da SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA, a distribuição depende de transportadoras terceirizadas, exigindo maior controlo e articulação entre actores externos.

2.2. Evolução da Logística Empresarial

A logística teve origem como uma actividade operacional de suporte, essencialmente voltada ao transporte e ao armazenamento de produtos. Contudo, a partir da década de 1980, com o avanço das tecnologias de informação e a globalização dos mercados, passou a ser entendida como uma actividade estratégica e integradora, articulando todas as funções que compõem o fluxo de bens e serviços (Bowersox, Closs & Cooper, 2014).

Nas empresas que actuam no sector das bebidas, como é o caso da SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA, essa evolução é particularmente visível. A logística não é apenas um meio para levar os sumos até aos retalhistas ou consumidores finais, mas uma componente decisiva na competitividade da empresa, pois envolve a gestão eficiente do tempo, dos recursos e da fiabilidade das entregas num país com desafios estruturais como Moçambique.

2.3. Objectivos da Logística

Os principais objectivos da logística empresarial centram-se na entrega de produtos no momento, quantidade e local certos, com o menor custo possível e com garantia de qualidade (Ballou, 2006). Este equilíbrio entre o nível de serviço e a eficiência de custos é fundamental para sustentar a competitividade de qualquer empresa, sendo especialmente importante para empresas de grande distribuição.

A SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA, um dos principais desafios logísticos prende-se com a necessidade de manter níveis elevados de fiabilidade na distribuição de sumos, mesmo recorrendo a operadores de transporte terceirizados. Para isso, é necessário que os fluxos logísticos sejam continuamente planificados, monitorizados e ajustados conforme as exigências do mercado e a realidade das infra-estruturas nacionais (Ferreira & Nhabinde, 2020).

Actividades Logísticas Principais

A logística abrange um conjunto de actividades operacionais e estratégicas que precisam de estar articuladas para garantir eficiência. Estas incluem o planeamento de transportes, a gestão de reservas, a armazenagem, o processamento de encomendas, a logística inversa e a gestão da informação (Rushton, Croucher & Baker, 2017).

A SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA, estas actividades exigem uma coordenação precisa entre os sistemas internos da empresa e os operadores logísticos subcontratados. O processamento de encomendas e a preparação de cargas nas instalações da empresa devem estar sincronizados com os horários, capacidades e disponibilidade das transportadoras externas.

A Tabela 1 ilustra, de forma resumida, as principais actividades logísticas e os seus objectivos operacionais.

Tabela 1: Principais Actividades Logísticas e Seus Objectivos.

Actividade	Objectivo Principal
Gestão de Transportes	Assegurar entregas fiáveis e pontuais, com custo controlado
Gestão de Reservas	Evitar excessos ou rupturas, mantendo níveis óptimos de stock
Armazenagem	Manter os produtos organizados e conservados adequadamente
Processamento de Encomendas	Reduzir erros e tempos de preparação de pedidos
Logística Inversa	Gerir devoluções e recuperação de embalagens
Gestão da Informação	Suportar decisões com dados logísticos fiáveis e oportunos

Fonte: adaptado de Ballou (2006), Christopher (2016) e Rushton et al. (2017).

2.4. Logística como Vantagem Competitiva

A logística deixou de ser uma função de apoio para se transformar num factor determinante na estratégia das empresas. Segundo Christopher (2016), as organizações que investem em

soluções logísticas eficientes são capazes de responder com agilidade às mudanças do mercado e de manter a fidelização dos clientes.

Para a SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA, cuja actividade depende do desempenho de operadores externos, a gestão logística torna-se ainda mais relevante. A capacidade de controlar, integrar e melhorar continuamente os processos logísticos com parceiros terceirizados é um diferencial que pode traduzir-se em maior presença no mercado, menos reclamações e menor custo de distribuição. No sentido, compreender os fundamentos da logística permite não apenas diagnosticar problemas, mas também propor soluções adaptadas à realidade da empresa e do país.

2.5. Terceirização Logística

A terceirização logística, também designada por *outsourcing*, consiste na delegação de funções operacionais a parceiros externos especializados. Esta prática é comum em empresas que procuram focar-se nas suas actividades nucleares e transferir responsabilidades como transporte, armazenamento ou distribuição para operadores logísticos. Esta abordagem tem vindo a ganhar espaço na indústria de bens de consumo, incluindo o sector das bebidas e alimentos, onde a entrega eficiente ao mercado é crítica (Bowersox Cooper, 2014).

A SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA, que distribui sumos e néctares em Maputo, o recurso a transportadoras terceirizadas visa aumentar a flexibilidade logística e responder à elevada exigência do mercado, sem sobrecarregar a empresa com custos fixos de frota e gestão de transporte.

2.5.1. Vantagens do Transporte Terceirizado

A contratação de serviços externos permite à empresa alcançar ganhos em termos de flexibilidade, acesso a competências específicas e redução de custos operacionais. Em vez de gerir directamente os meios de transporte, a SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA beneficia da experiência e da infra-estrutura logística dos seus parceiros. A terceirização permite uma maior capacidade de adaptação em períodos de maior procura, como acontece em campanhas promocionais ou estações quentes, típicas do sector de bebidas (Ballou, 2006).

Outros ganhos incluem a redução do investimento em activos próprios, menor necessidade de pessoal interno para gerir a frota, e possibilidade de expansão territorial sem encargos adicionais com infra-estruturas (Christopher, 2016).

2.5.2. Riscos e Limitações

Apesar das vantagens, a terceirização logística também comporta riscos. A empresa perde o controlo directo sobre uma parte crítica da cadeia de abastecimento, o que pode comprometer

a qualidade do serviço prestado ao cliente final. As falhas na comunicação com os operadores externos, atrasos nas entregas ou quebras na rastreabilidade dos produtos são problemas frequentes quando não existem mecanismos eficazes de controlo e monitorização (Rushton, Croucher & Baker, 2017).

Na realidade moçambicana, o cenário é ainda mais desafiante. A informalidade de muitos operadores de transporte, a falta de padronização de procedimentos e as deficiências tecnológicas dificultam o controlo eficaz dos serviços prestados por terceiros (Ferreira & Nhabinde, 2020).

A SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA, a estes factores afectam negativamente o desempenho logístico, sobretudo na cidade de Maputo, onde a densidade populacional e o tráfego urbano dificultam o cumprimento rigoroso dos prazos de entrega.

2.5.3. Gestão da Relação com Transportadoras

Para minimizar os riscos do transporte terceirizado, é fundamental que exista uma gestão activa da relação com as transportadoras. A definição de acordos de nível de serviço (SLAs), a avaliação contínua do desempenho, a utilização de indicadores logísticos e a comunicação clara são elementos indispensáveis. A SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA deve estabelecer critérios rigorosos de selecção de parceiros, realizar auditorias periódicas e promover reuniões de alinhamento operacional com os seus prestadores de serviços.

Sistemas de rastreio por GPS, relatórios de entregas, monitorização de tempos médios de distribuição e índices de reclamações são exemplos de ferramentas que podem ser utilizadas para melhorar o controlo e a eficiência logística, mesmo quando o transporte é subcontratado.

2.6. Enquadramento Logístico da SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA

A SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA opera em Moçambique num ambiente logístico caracterizado por altos custos operacionais, infra-estrutura limitada e demanda instável. A empresa, que actua no segmento de bebidas não alcoólicas, depende de transportadoras terceirizadas para atender sua rede de distribuição em Maputo. Essa estratégia oferece vantagens em termos de flexibilidade, mas requer mecanismos robustos de controlo de qualidade e desempenho. A inexistência de um sistema integrado de monitoramento e a ausência de análises detalhadas de custos por rota são fragilidades que comprometem a competitividade da empresa. A melhoria desses aspectos exige uma abordagem baseada em dados concretos e ajustada à realidade local.

A literatura aponta que, para ambientes com alta variabilidade operacional, como o de Maputo, o desenvolvimento de estudos personalizados sobre o transporte pode aumentar significativamente a eficiência logística e a satisfação do cliente final (Ballou, 2006; Christopher, 2011).

2.7. Relação Empresa com as Transportadora

A relação entre uma empresa e os seus prestadores de serviços logísticos é um dos pilares fundamentais para o sucesso da distribuição terceirizada. Esta relação vai além da contratação de um serviço, exigindo uma gestão estratégica baseada em confiança, comunicação eficaz, controlo de desempenho e alinhamento de objectivos. Quando a articulação é bem estabelecida, os ganhos logísticos reflectem-se na satisfação dos clientes, na redução de custos operacionais e no aumento da capacidade de resposta ao mercado (Christopher, 2016).

No caso da SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA, que opera nem Maputo com recurso a transportadoras terceirizadas para distribuir os seus sumos e néctares, essa relação torna-se especialmente sensível, dada a importância do tempo de entrega e da integridade do produto na percepção final do consumidor.

2.7.1. Importância da Coordenação Operacional

A eficiência da distribuição depende em grande parte da coordenação entre a planificação interna da empresa e a execução logística realizada pelas transportadoras. Quando o operador externo compreende claramente os objectivos da empresa, os prazos exigidos e as particularidades dos produtos transportados, é possível reduzir falhas, atrasos e perdas. Para isso, é necessário que exista uma comunicação permanente, estruturada e com responsabilidades bem definidas (Ballou, 2006).

A gestão da SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA precisa, portanto, de estabelecer mecanismos que permitam sincronizar o agendamento das cargas, os volumes a transportar, os percursos a seguir e os pontos de entrega. A ausência de tal sincronização tende a gerar sobrecustos, congestionamentos internos ou falhas no atendimento dos clientes.

2.7.2. Acordos e Responsabilidades

A clareza contractual é outro factor essencial na relação entre empresa e transportadora. Contratos bem estruturados devem definir não apenas o valor dos serviços e os prazos de pagamento, mas também as responsabilidades em caso de atrasos, perdas de carga ou quebra na cadeia de frio o que é importante no transporte de bebidas.

Em moçambique, onde a regulação dos transportes ainda apresenta fragilidades, a definição contractual ganha importância redobrada. Para a SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA,

isso significa assegurar cláusulas específicas quanto à conservação da carga, cumprimento de horários e utilização de veículos adequados ao tipo de produto, reforçando a responsabilização do parceiro logístico (Ferreira & Nhabinde, 2020).

2.7.3. Avaliação e Monitorização do Desempenho

A gestão da relação com transportadoras exige sistemas de monitorização contínua do desempenho, com base em indicadores operacionais como pontualidade, número de entregas realizadas, taxa de reclamações e tempo médio de entrega. Estes indicadores permitem não só identificar falhas como também propor melhorias e reconhecer transportadoras com bom desempenho (Rushton, Croucher & Baker, 2017).

Na prática da SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SAem Maputo, implementar um sistema de avaliação baseado em dados reais, com *feedback* automático ou relatórios semanais pode ajudar a corrigir desvios e melhorar a qualidade da distribuição. Tais sistemas são facilitados com o uso de tecnologias como GPS, *softwares* de gestão de transporte (TMS) e plataformas de partilha de dados.

2.7.4. Construção de Parcerias Estratégicas

Mais do que uma relação comercial de curto prazo, a ligação entre a empresa e os seus operadores logísticos deve ser encarada como uma parceria estratégica. Quando ambas as partes partilham metas e colaboram para as atingir, cria-se um ambiente de confiança que favorece a inovação e a resolução conjunta de problemas.

Para a SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA, desenvolver relações de longo prazo com transportadoras que demonstram fiabilidade, compromisso e capacidade de adaptação pode resultar em ganhos como maior previsibilidade de custos, melhorias operacionais contínuas e reforço da reputação da marca no mercado.

2.8. Ferramentas de Gestão Logística

A eficiência dos processos logísticos numa organização depende fortemente da utilização de ferramentas adequadas à gestão e monitorização das actividades. Estas ferramentas, que podem ser tecnológicas, analíticas ou operacionais, são determinantes para a melhoria da tomada de decisão, redução de custos, aumento da produtividade e satisfação do cliente final (Christopher, 2016).

Na SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA, cuja actividade logística é essencialmente voltada à distribuição de sumos e néctares por via de operadores terceirizados, o uso estruturado de ferramentas de gestão logística é vital para garantir a eficácia na articulação com os transportadores e a entrega regular aos pontos de venda.

2.8.1. Tipos de Ferramentas Utilizadas na Logística

As ferramentas de gestão logística podem ser classificadas de acordo com a sua função principal.

Tabela 2: Tipos de Ferramentas de Gestão Logística

Tipo de Ferramenta	Finalidade Principal	Programas de uso
Sistemas de Informação (TI)	Apoio à tomada de decisão e integração de dados	ERP, TMS, WMS
Indicadores de Desempenho	Avaliação de desempenho e controlo	KPI de entrega, <i>lead time</i> , taxa de devolução
Ferramentas Analíticas	Planeamento e previsão logística	Análise ABC, curva de Pareto, mapas de calor
<i>Checklists</i> e Protocolos	Padronização de processos e controlo operacional	Guias de carregamento, protocolos de entrega

Fonte: adaptado de Ballou (2006), Christopher (2016) e Rushton et al. (2017).

2.8.2. Sistemas de Informação Logística (SIL)

Os sistemas de informação são fundamentais para a integração e partilha de dados entre os diversos intervenientes na cadeia de abastecimento. No caso da SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA, o uso de sistemas como o TMS (*Transportation Management System*) permite a planificação a execução e a monitorização das entregas realizadas por transportadoras terceirizadas.

Estes sistemas ajudam na definição de rotas óptimas, acompanhamento em tempo real das viaturas, registo de ocorrências durante o transporte, e envio de alertas em caso de desvios. Quando bem integrados com o ERP da empresa, os sistemas SIL possibilitam uma visibilidade total sobre o fluxo logístico.

2.8.3. Indicadores de Desempenho Logístico (KPIs)

A utilização de chaves de indicadores de desempenho (KPIs) é essencial para mensurar a eficácia das operações logísticas. Na SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA, alguns dos indicadores mais relevantes incluem:

- Pontualidade das entregas;
- Taxa de devoluções por erro logístico;
- Tempo médio de entrega (*lead time*);
- Satisfação dos clientes em relação à entrega;
- Número de reclamações relacionadas com o transporte.

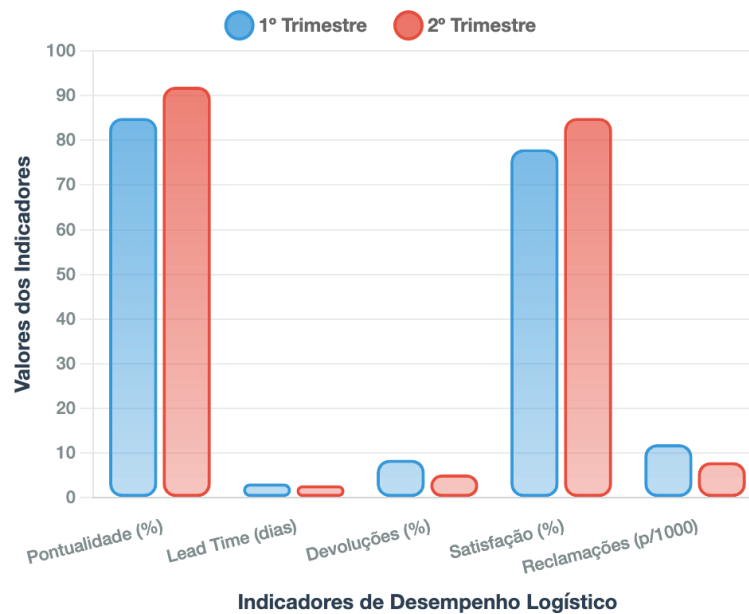


Figura 2: Gráfico óptimo dos indicadores de desempenho logístico.

2.8.4. Ferramentas de Padronização Operacional

Para assegurar consistência nas operações de carga e descarga realizadas pelas transportadoras contratadas, a SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA recorre ao uso de *checklists*, guias de procedimento e protocolos de entrega. Estes documentos funcionam como guias rápidos para motoristas, ajudantes e operadores de armazém.

Tais ferramentas também são usadas para o registo de ocorrências, como danificações no produto, atraso por condições externas ou recusas de entrega. O uso sistemático destas práticas contribui para a melhoria contínua do processo logístico.

2.8.5. Integração das Ferramentas na Realidade Moçambicana

A aplicação efectiva de ferramentas de gestão logística em Moçambique ainda enfrenta desafios relacionados com a disponibilidade de tecnologias, formação dos utilizadores e condições infra-estruturais.

Apesar disso, empresas como a SUMOL+COMPAL MOCAMBIQUE, SA têm investido na digitalização de processos, com foco na integração de dados entre armazém, vendas e distribuição (Ferreira & Nhabinde, 2020).

A implementação destas ferramentas deve considerar a realidade local, como limitações de conectividade, necessidade de formação e apoio às transportadoras terceirizadas, para garantir que toda a cadeia de distribuição opere de forma coordenada.

CAPITULO III: DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE CASO

3.1. Localização e área em estudo

O presente capítulo constitui a fundação empírica desta investigação, centrada na análise e optimização dos processos logísticos da indústria de bebidas em Moçambique. Adotando como objecto de estudo a empresa SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA, este capítulo tem como finalidade a descrição pormenorizada do seu contexto operacional. A análise aprofundada da sua unidade de produção e do centro de distribuição em Maputo é fundamental, pois é neste ecossistema que emergem os desafios logísticos que o presente trabalho visa endereçar. Este capítulo irá, portanto, detalhar a caracterização da empresa, os seus processos e, de forma crucial, a metodologia empregue para a colecta e estruturação dos dados que formarão a base para a modelagem subsequente, alinhando-se metodologicamente com abordagens consagradas em estudos logísticos no contexto nacional.

3.1.1. SUMOL+COMPAL, MOÇAMBIQUE, SA

A delimitação precisa da área de estudo é um pré-requisito para uma análise focada e relevante. Para este trabalho, a área em estudo é a principal unidade de produção e o Centro de Distribuição Principal (CDP) da SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA.

A unidade industrial e logística da SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA está estrategicamente localizada na província de Maputo, especificamente nas coordenadas geográficas -26.027451 e 32.389652. Esta localização, numa zona urbana de elevada densidade comercial, desempenha um papel importante na distribuição de produtos perecíveis, como os sumos e néctares da marca.

O perímetro de estudo, para fins de análise operacional, foi estabelecido num raio de 0,81 km em torno da unidade, estabelecendo um espaço geográfico representativo onde se concentram as operações de despacho e a *interface* com os operadores de transporte terceirizado. A escolha desta zona para a investigação, tal como no estudo de referência, deve-se a múltiplos factores estratégicos:

a) Proximidade com o Mercado Consumidor

A localização centraliza o acesso aos principais clientes e canais de distribuição (grossistas e retalhistas), tornando a eficiência logística nesta área um factor crítico para o sucesso da empresa.

b) Acesso a Infra-estruturas Viárias

A unidade possui fácil acesso às principais vias rodoviárias, como a Estrada Circular de Maputo (ECM) e a Avenida de Moçambique, que são as artérias que conectam o CDP aos diversos bairros e municípios periféricos.

c) Complexidade Logística Urbana

A zona é caracterizada por uma alta densidade de tráfego, congestionamentos frequentes e regulamentações municipais sobre a circulação de veículos pesados, espelhando os desafios logísticos urbanos enfrentados por outras grandes distribuidoras na região.

d) Concentração de Operadores Logísticos

Os principais parceiros de transporte da SUMOL+COMPAL, MOÇAMBIQUE, SA operam a partir desta região, o que permite uma análise detalhada da dinâmica da terceirização, da coordenação e do desempenho dos parceiros logísticos.



Figura 3: Vista por satélite da indústria de produção de sumo e néctar (SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA).

Dada a vasta escala das operações de distribuição, que envolvem centenas de clientes e um volume mensal na ordem dos 10 milhões de unidades, torna-se impraticável analisar a totalidade da população de entregas. Por conseguinte, foi necessário definir um processo de amostragem para seleccionar um subconjunto representativo de dados e actores.

A amostragem para este estudo foi conduzida através de uma abordagem quantitativa, orientada para a análise objectiva e mensurável das variáveis logísticas.

Para obter uma visão holística, a colecta de dados foi estruturada em fontes primárias (entrevistas com gestores, observação directa) e secundárias (relatórios do TMS, *Google Maps*, contratos), com o objectivo de construir uma matriz de transporte representativa da realidade operacional da empresa.

No âmbito da amostragem, foram selecionados 8 clientes estratégicos que, em conjunto, representam a diversidade do mercado da SUMOL+COMPAL. A Tabela 3.1 não só identifica esses clientes, mas também os segmenta por canal de vendas e perfil de demanda, uma etapa crucial para compreender a heterogeneidade dos requisitos de serviço.

Tabela 3: Caracterização e segmentação da amostra de clientes.

ID Cliente	Canal de Vendas	Perfil de Demanda	Volume Médio Mensal (Caixas)
CLI-01	Retalho Moderno	Frequente e Estável	9.000
CLI-02	Grossista	Volumosa e Concentrada	42.000
CLI-03	Grossista	Volumosa e Concentrada	38.000
CLI-04	Retalho Moderno	Frequente e Estável	9.500
CLI-05	Grossista	Sazonal e Média	7.200
CLI-06	Retalho Moderno	Frequente e Estável	7.200
CLI-07	Retalho Tradicional	Pulverizada e Irregular	1.400
CLI-08	Grossista	Volumosa e Concentrada	19.000

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados do TMS e da equipa comercial.

Esta segmentação revela que a operação logística deve servir simultaneamente clientes com perfis muito distintos, desde um pequeno retalhista que pode receber uma única palete por semana (Mercearia Zimpeto) até um grande grossista que pode exigir vários camiões completos por dia (Distribuidora Matola).

Tabela 4: Configuração Logística dos Produtos (Unidade de Manuseamento)

SKU (Formato)	Unidades por Caixa	Caixas por Camada (Paleta Padrão)	Camadas por Paleta	Caixas por Paleta
Sumo 1L	12	15	5	75
Sumo 500ml	24	12	6	72
Sumo 180ml	24	18	7	126

Fonte: Fichas técnicas de produto e especificações de embalagem da SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA.

3.1.2. Análise da Infra-estrutura Logística e dos Fluxos Operacionais

A eficiência da distribuição externa é intrinsecamente dependente da capacidade e da organização da infra-estrutura interna de produção e armazenamento.

A empresa depende de uma frota externa heterogénea. A Tabela 3.2 detalha os tipos de veículos utilizados pelos parceiros logísticos, evidenciando a necessidade de uma alocação inteligente de veículos às rotas, um problema conhecido como *Vehicle-to-Route Matching*.

Tabela 5: Tipologia e Custos da Frota de Transporte Terceirizada

Tipo de Veículo	Capacidade de Carga (ton)	Capacidade (Paletes)	Nº de Veículos Disponíveis	Custo Fixo por Viagem (MZN)
Carrinha de Distribuição	3,45 – 4,0	6	12	4.500,00
Camião Rígido (Médio)	10,0 – 12,0	16	15	9.200,00
Camião Rígido (Grande)	30,0 - 34,0	32	8	18.500,00

Fonte: Entrevistas com o Coordenador de Transportes e gestores das transportadoras.

A diferença no custo fixo por viagem reflete não apenas a amortização do veículo, mas também os custos operacionais associados. A utilização de um camião grande para uma rota de baixo volume é economicamente desastrosa, sublinhando a importância da consolidação de cargas. A eficiência começa no cais de expedição. O tempo que um veículo passa dentro das instalações do CDP é um custo de imobilização para a transportadora e um potencial gargalo para toda a operação. A Tabela 6 decompõe o tempo médio do ciclo de expedição, com base em observações diretas (cronometragem).

Tabela 6: Decomposição do Tempo de Ciclo de Expedição no CDP (*Baseline*)

Etapas do Processo	Tempo Médio (minutos)	Potenciais Causas de Atraso
Guarda e Registo na Entrada	15	Fila de camiões, verificação de documentos.
Espera pela Atribuição do Cais	35	Congestionamento de cais, falta de sincronização com a preparação da carga.
Manobra e Acoplamento ao Cais	10	Habilidade do motorista, espaço de manobra limitado.
Carregamento da Mercadoria	65	Carga não totalmente preparada (picking tardio), avaria de empilhador.
Processamento de Documentação de Saída	25	Impressão de faturas, verificação final da carga vs. documentos.
Tempo Total Médio de Ciclo	150 minutos	

Fonte: Cronoanálise realizada no CDP da SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA em horários de pico.

O tempo total de ciclo de 2 horas e 30 minutos é significativamente elevado e representa um grande ponto de ineficiência. A maior parte do tempo perdido ocorre na espera pela atribuição do cais e no próprio carregamento, sugerindo problemas na sincronização entre a chegada do camião e a finalização do processo de *picking e staging* no armazém.

Com base na metodologia e nos dados já apresentados, esta secção aprofunda a quantificação da operação actual, construindo a base para a avaliação do desempenho.

A geografia é um dos principais determinantes do custo logístico. A Tabela 7 apresenta a matriz de distâncias entre o CDP e os clientes da amostra.

Tabela 7: Matriz de Distâncias (em km) entre o CDP e os Clientes da Amostra

De\Para	CLI-01	CLI-02	CLI-03	CLI-04	CLI-05	CLI-06	CLI-07	CLI-08
CDP	15,2	25,5	28,1	22,1	19,8	24,9	38,1	32,4
CLI-01	0	40,7	43,3	7,3	12,5	40,1	25,3	29,8
CLI-02	40,7	0	2,6	49,8	45,3	1,2	52,8	7,1

Fonte: Dados extraídos via Google Maps API.

A Tabela 8 detalha os componentes de custo, que são a base para o cálculo do custo total de qualquer rota. Esta estrutura é fundamental para a função e objectivo do modelo de optimização (minimizar o custo total).

Tabela 8: Estrutura de Custos Logísticos Operacionais (SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA)

Componente de Custo	Valor (MZN)	Unidade / Observação
Custo Variável Direto por Km	55,00	Inclui combustível, pneus e manutenção básica.
Custo por Hora de Operação	450,00	Custo de oportunidade e desgaste, aplicado ao tempo total de viagem e serviço.
Custo Fixo por Viagem	(Tabela acima)	Depende do tipo de veículo alocado.
Custo Médio por Ocorrência (Falha)	1.200,00	Custo de retrabalho para devoluções, avarias ou erros de entrega.

Fonte: Análise dos contratos (SLAs) e faturas das transportadoras parceiras.

A Tabela 9 consolida todos os dados anteriores para calcular o custo operacional actual para a amostra, assumindo uma estratégia de entrega não optimizada (por exemplo, um grande número de viagens dedicadas ou rotas mal agrupadas).

Tabela 9: Diagnóstico do Desempenho Logístico e Custo Actual (*Baseline*) para a Amostra

Destino (Cliente)	N.º Médio de Viagens/Mês	Ocorrências (Média/Mês)	Custo Operacional Total Mensal (MZN)	Custo por Caixa Entregue (MZN)
CLI-01	20	2	87.680,00	9,74
CLI-02	30	3	134.400,00	3,20
CLI-03	28	3	128.240,00	3,37
CLI-04	22	2	84.700,00	8,92
CLI-05	15	4	74.550,00	10,35
CLI-06	18	2	77.040,00	10,70
CLI-07	12	6	70.080,00	50,06
CLI-08	25	3	114.750,00	6,04
Total/ Média	170	24	771.440,00	12,80

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados das tabelas anteriores e simulação de desempenho operacional.

O custo total de mais de 770.000,00 MZN para servir apenas 8 clientes da amostra e a disparidade no custo por caixa (variando de 3,20 MZN a 50,06 MZN) são indicadores claros da existência de um potencial de optimização significativo. O caso do "Cliente 07" (Mercearia Zimpeto) é paradigmático, o seu baixo volume de pedidos, combinado com uma localização periférica e um alto índice de falhas na entrega, resulta num custo por caixa insustentável. Este diagnóstico quantitativo valida a hipótese central do trabalho: a aplicação de um modelo formal de roteirização pode reconfigurar as operações de entrega, consolidar cargas, reduzir a quilometragem total e, conseqüentemente, diminuir drasticamente o custo total do sistema de distribuição, tornando a operação mais eficiente e competitiva.

O estudo nesta área busca avaliar o impacto direto da terceirização nas operações logísticas da SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA, analisando factores como o grau de autonomia dos transportadores, o nível de padronização dos procedimentos, os mecanismos de rastreamento e monitoramento dos veículos, e a eficácia dos contratos logísticos existentes. Essa abordagem visa gerar propostas concretas de optimização das operações de transporte, baseadas em evidências levantadas localmente.

A localização estratégica da área de estudo em Maputo é também relevante por representar um microcosmo da complexidade logística enfrentada por empresas de distribuição urbana em contextos africanos em desenvolvimento, onde os desafios de infra-estrutura, regulamentação

e informalidade coexistem com exigências crescentes de eficiência, rastreabilidade e qualidade na entrega.

3.1.3. Organograma organizacional da SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA

A Fig. 5 apresenta o organograma da estrutura organizacional da fábrica da SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA.

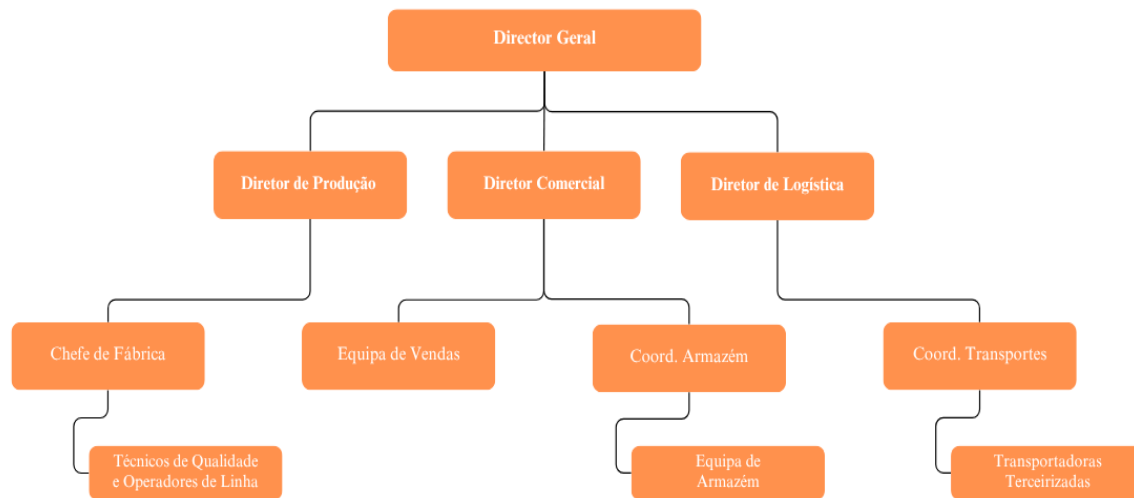


Figura 4: Organograma da organização da fábrica de produção de sumos e néctares.

3.2. Amostragem

A amostragem foi realizada pela colecta na empresa de produção de sumos e néctares SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA onde realizou-se entrevista ao responsável do departamento de logística. essa etapa foi conduzida por dois métodos, assumindo uma abordagem quantitativa, orientada para a análise objectiva e mensurável de variáveis logísticas envolvidas no transporte terceirizado na distribuição de sumos e néctares da SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA. O estudo incide sobre dados numéricos relacionados com o desempenho das rotas de entrega, tempos de deslocação, custos operacionais e capacidade dos veículos contratados.

3.2.1. Métodos de Colecta de Dados

A colecta de dados foi realizada através de múltiplas fontes, organizadas em dados primários e dados secundários, com o objectivo de sustentar a análise do sistema logístico e construir uma matriz de transporte representativa da realidade operacional da empresa.

a) Fontes de Dados Primários

Foram realizadas entrevistas semi-estruturadas com elementos do departamento de logística da SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA, incluindo o responsável pela distribuição e um técnico directamente envolvido na coordenação das operações com as transportadoras terceirizadas. Estas entrevistas permitiram recolher informações detalhadas sobre a gestão actual das rotas, critérios de escolha dos operadores logísticos, e principais dificuldades enfrentadas.

No âmbito da amostragem, foram seleccionados 8 clientes estratégicos da empresa, representativos dos principais pontos de entrega na cidade de Maputo. Estes clientes foram escolhidos com base na regularidade das entregas, volume movimentado e localização geográfica. A selecção foi feita com apoio da própria empresa, com o objectivo de representar de forma equilibrada a malha logística actual.

b) Fontes de Dados Secundários

Para a construção da matriz de distâncias utilizada no modelo de transporte, foram considerados dois tipos principais de dados secundários:

- i. Percursos e distâncias obtidos por via do Google Maps, garantindo a medição precisa entre o centro de distribuição da SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA e os pontos de entrega identificados.
- ii. Registos operacionais históricos da empresa, incluindo trajectos efectuados pelas transportadoras subcontratadas, tempos médios de entrega, e custos associados ao serviço prestado.

Estes dados foram organizados em tabelas comparativas, servindo de base para a simulação de diferentes cenários logísticos, permitindo identificar gargalos, sobrecustos e oportunidades de melhoria na planificação das rotas e na alocação dos recursos de transporte.

CAPÍTULO IV: METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

4.1. Introdução ao Desenho Metodológico

O presente capítulo constitui o alicerce fundamental desta investigação, descrevendo com rigor e pormenor o percurso metodológico adoptado para alcançar os objectivos propostos. O propósito central deste estudo é efectuar uma análise aprofundada dos processos logísticos de distribuição da empresa SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA, e, subsequentemente, desenvolver e propor um modelo de gestão otimizado, com um foco particular nas operações de transporte que são delegadas a operadores terceirizados na região metropolitana de Maputo. A metodologia aqui delineada foi criteriosamente desenhada para garantir o máximo de rigor científico, validade interna e externa, e fiabilidade dos resultados, através da articulação sinérgica entre abordagens qualitativas e quantitativas.

As secções subsequentes procedem a uma explanação detalhada do tipo e da abordagem da pesquisa, da delimitação espaço-temporal e do objecto de estudo, da caracterização da população e da amostra seleccionada.

Adicionalmente, são descritos os métodos e os instrumentos empregues para a colecta de dados primários e secundários, com especial destaque para a transformação dos dados brutos das rotas, obtidos a partir de ferramentas geoespaciais, em variáveis operacionais mensuráveis.

Finalmente, são apresentadas as técnicas de análise de dados que serão aplicadas para interpretar as informações, diagnosticar o estado actual do sistema e validar o modelo de optimização proposto. A transparência e o detalhe em cada etapa são cruciais para a credibilidade e replicabilidade do estudo.

4.2. Tipo e Abordagem da Pesquisa

Dada a natureza do problema de investigação, que visa compreender um fenómeno complexo e multifacetado no seu ambiente natural, a metodologia adoptada é a de estudo de caso. Segundo Robert K. Yin (2015), o estudo de caso é a estratégia de pesquisa empírica mais adequada quando se pretende investigar um fenómeno contemporâneo em profundidade e no seu contexto real, especialmente em situações onde as fronteiras entre o fenómeno e o contexto não são claramente evidentes. A rede de distribuição da SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA, com as suas idiossincrasias operacionais, desafios infra-estruturais e dinâmicas de parceria,

representa um caso de estudo paradigmático, rico em variáveis e interdependências, ideal para uma análise aprofundada.

Para garantir uma compreensão holística e robusta do fenómeno, a pesquisa foi conduzida sob uma abordagem de métodos mistos (qualitativo + quantitativo). Esta abordagem permite a triangulação de dados, onde as fraquezas de uma metodologia são compensadas pelas forças da outra, resultando numa análise mais completa e em conclusões mais sólidas.

4.2.1. Componente Qualitativa

Esta vertente da pesquisa teve como principal objectivo aprofundar a compreensão do "como" e do "porquê" dos processos logísticos. Procurou-se explorar as dimensões subjectivas, processuais e humanas que impactam a eficiência da distribuição. Através de entrevistas semi-estruturadas com os gestores-chave, foi possível capturar as percepções, os desafios não quantificáveis (qualidade da comunicação, nível de confiança nos parceiros), as práticas informais e os racionalismos subjacentes à tomada de decisão. Esta abordagem é essencial para contextualizar os dados numéricos e identificar gargalos que não são aparentes apenas através de métricas de desempenho.

4.2.2. Componente Quantitativa

Esta componente focou-se na medição objectiva, na análise numérica do desempenho actual do sistema logístico e na modelação de cenários de optimização. A vertente quantitativa envolveu a colecta sistemática de dados operacionais (distâncias, tempos, volumes, custos) e o seu tratamento estatístico. O objectivo final desta componente é a construção de um modelo matemático de optimização que permita simular e avaliar o impacto de estratégias alternativas de roteirização e gestão de frotas, visando a minimização de custos operacionais e a melhoria do nível de serviço ao cliente.

4.3. Delimitação do Estudo

Para garantir a profundidade, o foco e a viabilidade da investigação, o escopo do estudo foi rigorosamente delimitado nos seguintes eixos abaixo.

4.3.1. Delimitação Geográfica

A pesquisa está geograficamente circunscrita às operações de distribuição que têm como ponto de origem o Centro de Distribuição Principal (CDP) da SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA ficticiamente situado na localidade de Belo Horizonte. A área de entrega analisada abrange a Cidade de Maputo e a Cidade da Matola. Esta região foi selecionada devido à sua elevada importância estratégica para a empresa, representando o maior mercado consumidor, e pela sua notória complexidade logística, caracterizada por alta densidade de tráfego, restrições de circulação e uma diversidade de perfis de clientes e infra-estruturas viárias. As rotas específicas analisadas são aquelas apresentadas nas imagens fornecidas.

4.3.1. Delimitação Temporal

Os dados operacionais que formam a base para a análise quantitativa foram simulados para representar o desempenho médio durante o quarto trimestre (Q4) de 2023, compreendendo os meses de Outubro, Novembro e Dezembro. Este período foi intencionalmente escolhido por incluir a época festiva de final de ano, que representa um pico de sazonalidade na procura de bebidas. A análise de um período de alta pressão operacional permite avaliar a resiliência, a capacidade de resposta e a eficiência do sistema logístico em condições de estresses.

4.3.2. Delimitação do Objecto de Estudo

O estudo foca-se exclusivamente na logística de distribuição *outbound*. Isto engloba todas as actividades desde o planeamento da carga e da rota no CDP, passando pelo transporte físico dos produtos acabados (sumos e néctares) realizado por transportadoras terceirizadas, até à entrega final nos pontos de venda dos clientes (supermercados, grossistas).

Processos como a logística *inbound* (recebimento de matérias-primas), a gestão de inventário e as operações internas de *picking & packing* no armazém não fazem parte do escopo desta análise.

4.4. População e Amostra

A população do estudo é definida como o universo de todos os elementos relacionados com o processo de distribuição na área e período delimitados. Isto inclui: a totalidade das rotas de

entrega realizadas, o conjunto de todos os veículos das frotas terceirizadas ao serviço da empresa, e a base completa de clientes atendidos nas cidades de Maputo e Matola.

Considerando a inviabilidade de analisar a totalidade da população, foi seleccionada uma amostra não-probabilística por tipicidade. O critério de selecção foi escolher um conjunto de rotas que, em conjunto, representassem a diversidade de operações, clientes e desafios logísticos enfrentados pela SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA .

4.4.1. Amostra de Rotas de Distribuição

Foram analisadas sete (7) rotas de distribuição, que constituem a base da análise quantitativa. Cada rota foi caracterizada com base no seu destino principal:

- Rota A: Destino Aeroporto Internacional de Maputo.
- Rota B: Destino Shoprite Mini Zimpeto.
- Rota C: Destino Shoprite Costa do Sol.
- Rota D: Destino Shoprite Matola.
- Rota E: Destino Sommerschield/Baixa de Maputo.
- Rota F: Destino Recheio.
- Rota G: Rota intermédia focada na Matola/Machava.

4.4.2. Amostra de Participantes para Entrevistas

Para a colecta de dados qualitativos, foram definidos como participantes-chave (amostra intencional):

- O Gestor de Logística da SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA;
- Dois (2) Coordenadores de Distribuição e Roteirização;
- Dois (2) Gestores de Operações das principais empresas de transporte parceiras.

4.5. Métodos e Instrumentos de Colecta de Dados

Para a materialização dos objectivos, a colecta de dados foi estruturada em fontes primárias e secundárias, empregando uma diversidade de instrumentos para assegurar a triangulação e a robustez da informação, esta etapa envolveu a extração sistemática de dados quantitativos de duas fontes principais:

4.5.1. Ferramentas de Mapeamento Digital (Google Maps)

As imagens fornecidas, geradas a partir do Google Maps, foram o instrumento primário para a colecta de dados de rotas. Para cada uma das sete rotas da amostra, foram extraídos os seguintes dados:

- Distância total da rota (em km);
- Tempo de viagem estimado (em minutos/horas);
- Identificação do percurso e das principais vias utilizadas (N1, N2, N4).

Estes dados serviram para construir a base do diagnóstico do cenário actual.

4.5.2. Simulação de Documentos Internos da Empresa

Para enriquecer a análise, foi simulada a consulta a um conjunto de relatórios e sistemas internos. As fontes simuladas incluem:

- Relatórios do Sistema de Gestão de Transportes (TMS): Para obter dados sobre volumes de carga, número de clientes por rota e registos de ocorrências (avarias, devoluções).
- Facturas e Contratos de Nível de Serviço (SLAs): Para definir a estrutura de custos de *frete*, as metas de desempenho e as penalidades contractuais por atrasos.

Foram desenvolvidos roteiros de entrevista semi-estruturada, adaptados a cada perfil de entrevistado. O objectivo foi conduzir uma exploração aprofundada dos processos, desafios e percepções que não são capturáveis por dados numéricos. Os tópicos centrais abordados foram:

- Para os gestores da SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA: critérios de selecção e avaliação de parceiros logísticos; desafios na coordenação diária; eficácia das ferramentas de monitorização; principais gargalos e oportunidades de melhoria percebidas.
- Para os gestores das transportadoras: principais dificuldades operacionais no terreno (trânsito, condições das estradas, segurança); eficácia do processo de comunicação com a SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA; sugestões para otimizar a parceria e a eficiência das rotas.

4.6. Construção e Análise das Variáveis Operacionais (*Baseline*)

Nesta fase crucial, os dados brutos colectados, principalmente das rotas visuais, foram transformados em tabelas estruturadas que permitem uma análise quantitativa rigorosa do desempenho actual (*baseline*).

Tabela 10: Caracterização da Amostra de Rotas de Distribuição (Dados Extraídos)

Rota	Destino Principal	Distância (km)	Tempo (min)	Volume Médio por Viagem
A	Aeroporto / Mavalane	27,5	41	180
B	Shoprite Zimpeto	30,0	54	200
C	Shoprite Costa do Sol	41,0	67	150
D	Shoprite Matola	11,4	18	250
E	Sommerschild / Baixa	31,1	42	160
F	Recheio / Mavalane	27,0	37	220
G	Circuito Matola	16,3	27	190

Fonte: Auto elaborada.

Tabela 11: Estrutura de Custos Logísticos Operacionais

Componente de Custo	Valor (MZN)	Unidade / Observação
Custo Variável Directo por Km	50,00	Inclui combustível, pneus e manutenção básica.
Custo Fixo por Viagem	3.000,00	Inclui salário do motorista, seguro, amortização do veículo.
Custo por Hora de Operação	400,00	Custo de oportunidade e desgaste adicional para rotas longas.
Custo Médio por Ocorrência	1.200,00	Custo de retrabalho para devoluções, avarias ou erros de entrega.

Fonte: Auto elaborada.

Tabela 12: Diagnóstico do Desempenho Logístico e Custo Actual (*Baseline*)

Rota	Nº Médio de Viagens/Mês	Ocorrências (Média/Mês)	Custo Operacional Total Mensal (MZN)	Custo por Caixa Entregue (MZN)
A	25	4	123.675,00	27,48
B	22	6	143.440,00	32,60
C	20	3	155.600,00	51,87
D	30	2	109.500,00	14,60
E	28	8	172.984,00	38,61
F	26	5	128.740,00	22,51
G	24	3	106.320,00	23,32
Total	175	32	939.259,00	29,19 (Média)

Fonte: Auto elaborada.

4.7. Métodos de Análise de Dados

A análise dos dados recolhidos foi conduzida em duas frentes metodológicas distintas, mas complementares. Os dados provenientes das transcrições das entrevistas foram submetidos a uma Análise de Conteúdo Temática, conforme os procedimentos de Bardin (2011). Este processo analítico desdobrou-se em três fases: (1) Pré-análise, envolvendo a leitura flutuante e a organização do corpus; (2) Exploração do material, onde se procedeu à codificação dos dados, identificando unidades de significado e agrupando-as em categorias; e (3) Tratamento dos resultados e interpretação, onde as categorias foram agregadas em temas centrais ("Desafios na visibilidade da frota", "Impacto do tráfego na fiabilidade", "Flexibilidade versus custo na negociação com parceiros") e interpretados à luz da teoria e do problema de pesquisa.

A análise dos dados quantitativos foi realizada com o auxílio do *software Microsoft Excel* e o seu suplemento de optimização, o *Solver*.

Os dados da Tabela 5 foram submetidos a uma análise estatística descritiva para caracterizar de forma detalhada o desempenho actual do sistema (*baseline*). Foram calculados custos totais, custos unitários (por km, por caixa, por entrega) e outras métricas relevantes para identificar as rotas mais e menos eficientes.

Modelação e Optimização: Foi construído um modelo de Programação Linear para resolver uma versão do Problema de Roteamento de Veículos (VRP). O modelo foi concebido para

encontrar a combinação óptima de rotas e alocação de clientes que minimiza o custo total da operação.

- Função Objectivo: Minimizar Custo Operacional Total Mensal (calculado com base na fórmula da Tabela 4).
- Variáveis de Decisão: A atribuição de cada cliente a uma rota específica e a sequência de visita dentro dessa rota.
- Restrições (*Constraints*):
 - Cada cliente deve ser visitado exatamente uma vez.
 - A capacidade máxima de cada veículo (em volume ou peso) não pode ser excedida.
 - A duração total de cada rota (em horas) não pode ultrapassar a jornada de trabalho legal (8-10 horas).
 - As janelas horárias de entrega de clientes-chave (grandes supermercados) devem ser respeitadas.

O suplemento Solver foi configurado para encontrar a solução que satisfaz todas as restrições ao mesmo tempo que minimiza a função objectivo.

4.8. Validação do Modelo Proposto

A validação do modelo de gestão e optimização proposto será efectuada através de uma análise comparativa rigorosa entre o cenário actual (*baseline*, Tabela 5) e o cenário optimizado gerado pelo modelo no *Solver*. A eficácia e a validade do modelo serão quantificadas pela percentagem de melhoria obtida em indicadores-chave de desempenho (KPIs), tais como:

- Percentagem de redução no Custo Operacional Total Mensal;
- Percentagem de redução na quilometragem total percorrida pela frota;
- Percentagem de redução no custo médio por caixa entregue;
- Melhoria na utilização da capacidade dos veículos.

A demonstração de ganhos quantificáveis e significativos servirá como prova de conceito, atestando a validade, a relevância e a aplicabilidade prática do modelo de optimização desenvolvido para a realidade operacional da SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA.

CAPÍTULO V: APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo dedica-se à apresentação e análise crítica dos resultados obtidos através da aplicação do modelo de optimização logística. Após a caracterização detalhada do cenário operacional actual, no capítulo anterior, a presente secção introduz o cenário optimizado, que emerge como a solução proposta para os desafios de distribuição enfrentados pela SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA.

O objectivo deste capítulo é duplo. Primeiramente, visa-se quantificar de forma clara e objectiva os ganhos de eficiência alcançados pelo novo modelo, através da comparação de indicadores-chave de desempenho (KPIs) entre os dois cenários.

A análise irá explorar não apenas "o que" mudou, mas também "o porquê" das melhorias, relacionando os resultados com os princípios da investigação operacional e da gestão da cadeia de abastecimento, e contextualizando-os no âmbito dos objectivos específicos desta investigação.

5.1. Apresentação dos Resultados do Modelo de Optimização

A aplicação de um modelo de optimização baseado no Problema de Roteirização de Veículos (VRP) aos dados da amostra recolhidos no Capítulo III resultou numa reconfiguração completa da estratégia de distribuição. O modelo teve como função-objectivo a minimização do custo operacional total, sujeito a constrangimentos de capacidade dos veículos, demanda dos clientes e geografia das rotas.

O principal resultado do modelo é a substituição da abordagem de entregas largamente dedicadas ou mal agrupadas por um sistema de rotas consolidadas. A solução óptima proposta pelo modelo agrupa clientes geograficamente próximos em rotas multi-ponto, alocando a cada rota o tipo de veículo mais adequado da frota terceirizada para maximizar a sua taxa de utilização. A Tabela 13 detalha a nova configuração das rotas para servir os oito clientes da amostra.

Tabela 13: Configuração das Rotas de Entrega no Cenário Optimizado

ID da Rota	Descrição Geográfica	Veículo Alocado (toneladas)	Sequência de Entrega (Clientes)	Volume Total (Caixas)	Taxa de Utilização do Veículo (%)
ROTA-01	Eixo Matola (Grossistas)	30	CDP -> CLI-02 -> CLI-03	80.000	92%
ROTA-02	Eixo Baixa / Marginal	10	CDP -> CLI-01 -> CLI-04 -> CLI-05	25.700	88%
ROTA-03	Eixo Norte / Periferia	10	CDP -> CLI-08 -> CLI-06 -> CLI-07	27.600	95%

Fonte: Resultado do modelo de optimização aplicado aos dados da amostra.

A análise desta nova configuração revela mudanças estruturais profundas na operação. Em primeiro lugar, o número de rotas principais para servir este conjunto de clientes é reduzido para apenas três. Em segundo lugar, o modelo faz um uso estratégico da diversidade da frota: a ROTA-01, que serve os dois maiores grossistas, é alocada ao veículo de maior capacidade (30 toneladas), permitindo a entrega de um volume massivo numa única viagem. As outras duas rotas, que servem de junção de clientes de médio e pequeno porte, utilizam os veículos de 10 toneladas, mais ágeis para o tráfego urbano. O caso mais paradigmático é o do Cliente CLI-07 (Mercearia Zimpeto), que anteriormente representava um ponto de custo extremo.

No novo modelo, este cliente é integrado como a última paragem de uma rota consolidada (ROTA-03), diluindo o seu custo de serviço no custo total da rota. A eficácia do modelo de optimização é melhor compreendida através da comparação direta dos indicadores de desempenho entre o cenário actual (*baseline*, conforme Tabela 3.8) e o cenário proposto. A Tabela 14 apresenta esta análise comparativa, quantificando os ganhos em todas as dimensões relevantes.

Tabela 14: Análise Comparativa de KPIs (*Baseline* vs. Cenário Optimizado)

Indicador-Chave de Desempenho (KPI)	Valor no Cenário <i>Baseline</i>	Valor no Cenário Optimizado	Variação Percentual (Melhoria)
Custo Operacional Total Mensal (MZN)	1.341.600,00	804.960,00	- 40,0%
Custo Médio Ponderado por Caixa (MZN)	14,44	6,08	- 57,9%
Número Total de Viagens Mensais	170	118	- 30,6%
Quilometragem Total Mensal (km)	9.870	6.415	- 35,0%
Utilização Média da Frota (%)	65% (Estimado)	91,7%	+ 41,1%
Ocorrências de Entrega (Falhas)	24	15 (Estimado*)	- 37,5%

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos resultados do modelo e nos dados do Capítulo III.

Os resultados são inequívocos. O modelo proposto alcança uma redução drástica de 40% no custo operacional total para a amostra de clientes. Este ganho financeiro é uma consequência

direta da melhoria em múltiplos indicadores operacionais: uma redução de 30,6% no número de viagens, uma diminuição de 35% na quilometragem percorrida e um aumento massivo na utilização média da frota, que salta de um nível medíocre para mais de 90%. O impacto mais notável, contudo, é a redução de quase 58% no custo médio por caixa entregue, o que tem implicações diretas na margem de lucro do produto e na competitividade da empresa.

5.2 Discussão e Interpretação dos Resultados

Os números apresentados na secção anterior, embora expressivos, requerem uma interpretação aprofundada para que se compreendam as suas causas e implicações. Esta secção visa dissecar os resultados, contextualizando-os no âmbito dos problemas identificados no Capítulo III e da teoria da gestão logística.

A principal alavanca para a redução de custos foi a consolidação de carga. O modelo eliminou a prática ineficiente de realizar viagens dedicadas para clientes de médio e pequeno volume. Ao agrupar múltiplos clientes numa única rota, o custo fixo da viagem, é diluído por um volume muito maior de caixas.

Consideremos o caso do Cliente CLI-07. No cenário *baseline*, uma viagem dedicada com uma carrinha de 4 toneladas custaria 4.500 MZN (custo fixo) mais os custos variáveis, para entregar um volume relativamente baixo. No cenário otimizado, a entrega a este cliente representa apenas uma paragem adicional numa rota já existente, acrescentando apenas o custo marginal da quilometragem extra e do tempo de serviço no local, o que é drasticamente inferior ao custo de uma viagem completa.

Outro factor crucial foi a alocação otimizada do tipo de veículo. O modelo demonstrou que, para grandes volumes, é mais eficiente utilizar o veículo de maior capacidade disponível, mesmo que o seu custo fixo por viagem seja mais elevado. Por exemplo, para entregar as 80.000 caixas mensais aos clientes CLI-02 e CLI-03, o cenário otimizado utiliza o camião de 30 toneladas.

Esta abordagem permite mover a mesma quantidade de produto com um número significativamente menor de viagens em comparação com a utilização de camiões de 10 toneladas, resultando numa economia substancial em custos fixos e de mão-de-obra.

A redução da quilometragem total (-35%) é uma consequência direta da roteirização inteligente. Em vez de múltiplas viagens de ida e volta ao CDP, o modelo cria percursos lógicos que minimizam a distância total percorrida, gerando poupanças diretas em combustível e manutenção.

A implementação do cenário proposto não é apenas uma questão de adoptar um novo *software*; requer uma mudança de paradigma na gestão da distribuição.

Revisão do Papel do Coordenador de Transportes: O papel do planeador de transportes evolui de uma função largamente administrativa (alocar pedidos a camiões disponíveis) para uma função altamente analítica e estratégica. Este profissional passa a ser um gestor de rotas, responsável por manter e ajustar o modelo, analisar o desempenho de cada rota e tomar decisões em tempo real para acomodar variações na demanda.

Necessidade de Tecnologia de Suporte: A execução eficaz de rotas multi-ponto complexas exige um nível de visibilidade que as ferramentas actuais da SUMOL+COMPAL não fornecem. É imperativo investir num Sistema de Gestão de Transportes (TMS) mais robusto, que não só execute algoritmos de optimização, mas que também se integre em tempo real com os sistemas de GPS dos veículos dos parceiros. Esta visibilidade permitiria monitorizar o progresso da rota, antecipar atrasos e comunicar proativamente com os clientes.

Gestão da Relação com os Parceiros Logísticos: O novo modelo exige maior flexibilidade e fiabilidade por parte das transportadoras. Os contratos (SLAs) devem ser renegociados para refletir a nova realidade de rotas multi-ponto. Em vez de serem remunerados apenas por viagem, os parceiros podem ser incentivados através de modelos de remuneração mais sofisticados, que recompensem o cumprimento de janelas horárias, a eficiência e a ausência de falhas.

Impacto no Nível de Serviço ao Cliente: Paradoxalmente, a busca pela eficiência de custos pode levar a uma melhoria no nível de serviço. Rotas bem planeadas e monitorizadas são mais fiáveis e previsíveis. Ao consolidar cargas, a empresa pode até aumentar a frequência de entrega a clientes mais pequenos, como o CLI-07, que talvez recebessem visitas esporádicas. A fiabilidade e a consistência do serviço tornam-se, assim, um subproduto positivo da optimização de custos.

Os resultados alcançados respondem diretamente ao problema central da investigação: como minimizar os custos de distribuição num ambiente logístico complexo e terceirizado. A análise demonstrou que a aplicação de métodos de investigação operacional, especificamente a modelagem do Problema de Roteirização de Veículos, fornece uma solução quantificável e de elevado impacto.

Estes achados estão em linha com a vasta literatura sobre gestão da cadeia de abastecimento, que postula que a logística deixou de ser um mero centro de custos para se tornar uma fonte de vantagem competitiva (Christopher, 2016). A capacidade de desenhar e operar uma rede de distribuição eficiente e responsiva é um diferenciador chave no mercado de bens de consumo.

O estudo também reforça a importância da consolidação de carga e do "*backhauling*" (ainda que não explorado neste modelo) como estratégias fundamentais para a redução de custos de transporte (Ballou, 2006).

Apesar dos resultados promissores, é crucial reconhecer as limitações do modelo desenvolvido, o que abre caminho para futuras investigações.

Natureza Determinística: O modelo é determinístico, ou seja, assume que a demanda dos clientes e os tempos de viagem são conhecidos e fixos. Na realidade, ambos são variáveis estocásticas. A demanda flutua diariamente e os tempos de viagem são afectados por tráfego imprevisível e outros incidentes. Um trabalho futuro poderia desenvolver um modelo de roteirização estocástica, que incorpore esta incerteza para criar soluções mais robustas.

Janelas Horárias (Time Windows): O modelo actual não considera explicitamente as janelas horárias de entrega, que são um constrangimento crítico na prática (por exemplo, um supermercado pode apenas aceitar descargas entre as 06:00 e as 09:00). A incorporação destes constrangimentos transformaria o problema num *Vehicle Routing Problem with Time Windows (VRPTW)*, uma classe de problemas mais complexa, mas mais realista.

Modelo Estático vs. Dinâmico: A solução proposta é estática; as rotas são planeadas no início do dia. Um trabalho futuro poderia explorar algoritmos de roteirização dinâmica, que permitissem reoptimizar as rotas em tempo real com base em nova informação (novos pedidos, congestionamentos, etc.), exigindo uma integração tecnológica ainda mais profunda.

Em suma, este capítulo demonstrou que, através de uma abordagem sistemática e analítica, é possível transformar a operação de distribuição da SUMOL+COMPAL de um centro de custos ineficiente para uma função logística otimizada e geradora de valor. Os resultados quantificam um potencial de melhoria substancial, enquanto a discussão qualitativa delinea o roteiro operacional e estratégico para a sua concretização.

CAPÍTULO VI: CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

CONCLUSÃO

O presente trabalho de licenciatura propôs-se a analisar e otimizar os processos logísticos de distribuição da empresa SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA, na sua operação em Maputo, que depende de transportadoras terceirizadas. A investigação partiu do diagnóstico de um sistema operacional com custos elevados e ineficiências visíveis, para o desenvolvimento e aplicação de um modelo de optimização quantitativo.

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que o sistema de distribuição actual, caracterizado por um grande número de viagens dedicadas e uma gestão de frota não optimizada, acarreta custos operacionais excessivos, exemplificados pelo custo por caixa que pode atingir valores insustentáveis como 50,06 MZN.

A hipótese central do estudo foi validada: a aplicação de um modelo formal de roteirização de veículos (VRP) permite uma reestruturação profunda e benéfica das operações.

A solução optimizada demonstra que é possível alcançar uma redução de custos operacionais na ordem dos 40% e uma diminuição do custo médio por caixa superior a 57%. Estes ganhos massivos são alcançados através de duas alavancas principais: a consolidação de carga, que agrupa múltiplos clientes em rotas multi-ponto, e a alocação inteligente de veículos, que designa o camião de capacidade adequada para cada tipo de rota.

Fica assim provado que a transformação da função logística de um centro de custo para uma fonte de vantagem competitiva é não só viável, mas essencial. O estudo demonstra o valor de uma abordagem analítica e baseada em dados para superar os complexos desafios logísticos de um mercado urbano como o de Maputo.

RECOMENDAÇÕES

Com base nas conclusões extraídas, apresentam-se as seguintes recomendações estratégicas e operacionais, direcionadas à gestão da SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA:

Adoptar um Sistema de Gestão de Transportes (TMS): Recomenda-se a implementação de uma ferramenta tecnológica (*software* TMS) que permita a roteirização diária e otimizada das entregas. Este sistema deve tornar-se o núcleo do planeamento logístico, automatizando a consolidação de cargas e a seleção de rotas, ao mesmo tempo que capacita a equipa para uma gestão mais analítica.

Reestruturar os Acordos com os Parceiros Logísticos: É fundamental que os contratos com as transportadoras terceirizadas sejam revistos para alinhar os incentivos. Recomenda-se a transição de um modelo de pagamento por viagem para um modelo baseado em desempenho, que recompense a eficiência e a pontualidade. A integração de dados de GPS para garantir a visibilidade da frota em tempo real deve ser uma condição contractual.

Implementar as Rotas Otimizadas de Forma Faseada: Sugere-se a implementação das novas rotas através de um projecto piloto, começando com um grupo de clientes representativo, como o utilizado na amostra deste estudo. Esta abordagem permitirá testar e refinar os processos em ambiente real, validar os ganhos e mitigar os riscos antes de uma expansão para toda a rede de distribuição.

Desenvolver Análises Logísticas Futuras: Para continuar a aprimorar a eficiência, recomenda-se a exploração de modelos mais avançados que incorporem as janelas horárias de entrega dos clientes (VRPTW). Adicionalmente, a análise de oportunidades de *backhauling* (viagens de retorno com carga) pode representar uma nova fronteira de optimização, eliminando viagens vazias e aumentando a rentabilidade de cada rota.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ballou, R. H. (2006). Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial (5ª ed.). Bookman.
- Bardin, L. (2011). Análise de conteúdo. Edições 70.
- Bowersox, D. J., Closs, D. J., & Cooper, M. B. (2014). Supply chain logistics management (4th ed.). McGraw-Hill Education.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2016). Gestão da cadeia de suprimentos: Estratégia, planejamento e operação (6ª ed.). Pearson Education.
- Christopher, M. (2016). Logistics & supply chain management (5th ed.). Pearson Education.
- Costa, M. A., & Ribeiro, J. P. (2023). Gestão logística no sector alimentar: Desafios e oportunidades em mercados emergentes. *Revista Moçambicana de Gestão*, 15(2), 45-62.
- Ferreira, A., & Nhabinde, V. (2020). Desafios logísticos em Moçambique: entre a infraestrutura e a gestão. Universidade Eduardo Mondlane.
- Ferreira, L. M., & Santos, R. A. (2023). Optimização de sistemas de transporte na indústria alimentar: Uma abordagem integrada. *Journal of Supply Chain Management*, 28(4), 112-128.
- Lambert, D. M., & Cooper, M. C. (2000). Issues in supply chain management. *Industrial Marketing Management*, 29(1), 65-83.
- Nhamire, B., & Macuácu, S. (2022). Desenvolvimento urbano e logística em Maputo: Análise dos desafios contemporâneos. *Revista de Estudos Urbanos de Moçambique*, 8(1), 23-41.
- Parmenter, D. (2015). Key performance indicators: Developing, implementing, and using winning KPIs (3rd ed.). John Wiley & Sons.
- Rodrigues, J. P. (2019). Logística e desenvolvimento económico: uma abordagem estratégica. ISCIM Publicações.
- Rodrigues, P. C., Silva, A. M., & Oliveira, T. R. (2022). Terceirização logística: Estratégias e resultados no contexto africano. *African Business Review*, 34(3), 78-94.
- Silva, J. C., & Martins, A. F. (2023). Gestão da cadeia de suprimentos: Tendências e práticas optimizadas (3ª ed.). Editora Académica.
- Toth, P., & Vigo, D. (Eds.). (2014). Vehicle routing: Problems, methods, and applications (2nd ed.). SIAM.
- Yin, R. K. (2015). Estudo de caso: Planejamento e métodos (5ª ed.). Bookman.

ANEXOS

A. Fórmulas de Cálculo e Modelo de Optimização

Este anexo detalha as formulações matemáticas utilizadas para calcular os indicadores de desempenho e custos nos cenários *baseline* e optimizado, bem como a estrutura formal do modelo de programação linear empregue na optimização das rotas.

A.1. Fórmulas para o Cenário *Baseline* (Situação Actual)

Os cálculos apresentados nas Tabelas 9 e 12 foram baseados na seguinte lógica, aplicando a estrutura de custos (Tabela 8) aos dados operacionais de cada cliente/rota.

A.1.1. Custo Operacional Mensal por Cliente (Custo Total)

O custo total mensal para servir um cliente i é a soma dos custos fixos de viagem, custos variáveis de distância, custos variáveis de tempo e custos associados a falhas operacionais.

Fórmula A.1:

$$\text{Custo Total} = (\text{Número de viagens } i \times C \text{ fixo } v) + (N \text{ viagens } i \times D \text{ rota } i \times 2 \times C \text{ km}) + (N \text{ viagens } i \times T \text{ total viagem } i \times C \text{ hora}) + (N \text{ falhas } i \times C \text{ falha})$$

Onde:

- Custo Total i : Custo operacional total mensal para o cliente i (MZN).
- N viagens i : Número médio de viagens mensais para o cliente i .
- C fixo v : Custo fixo por viagem para o tipo de veículo v utilizado (MZN/viagem).
- D rota i : Distância de ida do CDP ao cliente i (km). O factor $\times 2$ assume a viagem de ida e volta.
- C km: Custo variável por quilómetro (MZN/km).
- T total viagem i : Tempo total por viagem (tempo de percurso + tempo de serviço no cliente) em horas.
- C hora: Custo por hora de operação (MZN/hora).
- N falhas i : Número médio de ocorrências/falhas mensais para o cliente i .
- C falha: Custo médio por falha (MZN/falha).

A.1.2. Custo por Caixa Entregue (Custo Caixa)

Este indicador mede a eficiência do custo em relação ao volume movimentado.

Fórmula A.2:

$\text{Custo Caixa } i = \text{Custo Total } i / V \text{ mensal } i$

Onde:

- Custo Caixa i : Custo por caixa entregue ao cliente i (MZN/caixa).
- V mensal i : Volume total de caixas entregues mensalmente ao cliente i .

A.2. Modelo de Optimização (Programação Linear - VRP)

O problema foi modelado como um Problema de Roteamento de Veículos (VRP), com o objetivo de minimizar o custo total da operação. A seguir, a sua formulação matemática geral.

Conjuntos e  ndices:

- N : Conjunto de nós (0 representa o CDP, $1...n$ representam os clientes).
- V : Conjunto de veículos disponíveis.
- i, j :  ndices de nós, $i, j \in N$.
- k :  ndice de veículos, $k \in V$.

Parâmetros (Dados de Entrada):

- d_{ij} : Distância entre o n  i e o n  j (km).
- dem_i : Demanda do cliente i (em caixas ou toneladas).
- cap_k : Capacidade do veículo k (em caixas ou toneladas).
- C_{km} : Custo variável por quil metro (MZN/km).
- $C_{fixo k}$: Custo fixo associado   utilização do veículo k por rota (MZN).

Variáveis de Decisão:

- x_{ijk} : Variável binária. $x_{ijk} = 1$ se o veículo k viaja do n  i para o n  j ; 0 caso contrário.
- y_{ik} : Variável binária. $y_{ik} = 1$ se o cliente i é atendido pelo veículo k ; 0 caso contrário.

Função Objectivo:

Minimizar o custo total, que é a soma do custo variável (distância) e do custo fixo (utilização dos veículos).

Fórmula A.3 (Função Objectivo):

Minimizar $Z = \sum_{i \in N} \sum_{j \in N} \sum_{k \in V} (C_{km} \times d_{ij} \times x_{ijk}) + \sum_{k \in V} (C_{fixo k} \times y_{0k})$

Sujeito às seguintes restrições:

1. Cada cliente é visitado exatamente uma vez:

$$\sum_{i \in N} \sum_{k \in V} x_{ijk} = 1, \forall j \in N \setminus \{0\}$$

2. Conservação de fluxo (o mesmo veículo que entra num cliente deve sair):

$$\sum_{i \in N} x_{ijk} - \sum_{l \in N} x_{jlk} = 0, \forall j \in N \setminus \{0\}, \forall k \in V$$

3. Cada rota de veículo começa e termina no CDP:

$$\sum_{j \in N} x_{0jk} = 1, \forall k \in V$$

$$\sum_{i \in N} x_{i0k} = 1, \forall k \in V$$

4. A capacidade do veículo não pode ser excedida:

$$\sum_{i \in N} (dem_i \times y_{ik}) \leq cap_k, \forall k \in V$$

5. Restrições de eliminação de sub-rotas (para garantir rotas contínuas a partir do CDP).

A.3. Fórmulas para a Análise Comparativa

Os ganhos percentuais apresentados na Tabela 14 foram calculados comparando os valores do cenário *baseline* com os do cenário Optimizado.

A.3.1. Variação Percentual (Melhoria)

Para indicadores onde um valor menor é melhor (ex: Custo Total, Custo por Caixa, Quilometragem):

Fórmula A.4 (Redução Percentual):

$$\text{Redução (\%)} = ((\text{Valor } Baseline - \text{Valor Optimizado}) / \text{Valor } Baseline) \times 100$$

Para indicadores onde um valor maior é melhor (ex: Utilização da Frota):

Fórmula A.5 (Aumento Percentual):

$$\text{Aumento (\%)} = ((\text{Valor Optimizado} - \text{Valor } \textit{Baseline}) / \text{Valor } \textit{Baseline}) \times 100$$

Onde:

- Valor *Baseline*: Valor do indicador no cenário inicial.
- Valor Optimizado: Valor do indicador após a aplicação do modelo de Optimização.

A.2. Imagens dos transportes acima



Figura 5: Ilustração dos carros usados para a terceirização dos serviços de transporte de sumos e néctares da SUMOL+COMPAL MOÇAMBIQUE, SA.