

Alexandra Mónica da Silva

Eficiência Logística no Transporte Marítimo com Otimização de Cargas de Exportação



Alexandra Mónica da Silva

Eficiência Logística no Transporte Marítimo com Otimização de Cargas de Exportação

Trabalho de projeto submetido ao Instituto Superior de Contabilidade e Administração de Coimbra para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de **Mestre em Inteligência Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento**, realizado sob a orientação da Professora Doutora Ana Cristina dos Santos Amaro e coorientação da Dra. Cristina Maria Mendes da Silva Falcão.

Coimbra, outubro de 2025



TERMO DE RESPONSABILIDADE

Declaro ser a autora deste projeto, que constitui um trabalho original e inédito, que nunca foi submetido a outra Instituição de ensino superior para obtenção de um grau académico ou outra habilitação. Atesto ainda que todas as citações estão devidamente identificadas e que tenho consciência de que o plágio constitui uma grave falta de ética, que poderá resultar na anulação do presente projeto.

PENSAMENTO

“A little more persistence, a little more effort, and what seemed hopeless failure may turn to glorious success.”

Elbert Hubbard

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, pelos valores que tão sabiamente me inculcaram e pelo impulso constante que sempre me deram para voar mais alto.

Aos meus sogros, pelo apoio incondicional e inestimável, fundamental para equilibrar os desafios da vida familiar, académica e profissional.

Aos meus filhos e ao meu marido, pela paciência infinita durante esta jornada.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todas as pessoas que contribuíram para a realização deste projeto.

Destaco as minhas orientadoras, Professora Doutra Ana Amaro e Dra. Cristina Falcão, pela excecional capacidade de análise e espírito crítico. O vosso apoio revelou ser fundamental durante este percurso.

Um reconhecimento muito especial aos colaboradores da The Navigator Company SA. Às equipas de Gestão de Produto, Gestão de Materiais de Embalagem, Planeamento e Expedição, Transportes e Armazém, o meu sincero obrigada pela colaboração, partilha de conhecimento e disponibilidade que sempre demonstraram.

Por fim agradeço ao Dr. Nuno Soares a oportunidade de poder ter desenvolvido este projeto na Direção Logística, sob sua supervisão.

RESUMO

Num contexto marcado pela crescente competitividade global, a gestão eficiente de recursos torna-se crucial para a sustentabilidade das organizações.

Este projeto, desenvolvido na The Navigator Company SA, tem como foco a otimização de cargas de exportação via transporte marítimo. Visa identificar ineficiências e implementar melhorias nos fluxos de carregamento de contentores com o objetivo de incrementar taxas de ocupação e, conseqüentemente, reduzir custos logísticos.

Com recurso à metodologia *Action Design Research*, adotou-se uma abordagem iterativa e colaborativa, baseada na análise de dados, construção de indicadores de desempenho, criação de cenários de otimização e validação dos mesmos junto dos *stakeholders*.

Definiram-se também indicadores-chave de desempenho que constituem a base do artefacto deste projeto: *dashboards* de visualização em *Power BI* para controlo e monitorização de desempenho.

A investigação permitiu não só identificar fatores limitativos e propor alterações aos *layouts* de carga e à paletização, mas também quantificar o impacto das soluções desenvolvidas que promovem reduções no custo logístico e ganhos de eficiência operacional.

Palavras-chave: Otimização de Cargas, Eficiência Logística, Transporte Marítimo, Cadeia de Abastecimento, Analítica de Dados

ABSTRACT

In today's highly competitive global environment, efficient resource management is essential to ensuring organizational sustainability.

This project, carried out at The Navigator Company SA, focuses on optimizing containerized export cargoes via maritime transportation. Its main goal is to identify inefficiencies and implement improvements in container loading processes to increase space utilization ratios and reduce logistics costs.

Through the application of Action Design Research (ADR) methodology, this study follows an iterative and collaborative process that integrates data analysis, development of performance indicators, optimization scenario design and *stakeholder* validation.

Key performance indicators were established, setting the foundation for the creation of the project's artifact – a *Power BI dashboard* report for performance measurement and control.

As a result of this project, the study identified key constraints and proposed enhancements to loading layouts and pallet configurations. It also quantified the impact of the implemented solutions, demonstrating tangible reductions in logistics costs and improvements in operational efficiency.

Keywords: Cargo Optimization, Logistic Efficiency, Sea Transportation, Supply Chain, Data Analytics

ÍNDICE GERAL

| | |
|--|----|
| INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 1 ENQUADRAMENTO TEÓRICO | 4 |
| 1.1 Cadeia de abastecimento: história, conceito e caracterização | 4 |
| 1.2 Cadeia de Abastecimento no Setor da Pasta e Papel | 6 |
| 1.3 Rede Logística de Distribuição | 8 |
| 1.4 Gestão do Fluxo de Transporte de Bens | 9 |
| 1.5 Gestão e Otimização de Cargas | 10 |
| 1.5.1 <i>Pallet Loading Problem</i> | 11 |
| 1.5.2 <i>Container Loading Problem</i> | 12 |
| 1.6 Comércio Internacional | 13 |
| 1.6.1 Importação / Exportação..... | 14 |
| 1.6.2 INCOTERMS© | 14 |
| 1.6.3 Limitações regulamentares | 16 |
| 1.7 Sistemas de Informação e Analítica | 18 |
| 1.7.1 Sistemas de Informação e Apoio à Decisão | 18 |
| 1.7.2 Indicadores de desempenho e KPI | 19 |
| 1.7.3 Análítica de Dados..... | 21 |
| 1.8 Sumário..... | 22 |
| 2 METODOLOGIA..... | 23 |
| 3 EMPRESA <i>The Navigator Company SA (NVG)</i> | 25 |
| 3.1 Caracterização da NVG | 25 |
| 3.2 Organigrama e Portefólio de Produtos | 27 |
| 3.3 Sumário..... | 30 |
| 4 PROJETO <i>The Navigator Company</i> – Investigação Aplicada..... | 31 |
| 4.1 Formulação do problema | 31 |

| | | |
|-------|---|----|
| 4.2 | Ciclos de CI e respectivas Reflexões e Aprendizagens..... | 35 |
| 4.2.1 | Ciclo 1 - Criação e Definição de Indicadores Gerais | 36 |
| 4.2.2 | Reflexão e aprendizagem - Ciclo 1 de CI..... | 39 |
| 4.2.3 | Ciclo 2 – Seleção e Análise da Região Alvo | 41 |
| 4.2.4 | Reflexão e aprendizagem – Ciclo 2 de CI | 44 |
| 4.2.5 | Ciclo 3 – Análise das Unidades de Carga | 48 |
| 4.2.6 | Reflexão e aprendizagem – Ciclo 3 de CI | 52 |
| 4.2.7 | Ciclo 4 – Análise de Impacto do Produto..... | 53 |
| 4.2.8 | PLANO AÇÃO implementação dos cenários futuros..... | 71 |
| 4.2.9 | Reflexão e aprendizagem – Ciclo 4 de CI | 72 |
| 4.3 | Síntese dos Ciclos de CI e das Reflexões..... | 73 |
| 4.4 | Formalização da aprendizagem | 74 |
| 4.5 | Sumário..... | 74 |
| | CONCLUSÃO..... | 77 |
| | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 80 |
| | APÊNDICES | 88 |
| | APÊNDICE A. Entrevista informal realizada aos gestores de vendas..... | 89 |
| | APÊNDICE B. Tipos de contentores mais utilizados na Navigator: dimensões internas, <i>payloads</i> e volumes por linhas de navegação principais | 91 |
| | APÊNDICE C. <i>Payload</i> máximo permitido por destino em t..... | 92 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Diagrama de processos..... | 7 |
| Figura 2. Mercados regulares de exportação da NVG..... | 26 |
| Figura 3. Organigrama NVG com destaque da área comercial..... | 27 |
| Figura 4. Embalagens papel cut-size marca Navigator Universal..... | 28 |
| Figura 5. Embalagens papel folio marca Soporset | 29 |
| Figura 6. Embalagens papel bobine..... | 29 |
| Figura 7. Tonelagem média expedida pela NVG por região e modo de transporte principal entre 2022 e 2024 | 31 |
| Figura 8. Taxas de clientes com restrições de produto e unidade de carga por região..... | 35 |
| Figura 9. Dashboard - página 1 do report..... | 38 |
| Figura 10. Percentagem total e por região de embarques monoproducto versus taxa relativa de exportações marítimas em toneladas entre 2022 e 2024..... | 39 |
| Figura 11. Variações no consumo de papéis para impressão e escrita por região e projeções de consumo até 2029 | 42 |
| Figura 12. Dashboard - página 2 do report..... | 43 |
| Figura 13. Tonelagem marítima média expedida para África por sub-região entre 2022 e 2024: Norte de África (NA) e África Subsariana (SSA)..... | 44 |
| Figura 14. Concentração de cliente por sub-região africana | 45 |
| Figura 15. Top 10 de países com maior tonelagem importada entre 2022 e 2024..... | 45 |
| Figura 16. Payload médio utilizado por país versus tonelagem máxima permitida no destino | 47 |
| Figura 17. Volume e payload médios ocupados por contentor por país africano | 48 |
| Figura 18. Dashboard - página 3 do report..... | 50 |
| Figura 19. Taxa de contentores importados por país por tipologia 20' ou 40' | 51 |

| | |
|--|----|
| Figura 20. Payload médio total utilizado por país versus payload médio utilizado por tipo de contentor | 51 |
| Figura 21. Volume médio total utilizado por país versus volume médio utilizado por tipo de contentor | 52 |
| Figura 22. Payload e volume médio em % por formato e tipo de contentor monoproduto expedido para África entre 2022 e 2024..... | 54 |
| Figura 23. Estado atual 1 – layout contentor tipo 20DC com cut-size sem palete | 58 |
| Figura 24. Estado atual 2 - layout contentor tipo 20DC com produto folio, sobre palete S13 | 59 |
| Figura 25. Estado atual 3 – layout contentor tipo 20DC com o produto bobine sem palete | 60 |
| Figura 26. Estado atual 4 - layout contentor tipo 40 HC com produto cut-size sobre palete G39P | 61 |
| Figura 27 Estado atual 5 - layout contentor tipo 40 HC com produto folio sobre palete S5P | 62 |
| Figura 28. Estado atual 6 – layout contentor tipo 40 HC com o produto bobine sem palete | 63 |
| Figura 29. Layout estado atual a.1) versus futuro cenário b) | 64 |
| Figura 30. Layout estado atual a.2) com contentor 20DC versus cenário futuro c.1) com contentor tipo 20DC e cenário futuro c.2) em contentor tipo 40HC | 66 |
| Figura 31. Layout estado atual a.3) com contentor 20HC e estado atual a.4) com contentor 40DC versus futuro cenário d) com contentor tipo 40HC..... | 67 |
| Figura 32. Layout estado atual a.5) versus futuro cenário e) | 68 |
| Figura 33. Layout estado atual a.6) sem palete em contentor tipo 20DC versus futuro cenário f.1) com palete G39P em contentor tipo 20DC e futuro cenário f.2) com palete K2 em contentor tipo 20DC | 70 |

ÍNDICE DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1. Taxa de payload e volume médios utilizado por contentor e região entre 2022 e 2024 | 33 |
| Tabela 2. Categorias de limitações à melhoria da taxa de ocupação de contentor identificadas pela NVG..... | 34 |
| Tabela 3. Limitações à melhoria da taxa de ocupação de contentor por região | 34 |
| Tabela 4. Indicadores desenvolvidos e definidos durante o Ciclo1 | 37 |
| Tabela 5. Resumo de indicadores por região..... | 40 |
| Tabela 6. Indicadores desenvolvidos e definidos durante o Ciclo 2 | 42 |
| Tabela 7. Indicadores desenvolvidos e definidos durante o Ciclo 3 | 48 |
| Tabela 8. Payload e volume máximo linha de navegação Maersk..... | 53 |
| Tabela 9. Tipologias de unidades mais utilizados por formato em cada sub-região africana | 56 |
| Tabela 10. Características da resma de folio mais carregada em palete S13 em contentor tipo 20DC..... | 59 |
| Tabela 11. Estado atual 2 - paletização e contentorização do produto folio na Tabela 10.. | 59 |
| Tabela 12. Estado atual 3- contentorização de produto bobine sem palete em contentor tipo 20DC..... | 60 |
| Tabela 13. Características da caixa de papel cut-size mais carregada em palete G39P | 61 |
| Tabela 14. Estado atual 4 - paletização e contentorização do produto cut-size na Tabela 13 | 61 |
| Tabela 15. Características da resma de folio mais carregada em palete S5P em contentor tipo 40HC..... | 62 |
| Tabela 16. Estado atual 5 - paletização e contentorização do produto folio constante na Tabela 15 | 62 |

| | |
|---|----|
| Tabela 17. Estado atual 6 - contentorização de produto bobine sem palete em contentor tipo 40 HC..... | 63 |
| Tabela 18. Contentorização e paletização de cut-size sobre G39P - estado atual a.1) versus cenário futuro b) em contentor tipo 40HC..... | 64 |
| Tabela 19. Contentorização e paletização de folio sobre S13 - estado atual a.2) em contentor tipo 20DC versus cenário futuro b.1) em contentor tipo 20DC e cenário futuro b.2) em contentor tipo 40HC | 65 |
| Tabela 20. Contentorização de produto bobine sem palete - estado atual a.3) em contentor tipo 40HC e estado atual a.4) em contentor tipo 20DC versus cenário futuro d) em contentor tipo 40 HC | 67 |
| Tabela 21. Contentorização e paletização de folio sobre palete S5P - estado atual a.5) versus cenário futuro e) em contentor tipo 40HC..... | 68 |
| Tabela 22. Contentorização e paletização de cut-size em contentor 20DC - estado atual a.6) sem paletes versus cenário futuro f.1) com palete G39P e cenário futuro f.2) com palete K2 | 70 |
| Tabela 23. Plano Ação - Implementação dos cenários futuros..... | 71 |
| Tabela 24. Tabela resumo dos estados atuais, cenários futuros e resultados esperados..... | 72 |

Lista de abreviaturas, acrónimos e siglas

- ADR - *Action Design Research*
- AFR - África
- ASI - Ásia
- BI – *Business Intelligence*
- CA - Cadeia de Abastecimento
- CDP - *Carbon Disclosure Project*
- CEPI – Confederation of European Paper Industries
- CI - Criação e investigação
- CLP - *Container Loading Problem*
- CRM - *Customer Relationship Management*
- DC – *Dry Container*
- EPRC – European Paper Recycling Council
- ERP – *Enterprise Resource Management*
- ESG - *Environmental, Social, and Governance*
- EU – União Europeia
- EUA – Estados Unidos da América
- HC - *High Cube*
- INCOTERMS – *International Commercial Terms*
- JIT - *Just in Time*
- KPI - *Key Performance Indicators*
- LAM - América Latina
- MDE – Médio Oriente
- MSCI - Morgan Stanley Capital International
- NVG - The Navigator Company SA
- OCE - Oceânia
- PIB - Produto Interno Bruto
- PLP - *Packaging Loading Problem*
- RD - Rede de Distribuição
- SAD – Sistemas de Apoio à Decisão
- SI – Sistemas de Informação

Eficiência Logística no Transporte Marítimo com Otimização de Cargas de Exportação

INTRODUÇÃO

No contexto empresarial atual, marcado pela globalização, volatilidade dos mercados e crescente volume de dados disponíveis, a capacidade de decidir de forma rápida, precisa e eficaz assume um papel crítico para as organizações.

Do ponto de vista da gestão da cadeia de abastecimento (CA), torna-se primordial o desenvolvimento de estratégias logísticas mais eficientes, orientadas para a redução de custos operacionais e o aumento da produtividade (Christopher, 2011).

Diversos fatores — entre os quais se destacam regulamentações alfandegárias, taxas de ocupação de contentores e custos logísticos variáveis — influenciam diretamente a eficiência do transporte ao longo da cadeia de abastecimento (Bowersox et al., 2013).

No contexto do transporte marítimo, modalidade vital para o comércio global, a maximização da utilização do *payload* e volume dos contentores revela-se estratégica. O aumento da ocupação dos contentores está diretamente associado à diminuição dos custos unitários de transporte (Bowersox et al., 2013). A taxa de ocupação de contentores, refletindo o grau de aproveitamento da capacidade de carga, posiciona-se como um indicador crucial na avaliação do desempenho logístico. A sua otimização traduz-se, por isso, numa maior eficiência operacional, com impactos positivos na redução de custos, na rentabilidade e sustentabilidade das operações da cadeia de abastecimento (Frazelle, 2001).

Diversas estratégias podem ser adotadas para melhorar essas taxas, destacando-se a redefinição das paletizações, reformulação do *layout* de carga e o uso de tecnologias de planeamento de carga para maximizar o uso do volume e *payload* disponível das unidades de transporte (Morabito et al., 2000).

A análise de dados históricos de transporte das empresas permite uma visão detalhada sobre os padrões de carga, facilitando a identificação de ineficiências e a implementação de melhorias contínuas nos processos (Gunasekaran & Kobu, 2007).

O processo de reformulação dos *layouts* de carga e das paletizações deve ser baseado em dados concretos, para garantir que as mudanças sejam fundamentadas em análises reais e

possam gerar resultados mensuráveis (Gunasekaran & Kobu, 2007). A implementação de melhorias deve ser planeada de forma estratégica, tendo em consideração os custos de investimento e os benefícios operacionais (Kotter, 1996).

No contexto da motivação apresentada, o presente projeto de mestrado, desenvolvido na The Navigator Company SA (NVG), visa analisar os *layouts* e *payloads* dos contentores exportados com o objetivo de identificar oportunidades de melhoria e ganhos de eficiência. A proposta central do projeto assenta na reformulação das práticas atuais de carregamento das unidades de transporte, visando melhorar as taxas de ocupação dos contentores e, conseqüentemente, aumentar a sustentabilidade das operações logísticas da NVG.

- **Objetivos específicos**

1. Analisar os fluxos de entrega atuais para os principais mercados de exportação e os fatores limitativos existentes.
2. Identificar ineficiências e oportunidades de melhoria no carregamento dos contentores para exportação.
3. Avaliar os limites de peso nos destinos de exportação e compará-los com as taxas de ocupação atuais.
4. Propor melhorias no *layout* dos contentores e das paletes, verificando a viabilidade de aumento das taxas de ocupação de volume e *payload*.
5. Definir os KPI para efeitos de monitorização do processo.
6. Avaliar o impacto da possível implementação da proposta.

- **Questões de Investigação**

Atendendo aos objetivos específicos traçados, foram formuladas as seguintes questões de investigação, que no decorrer do projeto se ambiciona responder.

QI.1 *Como é que as regulamentações de transporte nos mercados de destino impactam a eficiência dos fluxos de exportação da The Navigator Company?*

QI.2 *Quais as ineficiências que podem ser observadas nos fluxos de carregamento de contentores, considerando a paletização e a taxa de ocupação do contentor?*

QI.3 *Como se comparam as taxas de ocupação em peso dos contentores da NVG e os limites de peso estabelecidos pelos países de destino?*

QI.4 *Quais são as possíveis alterações na paletização ou no processo de distribuição de carga dentro do contentor que poderiam resultar num aumento das taxas de ocupação?*

QI.5 *Quais são os KPI mais relevantes para monitorizar a eficiência do processo de carregamento de contentores e a taxa de ocupação do contentor?*

QI.6 *Quais os benefícios, riscos e desafios da proposta e as suas etapas de implementação?*

- **Estrutura do Relatório**

O presente relatório apresenta uma estrutura assente em cinco capítulos.

No primeiro, o enquadramento teórico, são abordados temas e conceitos que servem de base ao desenvolvimento do projeto, nomeadamente a importância das redes de distribuição, a relevância da gestão de cargas, os diferentes tipos de limitações à melhoria das taxas de *payload*, o desafio do *Container Loading Problem* (CLP) e a análise de dados como ferramenta de apoio à decisão.

O segundo capítulo caracteriza a metodologia aplicada na execução do projeto, o *Action Design Research* (ADR), que se destaca pela sua natureza prática e intervencionista.

O terceiro capítulo, identifica a empresa acolhedora, The Navigator Company SA, e descreve a unidade de negócio estudada neste projeto – papéis para impressão e escrita.

No quarto capítulo, descreve-se em detalhe o problema em estudo, partindo do geral para o específico. Analisa-se sobre vários ângulos o problema retirando de cada ciclo de criação e intervenção (CI) conclusões que servem de ponte para o ciclo subsequente. No final do capítulo, efetua-se uma síntese dos ciclos de intervenção e criação, mencionando as conclusões decorrentes das análises e a formalização da aprendizagem.

Por fim, o quinto capítulo culmina com a apresentação das conclusões e aprendizagens extraídas no decorrer do projeto.

1 ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Este capítulo apresenta uma breve revisão da literatura abordando os tópicos essenciais para o desenvolvimento do projeto, através do recurso a artigos científicos e livros técnicos. Várias temáticas foram exploradas, entre as quais: cadeia de abastecimento, logística, gestão e otimização de cargas, comércio internacional, monitorização e controlo do desempenho logístico, sistemas de informação e de apoio à decisão e analítica de dados.

1.1 Cadeia de abastecimento: história, conceito e caracterização

A cadeia de abastecimento (CA), enquanto conceito, remonta às primeiras civilizações que a partir de 3300 a.C. se instalaram junto aos grandes rios e desenvolveram a agricultura. As colheitas abundantes deram origem a excedentes agrícolas e, consequentemente, ao artesanato e comércio.

Nas antigas civilizações da Mesopotâmia e do Egito, já existiam redes rudimentares de distribuição e armazenagem de alimentos, matérias-primas e artefactos, sustentadas por rotas comerciais criadas durante a Idade do Bronze. Estas redes, embora limitadas pela tecnologia e infraestrutura, estabeleceram os alicerces para o aparecimento da gestão logística, com foco no transporte fluvial e terrestre (Tepić et al., 2011).

Com a Revolução Industrial, o conceito de CA sofreu uma transformação radical. A mecanização da produção, associada ao surgimento de ferrovias e navegação a vapor, permitiu a transição para modelos de produção em massa e a houve a expansão geográfica dos mercados. A gestão de *stocks* tornou-se crítica, especialmente para empresas com modelos de produção em série, como a Ford Motor Company (Hounshell, 1985). Nesta era, utilizavam-se maioritariamente modelos de gestão *push*, com produção para *stock*, sustentados na previsão da procura. No modelo *push*, os bens são fabricados e "empurrados" para os canais de distribuição (i.e., armazenistas e retalhistas), com o objetivo de antecipar futuras necessidades do consumidor (Mangan et al., 2012).

A década de 80 do século XX foi marcada pelo surgimento de novas metodologias mais sofisticadas, como o *Just-in-Time* (JIT), elemento integrante da gestão *Lean*, criado pela

Toyota no Japão. O JIT é um sistema de produção *pull* que sincroniza produção e procura real, reduzindo desperdícios e *stocks* (Womack et al., 1990). O sistema *pull* exige uma estreita cooperação, integração e comunicação entre fornecedores, departamento de compras e logística de modo a garantir entregas rápidas e atempadas (Bowersox et al., 2013).

A globalização acelerada da década de 90 do século XX contribuiu para a redefinição das CA tradicionais. A liberalização dos mercados, os avanços tecnológicos e os acordos de livre-comércio entre países permitiram que algumas empresas deslocassem as suas operações fabris para países com custos de produção mais atrativos, enquanto se focavam nas atividades centrais do seu negócio associadas ao *design* do produto, marketing e distribuição. Surgem assim as CA internacionais, com complexidade acrescida (Gereffi & Korzeniewicz, 1993).

A viragem para o século XXI trouxe a revolução digital. A adoção de tecnologias como *Enterprise Resource Planning* (ERP), *Radio-Frequency Identification* (RFID) e *Internet of Things* (IoT) permitiu uma visibilidade em tempo real dos fluxos físicos e informativos da CA (Alyahya et al., 2016). A cadeia de abastecimento tornou-se “inteligente”, com algoritmos de *big data* a otimizar previsões de procura e rotas de transporte (Ivanov et al., 2019).

Atualmente, a sustentabilidade emerge como um paradigma central. Pressões regulatórias e consumidores conscientes exigem CA sustentáveis com redução de emissões, economia circular e práticas éticas (Pagell et al., 2007).

Hoje, a cadeia de abastecimento é entendida como um ecossistema dinâmico, onde a colaboração entre humanos e máquinas, aliada à inovação contínua, determina a competitividade empresarial (Chopra & Meindl, 2019).

Mentzer et al. (2001) afirmam que a CA é um conjunto de três ou mais entidades, organizações ou indivíduos diretamente envolvidos na movimentação a montante e a jusante, de matérias-primas, produtos, serviços, finanças e informação, desde a origem da cadeia até ao consumidor final.

Chopra & Meindl (2019) realçam que a CA abarca todas as entidades e funções desempenhadas, de forma direta ou indireta, no processo de satisfação de um pedido de cliente. As funções incluem, mas não se limitam a, desenvolvimento de novos produtos, marketing, operações, distribuição, finanças e apoio ao cliente. Acrescenta ainda que a CA é uma rede dinâmica onde existe, a montante e a jusante, um fluxo constante de informação, produtos e recursos financeiros circulando entre os diferentes elos da cadeia, sendo estes tipicamente: fornecedor, produtor, grossista/distribuidor, retalhista e cliente. A coordenação entre todos os elos, bem como a integração de dados e informação, é essencial para fazer face à procura, garantir a satisfação do cliente e reduzir custos.

Os fluxos de informação, recursos financeiros e bens integram inúmeros processos que ocorrem na CA, dos quais se destacam: gestão da relação com o cliente (CRM), apoio ao cliente, gestão da procura, gestão do nível de serviço ao cliente, planeamento de produção, compras, desenvolvimento de produto e logística inversa. A integração destes processos-chave num macroprocesso, cujo valor é reconhecido pelo cliente, designa-se gestão da CA (Cooper et al., 1997).

Todos os processos na CA encontram-se classificados em uma de duas categorias, dependendo do momento em que se iniciam e se antecipam uma necessidade futura ou se são despoletados pela encomenda do cliente. Quando antecipam uma necessidade futura do cliente, têm a designação *push*. A produção tem carácter especulativo, com base nas previsões de procura, sendo iniciada antes que o cliente formalize a sua encomenda. Neste cenário existe uma estratégia de produção para *stock*. A categoria *pull* implica que o processo seja despoletado pela receção de um pedido de cliente, ou seja, é reativo e com base na procura real, sendo a estratégia de produção *to-order* (Chopra & Meindl, 2019).

Atendendo às especificidades do setor em estudo neste trabalho académico, no próximo subcapítulo far-se-á uma breve caracterização da CA no setor da pasta e do papel.

1.2 Cadeia de Abastecimento no Setor da Pasta e Papel

Anualmente, mais de 400 milhões de toneladas de papel e cartão são consumidos em todo o mundo. Livros, revistas, papel de impressão e escrita, papel higiénico, etiquetas de

garrafas, filtros para o café, sacos, caixas, cartão, entre outros, são exemplos de algumas das aplicações utilizadas diariamente.

A indústria do papel e cartão encontra-se segmentada em 5 categorias: papel para impressão e escrita, papel para jornal, papel *tissue*, cartão canelado e outros tipos de papel e cartão (Confederation of European Paper Industries, 2023). Para efeitos do presente trabalho de investigação, cingiu-se a revisão da literatura ao segmento de papéis para impressão e escrita, sendo esta a área central do negócio da NVG.

São várias as etapas e os processos que decorrem ao longo da CA dos papéis para impressão e escrita. A cadeia caracteriza-se como complexa, comprida e integrada, abrangendo atividades silvícolas, industriais, logísticas e de gestão de resíduos (Carlsson et al., 2009).

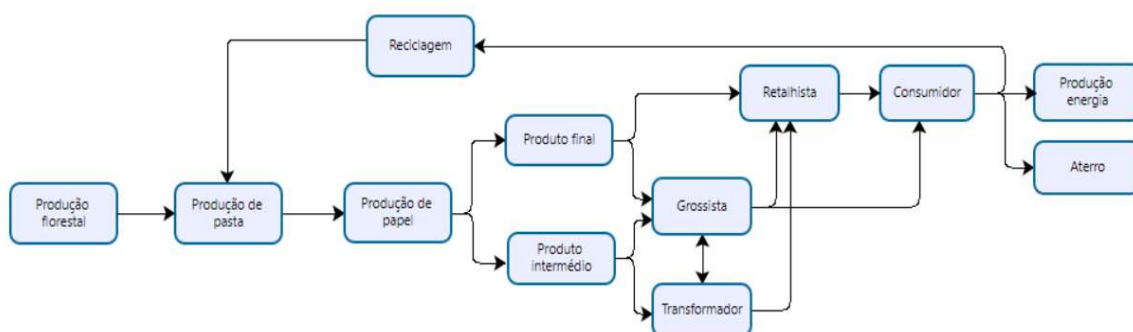


Figura 1. Diagrama de processos

Fonte: elaboração própria adaptado de (Luna, 2014)

A produção de papel tem a sua génese na preparação das sementeiras que irão dar origem às plantas, que após um período de amadurecimento em viveiro, são transferidas para a floresta. Aí crescem, capturando dióxido de carbono e libertando oxigénio para a atmosfera até ao momento da colheita (Santos et al., 2021).

O processo produtivo do papel, propriamente dito, encontra-se dividido em três etapas principais: preparação da madeira, produção de pasta e produção de papel (Alves et al., 2015).

Terminada a fase de produção do papel, atendendo ao tipo de produto, final ou intermédio, este segue para distribuição através das redes de transformadores, grossistas e retalhistas chegando, posteriormente, ao consumidor final.

Na Europa, existe uma valorização de 79,3% do papel consumido através da reciclagem, de acordo com a (European Paper Recycling Council, 2023). Nos restantes casos, o papel é utilizado para produção de energia ou depositado em aterro.

Terminado o processo de produção, importa assegurar que os produtos cheguem ao cliente final de forma eficiente, sendo para isso essencial compreender o papel das redes logísticas de distribuição, tema este que será abordado de seguida.

1.3 Rede Logística de Distribuição

As redes de distribuição são sistemas interligados de armazenamento de mercadorias e rotas de transporte utilizados para movimentar fluxos de bens e informação desde o fornecedor até ao consumidor final. Permitem equilibrar eficiência operacional e valor acrescentado percebido pelo cliente reforçando assim a competitividade das organizações (Chopra & Meindl, 2019).

A escolha do modelo de rede de distribuição logística é um momento-chave que deverá estar alinhado com os objetivos estratégicos estabelecidos pela empresa. Para cada modelo de distribuição, segundo Chopra e Meindl (2019), deverá ser analisada a possibilidade de externalização de serviços e o *trade-off* entre:

- *custos logísticos totais* - somatório de inventário, transporte e armazenagem;
- *serviço prestado ao cliente* - tempo de entrega, variedade e disponibilidade de produtos, experiência do cliente, rastreabilidade e devoluções.

De acordo com Ballou (2004) e Christopher (2011), as redes de distribuição poderão ser classificadas em função de:

- **canal de distribuição:** *direto*, com venda do produtor ao consumidor final; *indireto*, com intervenção de grossista e retalhista; *híbrido*, usando uma combinação de canais diretos e indiretos;

- **estrutura logística:** *centralizada*, com um único armazém que serve todos os clientes ou *descentralizada*, utilizando múltiplos armazéns que servem clientes regionais;
- **estratégia de cobertura:** *intensiva* (foco na ampla disponibilização do produto em vários pontos de venda), *exclusiva* (distribuição exclusiva num número limitado de locais por região) e *seletiva* (eleição estratégica de um número reduzido de parceiros);
- **âmbito geográfico:** *nacional* ou *internacional*;
- **tipologia de venda:** *Business-to-Business* (B2B) venda entre empresas e *Business-to-Consumer* (B2C) venda entre empresa e consumidor.

No capítulo seguinte, explorar-se-á como são movimentados os fluxos físicos dentro das redes de distribuição.

1.4 Gestão do Fluxo de Transporte de Bens

A gestão dos fluxos de transportes requer a definição de rotas e seleção de modos e meios de transporte de forma a otimizar entregas e melhorar a eficiência operacional da movimentação física de mercadorias.

Existem três modos de transporte: terrestre, marítimo e aéreo. Dentro de cada modo podem ser identificados diferentes tipos de transporte como o ferroviário, rodoviário, fluvial, marítimo e aéreo, que utilizam meios que incluem comboio, automóvel, camião oleoduto, barco, navio, submarino, avião, *drone*, entre outros.

A seleção do modo de transporte requer uma análise detalhada ao volume e valor da mercadoria, à distância a ser percorrida, bem como ao custo do frete (Mangan et al., 2012).

De acordo com a United Nations Conference on Trade and Development (2021), o transporte marítimo revele-se fulcral para o comércio global e a economia mundial, detendo um papel crucial na movimentação de mercadorias entre países. Mais de 80% do comércio internacional de bens é realizado por via marítima, sendo o modo de transporte

mais eficiente e rentável para movimentar mercadorias a granel, matérias-primas e produtos acabados.

O recurso ao transporte intermodal, ou seja, a utilização de dois ou mais modos de transporte na rede de distribuição, cresceu consideravelmente com a introdução do uso do contentor e o aumento do comércio internacional. O contentor, unidade rapidamente transferível de um modo de transporte para o outro, agiliza o transporte intermodal (Chopra & Meindl, 2019).

A seleção criteriosa das rotas, modos e meios de transporte em conjunto com a utilização ótima da capacidade de transporte e o empacotamento eficiente de mercadorias permitem reduzir os custos logísticos totais das organizações (Gzara et al., 2020).

Tendo sido estabelecida a importância da seleção dos modos de transporte e da sua correta gestão, importa agora abordar o carregamento e a unitização dos produtos nas unidades de transporte.

1.5 Gestão e Otimização de Cargas

A eficiência logística constitui um pilar central na gestão das CA. Sempre que, num dado momento, os *inputs* (i.e., tempo, custo e energia) sejam quantificáveis e as perdas e os desperdícios sejam reduzidos ao mínimo, o processo é considerado eficiente (Sjödín et al., 2020).

A utilização ótima das unidades de carga contribui para o alcance de operações logísticas eficientes. As unidades de carga são equipamentos concebidos para armazenar e movimentar mercadorias, sendo o contentor e o reboque as mais utilizadas a nível macro. A uma escala micro, existe uma série de unidades de carga como por exemplo caixas, bobines, barris, sacos e paletes que agregam várias unidades de produto, facilitando o seu transporte (van Heeswijk et al., 2019). As paletes de madeira são as unidades de carga mais utilizadas (Mangan et al., 2012).

1.5.1 Pallet Loading Problem

A seleção da embalagem do produto assume uma dimensão estratégica ao influenciar a perceção que o consumidor tem acerca do produto, evitando, paralelamente, contaminações e danos materiais. Assim sendo, a embalagem desempenha duas funções: promover e proteger o produto e agilizar as operações industriais e logísticas (Bowersox et al., 2013)

Segundo Gopinathar et al. (2016), distinguem-se três tipologias de embalagem. A *primária* contacta diretamente com o produto, enquanto a *secundária* agrupa e consolida diversas embalagens primárias. Já a *terciária*, também conhecida como embalagem de transporte, agrupa e protege as embalagens primárias e secundárias durante o seu percurso ao longo da CA.

A escolha da embalagem afeta as atividades logísticas na medida em que as suas dimensões e densidade impactam diretamente as operações e os custos de armazenamento e transporte (Ballou, 2004). Daí o problema de empacotamento de paletes, *Pallet Loading Problem* (PLP), ter sido amplamente estudado nas últimas décadas tanto no âmbito empresarial e como académico (Gzara et al., 2020).

O PLP consiste em colocar, perpendicularmente, o número máximo de itens sobre uma paleta, de forma estável, permitindo que seja manuseada e transportada em segurança. É um problema essencialmente tridimensional, de natureza combinatória complexa, tão mais complicado quanto maior for o número de tipologias de itens e de dimensões das paletes existentes (Silva et al., 2016).

Silva et al. (2016) acrescentam ainda que o PLP poderá ser sub-classificado em:

- *manufacturer's* PLP quando as paletes, com itens similares, são enviadas do produtor/fabricante para um centro de distribuição;
- *distributor's* PLP sempre que as paletes, apresentando itens heterógenos, são remetidas de um centro de distribuição para o retalhista.

Para além das dimensões dos itens e das paletes, existem diversas restrições práticas que condicionam a solução do PLP, como é o caso da estabilidade e altura da paleta,

distribuição do peso pela palete, orientação e fragilidade dos itens, o peso total carregável por palete, entre outros (Scheithauer et al., 1999).

O PLP revela ser complexo, pois incorpora inúmeras variáveis de cariz prático. Portanto são utilizados *solvers*, softwares com algoritmos, que resolvem problemas combinatórios complexos. Habitualmente os *solvers* são desenvolvidos com base em metodologias exatas ou heurísticas (Silva et al., 2016). Os algoritmos exatos garantem a obtenção da solução ótima para um problema. Contudo têm um custo computação elevado (i.e., tempo e memória) e a escalabilidade revela ser limitada. Os algoritmos heurísticos têm uma abordagem prática e eficiente, apresentando soluções razoáveis e rápidas mesmo para problemas de grande escala (Tahami & Fakhravar, 2022).

1.5.2 Container Loading Problem

Em 1956, o empresário norte-americano, Malcolm McLean, fundador da empresa Sea-Land, idealizou um contentor standardizado para simplificar o transporte de mercadorias entre diferentes modos (Mangan et al., 2012) e otimizar processos ao longo da CA (Zijm et al., 2019).

Mais tarde, a norma ISO 668, publicada pela Organização Internacional de Normalização, veio definir as dimensões standardizadas dos diferentes tipos de contentores (Ling et al., 2020). Hoje-em-dia existem contentores com dimensões e capacidades distintas, adequados ao tipo de mercadoria, quer seja seca ou refrigerada. A capacidade do contentor é frequentemente quantificada em TEU (*Twenty-foot Equivalent Unit*) ou seja dimensão 20', que corresponde a cerca de 33m³. A maioria dos contentores em circulação possui dimensões equivalentes a 2 x TEU, ou seja 40' (Mangan et al., 2012).

O problema de carregamento de contentores, conhecido como *Container Loading Problem* (CLP), é um desafio de otimização logística e operacional que consiste em definir o modo mais eficiente e seguro para proceder ao carregamento de um conjunto de unidades tridimensionais dentro de um contentor tridimensional. O objetivo é maximizar a utilização do espaço disponível no contentor, minimizando os custos associados ao transporte de cada unidade (Bortfeldt & Gehring, 2001).

O CLP, à semelhança do PLP, apresenta uma série de restrições práticas a ter em consideração: volume e peso máximo carregável por contentor, restrições referentes à orientação das unidades, disposição das unidades frágeis e pesadas, prioridade de carregamento estabelecido para cada unidade, compatibilidade de carregamento entre unidades, estabilidade das unidades carregadas, segurança ao carregar e descarregar o contentor, distribuição do peso pelo contentor e limites de peso rodoviário (Bortfeldt & Wäscher, 2013).

Em suma, tanto o PLP como o CLP são problemas complexos de origem combinatória, com diversos desafios de ordem prática que impactam a gestão e otimização de cargas. Por forma a conseguir limitar o efeito das restrições práticas, são utilizados *solvers* com algoritmos que apresentam sugestões de carregamento de paletes e contentores, adaptadas às limitações predefinidas.

No próximo capítulo rever-se-á, resumidamente, a temática do comércio internacional com especial enfoque nos INCOTERMS© e nas barreiras aduaneiras e não-aduaneiras que impactam a gestão dos fluxos de distribuição.

1.6 Comércio Internacional

O comércio internacional (CI) promove a troca de bens e serviços entre nações e impulsiona o desenvolvimento económico global. A interdependência é uma das suas características principais, na medida em que os países estão interligados via relações aduaneiras, comerciais, financeiras e de investimento (Helpman, 2012).

No contexto logístico, a eficiência das operações de exportação e importação depende não apenas da otimização operacional, mas também de uma compreensão profunda dos mecanismos que regem o CI e as regulamentações existentes em cada país. Este capítulo explora três dimensões importantes: os fluxos de importação e exportação, o papel dos INCOTERMS© na clarificação de responsabilidades, riscos e custos e, por fim, as limitações regulamentares que impactam as operações e a eficiência da CA.

1.6.1 Importação / Exportação

As atividades de importação e exportação geram fluxos de produtos, serviços, informação e capital entre fronteiras. A exportação representa um fluxo de saída, enquanto a importação constitui um fluxo de entrada.

A exportação define-se como a venda de produtos ou serviços a clientes localizados no estrangeiro, a partir de uma base no país de origem ou num terceiro país. Já a importação refere-se à compra de produtos ou serviços junto de fornecedores internacionais, destinados ao consumo no país de origem ou num terceiro país (Rammal et al., 2014).

A existência de redes de produção dispersas por vários países e continentes torna as operações de importação e exportação dependentes da atividade económica, política e aduaneira de múltiplos países estrangeiros. Portanto, tanto a globalização como a crescente interdependência entre nações acrescentaram complexidade a estes fluxos, exigindo sistemas logísticos robustos e dinâmicos, capazes de gerir prazos, custos e riscos (Christopher, 2011).

1.6.2 INCOTERMS©

Os processos de importação e exportação dependem da ação de diversas empresas que se encontram em países distintos com língua, cultura, leis e regulamentos particulares. A utilização de uma linguagem perceptível por todos os intervenientes é crucial para garantir comunicação eficaz e transações fluídas.

A complexidade da terminologia contratual associada ao CI levou a Câmara de Comércio Internacional (CCI), em 1936, a criar os INCOTERMS© (*International Commercial Terms*) com o objetivo de facilitar as transações internacionais, tornando-as mais claras e simples.

Segundo a CCI (2019), os INCOTERMS© são um conjunto de regras que, por um lado, padronizam a terminologia utilizada nos processos de compra e venda e que, por outro lado, estabelecem as obrigações entre vendedor e comprador, indicam o momento de transferência de risco do transporte e estabelecem a distribuição dos custos pelas partes

Eficiência Logística no Transporte Marítimo com Otimização de Cargas de Exportação

contratantes. Têm um carácter complementar e facultativo. Portanto não substituem legislação nacional ou internacional, nem contratos comerciais específicos.

Os INCOTERMS© apresentam-se sob a forma de 11 termos com 3 letras, que indicam as obrigações, custos e riscos do vendedor e comprador, seguido por um local designado, onde as obrigações são transferidas do vendedor para o comprador e o ano da versão dos INCOTERMS© (Vogt & Davis, 2020).

Desde a sua génese até 2020, ano da sua última atualização, os INCOTERMS© foram revistos e atualizados de forma a refletir as alterações às dinâmicas do CI (Bučková et al., 2021).

Presentemente existem 11 termos, 7 dos quais utilizados independentemente do modo de transporte, estando os últimos 4 termos listados abaixo dedicados exclusivamente ao transporte marítimo e fluvial (Câmara do Comércio Internacional, 2019):

- EXW - *Ex Works*
- FCA - *Free Carrier*
- CPT - *Carriage Paid To*
- CIP - *Carriage and Insurance Paid To*
- DAP - *Delivered At Place*
- DPU - *Delivered At Place Unloaded*
- DDP - *Delivered Duty Paid*
- FAS – *Free Alongside Ship*
- FOB – *Free On Board*
- CFR – *Cost and Freight*
- CIF – *Cost, Insurance and Freight*

Terminada esta breve abordagem aos INCOTERMS©, importa agora compreender quais são as dificuldades e limitações típicas das transações internacionais, causadas por regulamentações locais.

1.6.3 Limitações regulamentares

O comércio internacional encontra-se regulado por uma série de normas e políticas que visam controlar a entrada e saída de produtos, serviços e capital. Tais medidas procuram salvaguardar objetivos estratégicos como a segurança nacional, proteção de setores económicos locais, preservação ambiental e saúde pública.

No passado, as restrições assumiam habitualmente a forma de barreira alfandegária. Após a II Guerra Mundial, assistiu-se a um processo de liberalização aduaneira através de uma série de acordos multilaterais promovidos pelo Acordo Geral sobre as Pautas Aduaneiras e Comércio e, mais tarde, pela Organização Mundial do Comércio.

Contudo, as significantes reduções de barreiras aduaneiras não contribuíram, de modo expressivo, para a liberalização do comércio internacional, uma vez que vários géneros de diferentes medidas protecionistas, designadas não-aduaneiras, foram sendo adotadas (Bjelić & Petrović, 2013).

As barreiras não-aduaneiras são medidas que proíbem, limitam ou dificultam a importação ou exportação de bens ou serviços, sem recorrer à cobrança de direitos de importação (Yalcin et al., 2017).

A ONU (2019) classifica 16 tipologias de barreiras não-aduaneiras ao CI:

1. *medidas fitossanitárias*: proibição de importação de produtos com risco fitossanitário, exigência de certificações, testagem obrigatória e exigência de tratamentos preventivos e etiquetagem específica;
2. *obstáculos técnicos*: licença de importação para produtos específicos, exigência de estatuto de importador registado, requisitos quanto à composição do produto, às certificações e à rastreabilidade;
3. *inspeção antes do embarque e outras formalidades*: inspeção física da mercadoria na origem e expedição direta sem escala em países terceiros;
4. *medidas especiais de proteção ao comércio local*: medidas *antidumping*, compensatórias e de salvaguarda;

Eficiência Logística no Transporte Marítimo com Otimização de Cargas de Exportação

5. *licenças não-renováveis, quotas, proibições, controlo de quantidades, e outras restrições;*
6. *controlo de preços, incluindo impostos e encargos adicionais;*
7. *Medidas financeiras:* exigência de pagamentos antecipados e aplicação de taxas de câmbio variáveis em função da categoria do produto;
8. *regulamentação da concorrência:* designação de importadores exclusivos para a importação de determinados tipos de bens ou serviços e recurso obrigatório à utilização de serviços prestados por entidades públicas locais;
9. *medidas associadas a investimento no comércio local:* estabelecimento de volumes de compras mínimas a empresas nacionais e restrição das importações de produtos com base no volume adquirido localmente;
10. *limitações à distribuição:* restrições à venda de produtos importados em determinados locais ou cidades e limitação do número de canais de distribuição;
11. *restrições relacionadas com serviço de pós-venda:* proibição ou acesso limitado a serviços domésticos de pós-venda para produtos importados;
12. *subsídios e outras formas de apoio:* apoio ao investimento para produtores nacionais, acesso a linhas de crédito, imposição de preços máximos e isenção de impostos;
13. *limitações à contratação pública:* impedimento do acesso a contratos públicos por parte de entidades internacionais e aplicação de taxas adicionais a importações destinadas a fornecer contratos públicos nacionais;
14. *propriedade intelectual;*
15. *normas de origem:* testagem do produto para assegurar origem e apresentação de certificados de origem emitidos por entidades específicas que validam a origem do produto;
16. *medidas relacionadas com exportações:* imposição de medidas fitossanitárias, exigência de formalidades aduaneiras específicas para exportação de determinados bens e licenças de exportação, controlo de preços e cobrança de taxas adicionais sobre exportações, bem como redução de impostos pagos por empresas exportadoras.

As barreiras não-aduaneiras afetam o volume das transações comerciais bem como a frequência das entregas ao cliente, dilatam os prazos de entrega, geram processos logísticos menos eficientes, assim como trabalho administrativo e custos adicionais (Hornok & Koren, 2015).

No capítulo 1.7, explorar-se-á temáticas associadas à monitorização e ao controlo do desempenho logístico, ambos imprescindíveis para a avaliação da eficácia e eficiência de processos, estratégias e recursos, garantindo assim um alinhamento com os objetivos definidos a nível estratégico.

1.7 Sistemas de Informação e Analítica

A gestão da cadeia de abastecimento visa gerar valor para o cliente, minimizando o impacto nos custos, através da melhoria contínua de processos e das relações com clientes e fornecedores (Christopher, 2011). A logística contribui de forma relevante para as operações da CA por impactar os níveis de satisfação de cliente, relações de custo-eficácia e a eficiência operacional (Mangla et al., 2018).

Langley Jr e Holcomb (1992) desenvolveram a ideia de que a logística acrescenta valor ao cliente através de 3 dimensões: eficiência, eficácia e diferenciação. A eficiência refere-se à utilização ótima de recursos para alcançar um determinado resultado, enquanto a eficácia avalia até que ponto um objetivo estabelecido é concretizado. Já a diferenciação implica a criação de uma vantagem competitiva por meio da qualidade superior dos serviços prestados, superando os outros concorrentes no mercado.

1.7.1 Sistemas de Informação e Apoio à Decisão

O atual panorama empresarial, marcado pela sua crescente complexidade, impõe que as decisões deixem de assentar na intuição e passem a basear-se em processos sólidos, fundamentados em dados e análises sistemáticas. É neste enquadramento que os Sistemas de Informação (SI) se afirmam como a infraestrutura base, funcionando como alicerce, ao passo que os Sistemas de Apoio à Decisão (SAD) surgem como um desenvolvimento especializado, desenhado para otimizar e reforçar a eficácia do processo decisório.

Os SI são redes complexas de *hardware*, *software*, dados, pessoas e processos. Através dos SI os dados são transformados em informação relevante, passível de ser utilizada. Apresentam como principal objetivo recolher, processar, armazenar e partilhar informação, de forma a apoiar a tomada de decisões e coordenar, controlar e analisar as operações de uma organização (Laudon & Laudon, 2018).

Os SAD são ferramentas tecnológicas concebidas para otimizar o processo de tomada de decisão nas organizações. Originados na década de 1970, os SAD consolidaram-se como área fundamental dos SI, tanto a nível académico como prático, pois as decisões sustentadas por estas ferramentas afetam significativamente o desempenho e a gestão das organizações (Arnott & Pervan, 2008).

De acordo com Power (2002), os SAD encontram-se agrupados em cinco categorias principais, de acordo com a componente que constitui o núcleo da sua funcionalidade. Os SAD baseados em dados concentram-se na recolha e análise de grandes volumes de informação estruturada, frequentemente armazenada em *data warehouses*. Os SAD baseados em modelos recorrem a modelos matemáticos, estatísticos ou de simulação para explorar cenários alternativos e prever resultados. Já os SAD baseados em conhecimento utilizam regras e bases de conhecimento que permitem gerar recomendações e apoiar decisões especializadas. Os SAD baseados em documentos privilegiam a organização, pesquisa e interpretação de informação não estruturada, como relatórios ou textos. Por fim, os SAD baseados em comunicação fazem uso de tecnologias de rede e ferramentas colaborativas para facilitar a interação e a tomada de decisão em grupo.

1.7.2 Indicadores de desempenho e KPI

As organizações, de modo a manter a sua relevância no mercado, necessitam de medir as suas atividades e sistemas por forma a determinar o nível de cumprimento dos seus objetivos. Consequentemente, levam a cabo uma série medições, utilizando métricas denominadas indicadores de desempenho (Domínguez et al., 2018).

Os indicadores de desempenho são métricas quantitativas ou qualitativas utilizadas para avaliar a eficiência, eficácia, qualidade e o progresso de atividades, processos ou objetivos

organizacionais. Servem como ferramentas críticas para monitorizar resultados, comparar desempenhos ao longo do tempo, fundamentar decisões estratégicas, melhorar a eficiência das operações e reduzir custos (Neely et al., 2005).

Kaplan e Norton (2005) afirmam que a visão organizacional deverá ser traduzida em objetivos mensuráveis através de quatro perspetivas interligadas: financeira, clientes, processos internos e aprendizagem e crescimento. Desenvolveram este conceito através do modelo *Balanced Scorecard* onde destacam a importância do equilíbrio entre indicadores financeiros e não-financeiros e de assegurar que as melhorias operacionais impulsionem resultados estratégicos de longo prazo.

Existe um amplo leque de indicadores disponíveis, agregados de forma distinta em função de:

- *natureza*: quantitativa ou qualitativa (Szutowski, 2014);
- *âmbito temporal*: *leading* e *lagging*, despoletando a implementação de medidas proativas e reativas respetivamente, e de curto, médio e longo prazo (Zheng et al., 2019);
- *perspetiva*: financeira, clientes, processos internos e aprendizagem e crescimento (Kaplan & Norton, 2005);
- *nível*: estratégico, tático e operacional (Parmenter, 2010).

Efetivamente, as organizações dispõem de um conjunto alargado de indicadores para mensurar desempenho. Não obstante, existe um número relativamente limitado de indicadores que medem e avaliam as suas dimensões mais críticas, dimensões essas que contribuem em grande medida para o seu sucesso ou insucesso. Estes indicadores designam-se indicadores-chave de desempenho, habitualmente referenciados como KPI *Key Performance Indicators* (Christopher, 2011).

Parmenter (2010) afirma que os KPI abrangem os aspetos mais críticos para o sucesso atual e futuro das organizações, tendo 7 características:

1. têm origem não-financeira;
2. medem-se com frequência (diária ou mensalmente);

3. despoletam ações por parte da gestão de topo;
4. são compreendidos por todos;
5. estão ligados a equipas específicas;
6. impactam significativamente a organização;
7. encorajam a implementação de medidas corretivas.

Karl et al. (2018), identificaram os 10 KPI, não-financeiros, mais referenciados na literatura, que impactam a resiliência das CA: utilização de capacidade, níveis de *stock*, qualidade dos produtos entregues, *lead time* da encomenda, *lead time* da entrega, pontualidade da entrega no cliente – OTD *on time delivery*, satisfação do cliente, devoluções de carga danificada, eficiência nas entregas dos fornecedores e devoluções aos fornecedores.

A seleção de KPI não é um processo estanque, mas sim um processo contínuo. Segundo Parmenter (2010), a seleção e monitorização de um conjunto máximo de 10 KPI, alinhados com a visão e os objetivos da empresa, constitui uma ferramenta poderosa para orientar decisões, alinhar a organização e impulsionar o desempenho sustentável.

1.7.3 Analítica de Dados

No contexto da economia digital, os dados passaram a deter um valor incalculável para as empresas.

A analítica de dados emerge como a disciplina que recorre a técnicas estatísticas, modelos preditivos e métodos computacionais para examinar conjuntos de dados, com o objetivo de extrair conhecimento, identificar padrões, suportar conclusões e fundamentar decisões (Davenport, 2014). Esta abordagem sistemática permite às organizações transcender a mera descrição de eventos passados e avançar para a previsão de resultados futuros e para a prescrição de ações otimizadas.

As ferramentas de *Business Intelligence* (BI) constituem a espinha dorsal tecnológica que operacionaliza a analítica de dados nas organizações. Estas plataformas facilitam a integração de dados de fontes heterogéneas, a sua modelação e a sua visualização intuitiva através de *dashboards* e relatórios interativos (Chaudhuri et al., 2011).

Neste panorama, o *Microsoft Power BI* afirma-se como uma das ferramentas mais proeminentes. O seu papel vai para além de um simples instrumento de visualização; é um ambiente integrado que suporta todo o fluxo de trabalho analítico. De acordo com um estudo de Kalpana et al. (2024), o *Power BI* potencia a tomada de decisão ao proporcionar integração, consolidação, modelação e transformação de dados, visualização interativa e intuitiva e disseminação do conhecimento.

1.8 Sumário

O presente capítulo apresenta uma revisão teórica da evolução da gestão da cadeia de abastecimento, desde as civilizações antigas até aos desafios contemporâneos da sustentabilidade e digitalização. Caracteriza-se especificamente a cadeia do setor da pasta e papel, analisando os fluxos logísticos de distribuição, modos de transporte e problemas de otimização de cargas (PLP e CLP). Aborda ainda as dinâmicas do CI e conclui com o papel crucial dos SI e do *Business Intelligence* na transformação de dados em conhecimento acionável para a tomada de decisões estratégicas.

2 METODOLOGIA

A metodologia aplicada para orientar o desenvolvimento do presente projeto na *The Navigator Company* é o *Action Design Research* (ADR). Esta abordagem foi selecionada pela sua natureza prática e intervencionista, que se alinha com o contexto empresarial da NVG e com o objetivo central de não apenas compreender um problema organizacional específico, mas simultaneamente conceber, implementar e avaliar uma solução com valor prático (Sein et al., 2011).

O ADR distingue-se por integrar a construção de artefactos (i.e., sistemas de informação e modelos de processos) no próprio processo de investigação, através de uma colaboração estreita e iterativa entre investigador e os profissionais da organização envolvida.

A metodologia ADR proposta por Sein et al. (2011) incorpora 4 etapas:

1. Formulação do problema

Consiste na identificação rigorosa e na delimitação clara de um problema organizacional com relevância prática, estabelecendo as fundações para todo o projeto. Envolve uma colaboração estreita entre investigador e os profissionais da *The Navigator Company* para compreender profundamente o contexto, as causas subjacentes, os impactos operacionais e os objetivos desejados. O resultado é uma definição consensual e fundamentada do problema que serve como âncora para o desenvolvimento da intervenção, garantindo que o artefacto a ser construído responda efetivamente a uma necessidade real da organização.

2. Criação e intervenção (CI)

Esta é a etapa central e iterativa do ADR, onde ocorre o desenvolvimento prático e a validação contínua do artefacto dentro do contexto real da NVG. Inicia-se com a construção de uma versão inicial da solução baseada na problemática definida. Segue-se a intervenção, implementando-se e testando-se o artefacto nas operações reais da empresa, com os utilizadores finais. Este ciclo repete-se iterativamente, refinando o artefacto com base no feedback e nos dados recolhidos.

3. Reflexão e aprendizagem

Após cada ciclo de CI procede-se a uma fase de análise crítica e interpretação dos resultados obtidos. Envolve todos os *stakeholders* num processo colaborativo de reflexão e análise sobre os resultados obtidos *versus* objetivos estabelecidos, as barreiras encontradas, as adaptações necessárias e as novas conclusões a que se chegou.

4. Formalização da aprendizagem

A etapa final visa transformar as aprendizagens práticas e contextuais obtidas ao longo do projeto em conhecimento teórico sistematizado, generalizável e transferível.

3 EMPRESA THE NAVIGATOR COMPANY SA (NVG)

Neste capítulo, será apresentada a empresa onde se desenvolve o projeto – *The Navigator Company SA*, abordando temáticas como ramos de atividade, missão, visão e valores, estrutura organizacional, mercados onde opera e tipologias de papel para impressão e escrita.

3.1 Caracterização da NVG

A NVG, fundada em 1955, originalmente sob o nome de Portucel, iniciou as suas atividades dedicando-se primeiro à produção de celulose e posteriormente aos papéis para impressão e escrita. Ao longo dos anos, a empresa passou por processos de diversificação, complementando a sua oferta de produtos com papel *tissue*, papel de embalagem e produtos em pasta moldada.

A NVG dispõe de instalações produtivas em Portugal, Espanha, Inglaterra e Moçambique e tem vindo a aumentar a sua capacidade produtiva, reforçando a presença das suas marcas no mercado. É reconhecida nacional e internacionalmente pela produção de papéis de qualidade para a indústria gráfica, sendo uma das maiores produtoras de celulose de eucalipto *globulus* da Europa (The Navigator Company SA, 2024).

A NVG apresenta um modelo de produção integrado, contando com o seu próprio instituto de pesquisa RAIZ. A sua capacidade de produção anual inclui 1,6 milhões de toneladas de papel para impressão e escrita - o equivalente a 200 contentores tipo 40' diários-, 1,6 milhões de toneladas de pasta branqueada de eucalipto e 375,5 MW de potência instalada para a produção de energia (The Navigator Company SA, 2024).

Em 2023, os negócios da *The Navigator Company SA* ascenderam a 1,953 mil milhões de euros. Os seus produtos são exportados para mais de 110 países, sendo 92% da sua produção destinada ao mercado da exportação, o que a coloca em 3º lugar na lista dos maiores exportadores portugueses (Instituto Nacional de Estatística, 2024).



Figura 2. Mercados regulares de exportação da NVG

Fonte: Elaboração própria com base em dados de ERP da NVG

A sua atividade representa 1% do PIB português e 2,5% das exportações de bens de Portugal (Instituto Nacional de Estatística, 2024), contribuindo para a existência de mais de 30 mil postos de trabalho diretos, indiretos e induzidos. É ainda responsável pelo cultivo de uma extensa área florestal em Portugal continental (1,2% da área total do país), sendo 100% certificada pelos sistemas FSC® e PEFC® (The Navigator Company SA, 2024).

A sustentabilidade é um dos pilares fundamentais da Navigator. A NVG estabeleceu a ambiciosa meta de atingir a neutralidade carbónica nas suas unidades fabris até 2035, antecipando a meta europeia em 15 anos. Utiliza 90% de matérias-primas renováveis, 76% da energia primária consumida tem origem em fontes renováveis e 84% da água utilizada nos processos produtivos é devolvida ao meio ambiente (The Navigator Company SA, 2024).

Desde 2024, de acordo com o ESG *Risk Rating da Sustainalytics*, a Navigator está no topo da lista das 85 empresas mundiais do *cluster* de indústrias de *Paper & Forestry* e ocupa o 1º lugar entre 63 empresas que integram o subconjunto *Paper & Pulp*, posicionando-se deste modo no top 5% entre mais de 16.200 empresas mundiais de todos os setores de atividade (The Navigator Company SA, 2024).

Em 2024, foi distinguida com a classificação A no *Carbon Disclosure Project (CDP) Climate Change* e no *CDP Forest*, destacando o papel da NVG no combate às alterações climáticas e na gestão florestal sustentável. Já em 2024, a *Morgan Stanley Capital International (MSCI) Environmental, Social, and Governance (ESG) Ratings* atribuiu-lhe a classificação A devido à sua resiliência aos riscos ESG de longo prazo (The Navigator Company SA, 2024a).

A NVG tem como missão ser uma empresa global que se destaca pelo modo inovador e sustentável com que transforma matéria-prima florestal em produtos e serviços que contribuam para o bem-estar das pessoas. A sua visão é alargar a outros negócios a liderança conquistada no setor dos papéis para impressão e escrita, afirmando Portugal a nível mundial e defendendo valores como confiança, integridade, inovação, sustentabilidade, excelência e empreendedorismo (The Navigator Company SA, 2025b).

3.2 Organigrama e Portefólio de Produtos

A estrutura organizacional da NVG é composta por 3 áreas de suporte à comissão executiva e 6 áreas principais: investigação, florestal, industrial, *tissue*, comercial e corporativa.

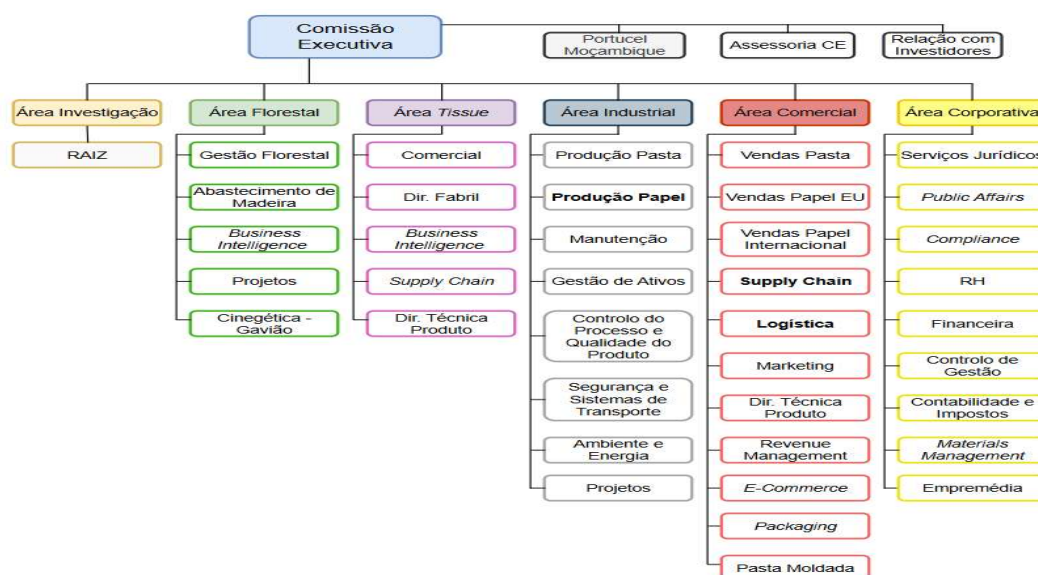


Figura 3. Organigrama NVG com destaque da área comercial

Fonte: adaptado de (The Navigator Company SA, 2025a)

Eficiência Logística no Transporte Marítimo com Otimização de Cargas de Exportação

Importa referir que, no que concerne à produção de papéis para impressão e escrita, integrados na área Comercial, a Direção de Logística e a Direção de *Supply Chain*, ainda que operem em estrita colaboração, são autónomas, reportando ambas diretamente ao *Chief Commercial Officer* (CCO), conforme organigrama.

Relativamente à produção de papéis para impressão e escrita a NVG conta com 6 escritórios de vendas espalhados pela Europa, onde aproximadamente 60% do seu volume de negócios, desse segmento, se materializam.

A mitigação de risco, bem como a identificação de mercados estratégicos fora da Europa, conduziu a empresa, nas últimas 2 décadas, à abertura de escritórios de vendas nos Estados Unidos, México, Brasil, Marrocos, Egito, África do Sul, Turquia e Dubai.

O portefólio de produtos para impressão e escrita da NVG encontra-se dividido em 3 tipologias:

- papel *cut-size*, um produto final, utilizado para impressão a laser, sendo consumido habitualmente nos formatos 210x297cm (A4) e 297x420cm (A3), com gramagens entre 70 e 250g/m². A NVG produz sete marcas próprias desta classe de produto, sendo a marca *Navigator Universal* aquela que se encontra no topo de vendas;

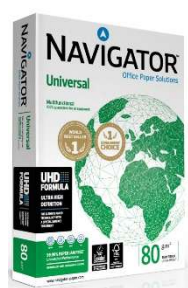


Figura 4. Embalagens papel cut-size marca Navigator Universal

Fonte: adaptado de (The Navigator Company SA, 2025a)

Eficiência Logística no Transporte Marítimo com Otimização de Cargas de Exportação

- papel *folio*, em folha, um produto intermédio disponível em gramagens entre 60 e 250g/ m², com larguras variando entre 300 e 1000mm e comprimento entre 420 e 1400mm. Existem quatro marcas próprias produzidas pela NVG, destacando-se a marca Soporset, líder de vendas deste segmento. Dependendo da qualidade do papel, os formatos *folio* suportam tecnologia *offset* ou laser. Após a sua transformação, dão origem a uma panóplia de produtos como: livros, manuais escolares, impressos, calendários, cadernos, entre outros;



Figura 5. Embalagens papel folio marca Soporset

Fonte: adaptado de (The Navigator Company SA, 2025a)

- papel *bobine*, um produto intermédio utilizado na indústria gráfica ou convertido por transformadores noutros formatos de papel e produtos. As bobines estão disponíveis num grande leque de dimensões e gramagens.



Figura 6. Embalagens papel bobine

Fonte: adaptado de (The Navigator Company SA, 2025a)

3.3 Sumário

Este capítulo caracteriza a NVG como uma empresa global do setor florestal com operações integradas desde a investigação florestal até à produção e comercialização de produtos à base de celulose. Com uma presença internacional que abrange mais de 110 países, a empresa destaca-se pelo seu modelo de produção sustentável, pela liderança no combate à desflorestação e pela ambição de atingir a neutralidade carbónica até 2035. A estrutura organizacional reflete esta complexidade operacional, com especial enfoque na área comercial que gere um portefólio diversificado de papéis para impressão e escrita, segmentado em três tipologias principais - *cut-size*, *folio* e *bobine* - que servem tanto o consumidor final como a indústria transformadora.

4 PROJETO *The Navigator Company* – Investigação Aplicada

O desenvolvimento deste trabalho de projeto foi conduzido mediante a aplicação da metodologia *Action Design Research*, ADR, apresentada no capítulo 2.

A exposição encontra-se estruturada em conformidade com as quatro etapas chave da metodologia, ou seja, i.) a *formulação do problema*; ii.) os *ciclos de criação e intervenção (CI)*, onde se apresenta de forma faseada as várias dimensões da proposta de solução, integrando a visão dos *stakeholders* da NVG; iii.) a *reflexão e aprendizagem*, que acompanha os vários ciclos de CI e que expõe as aprendizagens acerca do processo retiradas ao longo do estudo; e, por último, o projeto culmina na etapa de iv) *formalização da aprendizagem*.

4.1 Formulação do problema

O presente trabalho de projeto surge da necessidade de *melhorar as taxas de ocupação dos contentores da NVG por forma a reduzir os custos logísticos por tonelada de papel transportada, via marítima, e a aumentar a sua competitividade no contexto global*.

A NVG exporta 92% da sua produção de papéis de impressão e escrita para mais de 110 países, utilizando como modo de transporte principal o marítimo e o terrestre.

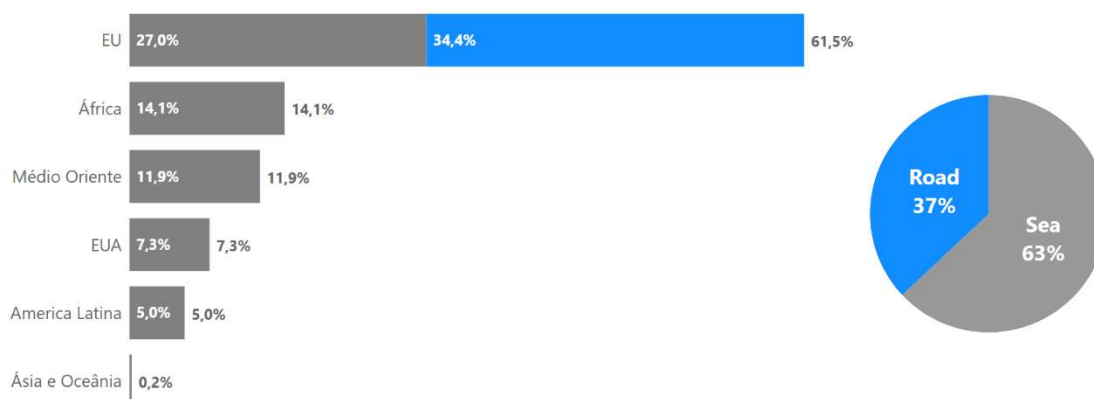


Figura 7. Tonelagem média expedida pela NVG por região e modo de transporte principal entre 2022 e 2024

Fonte: Elaboração própria com base em dados de ERP da NVG

A maximização da tonelage de mercadoria transportada por contentor, via marítima, bem como o volume ocupado por contentor, tem sido objeto de estudo por parte da equipa de Logística e Gestão de Produto da NVG.

A tonelage e o volume de mercadoria carregável por contentor estão limitados por diversos fatores, destacando-se, em primeiro lugar, o *payload* e o volume do tipo de contentor utilizado. A designação *payload* refere-se ao peso máximo de mercadoria que um contentor pode transportar em segurança, excluindo a tara (i.e., peso do contentor).

O *payload* bem como o volume variam em função da tipologia do contentor e, ainda que residualmente, da linha de navegação marítima detentora do equipamento (i.e., o armador), conforme detalhado no *Apêndice B*. No âmbito deste projeto e para efeitos de cálculo das taxas de ocupação dos contentores, assumiu-se como referência as dimensões e limites máximos da linha de navegação MAERSK por esta ter, de forma geral, os valores mais restritivos:

- contentor tipo 20' *dry container* (DC) largura 2350mm, comprimento 5896mm, altura 2393mm, *payload* máximo 28,2t e volume máximo 33m³;
- contentor tipo 40' *high cube* (HC) largura 2350mm, comprimento 12032mm, altura 2697mm, *payload* 28,6t e volume 76m³.

Em termos da oferta das diferentes tipologias de contentores, a NVG tem uma rede de fornecedores que lhe permite aprovisionar contentores com as características necessárias para carregamento dos seus produtos. Todavia, há o entendimento que a obtenção de equipamento tipo 20', poderá, nalguns momentos, ser mais demorada, essencialmente devido à dominância dos contentores tipo 40' na frota global, fruto da sua maior eficiência de custos. Esta menor proporção de equipamento tipo 20' em circulação significa que, em períodos de alta procura ou desequilíbrio geográfico, a sua disponibilidade é mais reduzida, exigindo frequentemente um reposicionamento que poderá ser um processo moroso.

As limitações rodoviárias, em cada destino, impactam igualmente o *payload* máximo expedível em cada contentor. O *Apêndice C* detalha os *payloads* máximos permitidos, por cada destino, para cálculo das taxas de ocupação neste projeto.

Eficiência Logística no Transporte Marítimo com Otimização de Cargas de Exportação

A análise do valor médio do *payload* máximo por região, em toneladas, permite validar que, na maioria das regiões, a utilização máxima do *payload* de cada tipo de contentor é inviável, devido a limitações no destino (Tabela 1). África surge como a exceção, sendo teoricamente possível uma utilização plena do *payload* do contentor, seja do tipo 40’(28,6t) ou do tipo 20’(28,2t).

Tabela 1. Taxa de *payload* e volume médios utilizado por contentor e região entre 2022 e 2024

| Região | Média <i>Payload</i> máximo permitido por região (t) | <i>Payload</i> médio utilizado por contentor (%) | Volume médio ocupado por contentor (%) | Exportações marítimas por região, t / total de exportações marítimas, t. (%) |
|----------------|--|--|--|--|
| Oceânia | 26,4 | 66% | 77% | 0,01% |
| África | 28,6 | 91% | 57% | 23,34% |
| EU | 25,2 | 93% | 55% | 45,74% |
| Ásia | 26,5 | 93% | 53% | 0,30% |
| América Latina | 26 | 94% | 53% | 6,85% |
| EUA | 26 | 96% | 54% | 8,13% |
| Médio Oriente | 25,9 | 97% | 48% | 15,63% |

Fonte: Elaboração própria com base em dados de ERP da NVG

Quanto ao *payload* médio utilizado por contentor e região, face ao peso médio permitido para circulação em cada região, o valor mais frequente é 93%. Observa-se uma baixa taxa de ocupação do volume dos contentores que, tal como se explicará mais à frente, se deve à densidade do próprio produto e à tipologia do contentor utilizado.

Numa análise mais detalhada por região, verifica-se que a Ásia e a Europa apresentam *payloads* alinhados com a média total e que a Oceânia e África são as regiões onde a taxa de ocupação do *payload* dos contentores poderá ser melhorada face à média total. Já a América Latina, os EUA e o Médio Oriente apresentam taxas de ocupação de *payload* acima do valor mais frequente.

Identificaram-se 4 categorias de fatores que impactam diretamente a utilização plena do *payload* de cada contentor, nomeadamente, i.) a tipologia do *Produto* e do suporte de transporte; ii.) a *Unidade de carga*; iii.) as condicionantes impostas pelo *Cliente*; e iv.) as restrições no *Destino*, de acordo com Tabela 2.

Eficiência Logística no Transporte Marítimo com Otimização de Cargas de Exportação

Importa notar que cada um dos fatores enumerados, designados de *Fatores Críticos*, impedem a utilização do *payload* máximo de cada contentor e, como tal, afetam o processo de melhoria do carregamento dos contentores.

Tabela 2. *Categorias de limitações à melhoria da taxa de ocupação de contentor identificadas pela NVG*

| Fatores críticos | Descrição |
|-------------------------|---|
| Produto | Características físicas como dimensões, peso e formato (i.e., <i>cut-size, folio</i> , bobine) bem como o tipo de suporte de transporte (palete ou bobine) que determinam como o produto pode ser consolidado e limitam o aproveitamento máximo do espaço (volume) ou peso máximo carregável por contentor. |
| Unidade de Carga | As dimensões internas, capacidade de peso (tara e <i>payload</i>) e tipologia de cada contentor impõem limites físicos distintos à quantidade (volume e peso) de mercadoria que pode ser carregada. |
| Clientes | Requisitos específicos do cliente quanto à forma de paletização, altura máxima de empilhamento no armazém destino ou manuseamento que condicionam a forma como a carga é preparada e condicionada no contentor. |
| Destino | Restrições legais de peso por eixo nos camiões, capacidades portuárias, equipamentos de descarga disponíveis, ou condições das vias que limitam o peso total ou as dimensões da carga que pode ser recebida e movimentada no país de destino. |

Fonte: *Elaboração própria*

Salienta-se ainda o facto de os vários fatores críticos poderem limitar, com carácter cumulativo, a ocupação e a formação da carga do contentor, acrescentando maior complexidade ao problema em estudo neste projeto, tanto mais que existem diferentes combinações de restrições que se verificam por região, conforme Tabela 3.

Tabela 3. *Limitações à melhoria da taxa de ocupação de contentor por região*

| Fator crítico | Tipologia | África | EU | Ásia | Oceânia | América Latina | EUA | Médio Oriente |
|----------------------|------------------------------------|---------------|-----------|-------------|----------------|-----------------------|------------|----------------------|
| Produto | Peso | | x | | | x | | |
| | Dimensão | x | x | x | x | x | | x |
| | Formato | x | x | x | x | | | x |
| Unidade de carga | Contentor/palete | x | x | x | x | x | x | x |
| Cliente | Estrutura armazém | | x | | | x | x | |
| | Equipamento disponível | | x | | | x | x | x |
| Destino | Tipo de infraestrutura disponível | x | | x | x | x | | |
| | Limites peso circulação rodoviária | | x | x | x | x | x | x |

Fonte: *Elaboração própria como resultado de entrevista informal a gestores de vendas (Apêndice A)*

Com base nas entrevistas realizadas aos gestores de vendas de cada região, identificaram-se os fatores críticos percecionados como impactantes na melhoria das taxas de ocupação. Salienta-se que os fatores críticos sinalizados poderão não se aplicar necessariamente a todos os clientes de uma mesma região.

As restrições associadas ao *produto* e às *unidades de carga* mostram ser uma realidade transversal à maioria dos destinos.

De facto, cerca de 10% dos clientes da NVG estão identificados em ERP como tendo limitações quanto às características de peso, dimensão ou formato do produto ou à unidade de carga (i.e., palete ou contentor) que podem ser rececionadas.

Uma análise mais pormenorizada por região destaca a Europa como sendo a região com maior percentagem total de clientes e a maior taxa de clientes com restrições a nível de unidade de carga e de produto.



Figura 8. Taxas de clientes com restrições de produto e unidade de carga por região

Fonte: Elaboração própria com base em dados de ERP da NVG

Importa ainda referir que, a combinação de diferentes tipos de paletes (suportes de transporte) com dimensões distintas, dentro do mesmo contentor, dificulta igualmente o processo de formação e consolidação da carga do contentor e o aproveitamento de *payload*.

4.2 Ciclos de CI e respetivas Reflexões e Aprendizagens

Na fase de Criação e Intervenção (CI), o projeto avança para o desenvolvimento ativo do artefacto concebido para operacionalizar a resposta ao problema diagnosticado. Estes ciclos envolvem a criação de um conjunto de indicadores de desempenho, a sua

organização e visualização num *dashboard*, a construir em *Power BI*, e a respetiva intervenção, representada pela validação dos desenvolvimentos e a sua posterior integração nos processos de monitorização, controlo e tomada de decisão da NVG.

Assim, pretende-se que através de ciclos sucessivos de desenvolvimento, implementação, teste e posterior ajuste em contexto real, estes indicadores e respetivos instrumentos de monitorização sejam validados em colaboração direta com os profissionais da Navigator. Este processo assegura que a solução emerge de forma progressiva, alinhando rigor técnico com utilidade prática, tal como preconizado pelo método ADR.

4.2.1 Ciclo 1 - Criação e Definição de Indicadores Gerais

No ciclo 1 foram desenvolvidos e definidos os indicadores de desempenho geral que se apresentam na Tabela 4, tendo em conta os requisitos operacionais identificados e validados em colaboração com os profissionais da Navigator. Estes indicadores materializam a primeira componente tangível do projeto, permitindo não só uma avaliação quantificada da eficiência logística, mas também o início de um processo iterativo de melhoria contínua alinhado com as necessidades reais da organização.

- **Criação e definição de indicadores**

- *Índices*

r : regiões geográficas $r=1, \dots, RC$, com RC número de regiões comerciais da NVG;
 p : país $p=1, \dots, NP$, sendo NP para o número de países;
 c : contentores $c=1, \dots, NTC$, com NTC número de tipos de contentores.
 i : transportes $i=1, \dots, NT$

- *Parâmetros*

NP_r número de países na região comercial r ;
 NC_r número de tipologias de contentores na região comercial r ;
 $NR_{r,c}$ número de contentores do tipo c transportados para a região r ;
 $NT_{p,c}$ número de contentores do tipo c transportados para o país p ;
 $NCM_{c,i}$ número de contentores *monoproducto* do tipo c expedidos, por i transportes, para a região r .

Eficiência Logística no Transporte Marítimo com Otimização de Cargas de Exportação

Tabela 4. Indicadores desenvolvidos e definidos durante o Ciclo I

| Indicador | Fórmula | Unidade | Descrição |
|--|--|---------|---|
| \overline{PL}_r $\forall r \in RC$ Payload médio autorizado na região | $\overline{PL}_r = \frac{\sum \text{Payload máximo por país (t)}}{\text{Total países da região}} = \frac{\sum_p \max(\text{Payload}_{r,p})}{NP_r}$ $\forall r \in RC$ | t | Representa a média dos <i>payload</i> máximos autorizados numa região geográfica, r (em t) calculada através da média simples dos limites máximos permitidos em cada país da região. |
| $\overline{RPay}_{r,c}$ $\forall r \in RC, \forall c \in NTC$ Rácio médio de <i>payload</i> (em toneladas) por contentor c, e região r | $\overline{RPay}_{r,c} = \frac{1}{NT_{r,c}} \sum_{i=1}^{NT_{r,c}} \left(\frac{\text{Payload bruto por contentor } i}{\text{capacidade de payload do contentor } c} \right) \times 100$ $\forall r \in RC, \forall c \in NTC$ | % | Apresenta a percentagem média de <i>payload</i> de contentor utilizada em determinada região geográfica com base no <i>payload</i> máximo de cada contentor. |
| $\overline{RVol}_{r,c}$ $\forall r \in RC, \forall c \in NTC$ Rácio médio de <i>volume</i> por contentor e região | $\overline{RVol}_{r,c} = \frac{1}{NT_{r,c}} \sum_{i=1}^{NT_{r,c}} \left(\frac{\text{Volume ocupado (m}^3\text{) por contentor } i}{\text{capacidade de volume do contentor } c} \right) \times 100$ $\forall r \in RC, \forall c \in NTC$ | % | Este indicador representa o grau de aproveitamento médio da capacidade volumétrica dos contentores por região. |
| \overline{RMono}_r $\forall r \in RC$ Rácio de contentores <i>monoproducto</i> por região | $\overline{RMono}_r = \frac{n^{\circ} \text{ contentores monoproducto por região}}{\text{Total de contentores por região}} \times 100$ $\overline{RMono}_r = \frac{\sum_{c=1}^{NTC} \sum_{i=1}^{NT_{r,c}} NCM_{c,i}}{\sum_{c=1}^{NTC} NT_{r,c}} \times 100$ $\forall r \in RC$ | % | Quantifica a proporção de contentores marítimos de uma região que transportam exclusivamente um único SKU (<i>stock keeping unit</i>) em relação ao total de contentores expedidos para a mesma região. |

Fonte: elaboração própria

• **Intervenção – Dashboard de Indicadores Gerais**

Com base nos indicadores criados, foi desenvolvido um *dashboard* em *Power BI*, com o objetivo de disponibilizar uma ferramenta de monitorização e análise visual desses indicadores de desempenho. A sua estrutura visual organiza-se em três eixos principais:

Visão Global de Desempenho – Cards com os valores médios de ocupação de *payload* (93,5%) e volume (54,2%), permitindo uma leitura imediata da eficiência média global.

Análise Regional Comparada – Gráficos de barras que relacionam a ocupação de *payload* e volume por região, facilitando a comparação de desempenho entre regiões.

Caracterização da Carga e representatividade da região – Representação gráfica da taxa de contentores *monoproduct* versus carga mista, sobreposta ao peso relativo das exportações de cada região, evidenciando a relação entre tipo de carga e peso relativo das exportações dessa região.



Figura 9. Dashboard - página 1 do report

Fonte: elaboração própria em *Power BI* com base em dados ERP da NVG

4.2.2 Reflexão e aprendizagem - Ciclo 1 de CI

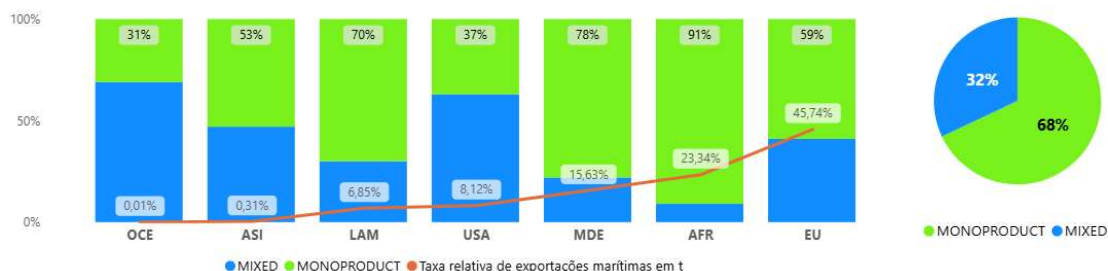


Figura 10. Percentagem total e por região de embarques monoproduto versus taxa relativa de exportações marítimas em toneladas entre 2022 e 2024

Fonte: elaboração própria com base em dados de ERP da NVG

A NVG, no global, apresenta uma taxa maioritária (i.e., 68%) de contentores *monoproduto*, ou seja, contentores carregados com várias paletes que possuem as mesmas dimensões.

Em termos geográficos África, com uma taxa de 91%, lidera a lista de regiões com maior taxa de contentores *monoproduto*, sendo a Oceânia (com pouco relevo no total das expedições), seguida pelos Estados Unidos, as regiões com menores taxas de expedição de contentores *monoproduto*.

Como síntese, a tabela seguinte agrupa todos os indicadores referidos. A EU concentra não só uma percentagem maioritária da tonelagem expedida, como também a “massa crítica” de clientes (mais de 70% do total da carteira de clientes). Já África representa a segunda maior percentagem de expedições marítimas, concentrada num número reduzido de clientes. A Europa, África e o Médio Oriente, em conjunto, representam cerca de 85% das exportações marítimas da NVG.

Por outro lado, o Médio Oriente, que ocupa o terceiro lugar na lista das regiões com mais exportações marítimas, apresenta o melhor *payload* médio utilizado de todas as regiões com uma ocupação de 97% face ao *payload* máximo permitido no destino. Como tal, apresenta a menor margem de melhoria do *payload* utilizado por contentor.

Eficiência Logística no Transporte Marítimo com Otimização de Cargas de Exportação

Tabela 5. Resumo de indicadores por região

| Região | Taxa relativa exportações marítimas | Taxa relativa nº de clientes modo marítimo | Payload médio permitido em t por região | Taxa Payload médio utilizado por contentor | Taxa Volume médio ocupado por contentor | Taxa de contentores marítimos <i>monoproducto</i> | Taxa de clientes com restrições de produto na região face ao nº total de clientes dessa região | Taxa de clientes com restrições de unidade de transporte na região face ao nº total de clientes dessa região |
|----------------|-------------------------------------|--|---|--|---|---|--|--|
| EU | 45,74% | 72% | 25,2 | 93% | 55% | 59% | 13,7% | 14,5% |
| África | 23,34% | 5% | 28,6 | 91% | 57% | 91% | 3,6% | 0,2% |
| Médio Oriente | 15,63% | 4% | 25,9 | 97% | 48% | 78% | 0,4% | 1,8% |
| EUA | 8,13% | 13% | 26,0 | 96% | 54% | 37% | 0,0% | 0,1% |
| América Latina | 6,85% | 4% | 26,0 | 94% | 53% | 70% | 1,2% | 1,8% |
| Ásia | 0,30% | 2% | 26,5 | 93% | 53% | 53% | 0,6% | 0,3% |
| Oceânia | 0,01% | 0% | 26,4 | 66% | 77% | 31% | 5,6% | 2,8% |

Fonte: elaboração própria com base em dados de ERP da NVG

A Europa, destino de 46% das exportações da NVG, revela potencial de melhoria do *payload* utilizado por contentor, atualmente em 93%. Contudo, fatores limitadores como restrições de cliente e de unidade de transporte, bem como a baixa taxa de contentores *monoproducto* adicionam complexidade ao processo de implementação de medidas de melhoria que pudessem gerar melhorias observáveis dentro do decorrer do projeto.

África, segundo maior destino das exportações marítimas da NVG em toneladas, com cerca de 23% de *share*, possui uma taxa média de utilização de *payload* de 91%, a maior taxa de contentores *monoproducto*, 91%, e o maior *payload* médio permitido por região, 28,6 toneladas.

4.2.3 Ciclo 2 – Seleção e Análise da Região Alvo

A grande dispersão geográfica dos mercados da NVG, os aspetos regulamentares das várias regiões e todo o conjunto de restrições impostas pelos clientes quer ao nível das unidades de transporte, quer ao nível da própria carga, acrescentam muita complexidade ao problema em estudo.

Assim, consideradas as condicionantes, optou-se por centrar o estudo numa única região, podendo depois analisar-se a possibilidade de escalar a solução do problema.

Antes de seleccionar uma região específica sobre a qual se centraria o estudo, analisou-se o histórico relativo à evolução do consumo de papéis para impressão e escrita, que tal como anteriormente referido constituem o segmento central de negócio da NVG, nas regiões identificadas, bem como as projeções de consumo até 2029.

O consumo mundial de papel para impressão e escrita encontra-se em declínio, tendência que se manterá até 2029 de acordo com a *Fastmarkets (2024)*. Oceânia, EUA e Europa registarão as maiores quedas até 2029. África e Médio Oriente destacam-se como as únicas regiões onde se verificará um aumento anual sucessivo no consumo até 2029.

Com base na informação constante da Tabela 5 e Figura 11, optou-se por seleccionar África como região alvo deste projeto, tanto pelas projeções de aumento anual sucessivo no consumo, como pelo potencial de melhoria de *payload* anteriormente identificado. Portanto, seguidamente, será feita uma caracterização pormenorizada da região africana.

Eficiência Logística no Transporte Marítimo com Otimização de Cargas de Exportação

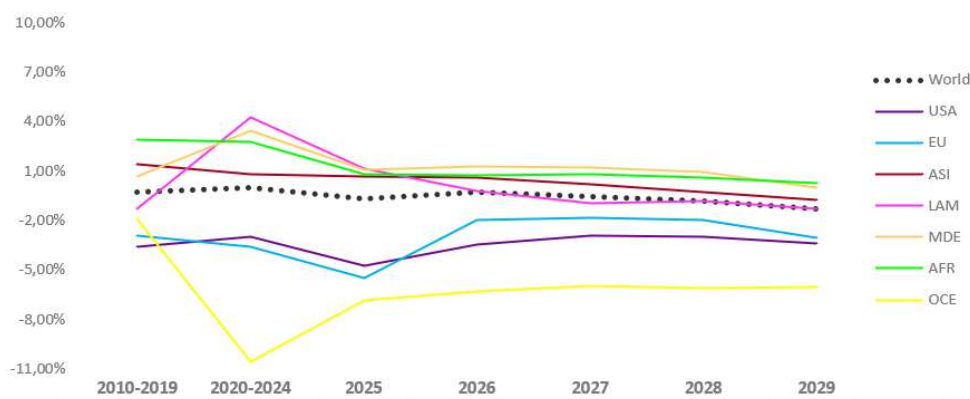


Figura 11. Variações no consumo de papéis para impressão e escrita por região e projeções de consumo até 2029

Fonte: Elaboração própria com base em dados de (Fastmarkets, 2024)

• Criação de indicadores para a Região Alvo

A definição de indicadores particulares para África revela-se essencial para a compreensão das especificidades e quantificação do desempenho de cada país. Em conjunto com diferentes stakeholders da NVG, estabeleceram-se os indicadores descritos na Tabela 6.

Tabela 6. Indicadores desenvolvidos e definidos durante o Ciclo 2

| Indicador | Fórmula | Unidade | Descrição |
|---|---|---------|---|
| $\overline{RT}_{sub-região}$ Rácio expedições em t por sub-região africana | $\overline{RT}_{sub-região} = \left(\frac{T_{sub-região}}{T_{Africa}} \right) \times 100$ $\forall r \in RC$ | % | Evidencia a percentagem de t expedidas para cada sub-região africana versus o total de t exportadas para África |
| $\overline{RCL}_{sub-região}$ Rácio de clientes por sub-região africana | $\overline{RCL}_{sub-região} = \left(\frac{CL_{sub-região}}{CL_{Africa}} \right) \times 100$ $\forall r \in RC$ | % | Indica a taxa de clientes por sub-região africana versus o total de clientes do continente africano |
| \overline{RPay}_p Rácio médio payload carregado por país face ao limite de peso no destino | $\overline{RPay}_p = \frac{1}{NT_p} \sum_{i=1}^{NT_p} \left(\frac{\text{Payload bruto por contentor } i}{\text{limite de peso país } p} \right) \times 100$ $\forall p \in NP$ | % | Revela o payload médio utilizado por contentor tendo em conta o limite de peso no destino |

Eficiência Logística no Transporte Marítimo com Otimização de Cargas de Exportação

| Indicador | Fórmula | Unidade | Descrição |
|---|--|-------------------------|---|
| \overline{RVol}_p Rácio médio de volume por país | $\overline{RVol}_p = \frac{1}{NT_p} \sum_{i=1}^{NT_p} \left(\frac{\text{Volume ocupado em (m}^3\text{ por contentor } i\text{)}}{\text{capacidade de volume do contentor } i} \right) \times 100$ | $\forall p \in NP$ % | Representa o grau de aproveitamento médio da capacidade volumétrica dos contentores por destino |

Fonte: elaboração própria

• **Intervenção – Dashboards indicadores Região Alvo**

Concluída a fase de definição e criação de indicadores, construiu-se a página 2 do dashboard em Power BI, com o propósito de facilitar a monitorização dos desempenhos específicos de cada país constituinte da região alvo.

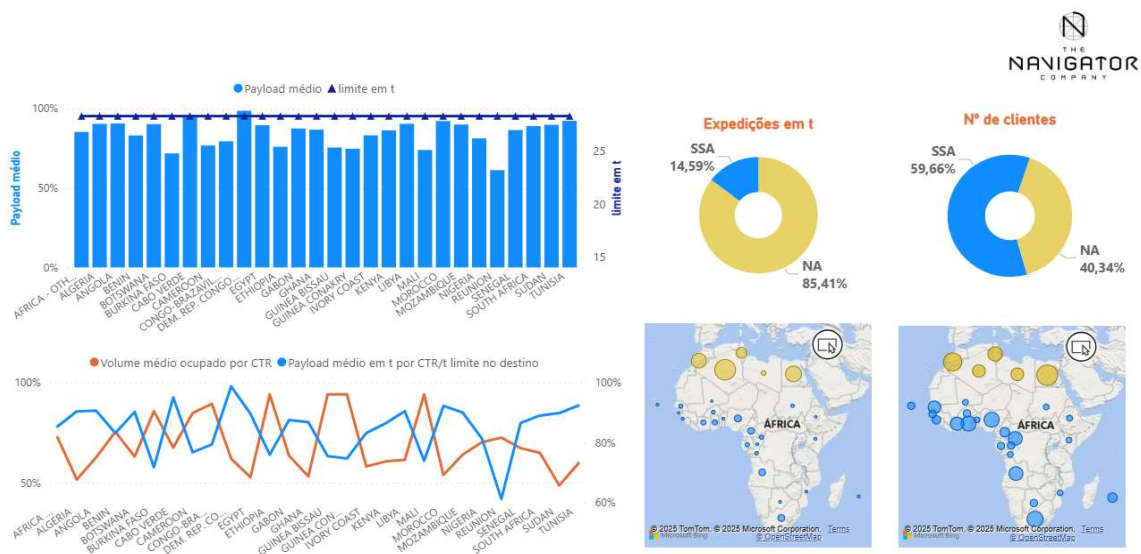


Figura 12. Dashboard - página 2 do report

Fonte: elaboração própria em Power BI com base em dados ERP da NVG

A página 2 do dashboard encontra-se dividida em três secções distintas.

Os gráficos circulares permitem uma leitura imediata acerca do peso das expedições por sub-região e da distribuição do número de clientes em África.

Os *mapas interativos* ilustram a distribuição do número de clientes por país e a respetiva tonelagem importada por cada destino.

Os *gráficos de barras e linhas* apresentam indicadores de desempenho por país, como ocupação média do *payload* e volume, destacando os níveis de eficiência de cada um.

4.2.4 Reflexão e aprendizagem – Ciclo 2 de CI

A Navigator tem uma presença regular em 28 países africanos. O Norte de África, pelo fator de proximidade e os acordos aduaneiros com a União Europeia, conferem à NVG maiores vantagens competitivas face aos concorrentes mais presente nesta geografia, nomeadamente os asiáticos e americanos. Esse facto, levou a NVG a centrar o seu foco nesta região africana particular, nas últimas décadas. Daí, atualmente, cerca de 85% das suas exportações marítimas para África terem destino o norte do continente.

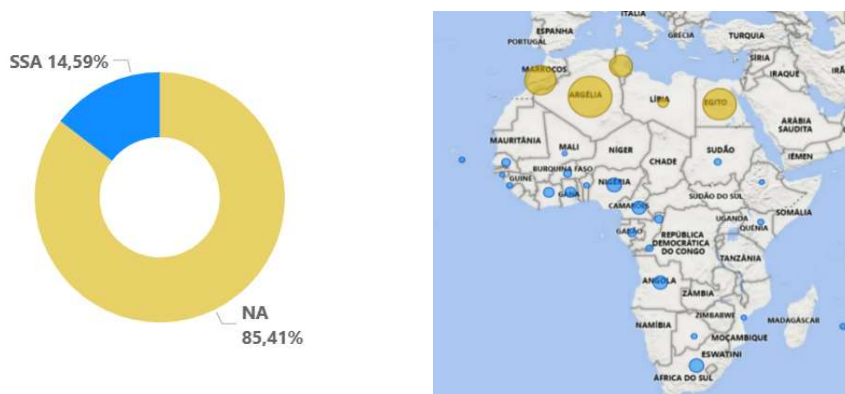


Figura 13. Tonelagem marítima média expedida para África por sub-região entre 2022 e 2024: Norte de África (NA) e África Subsariana (SSA)

Fonte: elaboração própria com base em dados de ERP da NVG

África subsariana, embora sendo a sub-região mais extensa, com maior número de países a importar os produtos da NVG, bem como número de clientes, tem um peso relativo menor no total da tonelagem expedida pela NVG para África.

Fatores como a maior proximidade a produtores de papel asiáticos e sul americanos, bem como a ausência de acordos aduaneiros com a EU, na maioria dos casos, tornam o processo de penetração em África subsariana mais desafiante.

Eficiência Logística no Transporte Marítimo com Otimização de Cargas de Exportação

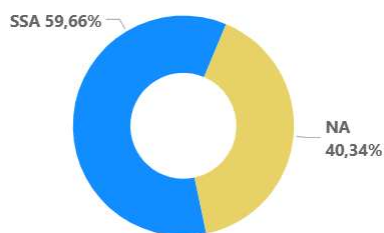


Figura 14. Concentração de cliente por sub-região africana

Fonte: elaboração própria com base em dados de ERP da NVG

Os principais mercados africanos, em termos de tonelagem expedida, encontram-se localizados a norte e a ocidente do continente, estando mais de 75% da tonelagem concentrada em África do Sul, Angola, Argélia, Camarões, Costa do Marfim, Egito, Gana, Marrocos, Nigéria e Tunísia.



Figura 15. Top 10 de países com maior tonelagem importada entre 2022 e 2024

Fonte: elaboração própria com base em dados de ERP da NVG

Quanto aos *payloads* médios por sub-região, o norte de África apresenta uma taxa média de *payload* de 92%, posicionando-se acima da média da região africana (91%). Já a área subsariana, revela ter um desempenho inferior, com taxa média de *payload* de 85%. Conforme se verificará mais adiante, o *mix* de tipos de contentores utilizados nesta última sub-região explicam em grande medida a variação negativa do *payload* face à média do continente.

Análise do *Payload* e do Volume expedido por Destino

As taxas de utilização do *payload* mudam de região para região, conforme Tabela 5, e de país para país. As expedições para África apresentam um *payload* médio de 91%, verificando-se as seguintes variações por país, espelhadas na Figura 16.

De uma forma geral existe uma subutilização do *payload* face à tonelagem permitida em cada destino. A explicação, como se verificará mais adiante, passa por diversas variáveis: densidade do produto, limitações regulamentares no destino ou de infraestrutura e, noutros casos, uma oportunidade de melhoria, ainda não identificada.

Eficiência Logística no Transporte Marítimo com Otimização de Cargas de Exportação

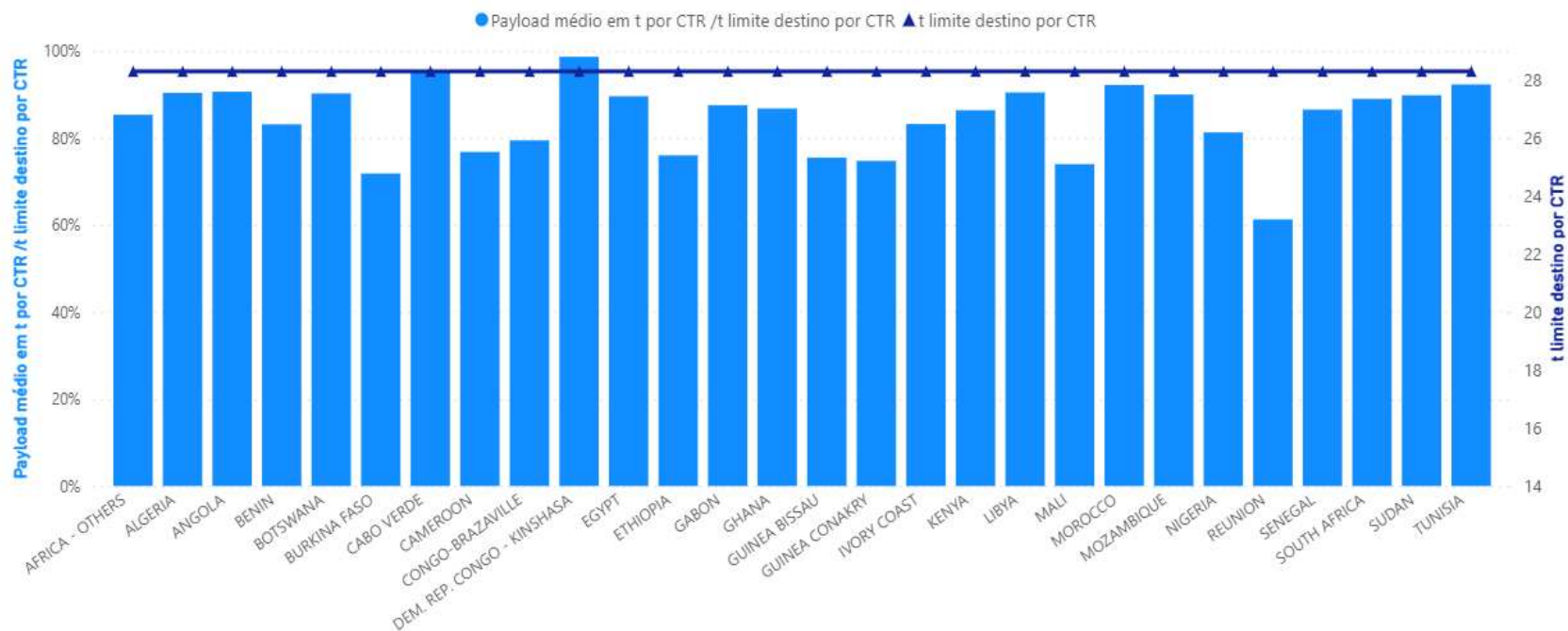


Figura 16. Payload médio utilizado por país versus tonelagem máxima permitida no destino

Fonte: elaboração própria com base em dados de ERP da NVG

Eficiência Logística no Transporte Marítimo com Otimização de Cargas de Exportação

A relação entre *payload* e volume médios utilizados por contentor revela a tendência da diminuição do *payload* médio, à medida que o volume médio sobe. Esta ocorrência explica-se através da análise da tipologia de contentor utilizada em cada destino, como se poderá constatar no *Ciclo 3*.

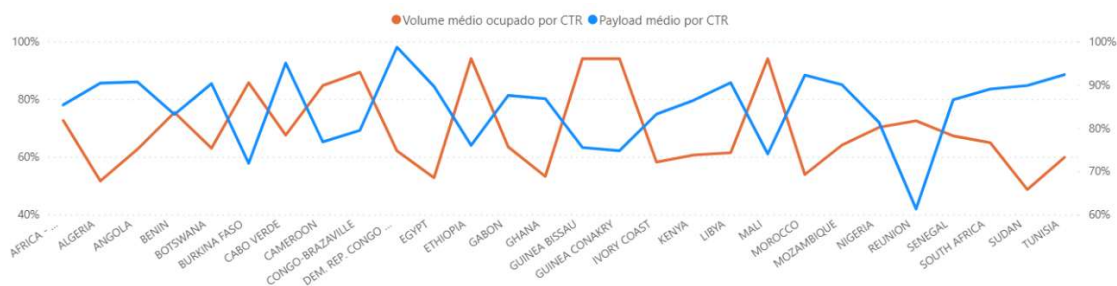


Figura 17. Volume e *payload* médios ocupados por contentor por país africano

Fonte: elaboração própria com base em dados de ERP da NVG

4.2.5 Ciclo 3 – Análise das Unidades de Carga

No seguimento da etapa de reflexão e aprendizagem do *Ciclo 2*, equacionou-se a possibilidade das oscilações nas taxas de *payload* e volume de país para país, serem, em parte, explicadas pelo tipo de contentor utilizado.

Como tal, no *Ciclo 3* procura-se analisar a variação da taxa média de *payload* e volume face à tipologia de contentor utilizada em cada país.

- Criação e definição de indicadores

Criaram-se uma série de indicadores para medição dos *payloads* médios por tipo de contentor expedido em função da região, sub-região e do país de exportação.

Tabela 7. Indicadores desenvolvidos e definidos durante o Ciclo 3

| Indicador | Fórmula | Unidade | Descrição |
|--|---|---------------------------|--|
| $\overline{RTC}_{\text{África},c}$ Rácio por tipo de contentor expedido para África | $\overline{RTC}_{\text{África},c} = \frac{1}{NR_{\text{África},c}} \sum_{i=1}^{NR_{\text{África},c}} \left(\frac{T_{i,c}}{T_{\text{África},c}} \right) \times 100$ | $\forall c \in NC_r$ % | Quantifica a percentagem de expedições para África por tipo de contentor face ao total de t expedidas para o continente africano |

Eficiência Logística no Transporte Marítimo com Otimização de Cargas de Exportação

| Indicador | Fórmula | Unidade | Descrição |
|--|--|---------|---|
| $\overline{RTC}_{sub-região,c}$ Rácio por tipo de contentor expedido por sub-região | $\overline{RTC}_{sub-região,c} = \frac{1}{NR_{r,c}} \sum_{i=1}^{NR_{r,c}} \left(\frac{T_{i,c}}{T_{sub-região,c}} \right) \times 100$ $\forall r \in RC, \forall c \in NC_r$ | % | Indica o percentual de expedições por tipo de contentor e por sub-região face ao total de t expedidas para a sub-região |
| $\overline{RPay}_{p,c}$ Rácio médio <i>payload</i> carregado por tipo de contentor e por país face ao limite de peso no destino | $\overline{RPay}_{p,c} = \frac{1}{NT_{p,c}} \sum_{i=1}^{NT_{p,c}} \left(\frac{\text{Payload bruto por contentor } i}{\text{limite de peso país } p} \right) \times 100$ $\forall p \in NP, \forall c \in NC_p$ | % | Representa o <i>payload</i> médio utilizado por tipologia de contentor tendo em conta o limite de peso no destino |
| $\overline{RVol}_{p,c}$ Rácio médio de volume carregado por tipo de contentor e país | $\overline{RVol}_{p,c} = \frac{1}{NT_{p,c}} \sum_{i=1}^{NT_{p,c}} \left(\frac{\text{Volume ocupado em (m}^3\text{) por contentor } i}{\text{capacidade de volume do contentor } c} \right) \times 100$ $\forall p \in NP, \forall c \in NC_p$ | % | Apresenta o volume médio expedido por tipo de contentor e destino |

Fonte: elaboração própria com base em dados de ERP da NVG.

• **Intervenção – Dashboard Unidades de Carga**

À semelhança dos ciclos anteriores, procedeu-se à elaboração de uma nova página do *report* em *Power BI* para monitorização dos indicadores definidos no ciclo 3.

A estrutura encontra-se segmentada em três partes:

- à esquerda, três *gráficos circulares* exibem a distribuição do uso de contentores tipo 20' e 40' em África, como um todo, no Norte de África e em África Subsariana;
- no topo, os *cards* destacam o nível médio de ocupação de *payload* e volume, permitindo uma leitura geral rápida;
- os *gráficos*, no centro, fornecem dados acerca das ocupações de *payload* e volume por país, em função da tipologia de contentor expedida.

Eficiência Logística no Transporte Marítimo com Otimização de Cargas de Exportação

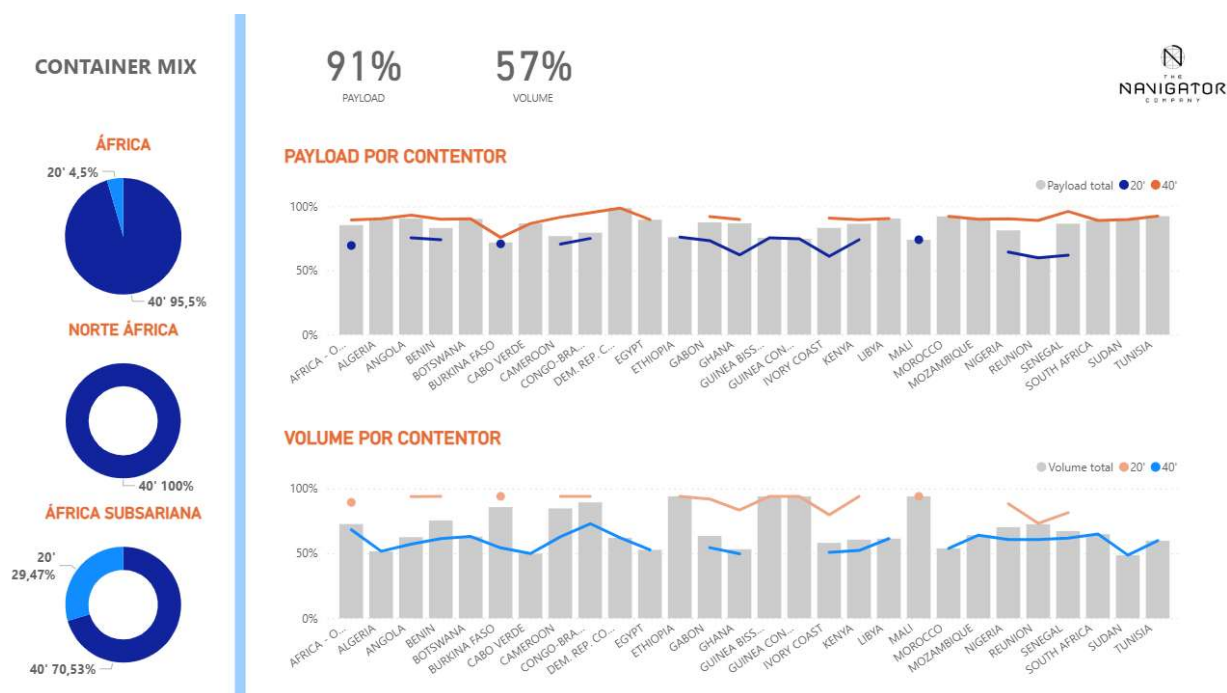


Figura 18. Dashboard - página 3 do report

Fonte: elaboração própria em Power BI com base em dados ERP da NVG

Cerca de 95% do total de contentores expedidos para África são do tipo 40', sendo os restantes do tipo 20'. Importa realçar que, na sub-região norte (NA), apenas são utilizados contentores do tipo 40'. Já a região subsaariana (SSA) apresenta uma taxa de utilização de contentores do tipo 20' que ronda os 30%, Figura 18.

O uso de contentores do tipo 20', em determinados países de África Subsariana, está associado a limitações regulamentares e restrições ligadas às infraestruturas utilizadas por cada cliente, nomeadamente as estradas e acessos a armazéns que não permitem a entrega de outro tipo de contentor.

Eficiência Logística no Transporte Marítimo com Otimização de Cargas de Exportação

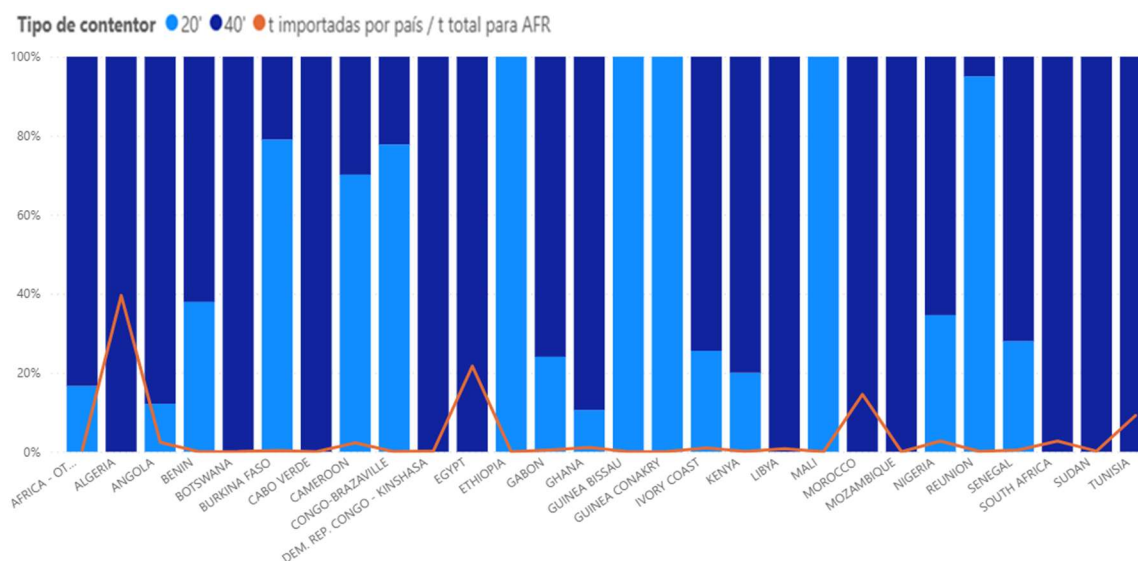


Figura 19. Taxa de contentores importados por país por tipologia 20' ou 40'

Fonte: elaboração própria com base em dados de ERP da NVG

Por outro lado, o *payload* e volumes médios variam em função do tipo de contentor utilizado conforme se verifica na Figura 20 e Figura 21. Os *payloads* médios utilizados tendem a ser maiores nos países que importam exclusivamente contentores do tipo 40' e menores nos países que importam apenas contentores tipo 20'.

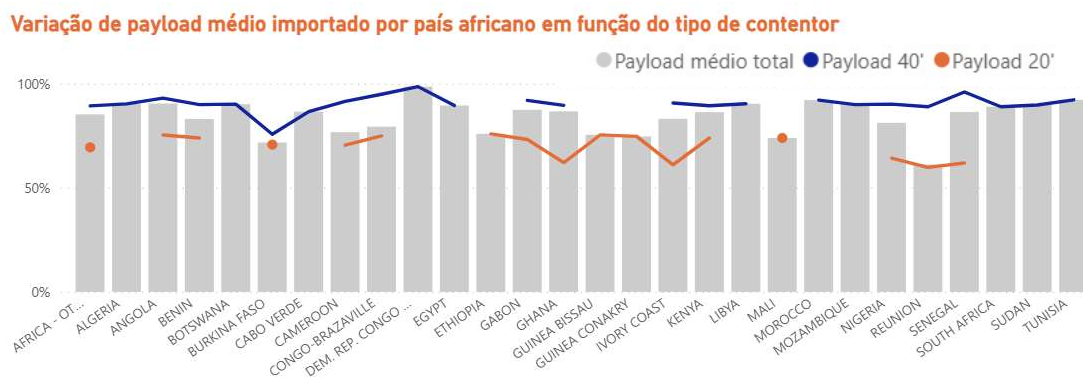


Figura 20. Payload médio total utilizado por país versus payload médio utilizado por tipo de contentor

Fonte: elaboração própria com base em dados de ERP da NVG

Nos países onde se utilizam ambas tipologias de contentores, constata-se que o *payload* médio dos contentores tipo 40' é superior ao *payload* médio total expedido para esse país, como é o caso do Gabão na Figura 20. Inversamente, o *payload* médio dos contentores do tipo 20' carregados para o Gabão, revela ser inferior ao *payload* médio total expedido.

No que se refere à variação do volume, os países que importam apenas contentores do tipo 20' têm taxas de utilização de volume superior aos países que importam exclusivamente contentores do tipo 40' conforme Figura 21.

Quanto aos países para os quais são expedidos tanto contentores do tipo 40' como 20', o volume médio expedido por contentor do tipo 20' é superior ao volume médio total expedido por país (i.e., Gabão – Figura 21). Em contrapartida, o volume médio expedido em contentor do tipo 40' é tendencialmente inferior ao volume médio total carregado por país.

Variação de volume médio importado por país africano em função do tipo de contentor

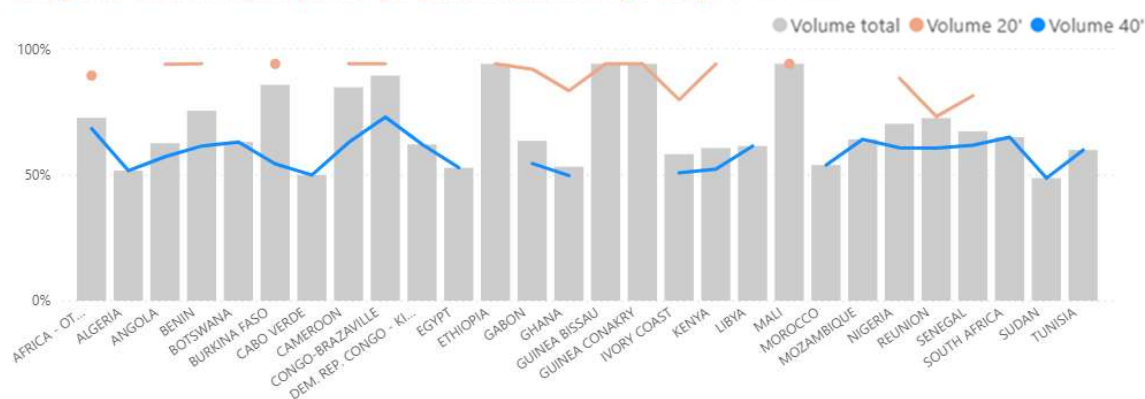


Figura 21. Volume médio total utilizado por país versus volume médio utilizado por tipo de contentor

Fonte: elaboração própria com base em dados de ERP da NVG

4.2.6 Reflexão e aprendizagem – Ciclo 3 de CI

As variações do *payload* e volume estão associadas à tipologia de contentor utilizada, mais em concreto às dimensões do contentor, que impactam o volume máximo transportável, e o *payload* máximo carregável, conforme informação constante no *Apêndice C*.

Utilizando a título de exemplo os valores da linha de navegação MAERSK, o *payload* máximo transportável num contentor do tipo 40HC (40') é 1,5% superior ao peso transportável num de 20DC (20'). Contudo, em termos de volume carregável, o contentor

tipo 40HC (40') permite incremento de 130% quando comparado ao volume máximo carregável em contentor do tipo 20DC (20').

Tabela 8. Payload e volume máximo linha de navegação Maersk

| Tipo Contentor | Payload (t) | Volume (m ³) |
|----------------|-------------|--------------------------|
| 40HC (40') | 28,62 | 76 |
| 20DC (20') | 28,20 | 33 |

Fonte: Elaboração própria conforme Apêndice C

Posto isto, conclui-se, neste contexto, que a melhoria da taxa de *payload* das expedições em contentor de tipo 20' está limitada pelo volume máximo carregável. No que concerne aos contentores do tipo 40', o volume máximo do contentor não constitui uma limitação à utilização ótima do *payload* máximo do contentor.

O contentor do tipo 40' revela ser a opção que confere mais flexibilidade ao exportador, devendo ser selecionado preferencialmente, quando todas as condições se encontram reunidas. Não obstante, a utilização do contentor tipo 20', em circunstâncias onde existem limitações ou restrições no destino, mostra-se indispensável para viabilizar as transações comerciais.

4.2.7 Ciclo 4 – Análise de Impacto do Produto

Neste ciclo, pretende-se compreender em que medida o formato do produto influencia as taxas de *payload* dos contentores e propor cenários futuros que permitam ganhos de eficiência no processo de carregamento dos contentores.

Na área de negócio dos papéis para impressão e escrita, foco deste projeto, a Navigator produz e comercializa três tipos de formatos, *cut-size*, *folio* e bobine, conforme descrito no capítulo 3.2.

Cingindo a análise aos contentores *monoproduto*, que representam 91% da tonelagem expedida para África, procurou-se analisar a variação do *payload* em função do tipo de formato de papel e da tipologia de contentor expedida.

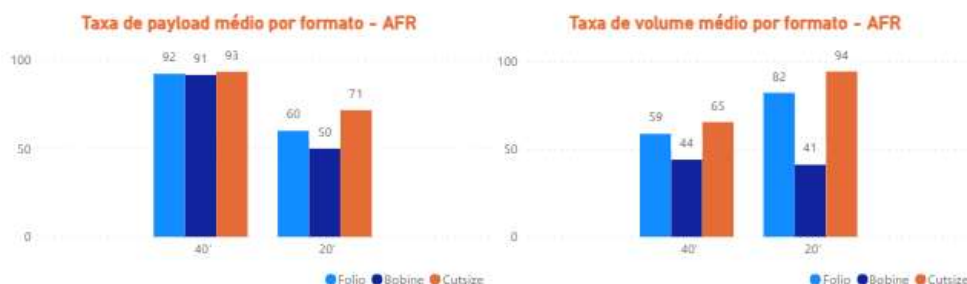


Figura 22. Payload e volume médio em % por formato e tipo de contentor monoproduto expedido para África entre 2022 e 2024

Fonte: elaboração própria com base em dados de ERP da NVG

A Figura 22 evidencia que a variação da taxa de *payload*, em função do formato de papel expedido, revela ser notória quando utilizados contentores do tipo 20'. De facto, a amplitude de variação de *payload* entre formatos, em contentor tipo 20', é cerca de 21%. Sendo que o formato *cut-size* é carregado sem paletes, apresenta a melhor taxa de ocupação de volume e *payload* dos três formatos.

Quanto às expedições em contentor do tipo 40', não se verificam oscilações relevantes na taxa de *payload* em função do formato carregado. Conclui-se ainda que, não havendo restrições de peso no destino, o que se verifica na região de África, existe margem para melhorar tanto a taxa de volume como de *payload* médios para os 3 formatos.

Terminada a análise geral da variação das taxas de *payload* e de volume por destino, tipologia de contentor e formato de papel, proceder-se-á de seguida à descrição e ilustração do carregamento, tal como é realizado à data, dos principais produtos expedidos em contentor *monoproduto* para as sub-regiões africanas. Após identificação e avaliação das oportunidades de melhoria nos processos atuais, segue-se a fase de intervenção, com a apresentação de propostas para os cenários futuros.

- **Definição de pressupostos de análise e criação de *layouts* representativos dos estados atuais**

Os processos atuais, bem como os que serão propostos posteriormente, foram descritos, dimensionados e apresentados com recurso a programas de software, designados *solvers*,

desenhados para resolver problemas combinatórios de carregamento de contentores (CLP). Estabeleceu-se um conjunto de pressupostos para servir de base à análise da situação atual (*As-Is*) e à formulação de cenários futuros, garantindo alinhamento com a realidade da NVG.

- Existem 639 *stock keeping units* (SKU) comercializados em África pela NVG, sendo 60% dos SKU carregados sobre paletes. Existe um leque de 50 códigos de paletes distintas. 40% dos SKU são do formato bobine, carregados sem palete, apresentando um dos seguintes diâmetros: 1000, 1200 ou 1400mm.
- As paletes de madeira medem em altura até 190mm.
- As diferenças entre SKU poderão cingir-se ao nº de folhas ou resmas colocadas sobre a palete. Contudo, noutros casos, os SKU apresentam qualidade de papel, gramagem, espessura, formato, marca e código de palete distintos. Na impossibilidade de ilustrar, neste relatório, a contentorização de todos os SKU expedidos, selecionou-se aqueles com maior representatividade por formato em cada sub-região africana.
- A seleção da tipologia de palete associada a cada SKU resulta de um estudo prévio de viabilidade, efetuado pela equipa de Gestão de Produto, no qual se avalia o grau de eficiência e a maximização do espaço útil na palete, tendo sempre como referência as dimensões do produto a acomodar. Adicionalmente, é considerada a compatibilidade da palete com os diferentes tipos de transporte utilizados, garantindo assim que a solução adotada otimiza não só o acondicionamento na palete, mas também o desempenho logístico global. Por estes motivos, a grande maioria dos cenários futuros propostos mantêm a tipologia de palete inicial, validada previamente pela equipa técnica.
- Considerou-se a utilização de paletes de cartão, que seriam mais leves e, do ponto de vista ambiental, mais sustentáveis. O tema foi discutido com a equipa de Gestão de Materiais e Embalagem. Contudo, os desenvolvimentos realizados até à data, não permitem ainda viabilizar o uso industrial destas paletes, pelo facto de não terem superado o teste de robustez em ambiente industrial, mais concretamente o seu manuseamento por *AGV Automated Guided Vehicle*. Como tal, a equipa de

desenvolvimento dará continuidade ao projeto. Consequentemente, os futuros cenários preveem a utilização de paletes de madeira, à semelhança do processo atual.

- Na Tabela 9 estão identificados e caracterizados os tipos de unidades mais expedidos para a região africana, que, no seu conjunto, representam 57% da tonelagem exportada para África pela NVG.

Tabela 9. Tipologias de unidades mais utilizados por formato em cada sub-região africana

| Sub-região | Formato | Código Pallet | Dimensões | | | | Peso palete madeira (kgs) | nº máximo de unidades carregáveis por 40' | nº máximo de unidades carregáveis por 20' | Peso gross unidade (kgs) |
|------------|---------|---------------|------------------|--------------|-------------|---------------|---------------------------|---|---|--------------------------|
| | | | Comprimento (mm) | Largura (mm) | Altura (mm) | Diâmetro (mm) | | | | |
| NA | Cutsite | G39P | 1100 | 950 | 910 | — | 18 | 48 | 24 | 541 |
| NA | Folho | S5P | 880 | 630 | 1113 | — | 11 | 92 | 40 | 387 |
| NA e SSA | Bobine | — | — | — | 850 | 1200 | — | 36 | 16 | 786 |
| SSA | Cutsite | G39P | 1100 | 950 | 910 | — | 18 | 48 | 24 | 541 |
| SSA | Folho | S13 | 940 | 660 | 1085 | — | 11 | 86 | 40 | 431 |

Fonte: elaboração própria com base em dados de ERP da NVG

- Sendo que o mesmo tipo de palete poderá transportar resmas ou caixas com diferentes dimensões, gramagens, nº de folhas e, portanto, alturas, elegeu-se o produto mais carregado sobre cada tipo de palete para descrever o estado atual e apresentar propostas para cenários futuros.
- Sublinha-se igualmente que de acordo com as especificações técnicas dos produtos da NVG, a espessura do papel pode variar +/- 3,7% e a gramagem pode oscilar +/- 4%. Não obstante as variações negativas, previstas nas especificações técnicas dos produtos, tendencialmente, as variações são positivas.
- Como a variação na espessura do papel faz oscilar a altura da palete e a oscilação da gramagem por m² impacta o peso da palete, frequentemente se verifica a existência de paletes com alturas e pesos superiores aos constantes da descrição dos SKU (Tabela 9). De modo a evitar produção de unidades que não pudessem ser na prática carregadas em contentor, devido às oscilações entre pesos e alturas teóricas, constantes neste relatório, e peso e altura reais das paletes, os cenários futuros foram dimensionados para obter, no máximo, taxas de *payload* até 98%.
- No que se refere à definição da altura máxima das paletes, considerou-se em conjunto com a equipa de Expedição de Armazém, que duas paletes sobrepostas,

do mesmo SKU, poderiam medir até 2520mm quando carregadas em equipamento tipo 40HC (40') e 2217mm quando consolidadas em contentor tipo 20DC (20'). O racional utilizado para definição da altura máxima da sobreposição das paletes foi a altura das portas dos contentores da MAERSK, os mais limitativos de todas as linhas de navegação, menos 57mm de folga.

- Quanto ao aumento da utilização de contentores do tipo 40HC, não existem limitações impactantes no seu aprovisionamento.
- Do ponto de vista de peso máximo permitido no destino, não existem restrições na região africana conforme *Apêndice C*. Portanto, a limitação de peso é igual ao *payload* máximo do tipo de contentor considerado nos cenários futuros.
- Quanto a limitações de cliente e ou de infraestrutura que possam inviabilizar o aumento da altura ou peso das paletes, não se verificam.
- As alterações previstas nos cenários futuros, nomeadamente o aumento da altura e do peso da paleta, não constituem constrangimento adicional de mobilização interna, uma vez que a generalidade dos equipamentos utilizados pela NVG suporta o aumento da altura da unidade de carga, bem como o acréscimo de peso causado pelas novas configurações.
- Do ponto de vista do custo logístico, independente do tipo de contentor utilizado e das taxas de *payload* geradas, os aumentos nos custos logísticos repercutem-se no preço de venda estipulado ao importador.

Terminada a identificação dos pressupostos, procede-se à descrição e ilustração do *layout* atual de cada formato de papel por tipologia de contentor expedida.

➤ Estado atual 1 - *Cut-size* sem paleta em contentor tipo 20DC

Na Figura 23, ilustra-se o *layout* de um contentor tipo 20' consolidado com 1620 caixas de *cut-size* 80g/m², 5 resmas A4 por caixa, com as dimensões 309 x 226 x 276mm.

Devido à limitação de volume disponível, 33m³, são expedíveis somente 20,2t face ao *payload* máximo, 28,2t, do contentor tipo 20'. Este *layout* apresenta taxa de utilização de *payload* 71% e taxa de ocupação de volume de 94%.

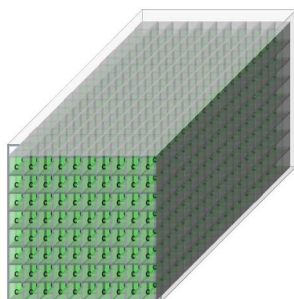


Figura 23. Estado atual 1 – layout contendor tipo 20DC com cut-size sem paleta

Fonte: Elaboração própria com recurso a CLP Spreadsheet Solver V1.62

Esta solução foi criada pela equipa de Gestão de Produto para dar resposta às solicitações de clientes que importam *cut-size* e que somente podem rececionar contentores tipo 20'. A eliminação do suporte de transporte, a paleta, permite um cenário ótimo do ponto de vista de maximização do *payload* do contendor, sendo amplamente valorizada pelos clientes africanos da NVG.

O processo de carregamento do contendor ocorre nas instalações de um prestador de serviço externo, que após expedição das paletes das instalações fabris da NVG e receção das mesmas, procede ao desempacotamento das paletes e carregamento do contendor caixa a caixa. Não obstante, o estado atual, ainda que maximizado do ponto de vista de ocupação do *payload*, revela-se oneroso em termos de custo, tempo de carregamento e *total lead time* de entrega ao cliente.

➤ Estado atual 2 - *Folio* sobre paleta tipo S13 em contendor tipo 20DC

No caso do *folio*, a utilização de paletes é essencial para proteger o produto. A Figura 24 ilustra o carregamento de um contendor tipo 20' com *folio*. Selecionou-se a paleta de *folio*, mais expedida para África, em contendor tipo 20', cujas dimensões são 940 x 660 x 1085mm. Esta tipologia de paleta, S13, representa cerca de 56% das exportações *monoproducto* de *folio* em contendor tipo 20' para África. Habitualmente, a paleta S13 transporta resmas de *folio* com as características que se apresentam na Tabela 10, tendo sido estas as consideradas para ilustrar o estado do *layout* atual.

Eficiência Logística no Transporte Marítimo com Otimização de Cargas de Exportação

Tabela 10. Características da resma de folio mais carregada em palete S13 em contentor tipo 20DC

| Dimensão folha L x C (mm) | g/m ² | nº folhas resma | Dimensões resma C x L x A (mm) | Peso resma (kgs) |
|------------------------------|------------------|--------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 660 x 940 | 70 | 500 | 940 x 660 x 47 | 20,8 |

Fonte: elaboração própria com base em dados de ERP da NVG

Tabela 11. Estado atual 2 - paletização e contentorização do produto folio na Tabela 10

| Paleta S13 | | | Contentor tipo 2DC (20') | | | | | | |
|-----------------------------|----------------------------------|---------------|-----------------------------------|---------------------------|-------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|----------------------|-------------------|
| Dimensões C x L x A (mm) | nº de resmas por paleta | Peso (kgs) | nº de paletes no estrado | Total nº de paletes | Total peso gross (t) | Payload máximo (t) | Volume máximo (m ³) | Payload utilizado | Volume ocupado |
| 940 x 660 x 1085 | 20 | 431 | 20 | 40 | 17,2 | 28,2 | 33 | 61% | 82% |

Fonte: elaboração própria com base em dados de ERP da NVG

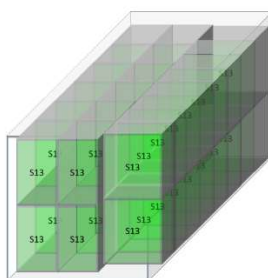


Figura 24. Estado atual 2 - layout contentor tipo 20DC com produto folio, sobre paleta S13

Fonte: Elaboração própria com recurso ao solver CLP Spreadsheet Solver V1.62

Para esta tipologia de papel é possível carregar 40 paletes com um total de 17,2t, isto é, *payload* de 61%, e uma ocupação de volume de 82%.

A diferença entre a altura máxima sobreponível (2217mm) e as duas paletes sobrepostas é suficiente para adicionar 1 resma, por unidade, numa das camadas de paletes.

➤ **Estado atual 3 – Bobine sem paleta em contentor tipo 20DC**

O formato bobine é maioritariamente carregado sem paleta. Devido à sua forma cilíndrica, são o formato com a pior taxa de aproveitamento de *payload* e volume, independentemente do tipo de contentor carregado conforme constatado anteriormente na Figura 22.

Eficiência Logística no Transporte Marítimo com Otimização de Cargas de Exportação

As dimensões da bobine mais expedida pela NVG para África constam da Tabela 9. As expedições deste tipo de bobine representam 26% do total de unidades expedidas deste formato e 12,5% da tonelagem total expedida para África.

Tabela 12. Estado atual 3- contentorização de produto bobine sem palete em contentor tipo 20DC

| Bobine | | | Contentor tipo 20 DC (20') | | | | | | |
|----------------------------------|------------------|-------------------|----------------------------|---------------------|----------------------|--------------------|---------------------------------|-------------------|----------------|
| Dimensões altura x diâmetro (mm) | g/m ² | Peso bobine (kgs) | nº de bobines no estrado | Total nº de bobines | Total peso gross (t) | Payload máximo (t) | Volume máximo (m ³) | Payload utilizado | Volume ocupado |
| 850 x 1200 | 80 | 786 | 8 | 16 | 12,6 | 28,2 | 33 | 45% | 47% |

Fonte: elaboração própria com base em dados de ERP da NVG

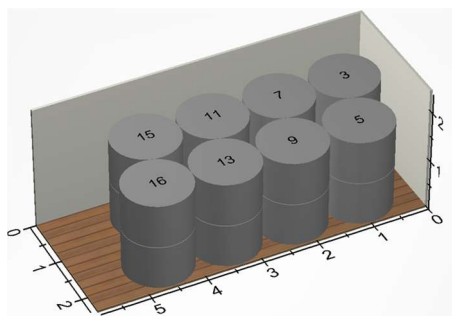


Figura 25. Estado atual 3 – layout contentor tipo 20DC com o produto bobine sem palete

Fonte: elaboração própria com recurso a ORTEC Load Building V 6.0.0.20063

A Figura 25 evidencia a impossibilidade de se adicionar mais bobines ao estrado do contentor e de se sobrepor uma terceira camada de bobines.

Apesar das reduzidas taxas de *payload* e de ocupação de volume, mantendo-se a consolidação em contentor tipo 20', não serão implementáveis melhorias, devido às dimensões do próprio produto, que não são alteráveis.

➤ **Estado atual 4 - Cut-size sobre palete tipo G39P em contentor tipo 40 HC**

As dimensões do *cut-size* mais vendido pela Navigator, o A4, encontram-se identificadas na Tabela 13. Com base nas expedições de *cut-size* A4 80g/m², carregado sobre palete G39P, em contentor tipo 40HC, efetuou a análise do estado atual.

Eficiência Logística no Transporte Marítimo com Otimização de Cargas de Exportação

Tabela 13. Características da caixa de papel cut-size mais carregada em palete G39P

| Dimensão folha L x C | g/m ² | nº folhas resma | nº resmas caixa | Dimensões caixa C x L x A (mm) | Peso caixa (kgs) |
|-------------------------|------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 210 x 297 (A4) | 80 | 500 | 5 | 309 x 226 x 276 | 12,47 |

Fonte: elaboração própria com base em dados de ERP da NVG

Tabela 14. Estado atual 4 - paletização e contentorização do produto cut-size na Tabela 13

| Palete G39P | | | | Contentor tipo 40HC (40') | | | | | | |
|-----------------------------|----------------------------------|-----------------|---------------|-----------------------------------|---------------------------|-------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|----------------------|-------------------|
| Dimensões C x L x A (mm) | nº de caixas por camada | Total caixas | Peso (kgs) | nº de paletes no estrado | Total nº de paletes | Total peso gross (t) | Payload máximo (t) | Volume máximo (m ³) | Payload utilizado | Volume ocupado |
| 1100 x 950 x 910 | 14 | 42 | 541 | 24 | 48 | 25,98 | 28,6 | 76 | 91% | 60% |

Fonte: elaboração própria com base em dados de ERP da NVG

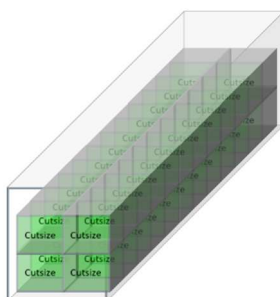


Figura 26. Estado atual 4 - layout contentor tipo 40 HC com produto cut-size sobre palete G39P

Fonte: elaboração própria com recurso ao CLP Spreadsheet Solver V 1.62

A análise dos dados da Tabela 14 e da Figura 26 permitem verificar que existe um subaproveitamento da utilização do *payload* e volume por contentor de 40 HC.

➤ **Estado atual 5 - Folio sobre palete tipo S5P em contentor tipo 40 HC**

A palete mais utilizada para transportar *folio* em contentor tipo 40HC tem a referência S5P. Esta palete representa 22% das exportações totais de *folio* carregado em contentores tipo 40HC para África.

Como tal, utilizou-se a palete tipo S5P, carregada com o produto *folio* mais expedido em contentor tipo 40HC (Tabela 15), para analisar o estado atual do *layout* de carga.

Eficiência Logística no Transporte Marítimo com Otimização de Cargas de Exportação

Tabela 15. Características da resma de folio mais carregada em palete S5P em contentor tipo 40HC

| Dimensão folha L x C (mm) | g/m ² | nº folhas resma | Dimensões resma C x L x A (mm) | Peso resma (kgs) |
|------------------------------|------------------|--------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 600 x 845 | 80 | 500 | 845 x 600 x 54 | 20,67 |

Fonte: elaboração própria com base em dados de ERP da NVG

Tabela 16. Estado atual 5 - paletização e contentorização do produto folio constante na Tabela 15

| Palete S5P | | | Contentor tipo 40HC (40') | | | | | | |
|-----------------------------|----------------------------------|---------------|-----------------------------------|---------------------------|-------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|----------------------|-------------------|
| Dimensões C x L x A (mm) | nº de resmas por paleta | Peso (kgs) | nº de paletes no estrado | Total nº de paletes | Total peso gross (t) | Payload máximo (t) | Volume máximo (m ³) | Payload utilizado | Volume ocupado |
| 880 x 630 x 1113 | 18 | 387 | 39 | 67 | 25,9 | 28,6 | 76 | 91% | 54% |

Fonte: elaboração própria com base em dados de ERP da NVG

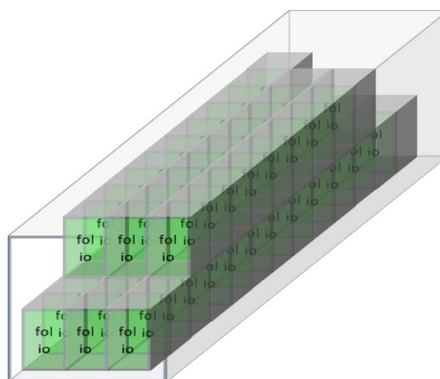


Figura 27 Estado atual 5 - layout contentor tipo 40 HC com produto folio sobre paleta S5P

Fonte: elaboração própria com recurso ao CLP Spreadsheet Solver V 1.62

Atualmente são carregadas 67 paletes S5P e 25,9t de mercadoria por contentor tipo 40HC, gerando uma taxa de *payload* de 91% e uma ocupação de volume de 54%, revelando deste modo uma oportunidade de melhoria por explorar.

➤ **Estado atual 6 – Bobine sem paleta em contentor tipo 40HC**

A tabela e *layout* que se seguem caracterizam e ilustram o modo como atualmente se encontra carregado em contentor tipo 40HC o produto bobine mais comercializado em África.

Eficiência Logística no Transporte Marítimo com Otimização de Cargas de Exportação

Tabela 17. Estado atual 6 - contentorização de produto bobine sem palete em contentor tipo 40 HC

| Bobine | | | Contentor tipo 40 HC (40') | | | | | | |
|----------------------------------|------------------|-------------------|----------------------------|---------------------|----------------------|--------------------|---------------------------------|-------------------|----------------|
| Dimensões altura x diâmetro (mm) | g/m ² | Peso bobine (kgs) | nº de bobines no estrado | Total nº de bobines | Total peso gross (t) | Payload máximo (t) | Volume máximo (m ³) | Payload utilizado | Volume ocupado |
| 850 x 1200 | 80 | 786 | 18 | 32 | 25,15 | 28,6 | 76 | 88% | 41% |

Fonte: elaboração própria com base em dados de ERP da NVG

O estudo da tabela e do *layout* permitem afirmar que ainda existem ganhos de eficiência por explorar no carregamento do contentor tipo 40 HC.



Figura 28. Estado atual 6 – layout contentor tipo 40 HC com o produto bobine sem palete

Fonte: elaboração própria com recurso a ORTEC Load Building V 6.0.0.20063

Concluída a fase de descrição e ilustração dos processos atuais, bem como a análise das mesmas, seguir-se-á a fase de intervenção onde se apresentarão propostas de melhoria com vista à obtenção de ganhos de eficiência no processo de carregamento dos contentores.

- **Intervenção – elaboração de proposta para futuros cenários**

Com base nos pressupostos identificados anteriormente e na análise de cada estado atual, serão apresentadas sugestões de melhoria, com novos *layouts* de carga, visando a maximização das taxas de *payload*.

Identifica-se, também, para cada cenário futuro, a variação esperada no custo de transporte, face ao estado atual.

As soluções apresentadas implicam, nalguns cenários, modificações à altura das paletes, alteração do número unidades carregadas por contentor e utilização de diferente tipologia de contentor e palete.

➤ **Cenário futuro 1 - Cut-size sobre palete tipo G39P em contentor tipo 40HC**

No *Cenário Futuro 1*, identificado com a letra b), avança-se com uma proposta que permite melhorar as taxas de *payload* do formato *cut-size* sobre palete G39P, descrito no *Estado Atual 4*, representado pela referência a.1). Esta solução, é igualmente implementável como proposta de melhoria ao *Estado Atual 1*, referente à contentorização de *cut-size* sem paletes, sempre que seja viável a utilização de equipamento tipo 40HC.

Constata-se que existe, no estado atual a.1), um subaproveitamento de 700mm entre a altura máxima sobreponível em contentor tipo 40HC (2520mm) e as duas paletes sobrepostas (1820mm).

Tabela 18. Contentorização e paletização de *cut-size* sobre G39P - estado atual a.1) versus cenário futuro b) em contentor tipo 40HC

| Estado | Palete G39P | | | Contentor tipo 40HC (40') | | | | | | |
|------------|-----------------------------|----------------------------|--------------|--------------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------------|----------------------|-------------------|
| | Dimensões C x L x A (mm) | nº de caixas por camada | Total caixas | nº de paletes no estrado | Total nº de paletes | Total peso gross (t) | Payload máximo (t) | Volume máximo (m3) | Payload utilizado | Volume ocupado |
| Atual a.1) | 1100 x 950 x 910 | 14 | 42 | 24 | 48 | 25,98 | 28,6 | 76 | 91% | 60% |
| Futuro b) | 1100 x 950 x 1214 | 14 | 56 | 24 | 39 | 28,08 | 28,6 | 76 | 98% | 65% |

Fonte: elaboração própria com base em dados de ERP da NVG

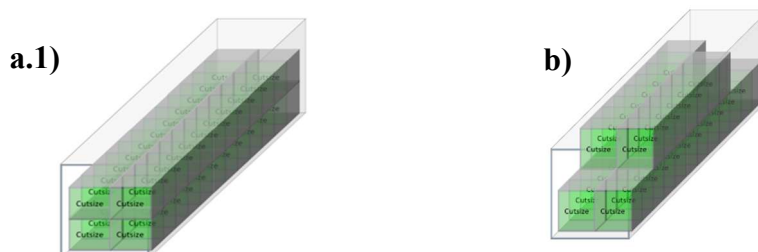


Figura 29. Layout estado atual a.1) versus futuro cenário b)

Fonte: elaboração própria com recurso ao CLP Spreadsheet Solver V 1.62

Com o estado futuro b), propõe-se a adição de uma 4ª camada de caixas por palete, e a redução do número de paletes carregadas para 39 unidades. Esta solução permite melhorar o *payload* em 7,6%, gerando uma taxa de *payload* de 98%. Paralelamente, estima-se um decréscimo de 19% no tempo de carregamento do contentor, pois serão carregadas menos 9 paletes face ao estado atual a.1), e uma redução de 8,1% dos custos de transporte por tonelada, uma vez que o estado futuro b) prevê a consolidação de 2,1t adicionais relativamente ao estado atual a.1).

➤ **Cenário futuro 2 - Folio sobre palete tipo S13 em contentor tipo 40HC e 20DC**

No *Cenário Futuro 2*, através das propostas c.1) e c.2), pretende-se apresentar uma solução que permita aumentar as taxas de *payload* do *Estado Atual 2*, identificado com a referência a.2).

A análise da Figura 30 a.2), revela que não existe espaço disponível no estrado do contentor para adicionar mais paletes. A altura de cada resma é 47mm. Portanto, o incremento do número de resmas por unidade, é viável apenas numa das camadas das paletes, devido à altura máxima sobreponível em contentor tipo 20DC (2217mm).

Tabela 19. Contentorização e paletização de folio sobre S13 - estado atual a.2) em contentor tipo 20DC versus cenário futuro b.1) em contentor tipo 20DC e cenário futuro b.2) em contentor tipo 40HC

| Estado | Palete S13 | | | Contentor tipo 20 DC (20') | | | | | | |
|-------------|-----------------------------|-------------------------------|------------|--------------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------------|----------------------|-------------------|
| | Dimensões C x L x A (mm) | nº de resmas por paleta | Peso (kgs) | nº de paletes no estrado | Total nº de paletes | Total peso gross (t) | Payload máximo (t) | Volume máximo (m³) | Payload utilizado | Volume ocupado |
| Atual a.2) | 940 x 660 x 1085 | 20 | 431 | 20 | 40 | 17,2 | 28,2 | 33 | 61% | 82% |
| Futuro c.1) | 940 x 660 x 1085 | 20 | 431 | 20 | 20 | 17,7 | 28,2 | 33 | 63% | 83% |
| | 940 x 660 x 1132 | 21 | 452 | | 20 | | | | | |
| Futuro c.2) | 940 x 660 x 1226 | 23 | 493 | 43 | 57 | 28,1 | 28,6 | 76 | 98% | 57% |

Fonte: elaboração própria com base em dados de ERP da NVG

A Figura 30 c.1) ilustra a primeira solução apresentada, na qual se mantém a tipologia de contentor, aumentando uma resma de *folio* a todas as paletes na base do contentor. Esta alteração permite aumentar o *payload* utilizado em 3,2% e reduzir em 3% o custo de transporte por tonelada.

No estado futuro c.2) altera-se, face ao estado atual a.2), a tipologia de contentor para 40HC e adiciona-se 3 resmas de *folio* a cada paleta. Quanto ao número de paletes carregadas por contentor, ainda que seja fisicamente possível carregar 86 paletes S13 em cada contentor tipo 40 HC, por limitações de *payload* (28,6t), apenas se considera 57 paletes conforme Figura 30 c.2).

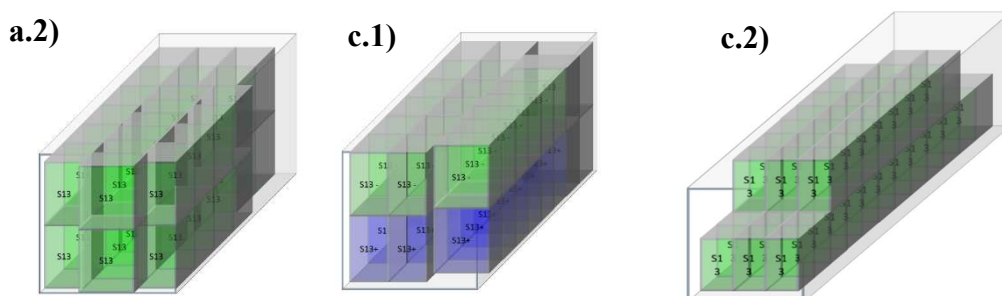


Figura 30. Layout estado atual a.2) com contentor 20DC versus cenário futuro c.1) com contentor tipo 20DC e cenário futuro c.2) em contentor tipo 40HC

Fonte: elaboração própria com recurso a CLP Spreadsheet Solver V 1.62

O estado futuro c.2) possibilita a obtenção de uma taxa de *payload* de 98%. Do ponto de vista do custo logístico, esta proposta será a mais vantajosa uma vez que permitirá uma redução de custo de transporte por tonelada em 21%. Ainda assim, nos cenários em que seja obrigatório a utilização de contentor tipo 20', o cenário futuro c.1) apresenta-se como alternativa maximizada e mais eficiente comparativamente ao estado atual a.2).

➤ Cenário futuro 3 - Bobine sem palete em contentor tipo 40HC

O *Cenário Futuro 3*, representado abaixo com a letra d), propõe um novo *layout* de carga que permite melhorar as taxas de ocupação de *payload* do *Estado Atual 6*, identificado com a referência a.3).

Esta solução, mostra-se igualmente implementável como proposta de melhoria ao *Estado Atual 3*, destacado com a referência a.4), sempre que seja viável a utilização de equipamento tipo 40HC.

Analisando os dados, constata-se que não é possível sobrepor 3 bobines no contentor, independentemente do tipo, pois teriam um acumulado de 2550mm de altura, enquanto a altura máxima sobreponível em contentor tipo 20DC é 2217mm e em contentor tipo 40HC é 2520mm.

Conforme Tabela 20, o número máximo de bobines, deste tipo, carregáveis no estrado de um contentor tipo 20' são 8 unidades. Deste modo, concluiu-se que não existe margem de melhoria implementável no *Estado Atual 3* a.4), caso se mantenha a contentorização das bobines em equipamento tipo 20DC.

Eficiência Logística no Transporte Marítimo com Otimização de Cargas de Exportação

Tabela 20. Contentorização de produto bobine sem palete - estado atual a.3) em contentor tipo 40HC e estado atual a.4) em contentor tipo 20DC versus cenário futuro d) em contentor tipo 40 HC

| Estado | Bobine | | | Contentor tipo 40 HC (40') | | | | | | |
|------------|----------------------------------|------------------|-------------------|----------------------------|---------------------|----------------------|--------------------|---------------------------------|-------------------|----------------|
| | Dimensões altura x diâmetro (mm) | g/m ² | Peso bobine (kgs) | nº de bobines no estrado | Total nº de bobines | Total peso gross (t) | Payload máximo (t) | Volume máximo (m ³) | Payload utilizado | Volume ocupado |
| Atual a.3) | 850 x 1200 | 80 | 786 | 18 | 32 | 25,15 | 28,6 | 76 | 88% | 41% |
| Estado | Bobine | | | Contentor tipo 20 DC (20') | | | | | | |
| | Dimensões altura x diâmetro (mm) | g/m ² | Peso bobine (kgs) | nº de bobines no estrado | Total nº de bobines | Total peso gross (t) | Payload máximo (t) | Volume máximo (m ³) | Payload utilizado | Volume ocupado |
| Atual a.4) | 850 x 1200 | 80 | 786 | 8 | 16 | 12,6 | 28,2 | 33 | 45% | 47% |
| Estado | Bobine | | | Contentor tipo 40 HC (40') | | | | | | |
| | Dimensões altura x diâmetro (mm) | g/m ² | Peso bobine (kgs) | nº de bobines no estrado | Total nº de bobines | Total peso gross (t) | Payload máximo (t) | Volume máximo (m ³) | Payload utilizado | Volume ocupado |
| Futuro d) | 850 x 1200 | 80 | 786 | 18 | 36 | 28,3 | 28,6 | 76 | 98% | 46% |

Fonte: elaboração própria com base em dados de ERP da NVG

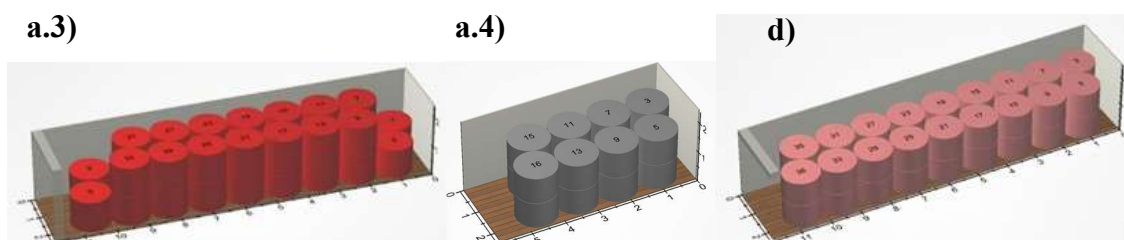


Figura 31. Layout estado atual a.3) com contentor 20HC e estado atual a.4) com contentor 40DC versus futuro cenário d) com contentor tipo 40HC

Fonte: elaboração própria com recurso a ORTEC Load Building V 6.0.0.20063

Quanto ao estado atual a.3), existe a possibilidade de melhorar o *payload* expedido, aumentando o número de bobines carregadas. Como tal, no estado futuro d), aumentou-se o número de bobines carregadas de 32, no estado atual a.3), para 36. Esta alteração permitiu incrementar a taxa de *payload* em 11,4% face ao estado atual a.3). O aumento na taxa de *payload* permite um decréscimo de 12,5% por tonelada no custo de transporte. A implementação do estado futuro d) como alternativa ao estado atual a.4) permitirá um decréscimo de 42% dos custos logísticos sempre que seja viável a troca de equipamento do tipo 20' para tipo 40'.

➤ **Cenário futuro 4 - Folio sobre paleta tipo SSP em contentor tipo 40HC**

No *Cenário Futuro 4*, identificado com a letra e), propõe-se a melhoria da taxa de *payload* do *Estado Atual 5*, representado pela referência a.5), através do aumento do número de resmas carregadas por paleta.

Verifica-se no estado atual a.5) que existe 294mm disponíveis entre a altura máxima sobreponível em contentor tipo 40HC (2520mm) e a altura de duas paletes sobrepostas.

Assim sendo sugere-se a adição de 2 resmas por paleta e a diminuição do nº total de paletes carregadas para 66 conforme estado futuro e).

Tabela 21. Contentorização e paletização de folio sobre paleta SSP - estado atual a.5) versus cenário futuro e) em contentor tipo 40HC

| Estado | Paleta SSP | | | Contentor tipo 40HC (40') | | | | | | |
|------------|-----------------------------|----------------------------|------------|--------------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------------|----------------------|-------------------|
| | Dimensões C x L x A (mm) | nº de resmas por paleta | Peso (kgs) | nº de paletes no estrado | Total nº de paletes | Total peso gross (t) | Payload máximo (t) | Volume máximo (m3) | Payload utilizado | Volume ocupado |
| Atual a.5) | 880 x 630 x 1113 | 18 | 387 | 39 | 67 | 25,9 | 28,6 | 76 | 91% | 54% |
| Futuro e) | 880 x 630 x 1221 | 20 | 428 | 39 | 66 | 28,2 | 28,6 | 76 | 98% | 59% |

Fonte: elaboração própria com base em dados de ERP da NVG

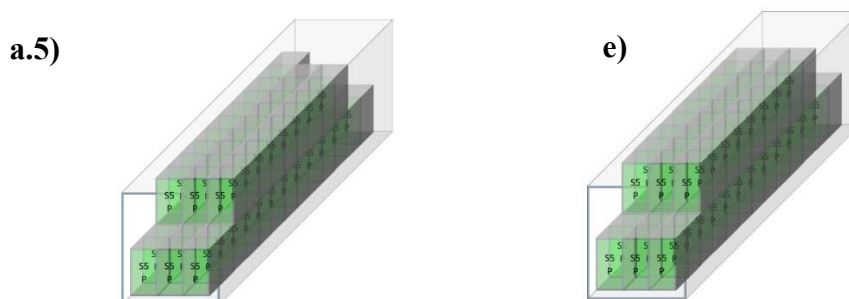


Figura 32. Layout estado atual a.5) versus futuro cenário e)

Fonte: elaboração própria com recurso ao CLP Spreadsheet Solver V 1.62

À semelhança do que foi verificado em anteriores cenários futuros com recurso a contentor tipo 40HC, existe a possibilidade de fisicamente serem colocadas mais paletes dentro do contentor. Todavia o *payload* máximo do contentor limita o carregamento de mais paletes. Com a implementação do estado futuro e) ambiciona-se melhorar a taxa de *payload* 7,7% face ao estado atual a.5) e, conseqüentemente, reduzir o custo logístico por tonelada em 8,8%.

➤ **Cenário futuro 5 – Cut-size sobre palete tipo K2 em contentor tipo 20DC**

O *Cenário Futuro 5*, identificado com a letra f.2), apresenta soluções de compromisso, alternativas ao *Estado Atual 1*, identificado com a referência a.6), que concilia maximização de payload, eficiência operacional, tempos de carregamento, custos logísticos e lead time de entrega ao cliente.

Conforme referido anteriormente na alínea *Estado Atual 1*, o carregamento do *cut-size* sem paletes em contentor tipo 20DC, Figura 33 a.6), revela ser a solução ótima do ponto de vista de ocupação de volume e *payload* do contentor. Contudo, as concessões feitas em termos de custo logístico por tonelada, tempo de carregamento e *lead time* ao cliente revelam-se pesadas.

A externalização do serviço de desempacotamento das paletes e carregamento dos contentores caixa a caixa justifica-se pela morosidade do próprio processo que impactaria negativamente as operações de armazém da NVG e pela possibilidade de os custos logísticos adicionais poderem ser suportados pelos importadores. Todavia, esta solução, pouco eficiente, do ponto de vista operacional, apresenta ainda a desvantagem de aumentar o *lead time* de entrega no cliente em aproximadamente 10 dias.

No sentido de analisar soluções de compromisso mais vantajosas para a NVG, em conjunto com a equipa de Gestão de Produto, efetuou-se um estudo de viabilidade de carregamento de *cut-size* sobre palete em contentor tipo 20'.

Começou-se por analisar o *layout* do contentor tipo 20DC carregado com produto *cut-size* constante da Tabela 13 em palete G39P, identificado com a referência f.1). Após simulação do *layout*, verificou-se que tanto *payload* como volume de ocupação do contentor seriam impactados negativamente pela adição do suporte de transporte conforme se verifica no estado f.1). Em termos de custos logísticos, a diminuição do payload em cerca de 5t, originaria um aumento de cerca de 4,5% por tonelada transportada, não sendo por isso considerada uma solução viável.

Após estudo de diversas opções, concluiu-se que a palete K2, com a dimensão 760 x 960mm, permitiria a solução de compromisso mais vantajosa para a NVG para expedição

Eficiência Logística no Transporte Marítimo com Otimização de Cargas de Exportação

de *cut-size* em contentor tipo 20DC. O estado futuro f.2), com paleta K2, evidencia um melhor aproveitamento do espaço disponível no contentor em comparação ao estado f.1). A adoção da solução f.2) impactará negativamente a ocupação do *payload* do contentor em 22,5% face ao estado a.6). Contudo, comparativamente ao estado atual a.6), o estado f.2) revela-se vantajoso a nível da eficiência das operações, tempos de carregamento, *lead time* ao cliente e ao nível do custo logístico, sendo esperado uma redução de 4,5% do custo por tonelada expedida.

Tabela 22. Contentorização e paletização de *cut-size* em contentor 20DC - estado atual a.6) sem paletes versus cenário futuro f.1) com paleta G39P e cenário futuro f.2) com paleta K2

| Estado | Sem paletes | | | Contentor tipo 20DV (20') | | | | | | |
|-------------|--------------------------|-------------------------|--------------|---------------------------|---------------------|----------------------|--------------------|---------------------------------|-------------------|----------------|
| | Dimensões C x L x A (mm) | nº de caixas por camada | Total caixas | nº de paletes no estrado | Total nº de paletes | Total peso gross (t) | Payload máximo (t) | Volume máximo (m ³) | Payload utilizado | Volume ocupado |
| Atual a.6) | 276 x 226 x 309 | - | 1620 | - | - | 20,2 | 28,2 | 33 | 71% | 94% |
| Estado | Paleta G39P | | | Contentor tipo 20DV (20') | | | | | | |
| | Dimensões C x L x A (mm) | nº de caixas por camada | Total caixas | nº de paletes no estrado | Total nº de paletes | Total peso gross (t) | Payload máximo (t) | Volume máximo (m ³) | Payload utilizado | Volume ocupado |
| Futuro f.1) | 1100 x 950 x 1214 | 14 | 56 | 12 | 12 | 15,13 | 28,2 | 33 | 54% | 81% |
| | 1100 x 950 x 910 | 14 | 42 | | | | | | | |
| Estado | Paleta K2 | | | Contentor tipo 20DV (20') | | | | | | |
| | Dimensões C x L x A (mm) | nº de caixas por camada | Total caixas | nº de paletes no estrado | Total nº de paletes | Total peso gross (t) | Payload máximo (t) | Volume máximo (m ³) | Payload utilizado | Volume ocupado |
| Futuro f.2) | 760 x 960 x 950 | 10 | 30 | 18 | 18 | 16,5 | 28,2 | 33 | 55% | 87% |
| | 760 x 960 x 1260 | 10 | 40 | | | | | | | |

Fonte: elaboração própria com base em dados de ERP da NVG

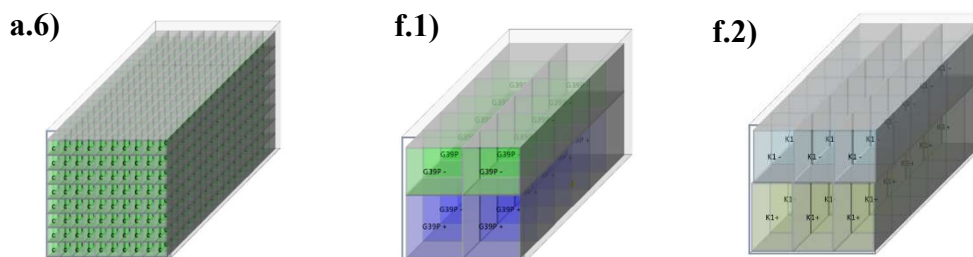


Figura 33. Layout estado atual a.6) sem paleta em contentor tipo 20DC versus futuro cenário f.1) com paleta G39P em contentor tipo 20DC e futuro cenário f.2) com paleta K2 em contentor tipo 20DC

Fonte: elaboração própria com recurso ao CLP Spreadsheet Solver V 1.62

4.2.9 Reflexão e aprendizagem – Ciclo 4 de CI

A utilização do contentor tipo 20', imprescindível nalgumas geografias devido às restrições infraestruturais ou regulamentares no destino, revelou-se limitativa, pois a melhoria do *payload* está restrita pelo volume máximo do contentor e a utilização do suporte de transporte, a palete.

O contentor tipo 40HC apresenta-se como o equipamento mais flexível, uma vez que o volume não constitui uma limitação à maximização da taxa de *payload*. A análise dos cenários futuros, com consolidação em contentor tipo 40HC, permite concluir e generalizar que, na inexistência de restrições de peso no destino, será possível obter taxas de *payload* superiores a 96% independentemente dos formatos utilizados para a simulação de cenários futuros.

Os cenários futuros desenvolvidos no *Ciclo 4* foram dimensionados de modo a serem soluções de compromisso entre custo, *payload* e volumes ocupados por contentor, tempo de carregamento e eficiência operacional geral.

A tabela comparativa abaixo apresenta os resultados esperados com a implementação dos cenários futuros, no que se refere a: variação de *payload* e volume, tempo de carregamento e custos de transporte por tonelada.

Tabela 24. Tabela resumo dos estados atuais, cenários futuros e resultados esperados

| Cenário | Atual | | | | | Cenário | Cenário Futuro | | | | | Resultados Esperados | | | |
|---------|--------|----------|------------------------------|------------------|-----------------|----------|----------------|----------|------------------------------|------------------|-----------------|------------------------------|-----------------------------|---|-----------------------------|
| | Estado | Tipo CTR | Peso gross total por CTR (t) | Taxa Payload (%) | Taxa volume (%) | | Estado | Tipo CTR | Peso gross total por CTR (t) | Taxa Payload (%) | Taxa volume (%) | Variação taxa de payload (%) | Variação taxa de volume (%) | Variação custos de transporte por t (%) | Variação tempo de carga (%) |
| Atual 1 | a.6) | 20DC | 20,2 | 71% | 94% | Futuro 5 | f.1) | 20DC | 15,13 | 54% | 81% | -24,0% | -14,0% | 4,5% | -71% |
| Atual 1 | a.6) | 20DC | 20,2 | 71% | 94% | Futuro 5 | f.2) | 20DC | 16,54 | 55% | 87% | -22,5% | -7,50% | -4,5% | -68% |
| Atual 2 | a.2) | 20DC | 17,2 | 61% | 82% | Futuro 2 | c.1) | 20DC | 17,7 | 63% | 83% | 3,2% | 1,2% | -3% | 0% |
| Atual 2 | a.2) | 20DC | 17,2 | 61% | 82% | Futuro 2 | c.2) | 40HC | 28,1 | 98% | 57% | 60,7% | -30,5% | -21% | 43% |
| Atual 3 | a.4) | 20DC | 12,6 | 45% | 47% | Futuro 3 | d) | 40HC | 28,3 | 98% | 46% | 117% | -2,0% | -42% | 125% |
| Atual 4 | a.1) | 40HC | 25,98 | 91% | 60% | Futuro 1 | b) | 40HC | 28,08 | 98% | 65% | 7,6% | 8,3% | -8,1% | -19% |
| Atual 5 | a.5) | 40HC | 25,9 | 91% | 54% | Futuro 4 | e) | 40HC | 28,2 | 98% | 59% | 7,7% | 9,3% | -8,8% | -1,5% |
| Atual 6 | a.3) | 40HC | 25,15 | 88% | 41% | Futuro 3 | d) | 40HC | 28,3 | 98% | 46% | 11,4% | 12,2% | -12,5% | 13% |

Fonte: elaboração própria

4.3 Síntese dos Ciclos de CI e das Reflexões

No Ciclo 1 estabeleceu-se a base do estudo com o desenvolvimento de indicadores-chave de desempenho logístico, permitindo uma análise geral por região. Foram identificadas variações significativas entre regiões, no que se refere a taxas médias de *payload* e volume por contentor, bem como a fatores limitativos à melhoria dos mesmos.

Mediante a análise comparativa das regiões, selecionou-se África como foco do projeto devido ao seu potencial de crescimento futuro, à predominância de contentores *monoproducto*, ao potencial de melhoria da taxa de *payload* e à identificação de um reduzido número de fatores limitativos.

Portanto, o Ciclo 2 foi dedicado à caracterização detalhada do mercado africano. Analisou-se as variações das taxas de *payload* e volume por país, identificando a tendência da diminuição do *payload* médio, à medida que se verificava o aumento do volume médio carregado por contentor.

No Ciclo 3, estudou-se o impacto das unidades de carga na variação das taxas de *payload* e volume. Concluiu-se que o contentor tipo 40HC constitui a opção mais flexível para o exportador, devendo ser privilegiado sempre que possível. No entanto, em contextos com condicionantes operacionais ou regulamentares no destino, a utilização do contentor tipo 20DC revela-se indispensável.

Por fim, o Ciclo 4 centrou-se na avaliação do impacto do produto na variação das taxas de *payload*. Após identificação dos SKU mais expedidos para África ilustrou-se os estados atuais de carga. A identificação de oportunidades de melhoria levou à apresentação de propostas para cenários futuros. Estima-se que a implementação das sugestões apresentadas possam impactar pelo menos 52% da tonelage expedida para África, dando origem a taxas de ocupação de *payload* entre 97 e 98% para os contentores tipo 40HC e a reduções no custo de transporte por tonelada entre 4,5 e 42%, dependendo do formato de papel carregado.

4.4 Formalização da aprendizagem

A metodologia ADR, aplicada neste projeto, permitiu não apenas a conceção e validação de um artefacto — o *dashboard* de monitorização de desempenho logístico —, mas também a sistematização de um conjunto de aprendizagens fundamentais, tanto de natureza metodológica como prática.

Estas aprendizagens, consolidadas ao longo de quatro ciclos iterativos de Criação e Intervenção (CI), transcendem o caso específico da região africana, oferecendo perspetivas valiosas para a gestão logística em contextos de exportação e demonstrando que as soluções desenvolvidas são replicáveis noutros mercados da NVG onde se verificam desafios logísticos semelhantes.

A estrutura metodológica e as ferramentas de análise implementadas criaram um modelo adaptável a diferentes realidades operacionais, permitindo o *roll-out* para outras geografias, de acordo com as necessidades da NVG.

Uma das principais lições metodológicas prende-se com a importância da contextualização. A definição de pressupostos realistas, alinhados com as especificidades dos produtos, dos clientes e das infraestruturas de destino, foi crucial para garantir a viabilidade das propostas.

Em síntese, este projeto formaliza a aprendizagem de que a melhoria da eficiência logística assenta na monitorização (através de *dashboards* e indicadores) e na análise técnica suportada por ferramentas especializadas (*solvers*).

4.5 Sumário

A aplicação da metodologia *Action Design Research* (ADR) neste projeto permitiu uma evolução sistemática e iterativa na abordagem à melhoria das taxas de *payloads* de contentores.

O percurso metodológico demonstrou a eficácia de uma abordagem que parte do global para o específico. A análise iniciou-se com uma visão macro das exportações marítimas de contentores, progredindo sucessivamente para níveis de maior granularidade - região

africana, unidades de transporte e, finalmente, formatos de produto específicos. Esta progressão permitiu identificar padrões e relações que não seriam evidentes numa análise fragmentada.

O estudo estabeleceu que a melhoria das taxas de *payload* requer uma estratégia diferenciada por tipo de contentor. Enquanto os contentores tipo 40' oferecem maior flexibilidade e potencial de melhoria, os contentores tipo 20' apresentam limitações estruturais que impedem a maximização da utilização do *payload* e volume do contentor.

Identificou-se uma hierarquia clara de fatores influenciadores da eficiência de carregamento: (1) restrições regulamentares no destino, (2) tipologia de contentor, (3) características físicas do produto, e (4) requisitos específicos do cliente. Esta hierarquização permite uma abordagem estruturada à resolução de problemas de otimização.

O conjunto de indicadores desenvolvido ao longo dos primeiros três ciclos constitui um contributo para a avaliação da eficiência logística das operações da NVG. A validação destes indicadores em contexto real com os profissionais da NVG confirmou a sua utilidade prática na monitorização e controlo operacional.

Os cenários futuros desenvolvidos representam soluções validadas tecnicamente e contextualizadas às operações reais da NVG. A estimativa de que estas soluções podem impactar 52% da tonelagem expedida para África, atingindo taxas de ocupação de *payload* entre 97-98% para os contentores tipo 40HC, demonstra o significativo potencial de melhoria identificado.

A implementação das soluções propostas antevê impactos mensuráveis a nível económico com a redução dos custos de transporte por tonelada expedida. Em termos ambientais, prevê-se igualmente um impacto positivo, pese embora não quantificado, com a redução do consumo de recursos através do aumento da taxa de *payload* e da redução média do nº de paletes utilizadas por tonelada de papel transportada.

Eficiência Logística no Transporte Marítimo com Otimização de Cargas de Exportação

Por fim, os artefactos e metodologias desenvolvidos não só contribuem para a resolução do problema específico abordado, mas também criam ferramentas para a monitorização de desempenho logístico e para a melhoria contínua.

CONCLUSÃO

O presente trabalho demonstra que a eficiência logística no transporte marítimo é diretamente potencializada pela implementação de sistemas de informação robustos, que permitem a captura e consolidação de dados operacionais. Através da analítica de dados, é possível transformar essa informação em conhecimento acionável, identificando padrões e oportunidades de melhoria.

Ao longo deste projeto, foi possível dar resposta às Questões de Investigação (QI) que orientaram o estudo.

Em resposta à **QI.1** – *Como é que as regulamentações de transporte nos mercados de destino impactam a eficiência dos fluxos de exportação da The Navigator Company?* –, concluiu-se que o impacto é significativo e heterogéneo. Limitações de peso para circulação rodoviária foram identificadas como um fator crítico na maioria das regiões, com exceção de África, onde o *payload* máximo do contentor pode ser, teoricamente, totalmente utilizado.

Quanto à **QI.2** – *Quais as ineficiências que podem ser observadas nos fluxos de carregamento de contentores, considerando a paletização e a taxa de ocupação do contentor?* –, foram identificadas várias ineficiências concretas, nomeadamente relacionadas com a tipologia do produto, o suporte de transporte e a unidade de carga.

No que diz respeito a **QI.3** – *Como se comparam as taxas de ocupação em peso dos contentores da NVG e os limites de peso estabelecidos pelos países de destino?* –, a investigação revelou uma subutilização generalizada face ao potencial de utilização de *payload* em todas as regiões. Em África, região de enfoque e sem restrições de peso no destino, a taxa média de utilização de *payload* era apenas 91%, confirmando a existência de uma oportunidade de ganho de eficiência.

Relativamente a **QI.4** – *Quais são as possíveis alterações na paletização ou no processo de distribuição de carga dentro do contentor que poderiam resultar num aumento das taxas de ocupação?* –, a maioria das alterações propostas incluem o aumento do número de unidades (i.e., resmas/caixas) por palete, aproveitando a folga em altura nos

contentores tipo 40HC, a redução do número total de paletes por contentor com a otimização do *layout* e, sempre que possível, a substituição do uso de contentores tipo 20' pelo tipo 40'. Não obstante, identificou-se um cenário onde a alteração da tipologia de palete seria benéfica permitindo a redução do custo logístico e a diminuição do tempo de carregamento face ao estado atual.

No que toca a **QI.5** – *Quais são os KPI mais relevantes para monitorizar a eficiência do processo de carregamento de contentores e a taxa de ocupação do contentor?* –, o projeto desenvolveu e validou um conjunto de indicadores, materializados em *dashboard* elaborados com *Power BI*. Os KPI mais relevantes são as taxas de ocupação de *payload* e de volume por contentor.

Finalmente, para **QI.6** – *Quais os benefícios, riscos e desafios da proposta e as suas etapas de implementação?* –, a conclusão é multifacetada. Os benefícios esperados são substantivos: redução dos custos de transporte por tonelada entre 4,5% e 42% e aumento da eficiência operacional com a redução do consumo de paletes por tonelada transportada. Os principais riscos e desafios residem na necessidade de validar as soluções com cada cliente, obtendo a sua aprovação, e na gestão da complexidade inicial inerente ao processo de implementação.

As soluções apresentadas neste projeto revelam-se positivas. Não obstante, identificam-se limitações. O estudo centra-se em contentores *monoproducto*, que deixam de fora os desafios complexos associados à carga mista e centra-se na região africana, que apresenta menores fatores limitativos de cliente e regulamentares no destino.

Como perspetiva futura, este trabalho abre caminho para investigações subsequentes. A análise aprofundada das diferentes tipologias de paletes existentes na NVG, com vista à sua standardização, constitui uma oportunidade clara. Paralelamente, o desenvolvimento de metodologias e ferramentas para a otimização de contentores de carga mista representaria um avanço significativo, dada a complexidade inerente a estes embarques.

Em síntese, este projeto respondeu às questões de investigação que lhe deram origem. As soluções propostas, para além do seu impacto económico e operacional direto, contribuem para uma CA mais sustentável e robusta, alinhando-se com os objetivos

Eficiência Logística no Transporte Marítimo com Otimização de Cargas de Exportação

estratégicos de longo prazo da The Navigator Company SA e reforçando a sua competitividade no mercado global.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, É., Pinheiro, O., Costa, A., & Junior, E. (2015). *Estudo do processo de obtenção de celulose Kraft com ênfase no forno de cal*. *Revista Liberato*, 16(26), 205–218. <https://doi.org/10.31514/rliberato.2015v16n26.p205>
- Alyahya, S., Wang, Q., & Bennett, N. (2016). *Application and integration of an RFID-enabled warehousing management system – a feasibility study*. *Journal of Industrial Information Integration*, 4, 15–25. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2016.08.001>
- Arnott, D., & Pervan, G. (2008). *Eight key issues for the decision support systems discipline*. *Decision Support Systems*, 44(3), 657–672. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2007.09.003>
- Ballou, R. H. (2004). *Logística Administración de la cadena de suministro* (5.a ed.). Pearson Educación. <https://www.freelibros.com>
- Bjelić, P., & Petrović, I. P. (2013). *Administrative Barriers to Trade as Predominant Non-tariff Barriers in the Western Balkans Trade*. <https://www.researchgate.net/publication/281282978>
- Bortfeldt, A., & Gehring, H. (2001). *A hybrid genetic algorithm for the container loading problem*. *European Journal of Operational Research*, 1(31), 143–161. www.elsevier.com/locate/dsw
- Bortfeldt, A., & Wäscher, G. (2013). *Constraints in container loading-A state-of-the-art review*. *European Journal of Operational Research*, 229(1), 1–20. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2012.12.006>
- Bowersox, D. J., Closs, D. J., & Cooper, M. B. (2013). *Supply Chain Logistics Management*. McGraw-Hill. <https://books.google.pt/books?id=F6dOpwAACAAJ>
- Bučková, M., Krügerová, M., & Kozieł, M. (2021). *INCOTERMS - History and future development*. <https://www.researchgate.net/publication/355585166>
- Câmara do Comércio Internacional. (2019). *Incoterms® 2020*. International Chamber of Commerce.

- Carlsson, D., D'Amours, S., Martel, A., & Rönnqvist, M. (2009). *Supply chain management in the pulp and paper industry*. *INFOR*, 47, 167–183. <https://doi.org/10.3138/infor.47.3.167>
- Chaudhuri, S., Dayal, U., & Narasayya, V. (2011). *An overview of business intelligence technology*. *Commun. ACM*, 54, 88–98. <https://doi.org/10.1145/1978542.1978562>
- Chopra, S., & Meindl, P. (2019). *Supply chain management: Strategy, planning, and operation* (7.a ed.). Pearson.
- Christopher, M. (2011). *Logistics & supply chain management* (4.a ed.). Pearson.
- CMA CGM. (s.d.). *Containers*. Obtido 29 de Maio de 2025, de <https://www.cma-cgm.com/products-services/containers>
- Confederation of European Paper Industries. (2023). *Key Statistics 2023 European Pulp and Paper Industry*. <https://library.cepi.org/>
- Cooper, M. C., Lambert, D. M., & Pagh, J. D. (1997). *Supply chain management: more than a new name for logistics*. *The International Journal of Logistics Management*, 8(1), 1–14. <https://doi.org/10.1108/09574099710805556>
- Davenport, T. H. (2014). *Big data at work: dispelling the myths, uncovering the opportunities*. Harvard Business Review Press.
- Domínguez, E., Pérez, B., Rubio, A., & Zapata, M. (2018). *A taxonomy for key performance indicators management*. *Computer Standards & Interfaces*, 64. <https://doi.org/10.1016/j.csi.2018.12.001>
- European Paper Recycling Council. (2023). *Monitoring Report 2023 European Declaration on Paper Recycling 2021-2030*. European Paper Recycling Council. <https://www.paperforrecycling.eu/publications/>
- Fastmarkets. (2024). *Graphic Paper Consumption*. <https://www.fastmarkets.com/forest-products/graphic-paper/>
- Frazelle, E. H. (2001). *World-class warehousing and material handling*. McGraw Hill LLC. https://books.google.pt/books?id=mK_Pf9DkOX0C

- Gereffi, G., & Korzeniewicz, M. (1993). *Commodity chains and global capitalism* (Eds.). Bloomsbury Publishing USA.
- Gopinathar, P., Prabha, G., & Ravichandran, K. (2016). *The role of packaging in manufacturing -A brief understanding*. 18, 1–07. <https://doi.org/10.9790/487X-1812010107>
- Gunasekaran, A., & Kobu, B. (2007). *Performance measures and metrics in logistics and supply chain management: A review of recent literature (1995–2004) for research and applications*. *International Journal of Production Research*, 45, 2819–2840. <https://doi.org/10.1080/00207540600806513>
- Gzara, F., Elhedhli, S., & Yildiz, B. C. (2020). *The pallet loading problem: Three-dimensional bin packing with practical constraints*. *European Journal of Operational Research*, 287(3), 1062–1074. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2020.04.053>
- Hapag-Lloyd. (s.d.). *Cargo and Fleet - Containers*. Obtido 29 de Maio de 2025, de <https://www.hapag-lloyd.com/en/services-information/cargo-fleet/container.html>
- Helpman, E. (2012). *Understanding global trade*. Harvard University Press. <https://doi.org/10.4159/harvard.9780674061019>
- Hornok, C., & Koren, M. (2015). *Administrative barriers to trade*. *Journal of International Economics*, 96(S1), S110–S122. <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2015.01.002>
- Hounshell, D. (1985). *From the American system to mass production, 1800–1932: The development of manufacturing technology in the United States*. *Business History Review*, 59(2), 299–301. <https://doi.org/10.2307/3114941>
- Instituto Nacional de Estatística. (2024). *Relatório de Comércio Internacional de 2023*. <https://ine.pt>
- Ivanov, D., Dolgui, A., & Sokolov, B. (2019). *The impact of digital technology and Industry 4.0 on the ripple effect and supply chain risk analytics*. *International*

- Journal of Production Research*, 57(3), 829–846.
<https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1488086>
- Kalpana, V., Metre, Mathur, A., Dahake, R., Bhapkar, Y., Ghadge, J., Jain, P., & Gore, S. (2024). *An introduction to power BI for data analysis. International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering*, 142–147.
- Kaplan, R., & Norton, D. (2005). The balanced scorecard: measures that drive performance. *Harvard business review*, 83, 172.
- Karl, A. A., Micheluzzi, J., Leite, L. R., & Pereira, C. R. (2018). *Supply chain resilience and key performance indicators: A systematic literature review. Production (Vol. 28)*. <https://doi.org/10.1590/0103-6513.20180020>
- Kotter, J. P. (1996). *Leading change*. Harvard Business School Press.
- Langley Jr, C. J., & Holcomb, M. C. (1992). *Creating logistics customer value. Journal of Business Logistics*, 13(2), 1. <https://www.proquest.com/scholarly-journals/creating-logistics-customer-value/docview/212660760/se-2?accountid=27612>
- Laudon, K., & Laudon, J. (2018). *Management information systems: Managing the digital firm* (15.a ed.). Pearson Education Ltd.
- Ling, P. C. H., Tan, C. S., Lee, Y. H., & Mohammad, S. (2020). *Technical information on ISO shipping container. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 884(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/884/1/012042>
- Luna, M. (2014). *As atividades da logística reversa e a cadeia de suprimentos do papel para embalagem*. <https://www.researchgate.net/publication/317545539>
- MAERSK. (s.d.). *Our fleet - equipment specifications*. Obtido 29 de Maio de 2025, de https://www.maersk.com/~/_/media_sc9/maersk/local-information/files/africa/south-africa/important-information/container-type-and-sizes/dry-equipment-specifications-updated.pdf

- Mangan, J., Lalwani, C., Burtcher, T., & Javadpour, R. (2012). *Global logistics and supply chain management* (2.a ed.). John Wiley & Sons, Ltd.
- Mangla, S. K., Luthra, S., Jakhar, S. K., Tyagi, M., & Narkhede, B. E. (2018). *Benchmarking the logistics management implementation using Delphi and fuzzy DEMATEL. Benchmarking: An International Journal*, 25(6), 1795–1828. <https://doi.org/10.1108/BIJ-01-2017-0006>
- Mentzer, J. T., Dewitt, W., Keebler, J. S., Min, S., Nix, N. W., Smith, C. D., & Zacharia, Z. G. (2001). Defining supply chain management. *Journal Business Logistics*, 22(2), 1. <https://doi.org/10.1002/j.2158-1592.2001.tb00001.x>
- Morabito, R., Morales, S., & Widmer, J. (2000). *Loading optimization of palletized products on trucks. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 36, 285–296. [https://doi.org/10.1016/S1366-5545\(00\)00003-X](https://doi.org/10.1016/S1366-5545(00)00003-X)
- MSC. (s.d.). *Dry Cargo Shipping & Container Solutions | MSC*. Obtido 29 de Maio de 2025, de <https://www.msc.com/en/solutions/dry-cargo#OurEquipment>
- Neely, A., Gregory, M., & Platts, K. (2005). *Performance measurement system design: A literature review and research agenda. International Journal of Operations and Production Management* 25(12), 1228–1263. <https://doi.org/10.1108/01443570510633639>
- Organização das Nações Unidas. (2019). *Clasificación internacional de las medidas no arancelarias*. https://unctad.org/system/files/official-document/ditctab2019d5_es.pdf
- Pagell, M., Wu, Z., & Murthy, N. N. (2007). *The supply chain implications of recycling. Business Horizons*, 50(2), 133–143. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2006.08.007>
- Parmenter, D. (2010). *Key Performance Indicators: Developing Implementing and Using Winning KPIs* (2.a ed.). Wiley.

- Power, D. J. (2002). *Decision support systems: Concepts and resources for decision support systems: Concepts and resources for managers*. Quorum Books.
<https://scholarworks.uni.edu/facbook/67>
- Rammal, H., Cavusgil, T., Knight, G., Riesenberger, & Rose, E. (2014). *International business: The new realities*. Pearsons.
- Santos, A., Carvalho, A., Barbosa-Póvoa, A. P., & Barbosa-Póvoa, A. (2021). *An economic and environmental comparison between forest wood products – Uncoated woodfree paper, natural cork stoppers and particle boards*. *Journal of Cleaner Production*, Volume 296, 2021, 126469, ISSN 0959-6526, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126469>
- Scheithauer, G., Dresden, T. U., & Terno, J. (1999). *A Heuristic approach for solving the multi-pallet packing problem*. <https://www.researchgate.net/publication/2310553>
- Sein, M. K., Henfridsson, O., Purao, S., Rossi, M., & Lindgren, R. (2011). *Action design research*. *MIS Quarterly: Management Information Systems*, 35(1), 37–56. <https://doi.org/10.2307/23043488>
- Silva, E., Oliveira, J. F., & Wäscher, G. (2016). *The pallet loading problem: A review of solution methods and computational experiments*. *International Transactions in Operational Research*, 23(1–2), 147–172. <https://doi.org/10.1111/itor.12099>
- Sjödin, D., Parida, V., Jovanovic, M., & Visnjic, I. (2020). *Value creation and value capture alignment in business model innovation: a process view on outcome-based business models*. *Journal of Product Innovation Management*, 37(2), 158–183. <https://doi.org/10.1111/jpim.12516>
- Szutowski, D. (2014). *Model arrangements of qualitative and quantitative indicators - comparative study*. <https://www.researchgate.net/publication/293814656>
- Tahami, H., & Fakhravar, H. (2022). *A literature review on combining heuristics and exact algorithms in combinatorial optimization*. *European Journal of Information Technologies and Computer Science*. 2. 6-12. <https://doi.org/10.24018/compute.2022.2.2.50>

- Tepić, J., Tanackov, I., & Stojić, G. (2011). Ancient logistics - Historical timeline and etymology. *Technical Gazette*, 18(3), 345–351. <https://www.researchgate.net/publication/283863501>
- The Navigator Company SA. (2024). *Relatório Anual de Contas 2024*. Acedido a 2 de fevereiro de 2025, em <https://thenavigatorcompany.com/wp-content/uploads/2025/04/RA-2024.pdf>
- The Navigator Company SA. (2025a). *Guia do Colaborador*. Acedido a 2 de fevereiro de 2025, em <https://thenavigatorcompany.com/wp-content/uploads/2025/04/RA-2024.pdf>
- The Navigator Company SA. (2025b). *Missão, Visão e Valores - The Navigator Company*. Acedido a 18 de junho de 2025, em <https://www.thenavigatorcompany.com/institucional/missao-visao-e-valores/>
- United Nations Conference on Trade and Development. (2021). *Review of maritime transport 2021*. United Nations. https://unctad.org/system/files/official-document/rmt2021_en_0.pdf
- van Heeswijk, W., Mes, M., & Schutten, M. (2019). *Transportation management em H. Zijm, M. Klumpp, A. Regattieri, & S. Heragu (Eds.), Operations, logistics and supply chain management* (pp. 469–491). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-92447-2_21
- Vogt, J., & Davis, J. (2020). The state of Incoterm® research. *Transportation Journal*, 59(3), 304–324. <https://doi.org/10.5325/transportationj.59.3.0304>
- Womack, J., Jones, D., & Roos, D. (1990). *The machine that changed the world*. Simon and Schuster.
- Yalcin, E., Felbermayr, G., & Kinzius, L. (2017). *Hidden protectionism: Non-tariff barriers and implications for international trade*. Ifo Institute. https://www.ifo.de/DocDL/ifo_Forschungsberichte_91_2017_Yalcin_etal_Protectionism.pdf

Eficiência Logística no Transporte Marítimo com Otimização de Cargas de Exportação

Zheng, L., Baron, C., Esteban, P., Xue, R., Zhang, Q., & Yang, S. (2019). *Using leading indicators to improve project performance measurement. Journal of Systems Science and Systems Engineering*, 28(5), 529–554. <https://doi.org/10.1007/s11518-019-5414-z>

Zijm, H., Klummp, M., Regattieri, A., & Heragu, S. (2019). *Operations, logistics and supply chain management*. Springer.

APÊNDICES

APÊNDICE A. Entrevista informal realizada aos gestores de vendas

O objetivo da entrevista informal foi captar a perceção geral sobre os fatores que mais impactam a melhoria das taxas de *payload* dos contentores, reconhecendo que estes fatores são tendências regionais e que não se aplicam obrigatoriamente a todos os clientes da mesma região.

Partiu-se do pressuposto de que os gestores de vendas (GV), devido à sua proximidade com as operações dos clientes, conseguem identificar os fatores críticos mais prevalentes na sua região.

Nas entrevistas participaram 12 gestores de vendas de todas as regiões. As perguntas foram formuladas de modo a dar origem a respostas binárias (S/N) conforme lista que se segue.

1. Quanto ao peso de produto, resmas ou paletes, existem restrições que impactam a melhoria do *payload*?
2. Existem limitações a nível do formato ou das dimensões do produto e/ou palete que restringem a utilização do *payload* do contentor?
3. Há restrições quanto ao tipo de contentor ou palete expedível?
4. A falta de equipamento adequado no cliente é uma barreira para maximizar o *payload* do contentor?
5. As infraestruturas de armazém do cliente impõem limitações que afetam negativamente a taxa de *payload* dos contentores?
6. Os limites legais de peso para circulação rodoviária no destino causam a expedição de contentores subaproveitados do ponto de vista de *payload* e volume?
7. A infraestrutura logística, portuária ou rodoviária no destino final é uma restrição que impacta a utilização plena do *payload* dos contentores carregados?

Com base nas entrevistas realizadas e nos resultados consolidados na tabela abaixo, conclui-se que a perceção dos gestores de vendas confirma a existência de fatores críticos que impactam significativamente a melhoria das taxas de *payload* dos contentores, com uma incidência distinta consoante a região. Verifica-se que as restrições associadas à dimensão e formato do produto e ao tipo de contentor ou palete expedível são transversais

Eficiência Logística no Transporte Marítimo com Otimização de Cargas de Exportação

à maioria das regiões. Para além destes, as limitações relacionadas com os limites de peso na circulação rodoviária no destino também se destacam pela sua elevada frequência, afetando a maioria das regiões.

Em contrapartida, os fatores de cliente apresentam uma relevância mais seletiva, sendo percecionados como críticos principalmente na Europa, América Latina e Médio Oriente. Esta distribuição desigual dos constrangimentos reforça a noção inicial de que se trata de tendências regionais.

| Tabela resumo - respostas dos entrevistados | | | | | | | | | |
|---|------------------|------------------|----------|---------|-----------------------|------------------------|---------------------------|------------------------------------|---------------------------|
| Região | Gestor de vendas | Fatores Críticos | | | | | | | |
| | | Produto | | | Unidade de transporte | Cliente | | Destino | |
| | | Peso | Dimensão | Formato | Contentor/palete | Equipamento disponível | Infraestrutura de armazém | Limites peso circulação rodoviária | Infraestrutura disponível |
| AFR | GV1 | N | S | S | S | N | N | N | S |
| AFR | GV2 | N | S | S | S | N | N | N | S |
| ASI | GV3 | N | S | S | S | N | N | S | S |
| EU | GV4 | S | S | S | S | S | S | S | N |
| EU | GV5 | S | S | N | S | S | S | S | N |
| EU | GV6 | S | S | S | S | S | S | S | N |
| EU | GV7 | S | S | S | S | S | S | S | N |
| LAM | GV8 | S | S | N | S | S | S | S | S |
| MDE | GV9 | N | S | S | S | S | N | S | N |
| MDE | GV10 | N | S | S | S | S | N | S | N |
| OCE | GV11 | N | S | S | S | N | N | S | S |
| USA | GV12 | N | N | N | S | S | S | S | N |

Fonte: elaboração própria como base em 12 entrevistas informais a gestores de vendas da NVG

As entrevistas realizadas revelaram-se de extrema utilidade para o desenvolvimento deste projeto, ao proporcionarem uma validação empírica inicial sobre os fatores críticos que efetivamente limitam a melhoria do *payload* por região.

APÊNDICE B. Tipos de contentores mais utilizados na Navigator: dimensões internas, *payloads* e volumes por linhas de navegação principais

| Linha de navegação | MAERSK | | MSC | | CMA CGM | | HAPAG-LLOYD | |
|--------------------------|--------|-------|-------|-------|---------|-------|-------------|-------|
| | 20DC | 40HC | 20DC | 40HC | 20DC | 40HC | 20DC | 40HC |
| Tipo de equipamento | | | | | | | | |
| Comprimento (mm) | 5896 | 12032 | 5900 | 12030 | 5900 | 12034 | 5900 | 12032 |
| Largura (mm) | 2350 | 2350 | 2350 | 2350 | 2352 | 2352 | 2352 | 2350 |
| Altura (mm) | 2393 | 2697 | 2390 | 2700 | 2393 | 2700 | 2395 | 2700 |
| Altura da porta (mm) | 2274 | 2577 | 2280 | 2580 | 2280 | 2585 | 2292 | 2597 |
| Payload máximo (kgs) | 28200 | 28620 | 28260 | 28660 | 28250 | 28780 | 28130 | 28600 |
| Volume (m ³) | 33 | 76 | 33,2 | 76,4 | 33,2 | 76,6 | 33,2 | 76,3 |

Fonte: elaboração própria com base em (CMA CGM, sem data; Hapag-Lloyd, sem data; MAERSK, sem data; MSC, sem data)

APÊNDICE C. Payload máximo permitido por destino em t

| Código Região | Destino | Payload máximo por destino | Código Região | Destino | Payload máximo por destino | Código Região | Destino | Payload máximo por destino |
|---------------|---------------------|----------------------------|---------------|----------------------------|----------------------------|---------------|----------------|----------------------------|
| AFR | AFRICA - OTHERS | payload do contentor | AFR | BOTSWANA | payload do contentor | EU | DENMARK | 26,5 |
| AFR | ANGOLA | payload do contentor | AFR | SUDAN | payload do contentor | EU | FINLAND | 24 |
| AFR | ALGERIA | payload do contentor | AFR | ETHIOPIA | payload do contentor | EU | SWEDEN | 27,5 |
| AFR | EGYPT | payload do contentor | AFR | DEM. REP. CONGO - KINSHASA | payload do contentor | EU | BELGIUM | 25 |
| AFR | NIGERIA | payload do contentor | AFR | MALI | payload do contentor | EU | HOLLAND | 25,5 |
| AFR | MOROCCO | payload do contentor | AFR | TOGO | payload do contentor | EU | ITALY | 26 |
| AFR | TUNISIA | payload do contentor | AFR | LIBERIA | payload do contentor | EU | GREECE | 25 |
| AFR | CABO VERDE | payload do contentor | AFR | GUINEA CONAKRY | payload do contentor | EU | CYPRUS | 25 |
| AFR | SAO TOME E PRINCIPE | payload do contentor | AFR | CHAD | payload do contentor | EU | CROATIA | 25 |
| AFR | GUINEA BISSAU | payload do contentor | AFR | CENTRAL AFRICAN REPUBLIC | payload do contentor | EU | IRELAND | 25 |
| AFR | MOZAMBIQUE | payload do contentor | AFR | BENIN | payload do contentor | EU | LUXEMBOURG | 25 |
| AFR | SOUTH AFRICA | payload do contentor | AFR | LIBYA | payload do contentor | EU | POLAND | 26 |
| AFR | KENYA | payload do contentor | AFR | CAMEROON | payload do contentor | EU | CZECH REPUBLIC | 24 |
| AFR | GABON | payload do contentor | ASI | JAPAN | 26 | EU | HUNGARY | 25 |
| AFR | GHANA | payload do contentor | ASI | ASIA - OTHERS | 26 | EU | SLOVAKIA | 25 |
| AFR | IVORY COAST | payload do contentor | ASI | CHINA | 26 | EU | MALTA | 25 |
| AFR | TANZANIA | payload do contentor | ASI | INDIA | payload do contentor | EU | SLOVENIA | 23 |
| AFR | REUNION | payload do contentor | ASI | KOREA | 26 | EU | ESTONIA | 26,5 |
| AFR | SENEGAL | payload do contentor | EU | FRANCE | 26 | EU | LATVIA | 27 |
| AFR | CONGO-BRAZAVILLE | payload do contentor | EU | GERMANY | 25 | EU | LITHUANIA | 26,5 |
| AFR | BURKINA FASO | payload do contentor | EU | AUSTRIA | 24 | EU | ROMANIA | 24 |

Fonte: elaboração própria com base em dados de ERP da NVG

Eficiência Logística no Transporte Marítimo com Otimização de Cargas de Exportação

| Código Região | Destino | Payload máximo por destino | Código Região | Destino | Payload máximo por destino | Código Região | Destino | Payload máximo por destino |
|---------------|--------------------|----------------------------|---------------|---------------------|----------------------------|---------------|-------------------------|----------------------------|
| EU | BULGARIA | 25 | LAM | NICARAGUA | 26 | MDE | ISRAEL | 26 |
| EU | SWITZERLAND | 25 | LAM | PANAMA | 26 | MDE | IRAN | 26 |
| EU | UK | 25 | LAM | CHILE | 26 | MDE | JORDAN | 26 |
| EU | NORWAY | 26,5 | LAM | PARAGUAY | 26 | MDE | LEBANON | 26 |
| EU | RUSSIAN FEDERATION | 25 | LAM | SURINAME | 26 | MDE | SAUDI ARABIA | 26 |
| EU | SERBIA | 25 | LAM | TRINIDAD AND TOBAGO | 26 | MDE | SYRIA | 26 |
| EU | SAN MARINO | 25 | LAM | VENEZUELA | 26 | MDE | UNITED ARAB EMIRATES | 26 |
| EU | ICELAND | 24 | LAM | ARGENTINA | 26 | MDE | PALESTINIAN TERRITORIES | 26 |
| EU | KOSOVO | 25 | LAM | CUBA | 26 | MDE | BAHRAIN | 26 |
| LAM | BRAZIL | 26 | LAM | URUGUAY | 26 | MDE | IRAQ | 26 |
| LAM | COSTA RICA | 26 | LAM | BOLIVIA | 26 | MDE | JORDAN | 26 |
| LAM | MEXICO | 26 | LAM | COLOMBIA | 26 | MDE | KUWAIT | 26 |
| LAM | PERU | 26 | LAM | FRENCH GUIANA | 26 | MDE | OMAN | 26 |
| LAM | BAHAMAS | 26 | LAM | GUADELOUPE | 26 | MDE | QATAR | 26 |
| LAM | BARBADOS | 26 | LAM | HAITI | 26 | MDE | YEMEN | 26 |
| LAM | DOMINICAN REPUBLIC | 26 | LAM | MARTINIQUE | 26 | OCE | AUSTRALIA | 24 |
| LAM | ECUADOR | 26 | LAM | ARUBA | 26 | USA | NORTH AMERICA - OTHERS | 25 |
| LAM | EL SALVADOR | 26 | LAM | GUYANA | 26 | USA | BERMUDA | 26 |
| LAM | GUATEMALA | 26 | LAM | CURACAO | 26 | USA | CANADA | 25 |
| LAM | HONDURAS | 26 | LAM | ANTIGUA AND BARBUDA | 26 | USA | USA - NAVIGATOR NA | 25 |
| LAM | JAMAICA | 26 | LAM | SAINT LUCIA | 26 | | | |
| LAM | SAINT MAARTEN | 26 | MDE | TURKIYE | 24,5 | | | |

Fonte: elaboração própria com base em dados de ERP da NVG

