



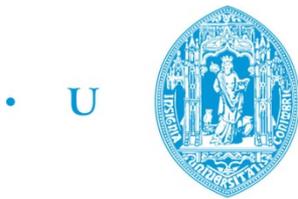
UNIVERSIDADE D
COIMBRA

João Diogo David Lourenço

**OTIMIZAÇÃO DA EMBALAGEM DE EXPEDIÇÃO
COM VISTA À REDUÇÃO DOS CUSTOS
LOGÍSTICOS E DE MATERIAIS**

Dissertação no âmbito do mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, orientado
pelo Professor Doutor Luís Miguel Ferreira e apresentado ao Departamento de
Engenharia Mecânica da Universidade de Coimbra

Julho de 2021



• U • C •

FCTUC FACULDADE DE CIÊNCIAS
E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA MECÂNICA

Otimização da embalagem de expedição com vista à redução dos custos logísticos e de materiais

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia e
Gestão Industrial

Optimization of shipping packaging in order to reduce logistical and material costs

Autor

João Diogo David Lourenço

Orientadores

Professor Doutor Luís Miguel D. F. Ferreira
Engenheira Ana Félix Ferrão

Júri

Presidente	Professor Doutor Cristóvão Silva Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra Professor Doutor Samuel de Oliveira Moniz
Vogais	Professor Doutor Luís Miguel Domingues Fernandes Ferreira Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra Professor Doutor Luís Miguel Domingues Fernandes Ferreira
Orientador	Ferreira Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra

Colaboração Institucional



Elastomer Solutions

Coimbra, 12 julho 2021

Recomeça... se puderes, sem angústia e sem pressa e os passos que deres, nesse
caminho duro do futuro, dá-os em liberdade, enquanto não alcances não descanses, de
nenhum fruto queiras só metade

[Miguel Torga, Diário XIII, 1977]

À memória do meu Pai, Reinaldo Lourenço.

Agradecimentos

Gostaria de começar por agradecer à minha, tão querida, Mãe. Pela sua inesgotável disponibilidade para irradiar a felicidade que escassa, nos dias mais cinzentos. Pela sua, incompreensível, capacidade de reconfortar após as mais violentas tempestades. E pelo, infindável amor que sempre me proveu.

Em segundo lugar agradecer aos meus, inexcelíveis, Avós. Exemplos de força, resiliência, bravura e coragem. Não me recordo de idolatrar alguém, antes deles. Não irei, nunca, conseguir com tanta força como por eles. Obrigado pela capacidade inesgotável de me erguerem, pela confiança que nunca me fizeram faltar e por todo o amor e carinho.

Agradecer, aos meus estimados irmãos e ao meu querido Pedro, por sempre terem acreditado em mim e por me deixarem tranquilo, em sempre que necessário, o seu caloroso e insubstituível abraço.

Aos meus amigos. De Felgueiras a Coimbra, a quem eu tenho muito a agradecer pelos extraordinários momentos que temos vivido, desde a Praça Dr.Machado de Matos à Alta de Coimbra. Mas, principalmente, por todas as adversidades enfrentadas em conjunto. A amizade é um amor que nunca morre. Que seja sempre assim.

À Tatiana, por ter sido a minha parceira nesta batalha que, em *conluio*, decidimos enfrentar. Sem a sua infinita amizade e paciência, sem os seus serenos conselhos e conforto dos seus braços, esta etapa não teria sido possível. Obrigado por tudo.

À para sempre, minha inolvidável, cidade de Coimbra, onde vivi os melhores anos da minha existência. Os segredos que cá deixo, nem a mais desafortada noite de lua cheia se atreveria, sobre circunstância alguma, a revelá-los. “Coimbra, mãe e madrasta | Do sonho da mocidade | Guardei-te na minha pasta | P’ra ter sempre a mesma idade”. Para sempre a minha cidade.

Agradecer à minha orientadora, Engenheira Ana Ferrão, não só por todo o apoio, colaboração e mentoria, mas também pelos conselhos profissionais. Em seu nome agradecer a todos os colaboradores da Elastomer Solutions Group, pela fantástica integração e colaboração.

Agradecer ao Professor Luís Ferreira pelos seus sábios conselhos na idealização deste projeto e também pela sua disponibilidade e cooperação.

Muito obrigado a todos! Por todas as palavras e ações de incentivo e por nunca deixarem, sob circunstância alguma, esmorecer a motivação, tão importante neste desafio, que, agora termina...

Resumo

Num meio industrial, altamente e cada vez mais competitivo, como a indústria automóvel, é necessário garantir que existe o máximo de eficiência nos processos desenvolvidos ao longo de toda a cadeia de abastecimento, através da redução de custos e do aumento do nível do serviço prestado ao cliente.

Em função desse fator, surge esta dissertação realizada na área do *Supply Chain* do Grupo Elastomer Solutions que tem como objetivo, a otimização da embalagem de expedição com vista à redução de custos logísticos e de materiais, através do redimensionamento da mesma. Paralelamente e de modo a simularem-se novas alternativas para o redimensionamento da embalagem, sem que exista, a necessidade de as simular fisicamente – devido ao tempo despendido e custos associados – surgiu a necessidade de se criar uma ferramenta com base num modelo/ algoritmo que tenha como objetivo estimar o número de peças que cada embalagem pode acomodar, e que tenha em consideração diversas variáveis como, o tipo de material da peça, a sua forma geométrica e densidade, e que considere ainda as diferenças técnicas e regulatórias, de fábrica para fábrica, do Grupo Elastomer Solutions.

A abordagem ao problema passou pela realização de um diagnóstico, no qual houve a criação de uma base de dados que indicasse os desvios – entre a ferramenta atual e a realidade - de todas as peças analisadas, de modo a transformar esse mesmo desvio, que à partida seria um problema, numa oportunidade, aproveitando ainda, para recolher o máximo de dados possíveis, acerca das peças e das embalagens. Posteriormente, foi também realizada uma análise aos requisitos dos clientes, de modo a avaliar as limitações a que o redimensionamento da embalagem, tem que respeitar, para que seja exequível.

Como resultado, obteve-se uma avaliação do potencial da redução de custos superior a 20%, fruto da otimização da embalagem de expedição, que resulta na alteração da embalagem em 14 e 26 peças nas unidades industriais de Portugal e de Marrocos, respetivamente, sendo que o projeto se encontra na fase de implementação. Conjuntamente, a ferramenta já se figura em pleno funcionamento após ser devidamente testada e validado pelos engenheiros de cotações da Elastomer Solutions, corroborando a mensuração das

melhorias obtidas em comparação com a ferramenta que estava, anteriormente, em utilização.

Palavras-chave: Otimização, Embalagem, Redução de Custos, Logística, Cadeia de Abastecimento, Indústria Automóvel.

Abstract

In a highly and increasingly competitive industrial environment, as the automotive industry, it is necessary to ensure that there is maximum efficiency in the processes developed throughout the Supply Chain, by reducing costs and increasing the level of service provided to the customer.

As a result of this factor, this dissertation, carried out in the Supply Chain area of the Elastomer Solutions Group, aims to optimize the shipping packaging in order to reduce logistics and materials costs by resizing it. In parallel, and in order to simulate new alternatives for resizing the packaging, without necessarily having to physically simulate them - due to the time and costs involved - the need arose to create a tool based on a model/algorithm which aims to estimate the number of parts that each package can accommodate, and which takes into account several variables such as the type of material of the part, its geometric shape and density, and which also considers the technical and regulatory differences, from factory to factory of the Elastomer Solutions Group.

The approach to the problem, went through the realization of a diagnosis, in which, there was the creation of a database that indicated the deviations - between the current tool and the reality - of all the analyzed parts, for the purpose of transforming this same deviation, seen as in an initial problem, in an opportunity. Taking advantage of this way, to collect as much data as possible about the parts and packaging. Subsequently, an analysis of the customers' requirements was also carried out in order to assess the limitations that the resizing of the packaging has to follow in order to be feasible.

As a result, an assessment of the potential cost reduction of over 20% was obtained, due to an optimization of the shipping packaging. This resulted in a change of the packaging in 14 and 26 parts in the industrial units in Portugal and Morocco, respectively. The project is now in its implementation phase. Relatively to the tool, it is already fully operational after being duly tested and validated by Elastomer Solutions' quotation engineers, corroborating the measurement of the improvements obtained in comparison with the tool that was previously in use.

Keywords Optimization, Packaging, Costs Reduction, Logistics, Supply Chain, Automotive Industry.

Índice

Índice de Figuras	xi
Índice de Tabelas	xiii
Siglas	xv
1. Introdução	1
1.1 Enquadramento do Tema	1
1.2 Metodologia	2
1.3 Estrutura da Dissertação	3
2. Estado da Arte	5
2.1 Logística e <i>Supply Chain</i>	5
2.1.1 Custos logísticos	7
2.2 Embalagem	9
2.2.1 Função e tipos da Embalagem	9
2.2.2 Custos da Embalagem	13
2.2.3 Logística da Embalagem	14
2.2.4 <i>Saving</i> de Embalagem	15
3. Caso de estudo	19
3.1 Empresa	19
3.2 Diagnóstico	21
3.2.1 Ferramenta de apoio à cotação	21
3.2.2 Embalagem	25
3.3 Resolução do Problema	29
3.3.1 Ferramenta de apoio à cotação	29
3.3.2 Embalagem	30
3.4 Solução do Problema	33
3.4.1 Ferramenta de apoio à cotação	33
3.4.2 Embalagem	45
3.5 Resultados Esperados	51
3.5.1 Ferramenta de apoio à Cotação	51
3.5.2 Embalagem	54
3.5.3 Visão Geral	65
4. Conclusão	67
4.1 Resposta ao Problema	67
4.2 Limitações e sugestões para investigações futuras	68
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
ANEXO A – INSTRUÇÃO DE TRABALHO (IT)	73
ANEXO B – LAYOUT DA ATUAL FERRAMENTA DE APOIO À COTAÇÃO	75
ANEXO C – DESVIO ENTRE A IT E A FC	77

ANEXO D - CUSTOS LOGÍSTICOS E DE MATERIAIS COM A EMBALAGEM ATUAL NA FÁBRICA DE PORTUGAL.....	79
ANEXO E - CUSTOS LOGÍSTICOS E DE MATERIAIS COM A EMBALAGEM ATUAL NA FÁBRICA DE MARROCOS	81
ANEXO F – REQUISITOS DO CLIENTE	83
ANEXO G – RESULTADOS ESPERADOS NFC POR FAMÍLIAS.....	85
ANEXO H – DESVIO ENTRE A IT E A NFC.....	89
APÊNDICE A – MANUAL DE UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA DE APOIO À COTAÇÃO.....	91
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIOS RELATIVOS AOS REQUISITOS DOS CLIENTES DA ESG.....	97
APÊNDICE C – QUESTIONÁRIOS RELATIVOS AOS ARMAZÉNS DOS CLIENTES DA ESG.....	101

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Os níveis do sistema de embalagem Jönson (2000, cit. por Saghir, 2002).....	11
Figura 2 - Interação entre a embalagem, o mercado e a logística (Saghir 2004)	14
Figura 3 - Fluxograma do atual processo de cotação na ESG	22
Figura 4 - Peça 3008	23
Figura 5 – Peça 3041	23
Figura 6 – Embalagem de embalagem retornável	25
Figura 7 - Fluxograma da otimização da embalagem de expedição.....	31
Figura 8 - Peça 2957 (Borracha).....	34
Figura 9 - Peça 6154 (Termoplástico)	34
Figura 10 - Desenho da peça 2739	35
Figura 11 - Disposição da peça 2739 dentro da embalagem	35
Figura 12 - Peça 3008	36
Figura 13 - Peça 24932 (clipe)	37
Figura 14 - Disposição da peça 24932 dentro da embalagem	37
Figura 15 – Fluxograma das famílias de peças.....	38
Figura 16 - Layout da ferramenta	41
Figura 17 - <i>Input e Output</i> da Ferramenta	45
Figura 18 - Cenário com a embalagem 60x40x28 (4 camadas)	49
Figura 19 - Cenário com a embalagem 60x40x30 (3 camadas)	49

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Visão geral das diferentes funções das embalagens (Jönson, 2000, cit. por Saghir, 2002)	10
Tabela 2 - Definições dos diferentes tipos de embalagem - modificado Jönson (2000, cit. por Saghir, 2002)	12
Tabela 3 - Desvio médio absoluto entre a IT e a FC	24
Tabela 4 - Embalagens de expedição da ESG	26
Tabela 5 - Embalagens de cartão utilizadas em cada fábrica	27
Tabela 6 - Custos associados à Carton Box 60x40x22.....	28
Tabela 7 - Famílias de Peças	36
Tabela 8 – Layout do modelo onde se calcula o nº peças por embalagem para a família Borrachas Grandes e Disformes	40
Tabela 9 - Base de dados com os preços das embalagens e paletes	42
Tabela 10 - Imagem dos cálculos auxiliares relativos aos custos unitários por peça	43
Tabela 11 - Cálculo auxiliar relativo à melhor embalagem por peça	44
Tabela 12 - Melhor embalagem por fábrica	44
Tabela 13 - Principais requisitos do cliente.....	46
Tabela 14 - Situação atual da ESG	46
Tabela 16 - Peças com possibilidade de melhoria e as suas respectivas alturas dentro da embalagem atual.....	50
Tabela 17 - Desvio médio absoluto entre a IT e a nova FC	53
Tabela 18 - Diferença de preço entre as embalagens	55
Tabela 19 - Tarefa de cada departamento no processo da testagem das peças na nova embalagem.....	56
Tabela 20 - Redução de custos de materiais após a testagem física: <i>Carton Box</i> 60x40x30	56
Tabela 21 - Redução de materiais dos pedais após testagem física: <i>Carton Box</i> 60x40x1857	56
Tabela 22 - Diferença mínima entre preços das embalagens para obter a redução de custos anterior.....	57
Tabela 23 - Aumento no número de peças por palete devido à alteração da embalagem ...	58
Tabela 24 - Redução de custos logísticos com a alteração da embalagem.....	59
Tabela 25 - Redução do espaço necessário e dos custos de armazenagem por ano	60

Tabela 26 - Diferenças de preço entre embalagens	61
Tabela 27 - Redução de custos de materias com a alteração da embalagem	61
Tabela 28 - Aumento no número de peças por palete devido à alteração da embalagem...	63
Tabela 29 - Redução de custos logísticos com a alteração da embalagem	64
Tabela 30 - Redução do espaço necessário e dos custos de armazenagem por ano.....	65
Tabela 31 - Visão geral da redução de custos logísticos e de materiais.....	65

SIGLAS

CA – Cadeia de Abastecimentos

DEM – Departamento de Engenharia Mecânica

DMA – Desvio Médio Absoluto

ESG – Elastomer Solutions Group

ESM – Elastomer Solutions Marrocos

ESP – Elastomer Solutions Portugal

ESS – Elastomer Solutions Eslováquia

ESX – Elastomer Solutions México

FC – Ferramenta de apoio à cotação

FCTUC – Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

GCA – Gestão das Cadeias de Abastecimento

IT – Instruções de Trabalho

NFC – Nova ferramenta de apoio à cotação

1. INTRODUÇÃO

Este primeiro capítulo pretende enquadrar o tema do projeto em discussão, apresentando a sua metodologia, bem como a estrutura da dissertação.

1.1 Enquadramento do Tema

A Elastomer Solutions Group (ESG) é um fornecedor líder de componentes de borracha, termoplástico e borracha com plástico para indústria automóvel. O seu produto tem diferentes geometrias e tamanhos pelo que se torna difícil padronizar as soluções logísticas da embalagem. Assim, o objetivo principal ao qual este trabalho académico procura oferecer resposta é a otimização da embalagem de expedição com vista à redução dos custos logísticos e de materiais. Paralelamente surgiu a necessidade de desenvolver uma ferramenta, para determinar quantas peças cada embalagem pode acomodar, de modo a realizar as simulações com as possíveis novas embalagens. Assim seria possível evitar a sua simulação em contexto real, o que acarretaria tempo e custos desnecessários.

A embalagem de expedição da ESG encontra-se padronizada e representa um valor significativo nos custos da empresa, cerca de 2%. Para além disso, a embalagem atual não atende às necessidades presentes da ESG e não está otimizada. Enquanto que, para determinado tipo de peças, a embalagem encontra-se otimizada - não necessitando por isso de alteração - noutra tipo de peças, a embalagem, encontra-se muito distante desse estado, necessitando por isso, obrigatoriamente, de ser alterada.

O Grupo Elastomer Solutions, já dispõe de uma ferramenta de apoio à cotação (orçamento). Esta tem como objetivo simular o número de peças que cada embalagem pode acomodar, para que se possam calcular os custos com a embalagem associados e desse modo garantir que a cotação fornecida ao cliente, seja realizada com bases em custos fidedignos que a empresa terá com produção das peças. Porém a ferramenta não é dinâmica e ao longo dos anos não foi desenvolvida, existindo determinadas variáveis que não são tidas em consideração. Isso faz com que o desvio entre *output* da ferramenta e a realidade seja maior do que o desejado e que, por isso, não sirva os interesses da ESG.

Em virtude do supramencionado, o objetivo do projeto apresentado nesta dissertação é otimizar a embalagem de expedição com vista à redução de custos logísticos e de materiais, através do redimensionamento da embalagem padronizada. Assim, a meta é alcançar uma redução de custos superior a 20%. Esta redução será mensurada através da comparação entre os custos com a atual embalagem e os custos com a embalagem proposta.

Relativamente à ferramenta de apoio à cotação (FC), o objetivo será a criação de um modelo/ algoritmo que tenha como propósito indicar o número de peças que cada embalagem pode acomodar, tendo em conta todas as variáveis que a atual ferramenta não toma em consideração e apresentando um desvio entre a FC e a realidade, bastante inferior ao atual. Deste modo, a meta é que esse mesmo desvio seja inferior a 15%, um valor a partir do qual a FC pode ser considerada aceitável. Esta métrica será medida através do cálculo do desvio médio absoluto entre o *output* da FC e o valor das Instruções de Trabalho (IT – o documento formal elaborado pelo departamento de Engenharia, no qual define, entre outras coisas, quantas peças efetivamente cada embalagem deverá conter (ver exemplo no anexo A)

1.2 Metodologia

De modo a encetar a prossecução dos trabalhos com vista aos objetivos definidos, o primeiro passo passou pela recolha de dados e informações, de modo a conhecer-se melhor a realidade da Elastomer Solutions. Os departamentos, ao nível da fábrica de Portugal, com mais intervenção neste processo, foram o Departamento de Logística (com a colaboração do responsável pelo Armazém e do responsável pelo Planeamento), o Departamento de Engenharia, uma vez que têm um papel fundamental na definição das IT e de todos os processos de industrialização, o Departamento de Qualidade e o Departamento de Produção. Ao nível do grupo, uma vez que o objetivo pressupõe que o projeto seja aplicado em todas as fábricas da ESG, o principal meio de coordenação foi o Departamento de Planeamento e *Procurement*.

É relevante destacar os seguintes pontos, pela sua objetividade no acompanhamento da metodologia levada a cabo:

1. Identificação clara dos problemas detetados e das oportunidades de melhoria fruto da resolução dos mesmos;

2. Criação de um modelo/ algoritmo em que fosse possível a mensuração do desvio atual da FC [através do desvio médio absoluto (DMA) entre o *output* da FC e o valor da IT] e dos custos totais com a embalagem atual e padronizada;
3. Apresentação da alternativa relativa à ferramenta de apoio à cotação e relativa à embalagem;
4. Medição das melhorias obtidas, com a proposta relativa à ferramenta (através do DMA entre o *output* da nova FC e o valor da IT) e à embalagem (através do cálculo dos custos logísticos e de materiais da nova alternativa para a embalagem).

1.3 Estrutura da Dissertação

A presente dissertação está dividida em quatro capítulos.

O primeiro capítulo é a **Introdução** e está dividido em três subpontos, o Enquadramento do Tema, a Metodologia e a Estrutura da Dissertação.

O segundo capítulo é dedicado ao **Estado da Arte**, onde é dado especial enfoque à Logística e *Supply Chain* e à Embalagem.

No terceiro capítulo é descrito o **Caso de Estudo**, nomeadamente a Empresa, o Diagnóstico, a Resolução do Problema, a Solução do Problema e os Resultados Esperados.

Por último, no quarto capítulo vem a **Conclusão**.

Para um melhor entendimento da dissertação, é importante deixar a nota de que apesar do objetivo principal do projeto ser a otimização da embalagem de expedição, com vista à redução de custos logísticos e de materiais, sendo notória a necessidade do desenvolvimento de uma ferramenta de apoio à cotação, pelos motivos anteriormente explicados, no terceiro capítulo – Caso de Estudo, todos os subpontos irão estar divididos entre FC e Embalagem. Apesar de estarem intimamente ligados, a sua separação facilitará a compreensão da mesma.

2. ESTADO DA ARTE

No segundo capítulo é apresentada a revisão de literatura relativa à temática abordada: a embalagem. São analisados os principais conceitos que gravitam em torno desta, decorrente dos estudos já realizados na comunidade científica, bem como os conceitos de logística e *supply chain*, vitais para a compreensão da presente dissertação.

2.1 Logística e *Supply Chain*

A logística é a gestão do fluxo dos bens, desde o momento em que é originado o bem até ser entregue ao consumidor, seja ele famílias ou empresas. Durante esse fluxo, é necessário que exista a satisfação de determinadas exigências de modo a aprimorar e a refinar o produto, para que desta forma satisfaça as necessidades do cliente final.

Os recursos geridos pela logística podem ser físicos (materiais, equipamentos, alimentos, entre outros) ou abstratos (informações, energia, tempo, entre outros). A logística de recursos físicos regra geral envolve: a integração de fluxos de informação, produção, embalagem, *stock*, transporte, armazenamento, manuseio de matérias e por vezes até segurança.

É importante denotar que não existe um consenso comum sobre o que realmente é a logística. Por isso, será possível encontrar noutras fontes definições diferentes, mas que acabam por ter o mesmo significado. Exemplo disso é a definição do *Council of Supply Chain Management Professionals* que se refere à logística como: “O processo de planeamento, implementação e controlo do fluxo e armazenamento eficiente e eficaz de bens, serviços e informações desde o ponto de origem até ao ponto de consumo com o objetivo da conformidade dos requisitos do cliente”, que inclui os movimentos de saída, internos e externos e a devolução de materiais com a finalidade da sustentabilidade ambiental.

Assim, Eds & Lourenço (2005) assumiam que “A crescente necessidade da indústria competir com os seus produtos num mercado global, em termos de custos, qualidade e dimensões de serviço, deu origem à necessidade de desenvolver sistemas logísticos mais eficientes do que os tradicionalmente empregados”, o que ao longo do tempo marcou uma transição na literatura, na qual deixou de se escrever apenas sobre logística e

começou-se a introduzir o termo cadeia de abastecimento (CA), ou como é mais comum aparecer na literatura *supply chain*.

Mentzer et al. (2001) assume que “A gestão da cadeia de abastecimento (GCA) é definida como a coordenação sistémica e estratégica das funções empresariais tradicionais e as táticas através destas funções empresariais dentro de uma determinada empresa e entre empresas dentro da cadeia de abastecimento, com o objetivo de melhorar o desempenho a longo prazo das empresas individuais e da cadeia de abastecimento como um todo”.

Tanto a Logística como a Gestão da Cadeia de Abastecimentos são largamente discutidas quer nas Academias quer na Indústria, no entanto a GCA tem uma conceção mais alargada com uma gama mais ampla que pode envolver outros assuntos semelhantes tais como: o aprovisionamento da rede, a gestão de condutas de abastecimento, a gestão da cadeia de valor e a gestão do fluxo de valor. Uma questão importante a refletir sobre a Logística, que a difere da CA, é que enquanto a primeira se foca demasiado na empresa ou organização, a segunda dá um especial enfoque na CA como um todo. Ou seja, as empresas presentes na Cadeia de Abastecimento em vez de garantirem reduções de custos ou melhorias nos serviços à custa uma das outras, tentam sim garantir que a sua CA como um todo é o mais competitiva possível, de modo a poderem competir com outras CA e não apenas entre empresas. (Eds & Lourenço, 2005)

Min e Zhou (2002) apresentam a CA como um sistema integrado que sincroniza uma série de processos de negócio inter-relacionados, como forma de adquirir matérias-primas, transformá-las em produtos acabados, adicionar valor a esses produtos, distribuir e promover estes produtos para qualquer retalhista ou consumidor, bem como facilitar as trocas de informação entre os parceiros de negócio. Já Seuring e Mu (2008) referem-se à cadeia de abastecimento como um meio que “engloba todas as atividades associadas aos fluxos e à transformação de bens” e definem GCA como “a integração de todas as atividades através da melhoria das relações na cadeia de forma a alcançar a vantagem competitiva sustentável”.

Por último, Carvalho et al. (2012) afirmava, que a procura por condições de competitividade é realizada em conjunto entre as empresas de uma CA como um todo e não de forma isolada. O autor acredita que a vantagem competitiva só é possível de modo sustentável, com partilha de recursos entre as diferentes entidades participantes na CA, sendo

que as empresas devem conseguir criar fatores de atratividade, de forma a gerar mais valor acrescentado.

2.1.1 Custos logísticos

Moura (2006) referia que os sistemas de custeio adequados sobre os produtos, clientes, atividades logísticas, entre outros, são fundamentais para que os gestores possam tomar decisões mais corretas e fundamentadas. As grandes decisões relativas à gestão dos espaços de armazenamentos, transporte, produtos a negociar e clientes a servir, só são tomados com base na informação relativa aos custos logísticos. O mesmo autor, afirma ainda que um dos principais desafios para a gestão é a redução de custos, no sentido em que, sendo os clientes cada vez mais exigentes, as empresas têm de disponibilizar, cada vez mais, melhores e novos produtos, a custos e níveis de serviços mais aliciantes.

Dubiel (1996) enunciou os vários tipos de custos que podem surgir nas empresas, como:

- Custos de materiais;
- Custos de transporte;
- Custos com edifícios;
- Custos de gestão de resíduos;
- Custos de manuseamento;
- Custos de armazenagem;
- Custos de máquinas, equipamentos e ferramentas.

Para Lambert, Stock e Ellram (1998) os custos logísticos mais relevantes são os seguintes:

- **Custos de transporte:** Originados pelas atividades de transporte. Estes custos eram influenciados pelo peso, distância ponto de origem e ponto de destino, modo de transporte e volume.
- **Custos de *stock*:** Os principais custos logísticos devem-se às quantidades compradas e produzidas;
- **Custos de armazenagem:** São criados pelas atividades de armazenagem e pelo processo de seleção dos locais da fábrica e do armazém.

Já Rushton, Oxley e Crousher (2000), definem como custos logísticos os seguintes:

- **Custos de produção:** Variam de acordo com o tipo de processo de produção, sistemas utilizados e tipo de produtos produzidos;
- **Custos de sistemas de informação:** Sofrem influência desde a receção até aos sistemas de informação para a gestão;
- **Custos de *stock*:** Incluem o capital investido no *stock*, custo de obsolescência, entre outros;
- **Custos de vendas perdidas:** São muito relevantes no contexto da proximidade ao cliente, juntamente com a fiabilidade e velocidade do serviço;
- **Custos de armazenagem:** Variam de acordo com os tipos de sistemas de armazenagem e de movimentação, a par com o volume e a taxa de transferência no armazém. O tamanho, localização e tipo de armazém são importantes;
- **Custos de transporte:** Quer os custos de transferência, quer os de entrega final são afetados pelo número de armazéns bem como a sua localização;
- **Custos de embalagens:** Concentram-se no *trade-off* entre o tipo de embalagem e os custos de movimentação e transporte. Outro fator importante é o tipo da unidade da carga.

E ainda, Gudehus e Kotzab (2012), consideram que os seguintes custos logísticos devem ser registados e analisados separadamente:

- Custos com o pessoal;
- Custos de rota e de rede;
- Custos de espaço e área;
- Custos de equipamento logístico;
- Custos de material logístico;
- Custos de tecnologias de informação logísticas;
- Despesas com terceiros;

- Custos de planeamento e projeto;
- Custos de posse dos stocks;
- Custos com os transportadores.

2.2 Embalagem

A primeira memória relativa à embalagem que existe na história é relacionada com o ferro e o aço estanhado, matérias essas que foram utilizadas para fazer latas no início do século XIX. As caixas de cartão e de fibra de cartão foram apresentadas pela primeira vez no final do século XIX.

A embalagem foi definida por Albert Paine (1991), como “a ciência, arte, e tecnologia de acondicionamento de produtos para distribuição, armazenamento, venda e utilização”.

Vidages Giovannetti (1995) assumia que a embalagem é um contentor que está em contacto direto com o produto, mantendo, protegendo, preservando e identificando-o. Facilita ainda, o manuseamento e a comercialização do produto.

Saghir (2002) afirmava que “a embalagem é um sistema coordenado de preparação de produtos para o manuseamento seguro, eficiente e eficaz. Também o transporte, distribuição, armazenamento, consumo e recuperação, reutilização ou eliminação. Tudo isto combinado com a agregação de máximo valor ao cliente, às vendas e consequentemente, ao lucro.”

A embalagem passou a ser considerada como um componente essencial no estilo de vida moderno e no modo de organização dos negócios. Esta desempenha um papel importante no Marketing, uma vez que envolve a política dos 4P's *Marketing Mix*. Assim, além das suas características básicas - proteger, preservar, conter, convencer e comunicar – ganha ainda bastante protagonismo na construção de uma posição na mente dos consumidores e do mercado. (Agariya et al. 2012)

2.2.1 Função e tipos da Embalagem

Dyllick (1989) arrogava que a função primeira da embalagem está relacionada com a logística, uma vez que esta protege o produto em circulação.

A padronização da embalagem e o seu dimensionamento contribuem para os impactos ao nível do *layout* e da produtividade do armazém (Livingstone e Sparks, 1994).

Diversos autores referiam o Marketing como a segunda função da embalagem, uma vez que esta pesa na decisão de compra dos consumidores e do posicionamento das marcas perante os mesmos. (Ray e Guthrie, 1990; Agariya et al. 2012).

As duas funções da embalagem anteriormente referidas, estão interligadas e beneficiam, quer os consumidores quer os intermediários. Em termos logísticos, a embalagem permite que o produto seja contido, repartido, unificado e comunicado, do ponto de vista da comercialização esta atrai a atenção para o produto, vendendo-o. (Prendergast, 1995).

Jönson (2000, cit. Por Saghir, 2002) apresenta uma visão geral das importantes funções da embalagem na tabela 1, como fazendo parte de três categorias principais: a logística, o marketing e o ambiente.

Tabela 1 - Visão geral das diferentes funções das embalagens (Jönson, 2000, cit. por Saghir, 2002)

Categoria	Funções
Função Logística	<ul style="list-style-type: none">- Facilitador de distribuição- Proteção do produto e do ambiente- Providencia informação sobre as condições e locais
Função de Marketing	<ul style="list-style-type: none">- <i>Design</i> gráfico e formato- Obrigações legais e marketing- Requisitos do cliente / conveniência do consumidor para uso final, bem como distribuição
Função Ambiental/Aspeto	<ul style="list-style-type: none">- Recuperação / Reciclagem- Desmaterialização- Utilização única vs embalagem reciclável;- Toxicidade

As embalagens foram ainda classificadas por Jönson (2000, cit. por Saghir, 2002) como primárias, secundárias ou terciárias. A figura 1, consegue explicar de forma ilustrativa, precisamente, essas classificações atribuídas pelo autor. É possível argumentar que o sistema de embalagens é afetado pelo desempenho de cada nível das classificações anteriores, e pelas

interações entre níveis. Várias definições e termos são utilizados pelos profissionais quando o tema é a embalagem, mas Jönson (2000, cit. por Saghir, 2002) procurou sumarizar num quadro (ver tabela 2) os principais chavões.

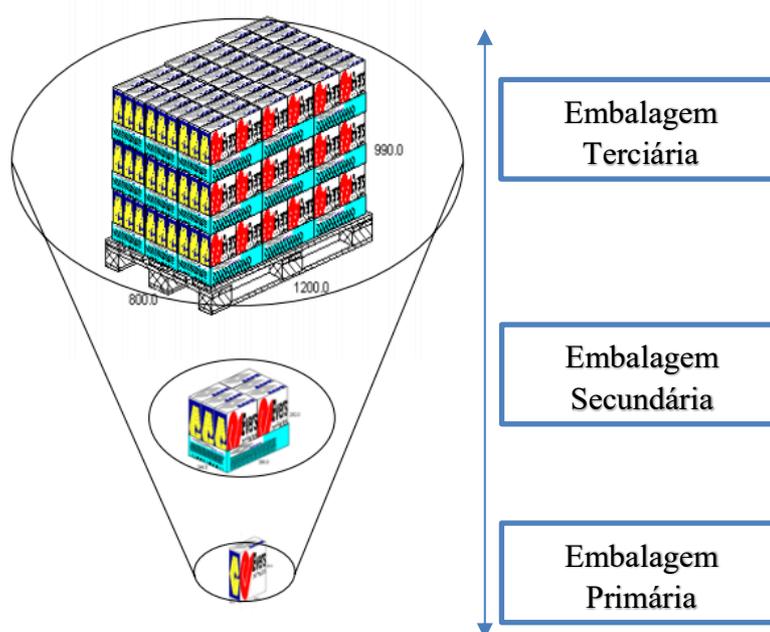


Figura 1 - Os níveis do sistema de embalagem Jönson (2000, cit. por Saghir, 2002)

Moura e Banzato (2003) consideram que o enfoque logístico são mais as questões de movimentação e armazenagem, sendo que apontam como as quatro funções da embalagem: a conveniência para a movimentação do stock, a facilidade de identificação, a segurança e a proteção do produto.

Quanto à função comunicação, Hellström e Saghir (2006), consideram que se subdivide em três pontos: a promoção do produto, a maximização da comunicação com os consumidores e a comunicação de informações. Os autores consideram ainda que a embalagem é bastante importante como ferramenta de marketing, especialmente em mercado de grande concorrência no ponto de venda. Ainda assim, a unitização e repartição dos produtos a preços desejáveis é também uma função de grande importância.

Tabela 2 - Definições dos diferentes tipos de embalagem - modificado Jönson (2000, cit. por Saghir, 2002)

Tipo de Embalagem	Definição
Embalagem primária, de consumo ou de venda	A embalagem que está em contacto com o produto. A embalagem que o consumidor costuma levar para casa.
Embalagem secundária	A embalagem secundária é desenhada para conter várias embalagens primárias.
Embalagem terciária	Usada quando um certo número de embalagens primárias e secundárias estão montadas numa palete ou num <i>rol container</i> .
Embalagem de grupo	Embalagem que é concebida para facilitar a proteção, exibição, manuseamento e/ou transporte de uma série de embalagens primárias.
Embalagem de transporte, industrial ou de distribuição	Embalagem que é concebida para facilitar o manuseamento, transporte, armazenamento de um determinado número de embalagens primárias com o propósito de garantir uma produção e distribuição eficiente, bem como evitar danos físicos de manuseio e transporte.
Embalagem de exibição	O mesmo que a embalagem de grupo, muitas vezes com ênfase a recursos de exibição.
Embalagem de retalho	O mesmo que a embalagem de grupo, com uma ênfase especial no <i>design</i> de modo a caber nas estantes de retalho.
Embalagem usada	Material de embalagem que sobra após a remoção do produto que continha.

Os custos logísticos, nomeadamente, o transporte e o armazenamento estão intimamente relacionados com o tamanho e a densidade das embalagens. Ou seja, a embalagem logística afeta o custo de todas as atividades logísticas e tem um impacto significativo na produtividade dos sistemas logísticos. Logo, caso a embalagem não esteja projetada para um processo logístico eficiente, todo o desempenho do sistema irá sofrer. (Bowersox, Closs e Cooper, 2007).

2.2.2 Custos da Embalagem

O embalamento contribui diretamente para os custos totais, através dos custos de material ou de embalagem, controlo interno da embalagem, custos de aquisição e de armazenamento. Influencia também os custos de forma indireta, tornando o ciclo mais eficiente e consequentemente reduzindo os custos totais na cadeia. Por sua vez, o *design* da embalagem influencia os custos de acondicionamento, transporte e armazenamento e controlo.

É essencial que exista uma boa compreensão relativamente aos vários elementos incluídos nos custos da embalagem. Não apenas relativamente ao material, nem à mão de obra, mas também os custos fixos que compõe o custo total. (Hanlon, Kelsey e Forcinio, 1998).

Os custos da embalagem, para Kamarthi, Gupta e Lerpong (2003) dividem-se em oito categorias:

- Custo do material;
- Custo de montagem;
- Custo de devolução;
- Custo de desmontagem;
- Custo de manutenção para reutilização;
- Custo de reciclagem;
- Custo de descarte.

A embalagem logística foi bastante estudada pelos académicos que a reconheciam como uma interface entre os sistemas de embalagem e logística, bem como na sua relação com o marketing. Essa interação é retratada na imagem que se segue:

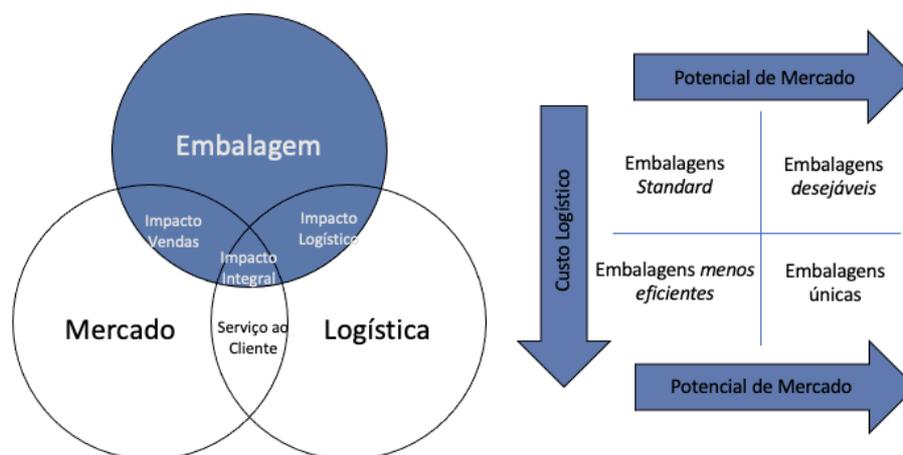


Figura 2 - Interação entre a embalagem, o mercado e a logística (Saghir 2004)

Chan, Chan e Choy (2006) afirmava que, quase todos os custos na cadeia de abastecimento, são afetados pela embalagem. Exemplo disso são os danos na movimentação da carga, controlo e custos de armazenagem que são dependentes da qualidade e desempenho das embalagens e da informação incluída na mesma. Na mesma linha, Hassel et al. (2006), fazia referência, ao facto de que, os custos de embalagem representavam uma parte significativa dos custos de fabrico de um produto, pelo que seria de máxima importância que as empresas tivessem capacidade de o reduzir.

Parvini (2011) considerava que os custos da embalagem provêm na sua maioria de três fontes sem as quais a embalagem não sobrevive: a mão de obra, o equipamento e os materiais. “O empacotamento é geralmente considerado como o processo de colocar o artigo fechado num contentor de transporte, pelo que os custos de mão-de-obra envolvidos para realizar uma ou ambas as operações são influenciadas pelos materiais, métodos e equipamento do sistema de embalagem específico.” Segundo o mesmo autor “cerca de 9% do custo de qualquer produto é proveniente do custo da sua embalagem, sendo que cerca de 90% desse custo de embalagem pode ser atribuído a outros fatores que não o próprio material de embalagem. O fabrico, utilização e eliminação das embalagens representam cerca de 60% dos custos totais de produção ou entre 15% e 50% do preço de venda de um produto”.

2.2.3 Logística da Embalagem

Bolat et al. (2000) definiram a logística de embalagem como “uma abordagem que visa desenvolver embalagens e sistemas de embalagem de modo a apoiar o processo

logístico e de satisfazer as exigências dos clientes/utilizadores". Esta definição reflete um ponto de vista tradicional que considera a embalagem como uma parte do sistema logístico, e aborda apenas uma relação unilateral em que a embalagem se adapta ao mesmo. O conceito de logística de embalagem centra-se na simbiose alcançada através da integração dos sistemas de embalagem e logística, com o potencial de aumentar a eficiência e a eficácia da cadeia de abastecimento através da melhoria tanto da embalagem como das atividades relacionadas com a logística.

O sistema de embalagem é considerado como pertencente dos outros subsistemas logísticos como: o sistema de transporte, o sistema de gestão de inventários, o sistema de processamento de encomendas e o sistema de armazenagem. Lambert et al. (1998) referiam que “A embalagem também é considerada como um sistema importante de armazenagem e gestão de materiais”.

Há necessidade de métodos e ferramentas que permitam avaliações de embalagem ao longo da cadeia de abastecimento a fim de evitar sub otimizações. Os métodos existentes estão limitados à análise de apenas uma empresa, sendo que existe uma clara falta de articulação, de modo a realizar a análise do ponto de vista integrado da cadeia de abastecimento. (Saghir e Jönson, 2001).

É exigida uma melhor compreensão da complexidade da logística de embalagem e o fornecimento de novos conceitos e soluções de embalagem que facilitem um manuseamento mais suave ao longo de toda a cadeia de abastecimento. A fim de desenvolver tais conceitos, é necessária a implementação de novas ferramentas, métodos e técnicas numa fase inicial do processo de desenvolvimento do produto que assegurem a consideração de questões logísticas de embalagem ao longo de toda a cadeia de abastecimento. (Saghir, 2004). Reconhecer a importâncias destas interações determina a extensão de processos e atividade ao longo da cadeia de abastecimento de modo a permitir a inclusão de todos os processos e atividades ao longo da mesma, afetando estas.

2.2.4 Saving de Embalagem

Mollenkopf, Closs, Twede, Lee y Burgess (2005) chegaram à conclusão de que os custos de embalagem, manuseamento de material, transporte e disposição na cadeia de valor são o ideal para definir o tipo de embalagem a utilizar.

Para Ge (1996), com o intuito de reduzir os custos logísticos de embalagem haviam dois caminhos principais: a redução do custo em material de embalagem e a redução dos custos logísticos. O primeiro, subdivide-se em embalagens primárias e secundárias, e obtém-se através da diminuição do material e de um projeto de proteção para os danos mais comuns (de modo a evitar a superproteção) – em relação às primárias. Em relação às embalagens secundárias obtém-se através de novos padrões de caixa, segundo as necessidades do mercado e ao minimizar a área de cartão desocupada. O segundo é possível através da utilização adequada do transporte, quer paletes, quer contentores e do planeamento adequado das dimensões necessárias para o transporte.

No caso do transporte, tanto primário (das fábricas de produção para centros de distribuição ou plataformas logísticas) como secundário (de plataformas logísticas para os canais de venda ou clientes), o efeito é diferente, já que a maior parte das unidades transportadas consegue obter uma melhor consolidação e melhores economias de escala. Portanto, a negociação que se faz com a transportadora para fixar o preço do serviço, pode dar-se através do: peso, volume ou número de embalagens secundárias a mobilizar, dependendo de qual destas opções se escolher, o custo de transporte vai parecer mais afetado pelo tamanho da embalagem secundária.

Um caso similar ao do transporte ocorre com as atividades de armazenamento, já que o seu custo unitário depende do número de produtos contidos em embalagem secundária e não da dimensão da embalagem. Por isso, escolher embalagens de diferentes tamanhos (mas com a mesma quantidade de produtos no seu interior) não afeta o custo de manter produto em inventário, mas indiretamente pode afetar a utilização do espaço de armazenamento na plataforma de distribuição.

Para o caso da preparação do produto acabado, o tamanho da embalagem secundária é um fator relevante que afeta o custo associado à dita atividade, uma vez que o cálculo depende exclusivamente do número de unidades a manusear.

O projeto de uma embalagem ideal deve considerar os impactos que esta possa ter sobre as diferentes atividades logísticas. Na literatura aparece documentado os seguintes benefícios derivados do projeto de uma embalagem com as ditas características:

- Redução dos tempos manuseamento do material;
- Redução dos custos de embalagem e de manutenção do inventário;

- Melhoria do *layout* de armazenamento e de manuseamento. (Argueta et al., 2015)

Mollenkopf, Closs, Twede, Lee y Burgess (2005) chegaram à conclusão de que os custos de embalagem, manuseamento de material, transporte e disposição na cadeia de valor são o ideal para definir o tipo de embalagem a utilizar.

Já Hellström (2007), assume que “desde o foco logístico, o maior benefício do uso de embalagens secundárias eficientes é o incremento na utilização cúbica do transporte, podendo permitir aproveitar as economias de escala, enquanto o maior inconveniente é o tempo consumido nos centros de distribuição para as atividades de *picking*, que implicam maior esforço pela variedade de embalagens envolvidas no processo de atendimento a cada canal de distribuição.” A verdade é que os números, segundo Hellström (2007), demonstram que a redução em custos de transporte de embalagens secundárias é 10 vezes maior que os aumentos dos custos de manuseamentos nos centros de distribuição.

Hellström y Saghir (2007) afirmavam que “Diversos fatores têm vindo a incrementar a complexidade da gestão logística e com ela a necessidade de oferecer diferentes alternativas ao tamanho das embalagens secundárias. É importante notar que a adaptação à unidade de transporte e à palete são fatores importantes, uma vez que se relacionam com restrições de capacidade em termos de peso, volume e área dos veículos e armazéns. De um modo geral, a questão da embalagem secundária e do número de produtos que esta contém, afeta o manuseamento, transporte, armazenamento, a preparação e a venda.”

Em relação à metodologia Wen, Graves e Ren (2012) destacam que a escolha do tamanho certo para a embalagem secundária na distribuição tem sido um modelo que mal tem sido abordado desde 2002, mas focado apenas no transporte desde os centros de distribuição até os clientes e não desde as fábricas de produção. No seu estudo, os custos totais (manuseamento, armazenamento e inventários nos centros de distribuição e pontos de venda) diminuiram entre 0,3% a 0,4% com base num modelo de custos e reposição.

3 CASO DE ESTUDO

Embora o desenvolvimento da ferramenta (através da criação de um modelo/ algoritmo que nos indique o tamanho e tipo de embalagem mais adequado) estar intimamente ligado com a otimização da embalagem de expedição, resolveu-se separar, neste capítulo, ambos os conceitos de modo a facilitar a leitura e a compreensão do mesmo.

Assim, este capítulo está dividido em cinco subcapítulos: a **Empresa**, o **Diagnóstico**, a **Resolução do Problema**, a **Solução do Problema** e os **Resultados Esperados**. Cada subcapítulo está dividido entre a **Ferramenta de apoio à Cotação** e a **Embalagem**.

3.1 Empresa

A Elastomer Solution Group é uma empresa alemã, fornecedora líder de componentes de borracha, termoplástico e borracha com plástico para a indústria automóvel. Desenvolve, produz e distribui peças técnicas em borracha, termoplástico, silicone e outros materiais poliméricos.

A ESG tem como missão servir os seus clientes através do desenvolvimento, produção e abastecimento de peças poliméricas de acordo com os seus requisitos específicos, desenvolvendo e fornecendo soluções de alto nível técnico e qualitativo e promovendo a excelência em todas as suas atividades de forma a garantir relações sustentáveis com todos os seus *stakeholders*.

A sua visão passa por tornar-se um parceiro global de componentes elastoméricos e plásticos de alta qualidade, oferecendo uma ampla gama de produtos e serviços de desenvolvimento abrangentes, principalmente para a indústria automóvel, mas também para outras indústrias e mercados com necessidades de produtos semelhantes.

A sua fundação, remonta ao ano de 1974, quando o DIEHL Group, um grupo germânico, adquire uma fábrica de produção de compostos de borracha e peças moldadas de borracha em Blankenheim, Alemanha. Em 1994 foi fundada a primeira fábrica de produção no estrangeiro, neste caso em Mindelo, Portugal.

Em 2003 é fundada a DIEHL ENCO Elastomertechnik, uma *joint venture* entre DIEHL Group e ENCO, Eslováquia.

Após dois anos, a empresa decidiu concentrar na Alemanha o desenvolvimento do produto e as vendas e três anos imediatamente a seguir, a DIEHL ENCO Elastomertechnik é comprada pela mutares AG que atribui um novo nome à empresa, passando esta a chamar-se Elastomer Solutions Group.

Em 2012, a ESG cria uma empresa em Tânger, Marrocos e em 2014 cria outra empresa em Fresnillo, no México. Ainda no mesmo ano, a Elastomer cria um escritório de representação de vendas e engenharia em Detroit, EUA e realiza um aumento dos recursos na Alemanha.

Em 2016 teve a necessidade de realocar as operações em Tânger para uma fábrica de maiores dimensões e em 2018 dá início a um *Improvement Plan* focado nas vendas e desenvolvimento, operações e industrialização, nos seus 5 locais no globo para apoiar o crescimento e a lucratividade.

Tendo uma forte presença internacional com um *Full Service Development Center* na Alemanha e, hoje, com quatro fábricas em Portugal, Marrocos, México e Eslováquia, o objetivo da Elastomer Solutions é estar perto dos seus principais clientes e fazer parte do seu sucesso.

Toda esta estrutura, desenvolvida pela Elastomer ao longo dos anos, diferencia-se da maior parte dos concorrentes devido à sua capacidade interna de *design* e desenvolvimento no seu centro de desenvolvimento na Alemanha. Assim, a sua qualidade é reconhecida por todos os seus clientes e a Elastomer Solutions é frequentemente agraciada com a pontuação de maior qualidade ao longo do ciclo de vida dos produtos.

O conceito de produção da ESG assenta no aumento da competitividade através do desenvolvimento de processos eficientes e eficazes que sejam sustentáveis e operem dentro das condições de segurança.

O foco principal de industrialização é injeção de peças provenientes de vários componentes e uma montagem altamente complexa baseada em conceitos inovadores e num alto nível de automação.

Todos estes atributos conjugados, fazem da ESG um fornecedor importante para todos os seus clientes e um *player* líder no mercado.

3.2 Diagnóstico

Nesta fase do documento procura-se definir, qual o problema existente na empresa, e que necessita de intervenção, de modo a melhorar os processos já existentes. Assim, é expectável que o leitor consiga detetar a necessidade de desenvolver um novo processo, bem como o propósito do projeto.

3.2.1 Ferramenta de apoio à cotação

A ESG utiliza uma ferramenta de apoio à cotação, que pretende auxiliar na definição da quantidade de peças que cada embalagem pode acomodar. É muito importante, saber com o maior rigor possível essa informação, para que seja possível realizar o cálculo dos custos de expedição do seu produto ao cliente e, desse modo, apresentar-lhe um orçamento competitivo e que vá de encontro com a realidade.

O método de utilização da atual ferramenta consiste em retirar as medidas de determinada peça através da análise do desenho técnico da mesma – o comprimento, a largura, a altura e o peso – de seguida selecionar a embalagem que se pretende utilizar e com esses dados verificar quantas vezes o volume da hipotética peça caberá dentro do volume da embalagem. Este método, é chamado de cubagem, no qual se procura envolver, ainda que virtualmente, a peça num cubo imaginário e verificar quantos cubos caberão dentro da embalagem, dividindo o volume da embalagem pelo volume do cubo. Através do anexo B é possível verificar o *layout* da atual ferramenta de apoio à cotação.

A experiência na utilização desta ferramenta por parte dos Engenheiros de Cotações, permite-lhes ter uma visão crítica sobre o *output* que a ferramenta lhes apresenta. Ou seja, se em determinada peça, a ferramenta apresentar um *output* completamente diferente daquilo que os engenheiros - com a sua experiência e contacto com outras peças semelhantes - entendem ser a realidade, eles próprios assumem outro valor. Portanto, quando colocam um valor específico na ferramenta de cotação “RFQ”, esse mesmo valor é, tipicamente, introduzido com o seu próprio filtro em relação ao *output* que ferramenta de apoio à cotação, lhes apresenta. De seguida é visível uma imagem com o fluxograma do processo de cotação.

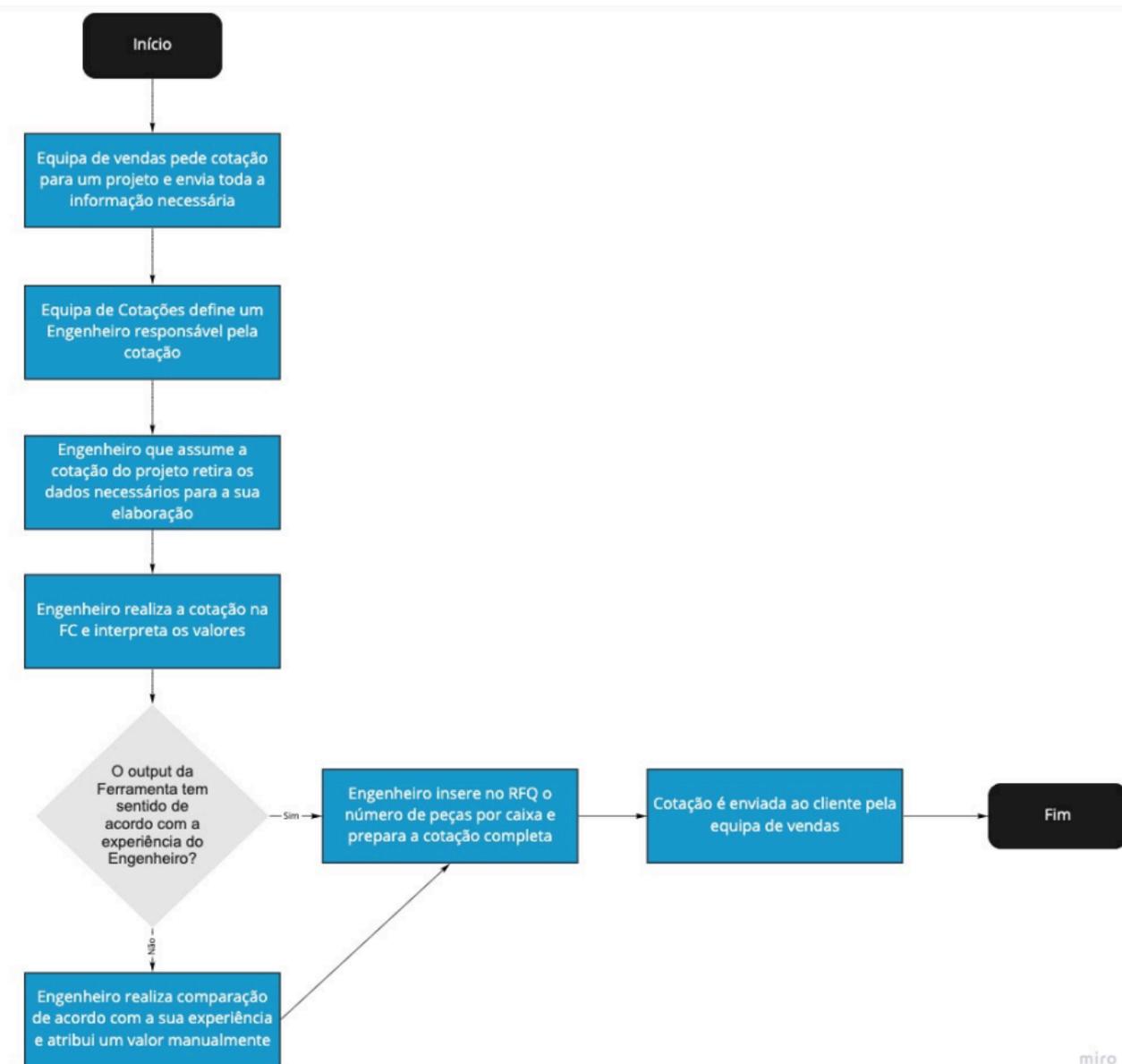


Figura 3 - Fluxograma do atual processo de cotação na ESG

No entanto, as peças que a empresa produz têm genericamente, geometrias e formas bastante distintas, o que torna excessivamente complicada a missão de determinar quantas peças cada embalagem consegue acomodar. Existem muitas variáveis que, são praticamente impossíveis de medir, tão a montante no processo como por exemplo:

- Densidade das peças;
- Grau de encaixe das peças umas nas outras dentro da embalagem;
- Disposição das peças dentro da embalagem a granel ou acomodação por parte do operador.

Novamente a título de exemplo, seguem-se duas imagens relativas a peças que demonstram o acima referido.

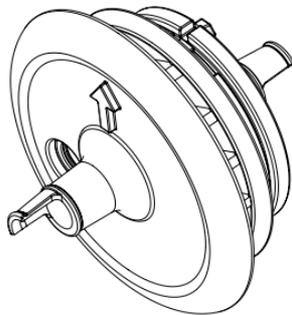


Figura 4 - Peça 3008



Figura 5 – Peça 3041

Entre os vários problemas que podem acontecer com uma cotação errada, é essencial destacar dois:

O primeiro, decorrente da possibilidade de a ferramenta apresentar como *output* mais peças do que aquelas que realmente são possíveis de acomodar numa embalagem, o que resulta em menos embalagens e paletes cotadas e como consequência o acrescer de despesas na cadeia de valor que não estavam previamente presentes na cotação enviada ao cliente. Assim feito, a empresa perderá dinheiro uma vez que esses custos ser-lhe-ão imputados e não ao cliente, uma vez que não lhe foi apresentado no orçamento.

E o segundo, no caso de a ferramenta apresentar como *output* menos peças do que aquelas que realmente cabem na embalagem, fazendo com que mais embalagens e paletes sejam cotadas do que o necessário. Devido a isso, a cotação irá engordar e consequentemente a ESG perderá competitividade no mercado.

A acrescer ao problema, é impossível garantir que, no futuro, a equipa de cotações tenha sempre o atual nível de experiência, e consequentemente, todos os benefícios que advêm da mesma, no exercício das suas funções. Urge, portanto, encontrar uma solução que, até certo ponto, ilibe o técnico da necessidade de conhecer a fundo as peças e os vários exemplos que já passaram pela empresa, passando essa responsabilidade para o lado da ferramenta.

A seguinte etapa, passou pela elaboração de um estudo, no qual se realizou um histórico entre o valor presente na IT – o documento formal elaborado pelo departamento de

Engenharia, no qual se define, entre outras coisas, quantas peças efetivamente cada embalagem deverá conter - e o valor apresentando como *output* da ferramenta. Deste modo, o objetivo passou por calcular o desvio entre um e outro.

Este estudo contou com uma amostra de 87 peças, sendo que através do anexo C, é possível verificar os valores apresentados quer pela IT, quer pela ferramenta de apoio à cotação (FC). Inicialmente foi calculado o desvio entre o primeiro e o segundo, calculado da seguinte forma:

$$desvio (peça x) = \frac{(output da FC - IT)}{IT}$$

Depois de ser calculado o desvio para cada uma das 87 peças, calculou-se o desvio médio absoluto de todas as peças, da seguinte maneira:

$$desvio \text{ médio absoluto } (IT/FC) = \frac{\sum |desvios (i)|}{87}$$

Assim, os resultados obtidos pelas equações acima e os objetivos definidos são os seguintes:

Tabela 3 - Desvio médio absoluto entre a IT e a FC

Amostras (peças)	87
Desvio Médio Absoluto entre IT e FC	25,97 %
Objetivo	< 15 %

Como é facilmente observável, o DMA para além de muito elevado, também está bastante acima daquele que é a meta estabelecida. Um desvio tão grande entre a FC e a IT, não é concebível e é uma demonstração da disparidade da FC para com a realidade. Sendo o objetivo, precisamente o oposto, ou seja, que o desvio seja o menor possível.

Com a análise mais detalhada através do anexo C, foi também possível retirar outras ilações. Exemplo disso são determinadas peças no qual a FC aproxima-se bastante daquilo que é o valor da IT, enquanto noutros casos o contraste é notório.

Esta análise, abriu portas para uma possível incidência na resolução dos problemas detetados de modo a auxiliar na criação de uma ferramenta mais dinâmica, com um desvio inferior e que de um ponto de vista geral, melhor sirva os interesses da ESG.

3.2.2 Embalagem

Embora com produtos de diferentes geometrias e tamanhos, a Elastomer Solutions utiliza, uma embalagem *standard*. Apesar de servir para determinadas peças, existem outras com as quais não é compatível o que demonstra que não está otimizada, mas sim padronizada. O fator descrito gera algumas consequências como custos desnecessários, quer em material (com embalagens e paletes), quer logísticos (armazenamento).

As embalagens que a Elastomer Solutions Group utiliza para enviar o produto ao cliente podem-se dividir em 2 tipos, sendo que dentro desses 2 tipos existem diversas embalagens distintas. O primeiro diz respeito às embalagens da Elastomer Solutions e o segundo às embalagens retornáveis que pertencem ao cliente. Neste estudo, vamos focar-nos apenas nas embalagens da ESG, uma vez que são nessas que existe a possibilidade realizar alterações com vista à obtenção de melhorias, uma vez que as retornáveis são exigência do cliente e não é possível alterá-las.



Figura 6 – Embalagem de embalagem retornável

Tabela 4 - Embalagens de expedição da ESG

<p><i>Carton Box</i> 60x40x22</p>	
<p><i>Carton Box</i> 40x30x22</p>	
<p><i>Carton Box</i> 18x18x18</p>	

Para além das embalagens presentes na tabela acima, a ESG tem mais três embalagens. No entanto apenas são utilizadas pela fábrica da Eslováquia. São elas:

- *Carton Box* 58,5x38,5x15;
- *Carton Box* 48x38x44,5;
- *Carton Box* 60x40x30.

De forma a ilustrar mais facilmente que tipos de embalagens de cartão são utilizadas em cada fábrica, temos a seguinte tabela:

	Carton Box					
	60x40x22	18x18x18	40x30x22	60x40x29,5	58,5x38,5x15	48x38x44,5
ESP	x	x	x			
ESM	x					
ESS	x			x	x	x
ESX	x	x	x			

Tabela 5 - Embalagens de cartão utilizadas em cada fábrica

Note-se que ESP, significa “Elastomer Solutions Portugal”, ou seja ES são as iniciais do nome da empresa e a última letra diz respeito ao país onde está localizada cada fábrica. Assim sendo, ESM – Marrocos, ESS – Eslováquia (Slovakia no idioma de origem) e ESX – México (como já existia Marrocos teve que se utilizar uma letra distinta).

Apesar de existirem 6 embalagens com dimensões distintas, um estudo realizado pela ESG, indica que na fábrica de Mindelo, em Portugal, em 232 referências de peças já produzidas, 178 referências de peças utilizam a embalagem *Carton Box* 60x40x22, ou seja 76,7%. Podemos portanto, assumir, que existe claramente uma embalagem *standard* que é utilizada um número de vezes bastante superior do que as outras.

Utilizar uma embalagem *standard* como foi acima descrito tem vantagens e constrangimentos. Como vantagens podemos destacar o facto de se conseguir obter descontos de quantidade permitindo à empresa diminuir os custos de aquisição do material. Como constrangimento, destaca-se o facto de esta ser compatível para alguns produtos, enquanto para outros ela não está otimizada. Desse modo a empresa irá aumentar os preços de expedição, o que se deve ao facto de que, uma vez que a embalagem não está otimizada, caberão menos peças por embalagem do que seria desejável e por consequência menos peças por palete. Desse modo, utilizar-se-á uma maior quantidade de embalagens e de paletes do que irá resultar num aumento dos custos com o material. Para além destes, os custos de armazenagem, transporte e manuseamento também serão afetados. Ainda assim, os custos de transporte não serão analisados, uma vez que estes estão ao encargo do cliente e não da ESG.

Assim sendo, é importante apurar se essa caixa é a que melhor serve os interesses da Elastomer Solutions, se é a que mais próxima está de se considerar otimizada e se existe alguma outra embalagem que a empresa pudesse começar a adotar que fosse de encontro com essas expectativas.

A forma como a empresa seleciona o tipo de embalagem é através do cálculo, daquela que menor custo tem para a empresa, ou seja, é aquela que tendo em conta o número de peças por embalagem, o preço da embalagem e o preço da palete consegue obter um custo mais reduzido. Assim, é possível também constatar que para a *Carton Box 60x40x22* ser a mais utilizada, é porque também é a que mais vezes compensa em relação ao custo. No entanto, não convém esquecer que existem embalagens alternativas, logo se ainda assim a referida embalagem é a mais utilizada é porque as alternativas não estão a cumprir o seu papel de serem uma solução viável em algumas das peças.

De modo a ser mais perceptível a situação atual de Portugal e de Marrocos, o Anexo D e E, permite-nos verificar os custos associados às respetivamente 14 e 26 peças, sugeridas pela ESG. No entanto, a tabela abaixo serve para resumir os anexos e termos uma perspetiva mais genérica sobre as fábricas de ambos os países. Os cálculos abaixo foram efetuados com base nas previsões de vendas para o ano de 2022.

Tabela 6 - Custos associados à Carton Box 60x40x22

	Nº de peças	Custo c/ material	Custos logísticos	Custos Totais	Objetivo
ESP	17	59 907,84 €	5 333,41 €	65 241,25 €	Redução 20%
ESM	26	117 223,79 €	30 182,85 €	147 406,64 €	Redução 20%

No caso dos custos com materiais, estes foram calculados tendo em conta o preço de aquisição, quer da embalagem, quer da palete, no respetivo país. Relativamente aos custos logísticos, apenas foram tidos em conta os custos de armazenamento, sendo que inicialmente foram calculados os metros quadrados de espaço ocupado pelas respetivas peças com uma média de stock de duas semanas em armazém e de seguida, multiplicado o custo do metro quadrado pelo espaço ocupado. Desta forma, temos presente os custos totais relativos às 43 peças sugeridas pela ESG, 17 em Portugal e 26 em Marrocos.

Como foi referido anteriormente, o objetivo é obter uma redução dos custos logísticos e de materiais superiores a 20%.

3.3 Resolução do Problema

3.3.1 Ferramenta de apoio à cotação

A criação de uma ferramenta de apoio à cotação, apesar de ser um grande desafio devido às dificuldades inerentes impostas pela heterogeneidade do produto da ESG, tem claramente potencial de melhoria face à situação atual.

Como objetivo principal da ferramenta, está naturalmente a diminuição do desvio registado, entre esta e a realidade. Como observamos no capítulo anterior, este cifrase em 25,97%.

Para atingirmos esse objetivo, é necessário desenvolver um algoritmo/modelo que tenha como objetivo apresentar um resultado que inicialmente não seria possível estimar. Resultado esse, que se trata do número de peças que determinada embalagem consegue acomodar. No fundo, aquilo que se procura é que com os dados de entrada da IT e da atual FC, o algoritmo apresente um valor estimado, relativo ao número de peças por embalagem. Desse modo, será possível garantir que é realizada uma análise às causas dos desvios, e que o seu *output* tenha em conta os motivos pelos quais eles existem. Seja o que for aquilo que separa as peças quando estão em grupos não homogéneos, também será aquilo que as unes, quando em grupos homogéneos entre si, criando um padrão ao nível dos seus desvios. O objetivo é que o algoritmo/modelo consiga através da divisão das peças por grupos, detetar esses padrões e usá-los a seu favor.

Outra das missões da ferramenta seria a capacidade de apresentar como *output* a melhor embalagem - tendo em conta os custos e entre as existentes na ESG - para cada peça em específico, tendo ainda em conta as diferentes especificidades de cada fábrica. Tal seria possível, através do cálculo do número de peças para cada embalagem e do cálculo do número de peças por palete.

Como terceiro objetivo, a nova ferramenta terá que se alimentar automaticamente. Isto significa que à maneira que se vão adicionando novas peças à base de dados, esta terá capacidade de automaticamente se atualizar com vista a refinar os resultados e aproximá-los ainda mais da realidade, diminuindo o desvio entre a IT e a NFC. Deste modo, será possível garantir que a ferramenta estará em constante evolução, bem como aumentar a sua fiabilidade, com a certeza que quantas mais peças houver em base de dados, mais fiável será a mesma.

Com as três metas bem definidas e a sua resolução, também ela delineada, será ainda possível garantir que parte da responsabilidade que aos dias de hoje recaem sobre os engenheiros de cotação, gradualmente vá passado para o lado da ferramenta. A responsabilidade atual, recai muito sobre a necessidade da existência de experiência humana por parte dos técnicos de cotação, de modo que consigam interpretar e realizar uma análise crítica aos resultados que a ferramenta lhes apresenta - que só conseguiriam devido à experiência que têm desenvolvido ao longo dos anos, quer na área quer nesta indústria em específico - antes de assumirem qualquer valor correspondente ao número de peças por embalagem.

Com a nova ferramenta a proporcionar um desvio inferior ao atual e por consequência valores mais próximos da realidade, com a ferramenta a indicar automaticamente a melhor embalagem por peça (atualmente tem que ser o técnico de cotação a fazer os cálculos para cada peça) os engenheiros passarão de um papel de interveniente direto no resultado, para uma função meramente de controlo do mesmo.

3.3.2 Embalagem

De forma a garantir a otimização da embalagem de expedição e assim obter redução de custos através do redimensionamento da embalagem, existem duas alternativas mediante dois possíveis cenários, para quando a embalagem não se encontra otimizada.

A primeira consiste em maximizar o volume da embalagem e a segunda em maximizar o seu peso.

Neste sentido, convém explicar que a altura máxima atualmente é de 22 cm, que corresponde à altura da *Carton Box* 60x40x22 (neste estudo a Elastomer Solutions Slovakia e México não serão considerados por recomendação da própria empresa) e que o peso ergonómico não deverá exceder os 12kg, valor definido pela Elastomer Solutions e transversal a todas as fábricas do grupo.

Assim sendo, a maximização do volume da embalagem deve ser uma solução quando a embalagem atinge o limite de peso, mas, no entanto, ainda tem volume disponível. De modo a evitarmos que a embalagem vá com uma grande percentagem de volume desocupado, a solução seria diminuir a altura da embalagem de modo a diminuir o volume da mesma e dessa forma otimizar o volume ocupado por peças. Concretizando-se, seria possível uma embalagem de menor dimensão levar exatamente as mesmas peças do que a

embalagem de maior dimensão, com a vantagem adicional de ser possível cada palete transportar um maior número de embalagens, o que se refletiria em mais peças por palete e consequentemente um menor número de paletes.

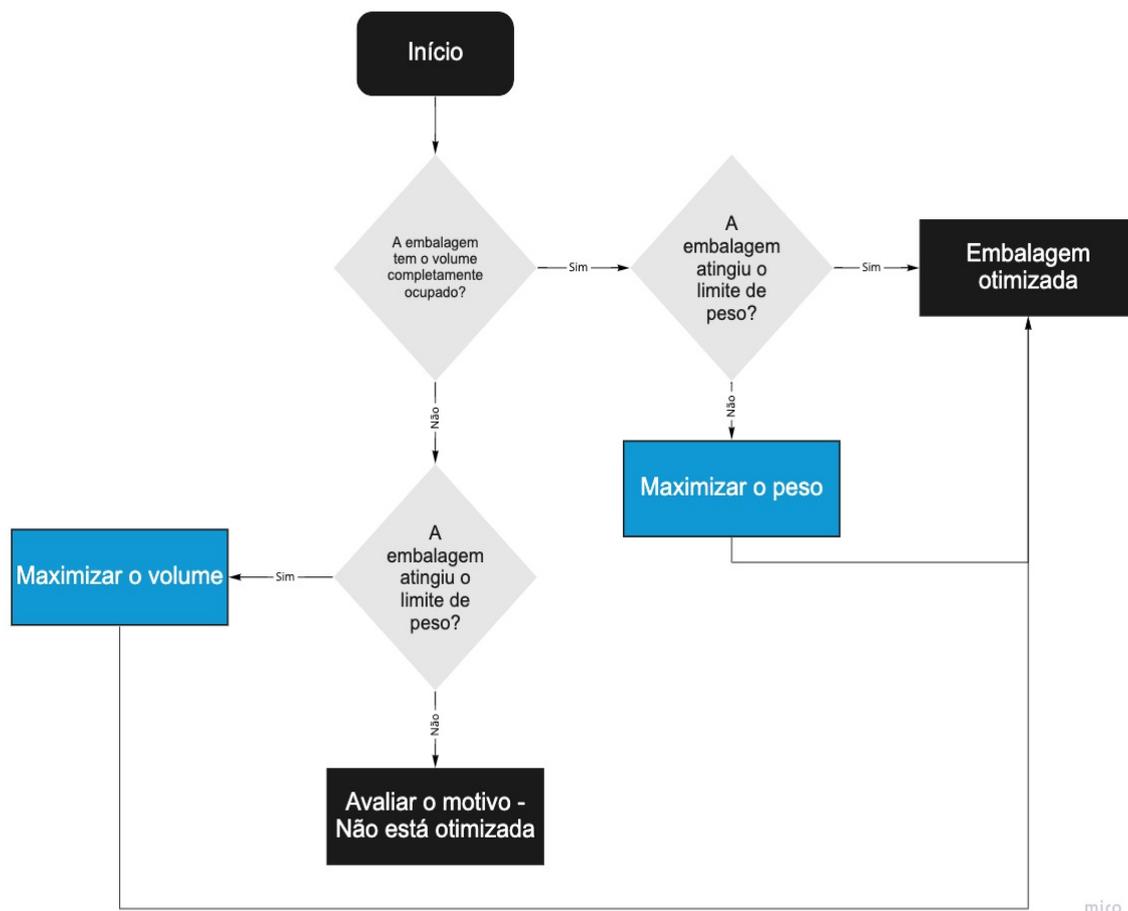


Figura 7 - Fluxograma da otimização da embalagem de expedição

A segunda opção, seria para colocar em prática quando o volume da embalagem está praticamente todo preenchido, no entanto o peso da embalagem ainda não atingiu o limite de peso ergonómico. Neste caso, a solução seria fazer com que a embalagem ficasse o mais próxima possível dos 12kg, procurando otimizar o peso. Com esse propósito, a solução passaria por aumentar a altura da embalagem e por consequência aumentar o seu volume. No caso de se concretizar, seria possível levar mais peças por embalagem, reduzir o número de embalagens, reduzir a quantidade de paletes e por consequência diminuir os custos com materiais.

De forma a entendermos melhor o processo descrito, a figura 7 facilita a sua compreensão.

Relativamente à melhoria da embalagem utilizada pela Elastomer Solutions, importa reiterar que o objetivo passa, não por encontrar uma nova embalagem *standard*, mas por encontrar uma ou mais embalagens que possam cumprir com o objetivo de otimizar tanto o volume, como o peso da embalagem, da forma acima descrita. Assim, a *Carton Box 60x40x22* continuaria a ser uma opção.

Percecionada a necessidade do redimensionamento da embalagem, importa agora entender que, para avançar com este processo, é necessário que as suas restrições sejam todas analisadas, como por exemplo:

- Requisitos do cliente (ver exemplo no anexo F);
- *Layout* do armazém;
- Transportes;
- Linha de Produção;
- Ergonomia.

Só garantindo que a nova embalagem não gera constrangimentos em relação a nenhum dos pontos anteriores, é que será possível encontrar a melhor alternativa para a nova dimensão da embalagem. Se todos os pontos acima mencionados se verificarem, exceto um, automaticamente essa opção deixaria de ser viável.

Relativamente aos requisitos do cliente, estes têm que respeitar por exemplo, a altura máxima da palete, o tipo de palete permitido, a qualidade do cartão da embalagem, entre muitos outros fatores. Em relação ao *layout* do armazém, é necessário assegurar que a nova embalagem é compatível e que não será uma impossibilidade tendo em conta a atual configuração. Em relação aos transportes, é preciso atestar que a nova embalagem não se torna um entrave de forma a ser transportado utilizando os mesmos meios de transporte, bem como garantir que o preço não será mais elevado. Nas linhas de produção, é preciso acautelar que a nova embalagem não prejudicará o seu normal funcionamento, bem como garantir que as máquinas têm dimensão e adaptabilidade suficiente para suportar uma embalagem de diferente dimensão. Por último, em relação à ergonomia é necessário garantir duas coisas: primeiro que não ultrapasse o limite de peso ergonómico definido pela ESG, e em segundo

garantir que a embalagem é ergonomicamente favorável ao operador em termos de movimentação da carga.

3.4 Solução do Problema

3.4.1 Ferramenta de apoio à cotação

Entramos agora na fase de execução, onde efetivamente se desenvolveu o modelo/ algoritmo para a ferramenta.

O primeiro passo consistiu numa análise detalhada de todas as peças, que existiam na fábrica da Elastomer Solutions em Portugal. As peças foram avaliadas fisicamente, com o propósito de garantir a familiaridade com as mesmas e com os seus processos produtivos e de industrialização. De seguida, todas as peças analisadas foram calculadas, na atual ferramenta de apoio à cotação já existente na empresa, na qual foi possível verificar que existiam determinadas peças onde as projeções da ferramenta ficavam demasiado distantes da realidade e outras no qual esse desvio era inferior.

Este passo de observação da situação atual, juntamente com a análise do processo produtivo das peças, demonstrou que o passo seguinte à realização do histórico entre a FC e as IT, seria detetar padrões nas peças em que fosse evidente a possibilidade de as congregar em grupos onde fossem consideradas homogéneas entre si.

A ideia surgiu fruto da possibilidade de encontrar padrões nos desvios entre a FC e a IT, de grupos para grupos. Por exemplo, se determinada peça tem um design semelhante a outra peça, pressupõe-se que a sua disposição dentro da embalagem seja semelhante, logo o desvio entre a atual FC e a realidade entre essas peças, teoricamente, deveria também ela ser semelhante.

Desta forma, foram encontrados, claramente, três características passíveis de dividir as peças por grupos, nomeadamente:

- Material (ex: termoplástico ou borracha);
- Tamanho (ex: grande ou pequeno);
- Nível de uniformidade (ex: uniforme ou disforme).

No caso da característica material, ficou demonstrada a necessidade da sua existência devido à existência de um claro desvio, em situações nas quais as peças até são semelhantes, mas na qual uma é de borracha e a outra é de termoplástico, devido à sua densidade. Através da análise física da peça, é nítido que a rigidez da borracha e do termoplástico é distinta, sendo a segunda mais rija e portanto, no caso hipotético de existirem duas peças iguais, mas destes dois tipos de materiais, caberiam menos peças de termoplástico dentro de uma embalagem do que peças de borracha. Daí a necessidade de as dividir.

As duas imagens que se seguem comprovam isso mesmo, duas peças com um *design* e tamanhos semelhante (ambas têm comprimento de 23 centímetros), porém como o material é diferente, no caso da 2957 cabem 120 peças por embalagem, enquanto que na 6154 cabem apenas 100 peças na mesma embalagem.

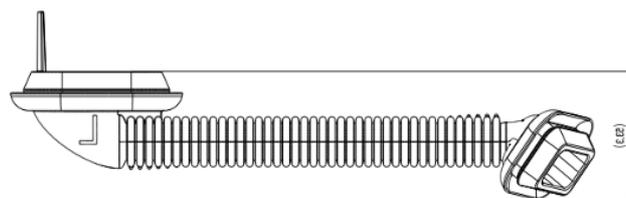


Figura 8 - Peça 2957 (Borracha)

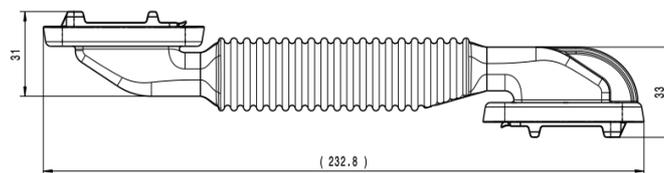


Figura 9 - Peça 6154 (Termoplástico)

A característica tamanho, surge do facto de se detetar que é completamente distinto analisar uma peça em que caibam 20 peças por embalagem, do que analisar uma em que caibam 2000 por embalagem. Assim, é importante encontrar um ponto que separe estes dois casos extremos com o propósito de uniformizar os grupos, em grandes e pequenas.

No exemplo abaixo, temos uma peça de borracha, a 2739 na qual a IT indica que cabem 600 peças por embalagem. Comparando com a peça 2957 – Figura 8, onde cabem apenas 120 peças por embalagem, é perceptível a necessidade e conveniência em separar estes dois tipos de peças em grupos diferentes.

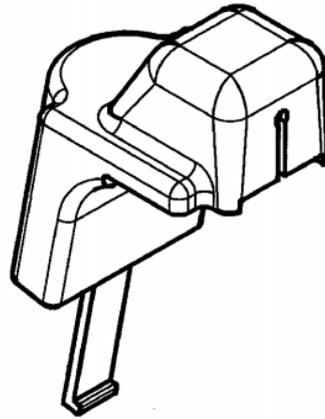


Figura 10 - Desenho da peça 2739



Figura 11 - Disposição da peça 2739 dentro da embalagem

Em relação ao nível da uniformidade, esta característica prende-se com as peças que parecem totalmente uniformes e com aquelas que claramente se podem assumir como disformes. Um exemplo claro de peças disformes, são aquelas que para além do tronco principal, têm junto a esse, mais um ou dois troncos, quase como se desse para dividir a peça em três para que esta fosse uniforme. No caso das peças uniformes, são aquelas que têm essencialmente apenas um tronco e que apesar de não se tratar de algo uniforme como os sólidos geométricos, se pode considerar uniformes à escala da indústria em questão, onde se produzem peças bastante heterogéneas.

De seguida temos a peça 3008, um dos melhores exemplos daquilo que é uma peça disforme, de acordo com os padrões usados anteriormente para a definir. Portanto, tem claramente um tronco principal e depois tem também dois cilindros à parte do tronco que claramente afetam a sua cubicagem. É possível perceber a diferença que aqueles cilindros

laterais fazem no número de peças que cada embalagem consegue acomodar, acabando por tornar o valor mais reduzido do que aquilo que seria no caso desses cilindros não existirem. Logo, se assim é, podemos considerar a peça disforme. Em contrapartida, um caso de uma peça considerada uniforme é a peça da figura 9, a 6154.

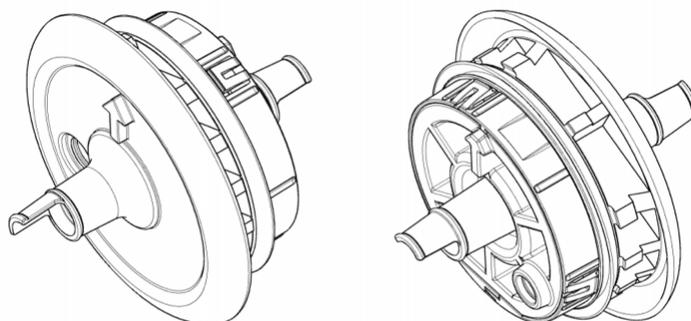


Figura 12 - Peça 3008

Tendo em conta as características anteriores, dividiram-se as 87 peças analisadas em grupos, aos quais chamamos “famílias de peças”. De seguida apresentamos a tabela com as diferentes famílias de peças:

Tabela 7 - Famílias de Peças

Família	
C	Clipes
BGu	Borracha Grande uniforme
BGd	Borracha Grande disforme
BPu	Borracha Pequena uniforme
BPd	Borracha Pequena disforme
TGu	Termoplástico Grande uniforme
TGd	Termoplástico Grande disforme
TPu	Termoplástico Pequena uniforme
TPd	Termoplástico Pequena disforme

De forma a explicar o raciocínio da tabela, é importante notar que dividimos as peças em 3 famílias principais: a dos cliques, a das borrachas e a dos termoplásticos. No caso dos cliques como são todos semelhantes, não necessitam de qualquer subdivisão (ver imagens seguintes). No caso da borracha e do termoplástico, em cada um existe a divisão entre grande e pequeno e dentro de cada uma dessas divisões existe a subdivisão entre uniforme e

disforme, dividindo-se no total em 9 famílias de peças, sendo que 4 são de borracha, outras 4 são de termoplástico e a outra de cliques.

Abaixo, apresentamos uma imagem de um clipe, para que o leitor consiga entender a sua especificidade e a falta de necessidade de a dividir em subgrupos, como no caso das outras famílias.

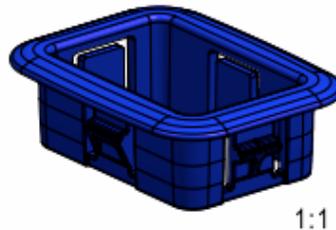


Figura 13 - Peça 24932 (clipe)



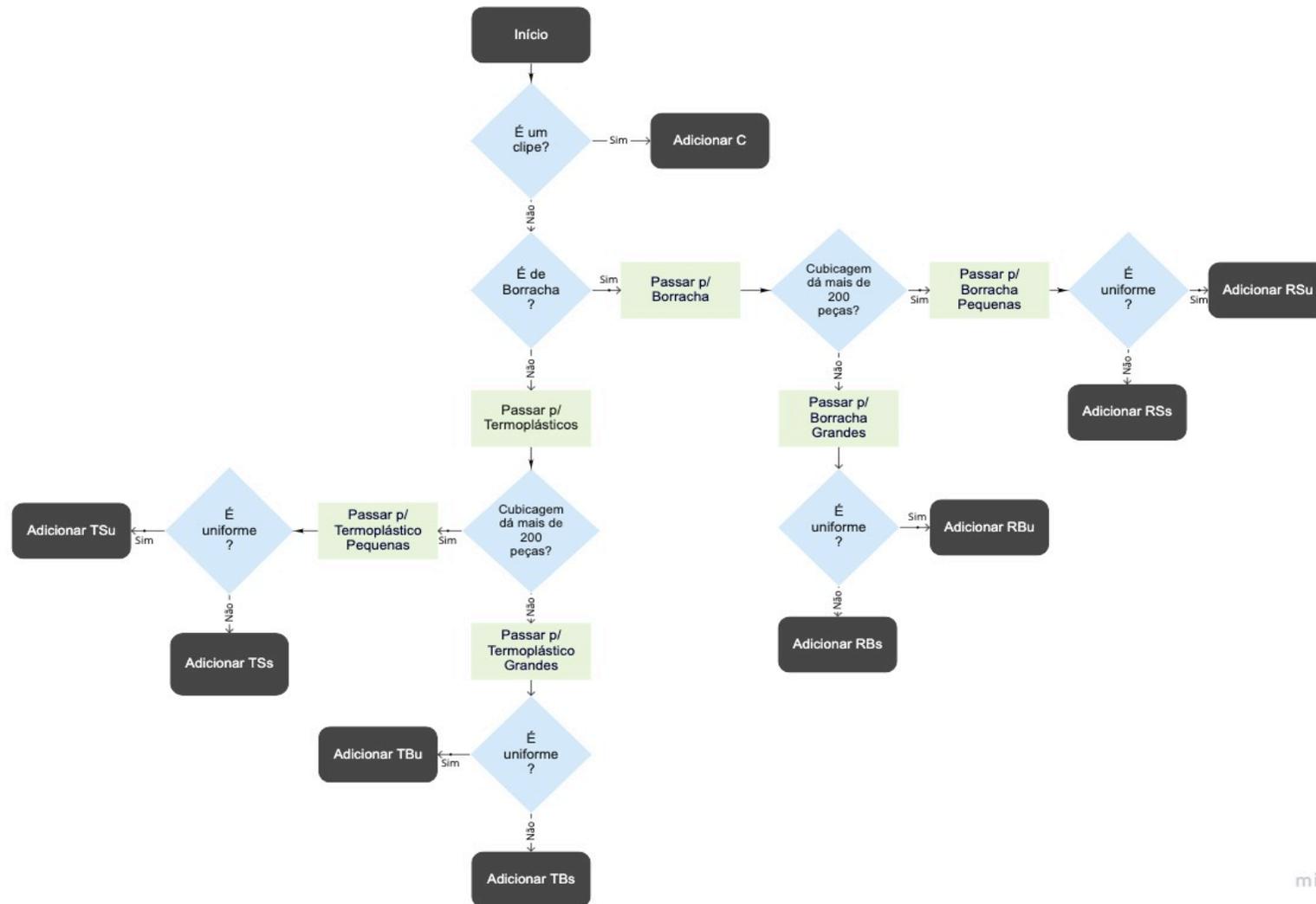
Figura 14 - Disposição da peça 24932 dentro da embalagem

Para uma percepção, mais facilitada, sobre a família de peças, a que determinada peça pertence, criou-se um fluxograma (figura 15), de modo a auxiliar os engenheiros de cotação, nessa tarefa.

A primeira decisão do fluxograma é, se se trata de um clipe ou não. No caso da resposta ser afirmativa, pode-se imediatamente adicionar à família dos cliques. Esta é a primeira decisão, uma vez que os cliques, como demonstrado anteriormente, são muito fáceis de se identificar.

A segunda decisão, vem após a resposta negativa à anterior decisão, onde se questiona se a peça é de borracha. No caso de ser, opta-se pela família das borrachas, no caso de não ser, avança-se para a família dos termoplásticos.

Figura 15 – Fluxograma das famílias de peças



miro

Quer a decisão anterior tenha sido uma, ou outra, as duas decisões que se impõe de seguida são as mesmas: “A cubicagem normal ultrapassa as 200 peças por embalagem?” – entenda-se cubicagem normal o valor que a ferramenta atual apresenta como *output*, sem se contabilizar o limite de peso. No caso de a resposta ser afirmativa, avança-se para as peças consideradas pequenas, caso contrário, para as peças consideradas grandes.

Uma vez mais, como anteriormente, a decisão seguinte é a mesma, quer tenhamos optado anteriormente pela via das peças grandes quer pelas peças pequenas. E a decisão que se apresenta é: “A peça tem algum tronco para além do seu principal?”. No caso da decisão ser afirmativa, avançamos para as disformes, caso contrário, para as uniformes.

Agora que as peças se encontram divididas pelas 9 famílias, é fundamental encontrar um padrão entre elas. Algo que as relacione, as interligue e que prove o sentido e a necessidade de as agrupar.

Como foi exposto na resolução do problema, é fundamental ilibar o engenheiro de cotação, da obrigatoriedade, de ter experiência e de conhecer ao pormenor as peças antigas, para que consiga aproximar o valor da atual ferramenta ao da IT. É imperioso, que essa responsabilidade passe para o lado da ferramenta – pelo menos até certo ponto - e portanto, é necessário, agora que os dados se encontram todos recolhidos, encontrar uma equação para a criação de um modelo de modo a estimar o valor esperado.

Com esse propósito, a equação que será utilizada, será a regressão linear. Decidiu-se aplicá-la, individualmente, a cada família de peças, precisamente para aproveitar aquilo que elas têm em comum e garantir à ferramenta “conhecimento” para que desse modo seja possível encontrar um modelo que replique o desvio, de cada família.

Para tal, são necessários dois dados de entrada:

- O valor da IT;
- O valor da cubicagem.

Optamos pelo valor da cubicagem e não pelo valor que a ferramenta de cotações atual dá, uma vez que o segundo, já conta com o fator peso e no caso de o utilizarmos, iríamos considerá-lo duplamente, o que não faria sentido.

Através destes dados, o modelo criado, calcula o resultado da regressão linear e de seguida o controlo de peso de modo a garantir que nenhuma embalagem ultrapassa o

limite de peso ergonómico de 12 kg. Este segundo consiste na divisão do limite máximo de peso pelo peso unitário de cada peça.

Na tabela seguinte, podemos verificar os valores da base de dados da ferramenta relativa à família de peças “Borracha Grande e Disforme”. Na primeira coluna temos o número da peça, na segunda o valor da IT, na terceira o valor da cubicagem e na quarta o valor que a regressão linear nos apresenta.

PN	WI	Cubage	Linear Regression	Delta Cubage	Delta New Tool
3008	20	16	18	-20%	-12%
2940	120	142	145	19%	21%
8107	60	48	50	-20%	-17%
2937	170	178	181	4%	6%
2394	150	158	161	5%	8%
2942	90	79	82	-12%	-9%
2970	200	178	182	-11%	-9%
4178	200	177	181	-11%	-10%
25011	100	120	123	20%	23%
2964	200	185	188	-8%	-6%

Tabela 8 – Layout do modelo onde se calcula o nº peças por embalagem para a família Borrachas Grandes e Disformes

Após a explicação relativa à utilização da regressão linear para alimentar a nossa base de dados, iremos agora demonstrar o *layout* da ferramenta.

O *input* que o utilizador, neste caso o técnico de cotações necessita de apresentar são os seguintes dados:

- Fábrica (selecionar entre Portugal, Marrocos, Eslováquia ou México);
- Comprimento (inserir);
- Largura - inserir;
- Altura (inserir);
- Peso (inserir);
- Família da Peça (selecionar entre as 9 famílias de peças).

Por sua vez o *output*, será:

- Melhor embalagem (considerando os custos);
- Número de peças por embalagem (tendo em conta a embalagem do ponto anterior);
- Número de peças por palete.

Podemos verificar através da seguinte imagem, o *layout* da ferramenta:

Input		Output	
PLANT	ESP	BEST BOX	60x40x30
Length	148	PARTS PER BOX	20
Width	148	PARTS PER PALLET	240
Height	147		
Part weight	345,5		
Part Family	RBs		

1

3 BIG

Figura 16 - Layout da ferramenta

Como podemos verificar, para além dos dados mencionados anteriormente, existe também uma nota auxiliar. Trata-se de um cálculo auxiliar que nos indica, através dos tamanhos das peças, se se trata de uma peça grande ou pequena. É um auxílio importante, uma vez que facilita o trabalho do engenheiro de cotações uma vez que lhe facilita na definição da família de peça. Em bom rigor, a única decisão que pode acarretar alguma dificuldade para o engenheiro de cotação, é se se trata de uma peça uniforme ou disforme.

Para que se compreenda o *output*, é necessário demonstrar antes, como se calcula a melhor embalagem por fábrica, uma vez que o número de peças por embalagem já foi demonstrado e o número de peças por palete deriva apenas, da multiplicação do anterior pelo número de embalagens que cada palete pode suportar.

3.4.1.1 Cálculo da melhor embalagem

Relativamente a este ponto, o primeiro passo é garantir que o modelo tem determinadas informações atualizadas, como por exemplo:

- Preço das várias embalagens em cada fábrica;
- Preço das várias paletes em cada fábrica.

	60x40x22	18x18x18	40x30x22	60x40x29,5	58,5x38,5x15	48x38x44,5	Pallet 1200x800	Pallet 1200x1000
ESP	0,66 €	0,24 €	0,47 €				4,25 €	5,25 €
ESM	0,65 €						3,00 €	
ESS	0,49 €			0,57 €	0,55 €	0,65 €		4,10 €
ESX	\$1,09	\$0,37	\$1,26					\$6,00

Tabela 9 - Base de dados com os preços das embalagens e paletes

De seguida, e após a colocação das medidas da peça no *input* da ferramenta, esta automaticamente fará a simulação, e logo após, irá calcular o número de peças que cada embalagem pode acomodar, bem como o número de peças que vão por palete. Estas quantidades são calculadas através do número de embalagens que determinada paleta tem a capacidade de transportar mediante o seu tamanho e mediante as linhas orientadoras determinadas por cada fábrica do grupo.

Sabendo os custos associados e as quantidades, é necessário agora calcular o custo unitário de determinada peça, em cada embalagem e em cada fábrica, da seguinte forma:

$$\frac{\text{preço da embalagem}}{\text{quantidade de peças p/embalagem}} + \frac{\text{preço da paleta}}{\text{quantidade de peças p/paleta}}$$

$$\frac{0,65\text{€}}{40} + \frac{4,25\text{€}}{(40 \times 16)} = 0,02289 \text{ €/peça}$$

A equação acima demonstra-nos que o preço da embalagem é de 0,65€ e o preço da paleta é de 4,25€. Já a quantidades de peças por embalagem é 40 e a quantidade de peças por paleta é obtido através do número de peças por embalagem a multiplicar pelo número de embalagens por paleta, que neste caso são 16.

Se a tabela seguinte, estiver a ser analisada na vertical, tem-se os custos unitários para cada embalagem. No caso da análise ser realizada na horizontal, cada linha corresponde a uma família de peças, no entanto o modelo só irá tomar em consideração a linha que corresponde à família de peças selecionada pelo engenheiro de cotações.

Tabela 10 - Imagem dos cálculos auxiliares relativos aos custos unitários por peça

Families	Unit Costs			
	60x40x22	60x40x30	40x30x22	18x18x18
	€/Part	€/Part	€/Part	€/Part
C	0,031 €	0,038 €	0,020 €	0,009 €
RBu	0,031 €	0,038 €	0,040 €	0,081 €
RBs	0,062 €	0,057 €	0,121 €	0,159 €
RSs	0,093 €	0,057 €	0,121 €	0,168 €
TBu	0,031 €	0,038 €	0,020 €	0,028 €
TBs	0,031 €	0,038 €	0,020 €	0,011 €
TSu	0,031 €	0,038 €	0,020 €	0,009 €
TSs	0,031 €	0,038 €	0,020 €	0,009 €

Supondo que se está a analisar a primeira linha, para o modelo determinar qual é a melhor embalagem associada a uma determinada peça, irá ter que detetar qual é o valor mínimo de todos os custos unitários, associado a cada embalagem.

Logo, a equação que se impõe é a seguinte:

$$\text{Mínimo } (0,031; 0,038; 0,020; 0,009) = 0,009$$

Como é possível visualizar na tabela seguinte, na primeira linha e na última coluna, a melhor embalagem é a *Carton Box* 18x18x18, tendo em conta os custos associados.

O *Auxiliary Output 1* indica-nos o resultado da equação acima, o *Auxiliary Output 2* indica-nos o número de peças por embalagem - na embalagem mais barata - e o *Auxiliary Output 3* o número de peças por palete.

Tabela 11 - Cálculo auxiliar relativo à melhor embalagem por peça

Unit Costs				Auxiliary			Best Box
60x40x22	60x40x30	40x30x22	18x18x18				
€/Part	€/Part	€/Part	€/Part	Auxiliary Output 1	Auxiliary Output 2	Auxiliary Output 3	Best Box
0,031 €	0,038 €	0,020 €	0,009 €	0,009 €	30	3600	18x18x18
0,031 €	0,038 €	0,040 €	0,081 €	0,031 €	30	480	60x40x22
0,062 €	0,057 €	0,121 €	0,159 €	0,057 €	20	240	60x40x30
0,093 €	0,057 €	0,121 €	0,168 €	0,057 €	20	240	60x40x30
0,031 €	0,038 €	0,020 €	0,028 €	0,020 €	30	960	40x30x22
0,031 €	0,038 €	0,020 €	0,011 €	0,011 €	25	3000	18x18x18
0,031 €	0,038 €	0,020 €	0,009 €	0,009 €	30	3600	18x18x18
0,031 €	0,038 €	0,020 €	0,009 €	0,009 €	30	3600	18x18x18

O exemplo acima demonstrado, é repetido para todas as fábricas do grupo e o *output* que a ferramenta assume, vai de encontro ao *input* selecionado pelo técnico de cotações, relativo à fábrica na qual ele pretende fazer a sua cotação.

É importante que fique presente, que após inserido o *input* na ferramenta, todos esses cálculos são realizados de forma totalmente automática, passando ainda, para uma base de dados que o utilizador pode consultar, onde indica os cálculos auxiliares realizados que culminam no *output* apresentado pela ferramenta.

Na tabela seguinte, é apresentado um cálculo auxiliar, com a melhor embalagem possível para determinada peça, em todas as fábricas do grupo.

Tabela 12 - Melhor embalagem por fábrica

Plant	Best Box	Parts per Box	Parts per Pallet
ESP	60x40x30	20	240
ESM	60x40x30	20	240
ESS	60x40x29,5	20	300
ESX	60x40x30	20	400

Por último e após todos estes cálculos auxiliares, o *output* da ferramenta será de acordo com a fábrica selecionada pelo engenheiro de cotações, como é possível verificar na imagem abaixo:

Input		Output	
1			
PLANT	ESP	BEST BOX	60x40x30
Length	148	PARTS PER BOX	20
Width	148	PARTS PER PALLET	240
Height	147		
Part weight	345,5		
Part Family	RBs		
3 BIG			

Figura 17 - Input e Output da Ferramenta

Como podemos ratificar, a fábrica selecionada pelo engenheiro foi a ESP, onde a melhor embalagem é a “60x40x30”, o número de peças por embalagem são 20 e por palete são 240.

3.4.2 Embalagem

3.4.2.1 Maximização do peso da embalagem

Sendo que existem duas possibilidades com vista à otimização da embalagem, o primeiro passo a dar, no que respeita à maximização do peso, seria a verificação dos requisitos do cliente, de modo a garantir que todos são assegurados. Após esse primeiro, é também necessário garantir que ao nível do *layout* do armazém, não ocorre nenhum constrangimento.

Assim, de modo a garantir esta informação, foi necessário um longo e rigoroso período de leitura, recolha, tratamento e análise de todos os requisitos do cliente que a Elastomer Solutions tem anexados na sua *intranet*.

Foi também enviado um questionário, aos diretores de logística de cada fábrica, para garantir informação adicional e que complementasse os requisitos do cliente. (ver Apêndice A)

Após esse período, a conclusão que se chegou foi que os principais requisitos a serem atendidos, seriam os seguintes:

Tabela 13 - Principais requisitos do cliente

Altura máxima da palete com carga:	1,27 m
Peso máximo por embalagem:	15 kg
Dimensão da palete (para a Europa):	1200x800 (mm)

Tendo em conta estas restrições, numa primeira instância, parece realmente simples garantir a solução ótima. Mas antes, seria importante analisar o ponto de situação atual da Elastomer Solutions, aproveitando para focar na fábrica de Portugal e de Marrocos:

Tabela 14 - Situação atual da ESG

Altura máxima da palete com carga	1,03 m
Peso máximo por embalagem	12 kg
Dimensão da palete (para a Europa)	1200x800 (mm)

Ao comparar a tabela 13 e 14, verificamos que apesar do terceiro ponto ser coincidente, o primeiro e o segundo não são. Com a particularidade de, no caso da Elastomer Solutions adaptar, tal e qual, as restrições impostas pelos requisitos do cliente, irá conseguir reduzir os custos face à situação atual. Ora vejamos, com mais altura por palete, conseguirá transportar mais peças por palete, e com um peso máximo superior aos 12 kg, também será possível transportar mais peças, uma vez que a restrição peso é aumentada. Com ambas as restrições a serem totalmente respeitadas, permitem uma maior redução de custos, uma vez que garantem um maior aproveitamento, quer da palete quer da embalagem.

Voltando um pouco atrás, ao ponto em que procuramos garantir que a dimensão da embalagem respeita as restrições impostas pelos requisitos do cliente e fazendo o contraponto com a situação atual. Tendo em conta que a altura máxima é de 1,27 m, dividindo essa altura pelo mesmo número de camadas de embalagens que existem atualmente, numa palete – quatro – e subtraindo o valor da altura da palete, que são 15 cm, o valor que dá para a altura da embalagem é de 28 cm.

$$\frac{127 \text{ cm}}{4} - 15 \text{ cm} = 28 \text{ cm}$$

Após determinada a altura ótima da embalagem, pode-se afirmar que a embalagem otimizada seria a *Carton Box 60x40x28*. Não se pensou alterar, nem redimensionar, o comprimento ou a largura, uma vez que a palete se mantém e estas medidas estão otimizadas para essa mesma palete. No caso de aumentar um destes tamanhos, a embalagem pode deixar de ser ergonómica para o operador.

Portanto, com a embalagem 60x40x28, é previsível que cumpra com todos os requisitos do cliente. O pior que poderá acontecer, seria ultrapassar o limite de peso, mas mesmo esse poderia ser aumentado até aos 15 kg e assim somar 3 kg aquilo que são as restrições que a própria Elastomer Solutions definiu para si mesma, embora os clientes permitam até 12 kg.

O segundo passo, passaria por verificar o layout dos armazéns. Afinal, não adianta o cumprimento dos requisitos do cliente, se efetivamente, a embalagem não se adequa aos armazéns do grupo.

Foi neste ponto que foi possível detetar o primeiro contratempo, uma vez que, como foi visto anteriormente, apesar de se cumprirem todos os requisitos dos clientes, de facto, esta alteração não se adapta a todos os armazéns do grupo – neste caso ao de Portugal e Marrocos.

Apesar da altura máxima da palete com carga permitida ser de 1,27 m, quer em Portugal, quer em Marrocos a distância entre cada andar nas prateleiras do armazém é de apenas 1,16 m. Assim, pode-se concluir que não será possível a implementação de uma embalagem com esta dimensão, pelo menos com o mesmo número de camadas – quatro.

A equação seguinte é bastante ilustrativa sobre como ficaria a altura da palete nesta situação.

$$28 \text{ cm} \times 4 \text{ (camadas)} + 15 \text{ cm} = 127 \text{ cm}$$

Desta feita, é imperativo pensar numa alternativa, na qual se consiga garantir que para além de cumprir com os requisitos do cliente, cumpra com os requisitos dos armazéns (ver Apêndice C), bem como todas as restrições mencionadas anteriormente.

Em bom rigor, a embalagem 60x40x28, seria possível, mas em vez de ter 4 camadas, apenas poderia ter 3. Dessa forma, a altura da palete com carga seria calculada da seguinte forma:

$$28 \text{ cm} \times 3 \text{ (camadas)} + 15 \text{ cm} = 99 \text{ cm}$$

Na verdade, os 99 cm ainda se encontram bastante distante do máximo permitido, que neste caso seriam 1,16 cm. Logo, esta solução apesar de permitida, não está otimizada.

Assim, e após a informação por parte do responsável de armazém que seria estritamente necessário, permitir uma folga entre os andares da prateleira de cerca de 10 cm para que facilite a movimentação das paletes com o empilhador. O pensamento seguido, foi o seguinte:

$$116 \text{ cm} - 10 \text{ cm (folga)} - 15 \text{ cm} = 91 \text{ cm}$$

Ou seja, a distância entre prateleiras, em Portugal e Marrocos, subtraindo-lhe a folga pedida – e necessária - pelo técnico de armazém e ainda subtraindo a altura da palete de 15 cm, dá o valor de 91 cm

Se a esses 91 cm, dividirmos por 3 camadas, como tínhamos especulado acima, o cálculo seria o seguinte:

$$91 \text{ cm} \div 3 = 30,3(3)$$

A este resultado, se lhe atribuirmos um valor redondo, a altura ótima da embalagem seria 30 cm. Assim sendo, a melhor seria a 60x40x30. Desse modo, garante-se que cumpre, não só os requisitos do cliente, mas também com os *layouts* de todos os armazéns das fábricas do grupo Elastomer Solutions, excetuando, única e exclusivamente, as embalagens em que os limites de peso já estão otimizados.

Seguem-se duas imagens que ilustram, aquilo que foi explicado no texto anterior:

Figura 18 - Cenário com a embalagem 60x40x28 (4 camadas)

Length	60		Height between layers	
Width	40		Portugal	116cm
Height	28		México	153cm
			Morroco	116cm
			Slovakia	133cm

Figura 19 - Cenário com a embalagem 60x40x30 (3 camadas)

Length	60		Height between layers	
Width	40		Portugal	116cm
Height	30		México	153cm
			Morroco	116cm
			Slovakia	133cm

Assim, pode-se acordar que se encontrou a altura da embalagem ótima com vista à maximização do peso da embalagem, assegurando que todas as exigências anteriormente mencionadas são cumpridas e assim a embalagem otimizada.

3.4.2.1 Maximização do volume da embalagem

Outro cenário possível, para a otimização da embalagem de expedição é a maximização do volume da embalagem.

No caso de uma embalagem conter um peso de aproximadamente 12 kg, na embalagem *standard* - a *Carton Box* 60x40x22 - e não tenha o volume totalmente preenchido com peças, isso significa que não está otimizada uma vez que, apesar do peso estar no nível máximo, existe uma grande parte do volume por preencher.

Nesse caso, melhor alternativa seria a diminuição da altura da embalagem, diminuindo também por consequência o volume da mesma.

O principal ponto positivo desta solução, é o facto da possibilidade de se poupar em termos de custos com material por consequência da utilização de uma embalagem mais pequena, permitindo na mesma que esta leve o mesmo número de peças. Ou seja, entregue-se ao cliente exatamente o mesmo produto, mas de uma forma otimizada.

Novamente por passos, o primeiro seria, como anteriormente, verificar os requisitos dos clientes e o *layout* do armazém. O segundo ponto, prende-se com a definição da altura da embalagem. Sabendo que o propósito é diminuí-la, até à altura máxima onde vão as peças que atingem o limite de peso, logo a melhor solução seria, precisamente, verificar junto das peças onde foi detetada a possibilidade de melhoria, até onde é que

chegam em altura dentro da caixa *standard*. Por exemplo, no caso de ser até os 20 cm, a embalagem otimizada ficaria a 60x40x20.

A solução seria analisar as peças nas quais foram detetadas possibilidades de melhoria e fazer a análise anterior. Assim, realizou-se a medição, de modo a detetar até onde é que as peças - neste caso em específico os pedais - chegam em termos de altura dentro da embalagem e a conclusão foi a seguinte:

Tabela 15 - Peças com possibilidade de melhoria e as suas respetivas alturas dentro da embalagem atual

Peça	Altura até onde fica empilhada a peça dentro da embalagem
1517	16 cm
1518	16,5 cm
1520	17,5 cm

Após a análise desta tabela, pode-se concluir que a melhor solução seria a criação de uma embalagem com 18 cm de altura.

As vantagens subjacentes a esta possibilidade de nova embalagem seriam:

- Ter a mesma capacidade em número de peças por embalagem que a *Carton Box* 60x40x22;
- Poupança a nível de material, sendo a embalagem mais baixa, seria, teoricamente, mais barata;
- Possibilidade de levar mais uma camada por palete, ou seja, 5 camadas, o que resultaria em mais 4 embalagens por palete e numa futura possibilidade de diminuir o número de paletes enviadas para o cliente, obtendo redução de custos de transporte e armazenagem.

Para que seja possível, entender melhor o aumento de uma camada por palete, iremos demonstrar os cálculos que foram efetuados. Em primeiro lugar, a situação atual, com a embalagem com 22 cm de altura, 4 embalagens por camada e 4 camadas:

$$22 \text{ cm} \times 4 (\text{camadas}) + 15 \text{ cm} = 103 \text{ cm}$$

Logo, atualmente uma palete carregada atinge 1,03 m de altura.

Agora com a possível nova configuração, a *Carton Box* 60x40x18:

$$18 \text{ cm} \times 5 \text{ (camadas)} + 15 \text{ cm} = 105 \text{ cm}$$

A única diferença entre a configuração e esta última são apenas 2 cm, que não têm impacto, nem no transporte nem no armazenamento.

Assim, ao diminuir-se 4 cm à altura da embalagem, consegue-se garantir mais peças por palete, mais embalagens por palete, sendo que o mesmo número de peças por embalagem. A embalagem encontra-se assim com o volume maximizado e por isso, ela própria otimizada, o que resultará, necessariamente, numa redução de custos.

3.5 Resultados Esperados

3.5.1 Ferramenta de apoio à Cotação

Os resultados esperados relativos à nova ferramenta de apoio à cotação serão analisados através de uma base comparativa entre valores da IT com os valores da ferramenta atual e entre os valores da IT e os valores da nova ferramenta.

Uma vez que um dos processos da nova ferramenta é a divisão das peças por famílias, os resultados também serão apresentados com base nessa divisão.

Para uma melhor compreensão das tabelas apresentadas no anexo G, estas são compostas por 7 colunas. A primeira diz respeito à família de peças, a segunda à referência da peça, a terceira ao valor das IT, a quarta em relação ao valor da ferramenta atual, a quinta diz respeito ao valor que a nova ferramenta apresenta. Por último, nas duas últimas colunas temos em primeiro lugar, o desvio entre a IT e a ferramenta atual e na última o desvio entre a IT e a nova ferramenta.

Destacar também que quando os desvios estão entre os -15% e os 15% a cor que aparece é a verde, uma vez que os valores podem-se considerar aceitáveis por estarem relativamente semelhantes à realidade. No caso dos desvios tomarem valores que não estejam entre os - 15% e os 15% a cor que aparece é a vermelha.

Em relação à família dos **Clipes**, é de destacar o valor médio do desvio entre a IT e a ferramenta atual que é de 42% e o valor médio do desvio entre a IT e a nova ferramenta que é de 0% e desse modo confirmar uma melhoria substancial entre as ferramentas.

No caso da família das **Borrachas Grandes e Disformes**, a ferramenta atual não apresenta valores assim tão discordantes daquilo que é a realidade. Isto vem também a provar e a confirmar a necessidade da divisão das peças por famílias. Porém, ainda assim a nova ferramenta apresenta resultados mais próximos da realidade (leia-te IT) do que a atual.

Nas **Borracha Grandes e Uniformes**, conseguimos verificar que a atual ferramenta apresenta valores muito desfasados daquilo que são os valores da IT. Em 37 referências de peças, apenas 4 valores estão a verde, o que por si só, quer dizer muito. Se analisarmos para a coluna do lado, onde tem o desvio entre a IT e a nova ferramenta, verificamos valores muito mais próximos e por consequência, muitas mais cores a verde, ou seja, valores aceitáveis.

Infelizmente, em relação às **Borrachas Pequenas e Uniformes**, apenas conseguimos recolher 2 amostras, uma vez que na fábrica em Portugal não se produzem muitas peças desta família. Ainda que, apenas duas referências não consigam garantir a fiabilidade necessária, é expectável que no futuro sejam inseridas mais peças e que assim também esta família possa aumentar o seu grau de fiabilidade.

Uma vez mais, é perceptível que quantas mais peças cada família tiver, de mais “inteligência” fica dotado o modelo e assim, mais positivos os valores se tornam. Exemplo disso, é a família das **Borrachas Pequenas e Disformes**, onde passamos de um desvio médio entre a IT e a atual ferramenta de -17% para -3%.

Passado agora para os termoplásticos, convém referir que este tipo de matéria-prima é relativamente recente na empresa. Por ser recente, ainda não existem em produção na fábrica tantas peças de termoplástico como de borracha, logo análise desta é mais parca do que a anterior.

Assim começamos pela família de **Termoplástico Grandes e Uniformes** na qual a atual ferramenta apresenta valores muito díspares, ao contrário da nova ferramenta. Nos desvios médios entre a IT e a ferramenta antiga, o valor é de 48%, ou seja, realmente muito desfasado da realidade enquanto o desvio entre a IT e a nova ferramenta é de apenas -3%, um valor muito mais próximo da realidade.

De seguida, temos a família dos **Termoplásticos Grandes e Disformes**, que como apenas tem 2 na base de dados, não iremos analisar com grande detalhe, uma vez que não permite a fiabilidade necessária ao algoritmo.

Por último, temos as famílias dos **Termoplásticos Pequenas e Uniformes e Termoplástico Pequenas e Disformes**. No primeiro caso, temos uma ligeira melhoria, no segundo caso, a ferramenta apresentou exatamente os valores atribuídos pela IT, pelo que podemos dizer que se trata de um indicador muito positivo.

É o momento agora, de analisar o desvio médio absoluto de todas as peças analisadas na fábrica de Portugal. Como foi analisado anteriormente, o DMA (Desvio médio absoluto) entre a ferramenta atual e a IT era de 25,97%.

O objetivo definido no diagnóstico era que a nova ferramenta de apoio à cotação, para além de se tornar mais dinâmica e apresentasse a melhor embalagem por fábrica, conseguisse apresentar um DMA inferior a 15%.

Como podemos observar a partir do anexo H, o DMA entre a nova ferramenta de cotação e a IT cifra-se nos 10,16%, ou seja, pode-se afirmar que o objetivo estipulado foi concretizado.

Tabela 16 - Desvio médio absoluto entre a IT e a nova FC

Peças	87
Desvio Médio Absoluto entre IT e FC	25,97 %
Objetivo (DMA entre IT e NFC)	< 15 %
Concretizado	10,16 %

De modo a finalizar este capítulo, podemos concluir que os dois grandes objetivos inerentes ao desenvolvimento de uma nova ferramenta de apoio à cotação foram concretizados, uma vez que esta passou a apresentar a melhor embalagem por fábrica no seu *output*, com base nos custos de materiais, de forma totalmente automática. Para além disso, conseguiu superar o objetivo de ter um DMA entre a IT e a FC abaixo dos 15%, sendo que o valor atual é de 10,16%.

3.5.2 Embalagem

Os resultados esperados, foram calculados através do *Microsoft Excel*, com base nos *forecasts* disponibilizados pela Elastomer Solutions Group.

Inicialmente serão apresentados os resultados da Elastomer Solutions Portugal e de seguida da Elastomer Solutions Marrocos.

3.5.2.1 Caso da Elastomer Solutions Portugal

3.5.2.1.1 Redução de custos de materiais

Relativamente ao processo em Portugal, este começou com uma seleção conjunta com a equipa de *Supply Chain*, de modo a delinear quais as peças cujas embalagens tinham potencial de otimização e que por isso seriam analisadas inicialmente. A primeira lista tinha 40 peças.

Para realizar um estudo relativo ao custo de material de determinadas peças eram necessárias as seguintes informações:

- Volume anual de produção
- Número de peças por embalagem na embalagem antiga - contido na IT;
- Número de peças por embalagem na embalagem nova – fazer a simulação na nova ferramenta através do novo modelo desenvolvido;
- Preço da embalagem *Carton Box* 60x40x22;
- Preço da embalagem *Carton Box* 60x40x30 – em articulação com a *Project Buyer* que necessitava de pedir cotações aos fornecedores;
- Preço da palete.

Com os dados anteriores, seria possível calcular para o ano de 2022, 2023, 2024 e 2025 o custo total em material, e entender, se efetivamente, compensaria alterar o tipo de embalagem usada atualmente.

Nota importante para o facto de, pela primeira vez em todo o projeto, os dois grandes objetivos do mesmo estarem-se a cruzar: a embalagem e ferramenta de apoio à cotação. Isso acontece porque, com o propósito de sabermos quantas peças pode acomodar a nova embalagem - a *Carton Box* 60x40x30 - uma das funcionalidades do modelo da ferramenta seria precisamente ter a capacidade para oferecer informação relativa, quer aos custos com a embalagem, quer ao número de peças que nela cabem.

Após o estudo das primeiras 40 embalagens estar terminado, a próxima etapa seria selecionar entre todas as peças, aquelas em que existisse uma redução de custos considerável e nas quais fosse benéfico proceder à sua alteração. Assim, e com o objetivo de realizar uma triagem, a decisão tomada em conjunto com a ESG seria que a alteração à embalagem ocorreria apenas nas peças que tivessem um potencial de poupança superior a 10 %.

Posto isto, das 40 peças que estavam em análise, passaram no crivo anterior, 14.

Após a seleção das peças que irão sofrer alteração em relação à sua embalagem, é momento de passar à testagem física das mesmas no chão de fábrica, para verificar a veracidade das simulações em contexto real.

Nesse sentido, o Departamento de Compras tratou de encomendar embalagens com as novas medidas, bem como nos informou do valor da mesma.

Tabela 17 - Diferença de preço entre as embalagens

	Preço	Diferença
Carton Box 60x40x22	0,6635 €	
Carton Box 60x40x30	0,7850 €	18%

Já em posse de toda informação vital para a prossecução desta fase do projeto, é necessário, ainda, validar em contexto real o número de peças que a nova embalagem pode acomodar. Apesar de já existirem valores teóricos – uma vez que a simulação já tinha sido realizada através do modelo desenvolvido – será ainda necessária a realização de uma testagem física, simulando ao máximo o processo real.

De forma a perpetrar esta tarefa, foram necessários três colaboradores, de três departamentos distintos. Um do Departamento de Qualidade, outro do Departamento de Engenharia e outro do Departamento de Logística, neste caso o responsável pelo armazém.

O objetivo seria garantir que as testagens físicas que iriam ser realizadas não afetassem o sistema produtivo da fábrica, nem a montante, nem a jusante. Através da tabela 18, é possível verificar a tarefa de cada departamento no processo da testagem das peças na nova embalagem.

Tabela 18 - Tarefa de cada departamento no processo da testagem das peças na nova embalagem

Departamento	Tarefa
Engenharia	Garantia da conformidade com os processos definidos;
Logística	Movimentação das paletes e embalagens;
Qualidade	Inspeção.

Finalizado todo este processo, é agora importante analisar os resultados:

Como é possível verificar através da análise da tabela seguinte, o potencial de poupança com a alteração da embalagem 60x40x22 para a 60x40x30 é de 13 967,66€, o que corresponde a uma redução de custos de materiais de 31%.

Após a alteração da embalagem para a *Carton Box* 60x40x30, foi realizado o estudo da alteração para a *Carton Box* 60x40x18. Porém, esta embalagem, ficou em segundo plano, uma vez que os fornecedores de embalagem contactados não conseguiram fornecer uma cotação, considerada razoável para a prossecução do plano. Assim, os únicos testes realizados foram teóricos.

Tabela 19 - Redução de custos de materiais após a testagem física: *Carton Box* 60x40x30

PN	Carton Box 60x40x22 (unidades)	Carton Box 60x40x30 (unidades)	Custo de Material 60x40x22	Custo de Material 60x40x30	Redução de Custo	% Redução
6154	100	200	19 026,85 €	11 639,46 €	-7 387,39 €	-39%
6178	100	200	6 087,65 €	3 724,05 €	-2 363,60 €	-39%
2814	100	200	3 219,00 €	1 969,19 €	-1 249,81 €	-39%
2276	50	70	506,72 €	442,83 €	-63,89 €	-13%
2277	50	70	398,63 €	348,37 €	-50,26 €	-13%
22522	50	80	1 016,12 €	777,00 €	-239,12 €	-24%
22532	50	80	1 773,49 €	1 356,14 €	-417,35 €	-24%
22501	40	60	308,47 €	251,60 €	-56,87 €	-18%
22511	40	60	308,47 €	251,60 €	-56,87 €	-18%
2937	170	250	1 437,99 €	1 196,36 €	-241,63 €	-17%
7328	150	210	969,85 €	847,56 €	-122,29 €	-13%
22652	50	80	4 910,76 €	3 755,13 €	-1 155,63 €	-24%
2816	300	400	2 051,97 €	1 918,70 €	-133,27 €	-6%
2965	300	450	2 544,91 €	2 115,23 €	-429,69 €	-17%
Total	--	--	44 560,88 €	30 593,22 €	-13 967,66 €	-31%

Ainda assim, no caso da situação melhorar (a realização deste projeto coincidiu com uma altura em que os preços das matérias primas no geral e do cartão em particular estavam em constante crescimento), este estudo será útil

Tabela 20 - Redução de materiais dos pedais após testagem física: *Carton Box 60x40x18*

PN	Carton Box 60x40x22 (unidades)	Carton Box 60x40x18 (unidades)	Custo de Material 60x40x22	Custo de Material 60x40x30	Redução de Custo	% Redução
1517	100	100	4 404,70 €	3 873,08 €	-531,62 €	-12%
1518	144	144	6 924,28 €	6 088,56 €	-835,72 €	-12%
1520	160	160	4 017,98 €	3 533,04 €	-484,95 €	-12%
Total	--	--	15 346,97 €	13 494,67 €	-1 852,29 €	-12%

Apesar do elevado potencial de redução de custos, de 1 852,29€, esta tabela, na verdade, acaba por não refletir a realidade, uma vez que o preço utilizado para a hipotética nova embalagem, *Carton Box 60x40x18*, é um valor fictício, representando uma diferença de -9% em relação à embalagem atual. O valor foi estipulado pela ESG, como o valor que a embalagem tem que atingir para que a alteração para esta embalagem possa prosseguir.

Tabela 21 - Diferença mínima entre preços das embalagens para obter a redução de custos anterior

	Preço	Diferença
<i>Carton Box 60x40x22</i>	0,6635 €	
<i>Carton Box 60x40x18</i>	0,6028 €	9%

3.5.2.1.2 Redução de custos logísticos

O potencial de redução de custos, não se cinge às poupanças em material e, portanto, outro grande fator com potencial é o armazenamento.

A condição *sine qua non* para a redução de custos de armazenamento é garantir que cada palete leva mais peças com a nova configuração do que com a antiga. Assim, com o aumento da dimensão da embalagem, conseguimos garantir que cada embalagem tem capacidade para mais peças do que a anterior, no entanto é importante notar, que enquanto

com a *Carton Box* 60x40x22 cabiam 16 embalagens por palete, com a *Carton Box* 60x40x30 apenas cabem 12.

Para facilitar o entendimento do último parágrafo, o ideal será analisar os cálculos:

Tabela 22 - Aumento no número de peças por palete devido à alteração da embalagem

PN	Carton Box 60x40x22 (unidades)	Carton Box 60x40x30 (unidades)	Peças por palete 60x40x22	Peças por palete 60x40x30	% Aumento
6154	100	200	1600	2400	50%
6178	100	200	1600	2400	50%
2814	100	200	1600	2400	50%
2276	50	70	800	840	5%
2277	50	70	800	840	5%
22522	50	80	800	960	20%
22532	50	80	800	960	20%
22501	40	60	640	720	13%
22511	40	60	640	720	13%
2937	170	250	2720	3000	10%
7328	150	210	2400	2520	5%
22652	50	80	800	960	20%
2816	300	400	4800	4800	0%
2965	300	450	4800	5400	13%
Total	--	--	24800	28920	17%

Como podemos observar na imagem, todas as peças exceto uma, com a alteração da embalagem, aumentam o seu valor referente ao número de peças por palete. Isto acontece, porque apesar de se diminuir no número de embalagens por palete, o aumento do número de peças por embalagem consegue suplantá-lo. A única peça na qual não existe um aumento é na 2816 porque o número de peças por embalagem é afetado, não pela falta de volume, mas por atingir o limite de peso.

Posto isto, importa agora demonstrar os cálculos relativos à poupança de espaço em armazém, em metros quadrados. Os cálculos foram realizados por peça e na penúltima linha, da tabela 23, temos o total. Foi-nos disponibilizado também, o preço por metro quadrado, do armazém de Portugal, de modo que consigamos calcular a redução de custos inerentes à poupança de espaço de armazenamento.

Assim, o preço é 3,13€ por metro quadrado por mês e nos cálculos, por sugestão da empresa, foram contabilizadas 2 semanas de stock.

Como podemos observar na imagem abaixo, em 12 das 14 peças analisadas, é possível verificar redução do espaço de armazenamento. Nas duas peças no qual a redução de espaço não se verifica, a justificação deve-se à limitação do peso, o que impediu a possibilidade das embalagens levarem mais peças.

Ainda assim, convém destacar as 3 primeiras peças que em conjunto conseguem obter uma redução do espaço de armazenamento de 31,2 metros quadrados, num total de 35,8 metros quadrados poupados.

Por fim, e de modo a contabilizar em termos financeiros o que representa esta poupança, multiplicou-se o espaço ocupado com a antiga e a nova configuração pelo valor por metro quadrado e obteve-se uma poupança mensal de 112,12€ o que se traduz em 25% de redução de custos de armazenamento.

Tabela 23 - Redução de custos logísticos com a alteração da embalagem

PN	m2 ocupados 60x40x22	m2 ocupados 60x40x30	Redução de área ocupada	% Redução
6154	62,9	41,9	-21,0	-33%
6178	20,1	13,4	-6,7	-33%
2814	10,6	7,1	-3,5	-33%
2276	1,7	1,6	-0,1	-5%
2277	1,3	1,3	-0,1	-5%
22522	3,4	2,8	-0,6	-17%
22532	5,9	4,9	-1,0	-17%
22501	1,0	0,9	-0,1	-11%
22511	1,0	0,9	-0,1	-11%
2937	4,8	4,3	-0,4	-9%
7328	3,2	3,1	-0,2	-5%
22652	16,2	13,5	-2,7	-17%
2816	4,9	5,6	0,6	13%
2965	4,9	4,9	0,0	0%
Total	142,0	106,2	-35,8	-25%
€	444,45 €	332,33 €	-112,12 €	-25%

Do ponto de vista geral, e como podemos verificar através da tabela 24, houve uma redução do espaço de armazenagem de 429,6 metros quadrados, o que equivale a uma redução dos custos de armazenagem de 1344,6€ por ano, o que representa 25%.

Tabela 24 - Redução do espaço necessário e dos custos de armazenagem por ano

Total	60x40x22	60x40x30	Redução
m2/mês	142	106,2	-35,8
m2/ano	1704	1274,4	-429,6
€/ano	5 333,5 €	3 988,9 €	-1 344,6 €
%			-25%

3.5.2.1 Caso da Elastomer Solutions Marrocos

3.5.2.2.1 – Redução de custos de materiais

Foi possível prever, desde o início do período de estágio, que projeto relativo à embalagem, aplicado em Marrocos teria, em princípio, um cenário mais otimista do que nas outras fábricas. Isto porque as peças produzidas em Marrocos, têm em média uma dimensão superior, se os volumes de produção forem constantes, serão necessárias mais embalagens e paletes para as acomodar, logo o custo os materiais é superior e assim o potencial de redução de custos, também é superior.

Assim e ao invés do sucedido, anteriormente, na fábrica de Portugal, o número de peças que foram simuladas e analisadas do ponto de vista teórico são exatamente as mesmas que passaram para o plano prático.

Um outro ponto importante a analisar, seria a variação de preço de uma embalagem para a outra. O preço da *Carton Box* 60x40x22, em Marrocos, é de 0,65€. Posto isto, foi necessário que o Departamento de Compras encontrasse um fornecedor capaz de garantir um preço fosse competitivo de forma avançar com o projeto. No caso do preço não ser competitivo, o projeto poderia mesmo não avançar, pelo menos no curto prazo.

De facto, a pesquisa por um preço competitivo e as dificuldades inerentes a esse processo, foram bastante maiores em Marrocos do que em Portugal. Por diversos motivos, mas o facto de se tratar de um país emergente, a experiência sociocultural e o facto de ainda estar a dar os primeiros passos na indústria automóvel, obviamente que tiveram o seu peso.

Assim, o preço final acordado entre o Departamento de Compras e a fábrica de Marrocos, para a *Carton Box* 60x40x30, e com o qual o projeto vai avançar é de 0,82€, o equivalente a 8,84 Dirham, a moeda local.

Tabela 25 - Diferenças de preço entre embalagens

	Preço	Diferença
Carton Box 60x40x22	0,65 €	
Carton Box 60x40x30	0,82 €	26%

Como podemos observar na tabela acima, a diferença percentual entre uma embalagem e a outra é de 26%. Quando comparado com Portugal em que a diferença é de 18%, podemos concluir que apesar de não ser o ideal, é o possível para avançar com o projeto.

Tabela 26 - Redução de custos de materias com a alteração da embalagem

PN	<i>Carton Box</i> 60x40x22 (unidades)	<i>Carton Box</i> 60x40x30 (unidades)	Custo de Material 60x40x22	Custo de Material 60x40x30	Redução de Custo	% Redução
3008	20	30	14 930,88 €	12 717,24 €	-2 213,64 €	-15%
3009	40	60	26 447,39 €	22 526,34 €	-3 921,06 €	-15%
2391	50	70	5 656,89 €	5 162,37 €	-494,53 €	-9%
2411	50	70	388,27 €	354,32 €	-33,94 €	-9%
2412	50	90	315,07 €	223,63 €	-91,44 €	-29%
2672	50	80	1 304,83 €	1 041,91 €	-262,91 €	-20%
2737	100	140	4 773,75 €	4 356,43 €	-417,32 €	-9%
2493	90	130	852,83 €	754,33 €	-98,50 €	-12%
2971	40	70	7 085,84 €	5 173,11 €	-1 912,72 €	-27%
2813	50	110	2 768,78 €	1 607,92 €	-1 160,86 €	-42%
2960	80	120	3 571,72 €	3 042,18 €	-529,54 €	-15%
2812	50	110	2 768,78 €	1 607,92 €	-1 160,86 €	-42%
2962	60	100	4 765,75 €	3 653,27 €	-1 112,48 €	-23%
2963	60	100	7 271,97 €	5 574,46 €	-1 697,52 €	-23%
2972	60	90	4 757,84 €	4 052,45 €	-705,39 €	-15%
2974	70	110	2 039,98 €	1 658,56 €	-381,42 €	-19%
7333	120	210	1 326,04 €	968,10 €	-357,95 €	-27%
8104	50	90	3 817,03 €	2 709,27 €	-1 107,76 €	-29%
2537	100	160	2 834,28 €	2 263,19 €	-571,09 €	-20%
2808	100	160	1 471,91 €	1 175,33 €	-296,58 €	-20%
2809	100	160	1 551,47 €	1 238,86 €	-312,61 €	-20%
2352	120	220	1 714,08 €	1 194,51 €	-519,57 €	-30%
2698	120	170	572,85 €	516,62 €	-56,23 €	-10%
2597	250	450	3 406,32 €	2 417,75 €	-988,57 €	-29%
2841	160	210	7 274,95 €	7 081,57 €	-193,38 €	-3%
7323	120	230	3 554,32 €	2 369,24 €	-1 185,08 €	-33%
Total	--	--	117 223,79 €	95 440,85 €	-21 782,94 €	-19%

Assim, os valores na tabela anterior, relativa à redução de custos a nível de material foram todos calculados através dos preços acima mencionados.

Através da mesma tabela, é possível verificar valores bastante mais expressivos do que na fábrica de Portugal. São de destacar os valores de peças como a 2812 com 42% de potencial de redução de custos, bem como a 2813. Estas peças são as que mais se destacam do ponto de vista de redução percentual dos custos, mas do ponto de vista nominal destacam-se as peças 3008 e 3009, representando 2 213,64 € e 3 921,06 € de potencial de redução de custos.

No total, a redução de custos com material estimada é de 21 782,94 € por ano, o que se reflete numa diminuição de 117 223,79€/ano para 95 440,85€/ano, com a alteração da embalagem para a *Carton Box* 60x40x30.

É importante deixar a nota que tal como em Portugal, após a simulação do número de peças que caberiam por embalagem realizada através da ferramenta desenvolvida, também no âmbito deste projeto, procedeu-se à testagem física da quantidade de peças que caberiam na embalagem. Na Elastomer Solutions Marrocos, a testagem física ficou a cargo dos responsáveis locais pelo que não podemos assistir *in loco*, porém, o resultado dessa mesma testagem é o representado, na tabela acima.

3.5.2.2.2 – Redução de custos logísticos

Após a análise detalhada dos resultados esperados ao nível da redução de custos com material, importa agora analisar os resultados esperados relativos à redução de custos de armazenamento.

Como anteriormente foi explicado, para garantirmos numa primeira instância uma poupança de espaço no armazém, precisamos de garantir que o número de peças por palete na embalagem 60x40x30 é superior ao número de peças por palete na embalagem 60x40x22.

Como podemos verificar, através da tabela 27, em 25 das 26 referências, existe um aumento no número de peças por embalagem. Curiosamente, a única que não apresenta um aumento é a 2841, onde a limitação se deve ao atingir o limite máximo de 12kg por embalagem e não ao facto de a embalagem já não ter volume disponível para que coubessem mais peças.

As peças 2812 e 2813 voltam a estar em destaque apresentando ambas um aumento de 65% no número de peças por embalagem.

Tabela 27 - Aumento no número de peças por palete devido à alteração da embalagem

PN	Carton Box	Carton Box	Peças por	Peças por	% Aumento
	60x40x22 (unidades)	60x40x30 (unidades)	paquete 60x40x22	paquete 60x40x30	
3008	20	30	320	360	13%
3009	40	60	640	720	13%
2391	50	70	800	840	5%
2411	50	70	800	840	5%
2412	50	90	800	1080	35%
2672	50	80	800	960	20%
2737	100	140	1600	1680	5%
2493	90	130	1440	1560	8%
2971	40	70	640	840	31%
2813	50	110	800	1320	65%
2960	80	120	1280	1440	13%
2812	50	110	800	1320	65%
2962	60	100	960	1200	25%
2963	60	100	960	1200	25%
2972	60	90	960	1080	13%
2974	70	110	1120	1320	18%
7333	120	210	1920	2520	31%
8104	50	90	800	1080	35%
2537	100	160	1600	1920	20%
2808	100	160	1600	1920	20%
2809	100	160	1600	1920	20%
2352	120	220	1920	2640	38%
2698	120	170	1920	2040	6%
2597	250	450	4000	5400	35%
2841	160	210	2560	2520	-2%
7323	120	230	1920	2760	44%
Total	--	--	34560	42480	23%

Importa, agora, analisar de que forma estes valores se materializam em poupança efetiva do espaço do armazém.

No caso da Elastomer Solutions Marrocos, é necessário considerar um preço por metro quadrado de 5,99€. Assim, o estudo indica que serão possíveis uma redução de custos de armazenagem de 354,87€ por mês, o que representa 14% de redução. Uma vez mais, foram considerados em média 2 semanas de stock.

Tabela 28 - Redução de custos logísticos com a alteração da embalagem

PN	m2 ocupados 60x40x22	m2 ocupados 60x40x30	Redução de área ocupada	% Redução
3008	53,5	47,5	-5,9	-11%
3009	94,7	84,2	-10,5	-11%
2391	20,3	19,3	-1,0	-5%
2411	1,4	1,3	-0,1	-5%
2412	1,1	0,8	-0,3	-26%
2672	4,7	3,9	-0,8	-17%
2737	17,1	16,3	-0,8	-5%
2493	3,1	2,8	-0,2	-8%
2971	25,4	19,3	-6,0	-24%
2813	9,9	6,0	-3,9	-39%
2960	12,8	11,4	-1,4	-11%
2812	9,9	6,0	-3,9	-39%
2962	17,1	13,7	-3,4	-20%
2963	26,0	20,8	-5,2	-20%
2972	17,0	15,1	-1,9	-11%
2974	7,3	6,2	-1,1	-15%
7333	4,8	3,6	-1,1	-24%
8104	13,7	10,1	-3,5	-26%
2537	10,2	8,5	-1,7	-17%
2808	5,3	4,4	-0,9	-17%
2809	5,6	4,6	-0,9	-17%
2352	6,1	4,5	-1,7	-27%
2698	2,1	1,9	-0,1	-6%
2597	12,2	9,0	-3,2	-26%
2841	26,1	26,5	0,4	2%
7323	12,7	8,9	-3,9	-30%
Total	419,9	356,8	-63,1	-15%
€	2 515,24 €	2 137,16 €	-378,08 €	-15%

As peças 2812 e 2813 voltam a estar em destaque a nível percentual, representando cada uma, uma redução de 39%, sendo que do ponto de vista nominal destacam-se as peças 3009 e 2971, sendo que a primeira se traduz numa redução de 10,5 metros quadrados e a segunda em 6 metros quadrados. Estas reduções resultam única e exclusivamente na alteração da embalagem, sendo que a níveis de layout do armazém, nada se alterará.

De um ponto de vista mais global, ocorreu uma redução de espaço de armazenagem de 757,2 metros quadrados ao fim de um ano, o que representa uma redução de custos de 4535,6€, o equivalente a 15%.

Tabela 29 - Redução do espaço necessário e dos custos de armazenagem por ano

Total	60x40x22	60x40x30	Redução
m2/mês	419,9	356,8	-63,1
m2/ano	5038,8	4281,6	-757,2
€/ano	30 182,4 €	25 646,8 €	-4 535,6 €
%			-15%

3.5.3 Visão Geral

Como podemos observar na seguinte tabela, foi possível reduzir os custos logísticos e de materiais em Portugal, em cerca de 15 312€ e em Marrocos, em cerca de 26 318€, totalizando uma redução de custos total de, aproximadamente 41 031€. Se analisarmos em termos percentuais, a redução de custos ultrapassa os 20%, pelo que podemos afirmar que o objetivo proposto foi cumprido.

Para este cálculo global de potencial de redução de custos não foi contabilizada a poupança inerente à alteração para a Carton Box 60x40x18, em Portugal, uma vez que não houve nenhum orçamento compatível com a possibilidade de redução de custos prevista. Logo, de modo que seja apresentado o valor mais fidedigno possível, este quadro resumo não contempla o anteriormente referido.

Tabela 30 - Visão geral da redução de custos logísticos e de materiais

Fábrica	Redução dos Custos			% Redução
	Materials	Logísticos	Totais	
ESP	-13 967,66 €	-1 344,5 €	-15 312,20 €	-34,0%
ESM	-21 782,94 €	-4 536,05 €	-26 318,99 €	-22,7%
Total	-35 750,60 €	-5 880,59 €	-41 631,19 €	-21,1%

4. CONCLUSÃO

Neste que é o último capítulo, refletiu-se sobre as melhorias e a forma como foram obtidas, especificamente no subcapítulo **Resposta ao Problema**. Outro assunto abordado, desta vez no subcapítulo **Limitações e sugestões para investigações futuras**, foi a possibilidade do projeto ainda ser mais desenvolvido e melhorado, no caso de se ultrapassarem as barreiras detetadas.

4.1 Resposta ao Problema

Ao longo da fase de desenvolvimento deste projeto, foi possível verificar a complexidade inerente à logística de uma indústria.

Quando este projeto se iniciou tinha dois objetivos propostos que acabaram por se cruzar totalmente. O primeiro relativo à otimização da embalagem de expedição e o segundo relativo ao desenvolvimento de uma nova ferramenta de apoio à cotação.

A interseção dos objetivos acontece pelo facto da ferramenta de apoio à cotação servir como ponto estruturante na definição de uma nova embalagem, na medida em que é nesta onde se realizam os testes e simulações que permitem calcular o número de peças que cada embalagem pode acomodar.

Foram diversas as dificuldades encontradas. É importante destacar, uma vez mais a complexidade da forma das peças produzidas pelo Grupo Elastomer Solutions. As peças apresentam diferentes materiais, densidades, tamanhos, geometrias e processos. Isto é, calcular o número de peças que cada embalagem pode acomodar é de uma dificuldade extrema, acima de tudo pela heterogeneidade das mesmas. Relativamente à otimização da embalagem de expedição, as principais dificuldades apresentadas foram conseguir atender a todos os requisitos dos clientes de modo a garantir que a nova embalagem fosse viável e pudesse, efetivamente, ser aplicada. No entanto, devido ao elevado número de clientes da

ESG e às suas elevadas exigências, é natural, a dificuldade em atender a todos os seus requisitos.

Quanto aos principais objetivos do projeto, ambos foram alcançados. Relativamente à ferramenta de apoio à cotação, a situação inicial apresentava um desvio médio absoluto entre a atual ferramenta e as IT de 25,97%, sendo que a meta era conseguir um valor abaixo dos 15%. O concretizado foi um DMA de 10,16%, pelo que é possível considerar que se trata de um resultado, francamente, positivo. Quanto à redução de custos logísticos e de materiais, a meta passava pela obtenção de uma redução de 20% nesses mesmos custos. Apesar de ainda se encontrar em fase de implementação, nas fábricas de Portugal e de Marrocos, e de não ser possível prever todos os contratemplos que poderão surgir, o estudo realizado - não apenas com base em modelos teóricos, mas também na prática - aponta para uma redução de custos de 21,1%, pelo que também se pode afirmar que o objetivo proposto foi alcançado. Assim sendo, esta alteração promovida pelo redimensionamento da embalagem, irá permitir à ESG poupar aproximadamente 41631€ por ano nas fábricas de Portugal e Marrocos.

O desafio, do ponto de vista pessoal, foi muito enriquecedor. Desde a fase de planeamento e criação de modelos de testagem para ambos os objetivos, bem como a fase de testagem física quer da FC quer da nova embalagem. No entanto, é importante destacar as reuniões de implementação do projeto da otimização da embalagem de expedição, quer em Portugal, quer em Marrocos, onde considero que surgiram vários desafios interessantes. Desde as diferenças socioculturais, às diferenças de idade ou até mesmo de área específica de intervenção na empresa, uma vez que foram reunidos vários elementos de diferentes departamentos, quer na fábrica de Portugal quer na fábrica de Marrocos.

4.2 Limitações e sugestões para investigações futuras

É importante ter em consideração que existem algumas limitações relativas a este projeto, das quais resultam sugestões para investigações futuras.

A primeira tem que ver com a ferramenta de apoio à cotação, mais concretamente com o número de peças que foram analisadas na base de dados. O objetivo do projeto, foi realizar uma análise para o grupo Elastomer Solutions e não concretamente

para a fábrica de Portugal. Porém, uma vez que o estágio se realizou em Mindelo, Portugal, não houve a oportunidade de ter acesso a determinadas peças que são produzidas noutras fábricas do grupo e que, seria importantes, serem adicionadas à base de dados. Assim sendo e apesar da ferramenta ser utilizada pelos engenheiros de cotações do grupo, as peças analisadas estão bastante circunscritas à realidade da fábrica de Portugal, pelo que naturalmente acabou por ser uma limitação, mas por outro lado abre estabelece uma oportunidade para uma investigação futura, uma vez que como já foi referido anteriormente, quantas mais peças forem analisadas, mais fiabilidade terá o algoritmo.

Também em relação à FC, mas desta vez diretamente relacionado com o tipo de peças. A Elastomer Solutions Portugal, começou a produzir peças de um determinado tipo de material há pouco tempo. Estamos a falar das peças em termoplástico que por existirem ainda num número reduzido, a base de dados conta com menos peças do que seria o ideal, pelo que na FC os *outputs* relativos às peças em termoplástico garantem uma menor fiabilidade do que nas peças em borracha. Trata-se, obviamente, de uma limitação. No entanto, e uma vez que o algoritmo já foi criado, existem condições, atualmente, para que à medida que novas peças entrem em produção, os engenheiros de cotações alimentem automaticamente a ferramenta, pelo que a fiabilidade irá aumentar com o passar do tempo, uma vez que a estrutura já está montada e em funcionamento.

Por último, desta feita relacionado com a otimização da embalagem de expedição. Os *layouts* dos armazéns variam, como é natural, de fábrica para fábrica. Na fase o projeto de planeamento do redimensionamento da embalagem, uma das soluções apresentadas mostrava-se bastante promissora e com um potencial de redução de custos muito elevado, porém, o objetivo seria encontrar uma nova embalagem que pudesse ser padronizada para todas as fábricas. O problema adveio do facto de que essa mesma embalagem seria viável em todas as fábricas menos na de Marrocos, devido à altura das estantes do seu armazém, que padece pelas limitações de altura impostas pelo próprio armazém. Essa embalagem não pôde avançar, uma vez que não servia os interesses de todas as fábricas. Assim, a investigação futura que se propõe seria a realização de um estudo, no qual se medisse o impacto da alteração/relocalização do armazém de Marrocos e se medisse até que ponto não seria vantajoso avançar com essa alteração ao mesmo tempo que se realiza a alteração na embalagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agariya, A. K., Johari, A., Sharma, H. K., Chandraul, U. N., & Singh, D. (2012). The role of packaging in brand communication. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 3(2), 1-13.
- Argueta, C. M., Cardona, O. C. S., Albán, H. M. G., & Moreno, J. P. M. (2015). Minimum cost package size analysis in the supply chain: A case study in Colombia. *Estudios Gerenciales*, 31(134), 111–121.
- Bolat, A. (2000). An extended scheduling model for producing corrugated boxes. *International Journal of Production Research*, 38(7), 1579-1599.
- Bowersox, D. J., Closs, D. J., & Cooper, M. B. (2007). Chapter 15 relationship development and management. *Supply Chain Logistics Management, 2nd ed., McGraw-Hill Irwin, New York, NY, 354-375*
- Chan, F. T. S., Chan, H. K., & Choy, K. L. (2006). A systematic approach to manufacturing packaging logistics. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 29(9), 1088-1101.
- Dubiel, M. (1996). Costing structures of reusable packaging systems. *Packaging Technology and Science*, 9(5), 237-254.
- Dyllick, T. (1989). Ecological marketing strategy for Toni yogurts in Switzerland. *Journal of Business Ethics*, 8(8), 657-662.
- Ge, C. (1996). Efficient packaging design in logistics. *Packaging Technology and Science*, 9(5), 275-287.
- Gudehus, T., & Kotzab, H. (2012). Comprehensive logistics. Springer Science & Business Media.
- Guedes, A. P., Arantes, A. J., Martins, A. L., Póvoa, A. P., Luís, C. A., Dias, E. B., ... & Ramos, T. (2010). *Logística e gestão da cadeia de abastecimento. Lisboa: Edições Sílabo, Lda.*
- Hanlon, J. F., & Kelsey, R. J. (1998). Handbook of package engineering. *Crc Press*.
- Hellström, D. (2007). On interactions between Packaging and Logistics-Exploring implications of technological developments. *Lund University*.
- Hellström, D., & Saghir, M. (2007). Packaging and logistics interactions in retail supply chains. *Packaging Technology and Science: An International Journal*, 20(3), 197-216.
- Kamarthi, S. V., Gupta, S. M., & Lerpong, J. (2003). Evaluation of trade-offs in costs and environmental impacts for returnable packaging implementation. *Evaluation*.

- Lambert, D. M., Stock, J. R., & Ellram, L. M. (1998). *Fundamentals of logistics management*. Singapura: Irwin McGraw-Hill.
- Livingstone, S., & Sparks, L. (1994). The new German packaging laws: effects on firms exporting to Germany. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*.
- Lourenço, H. R. (2005). Logistics Management. In *Metaheuristic Optimization via Memory and Evolution* (pp. 329-356). Springer, Boston, MA.
- Min, H., & Zhou, G. (2002). Supply chain modeling: past, present and future. *Computers & industrial engineering*, 43(1-2), 231-249.
- Mollenkopf, D., Closs, D., Twede, D., Lee, S., & Burgess, G. (2005). Assessing the viability of reusable packaging: a relative cost approach. *Journal of Business Logistics*, 26(1), 169-197.
- Moura, R. A. (2003). *Armazenagem: do Recebimento à expedição: série manual de logística vol. 2*.
- Moura, B. (2006). *Logística: conceitos e tendências*. Centro Atlantico.
- Parvini, M. (2011). 9-Packaging and material handling. *Logistics operations and Management, Elsevier*, 155-180.
- Prendergast, G. P. (1995). The EC directive on packaging and packaging waste: current status and logistical implications. *Logistics Information Management*.
- Prendergast, G., & Pitt, L. (1996). Packaging, marketing, logistics and the environment: are there trade-offs?. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*.
- Rushton, A., Oxley, J., & Croucher, P. (2000). *The handbook of logistics and distribution management*, The Institute of Logistics and Transport. UK: Kogan Page.
- Saghir, M. (2002). *The concept of packaging logistics*. Second World Conference on POM and 15th Annual POM Conference.
- Saghir, M. (2004). The concept of packaging logistics. In *Proceedings of the Fifteenth Annual POMS Conference*, Cancun, April (pp. 1-31).
- Saghir, D. H. (2006). *Packaging and Logistics Interactions in Retail*. Wiley InterScience. Sweden: Packaging Technology and Science.
- Seuring, S., & Müller, M. (2008). From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. *Journal of cleaner production*, 16(15), 1699-1710.
- Vidales Giovannetti, M. D. (1995). El mundo del envase: *Manual para el diseño y producción de envases y embalajes*. México: Gustavo Gili, pag. 90.
- Wen, N., Graves, S. C., & Ren, Z. J. (2012). Ship-pack optimization in a two-echelon distribution system. *European Journal of Operational Research*, 220(3), 777-785.

ANEXO A – INSTRUÇÃO DE TRABALHO (IT)

 DF-ElastomerSolutions Lda.		INSTRUÇÃO DE TRABALHO		Emitido por: C.Teixeira	Data: 30-04-19	Página 1/1
Código da instrução IT.ENG.3008.03-00	Âmbito	ESPECIFICAÇÃO DE EMBALAGEM – PEÇA 3008				
A quem se dirige: Produção - Embalagem, Controlo de processo. Logística – Compras, Planeamento de produção, Serviço clientes, Armazém.						

Especificação		
Referência	P003008A09	Unidades
Tipo de embalagem	Caixa de cartão 60x40x22	Cm
Palete	120x80x15	Cm
Quantidade de peças por caixa	20	Peças
Quantidade de caixas por palete	16	Caixas
Quantidade de peças por palete	320	Peças
Peso líquido da caixa (aprox.)	6.175	Kg
Peso bruto da caixa (aprox.)	6.975	Kg
Peso líquido por palete (aprox.)	98.8	Kg
Peso bruto por palete (aprox.)	121.6	Kg
Empilhamento	0	Palete

Etiquetas:	ODETTE+ numeração sequencial para efeitos de Packing List (ver observações adicionais)
------------	--

Observações adicionais:

→ Paletes Filmadas.
 → Para os clientes com obrigatoriedade de preparação de Packing List, é necessário colocar etiqueta de numeração sequencial. Esta informação aparecerá automaticamente no programa de preparação da expedição: **PACKING LIST OBRIGATÓRIA**.
 → Para os clientes com aplicação do requisito IPPC International Standard for Wood Packaging ISPM 15 é obrigatória a utilização de paletes com tratamento térmico. Esta informação aparecerá automaticamente no programa de preparação da expedição: **USAR PALETES COM TRATAMENTO TÉRMICO**. Nos casos onde enviamos caixas soltas, apenas enviamos uma declaração "No wood Packaging", emitida pela Logística.

Croquis (se aplicável)

Motivo da revisão: Emissão.

Distribuição: Publicado na Intranet.

Após impressão esta cópia é não controlada

ES_SQM_018-00

ANEXO B – LAYOUT DA ATUAL FERRAMENTA DE APOIO À COTAÇÃO

Packaging parts Calculation

Part weight	17,3	Input
-------------	------	-------

Length	600
--------	-----

Width	400
-------	-----

carton box 40x60x22 Pallet
1200x800

height	220
--------	-----

Part dimensions		
Length	266,6	Input
Width	62	Input
height	130	Input

	Estimated	Real	
Parts per box	24	20	Input
Weight per box < 12KG	415,2		
Parts per pallet		320	
Parts per box with a maximum weight of 12 Kg	693		
Labour		5,5	

ANEXO C – DESVIO ENTRE A IT E A FC

PN	IT	FC	Desvio FC
41472	1000	1340	34%
41473	1000	1220	22%
24932	1000	1300	30%
24933	750	1070	43%
28412	1200	2090	74%
3009	40	30	-25%
2589	60	40	-33%
2473	170	110	-35%
6152	200	180	-10%
2411	50	30	-40%
2412	50	30	-40%
2672	50	40	-20%
2493	80	70	-13%
2813	50	40	-20%
2960	80	60	-25%
2812	50	40	-20%
2962	60	30	-50%
2963	60	30	-50%
2971	40	20	-50%
2972	60	40	-33%
2974	70	50	-29%
2975	70	50	-29%
7333	120	100	-17%
8104	50	30	-40%
2537	100	80	-20%
2808	100	80	-20%
2809	100	80	-20%
2352	120	100	-17%
2698	120	70	-42%
2276	50	40	-20%
22522	50	40	-20%
22532	50	40	-20%
22501	40	30	-25%
22652	50	40	-20%
2841	160	130	-19%
2018	50	30	-40%
4505	70	60	-14%
2277	50	50	0%
22541	100	50	-50%
2857	120	80	-33%

2957	120	80	-33%
22511	50	40	-20%
2201	130	80	-38%
3008	20	10	-50%
2940	120	120	0%
8107	60	40	-33%
2937	170	170	0%
2394	150	150	0%
2942	90	70	-22%
2970	200	170	-15%
4178	200	170	-15%
25011	100	110	10%
2964	200	180	-10%
2961	3500	3030	-13%
7037	500	770	54%
283	2000	1370	-32%
185	800	530	-34%
496	2000	1260	-37%
2396	800	620	-23%
2736	600	540	-10%
2739	600	730	22%
2689	600	430	-28%
2941	250	260	4%
2965	300	260	-13%
2794	350	350	0%
2795	300	260	-13%
2797	300	330	10%
2858	500	520	4%
4127	300	290	-3%
4191	400	290	-28%
2803	800	690	-14%
2804	500	410	-18%
2597	250	210	-16%
2498	2000	1950	-3%
6154	100	180	80%
6178	100	200	100%
7328	150	170	13%
2814	100	110	10%
8106	70	110	57%
6179	250	170	-32%
4170	250	180	-28%
2272	1500	1170	-22%
2273	500	660	32%
2684	2000	2400	20%
4082	300	200	-33%
2197	250	220	-12%
2582	300	200	-33%
DMA (FC/IT)			25,97%

ANEXO D - CUSTOS LOGÍSTICOS E DE MATERIAIS COM A EMBALAGEM ATUAL NA FÁBRICA DE PORTUGAL

PN	Carton Box 60x40x22	Custo (Embalagem + Palete)
6154	100	19 026,85 €
6178	100	6 087,65 €
2814	100	3 219,00 €
2276	50	506,72 €
2277	50	398,63 €
22522	50	1 016,12 €
22532	50	1 773,49 €
22501	40	308,47 €
22511	40	308,47 €
2937	170	1 437,99 €
7328	150	969,85 €
22652	50	4 910,76 €
2816	300	2 051,97 €
2965	300	2 544,91 €
1517	100	4 404,70 €
1518	144	6 924,28 €
1520	160	4 017,98 €
Total	--	59 907,84 €

PN	m2 ocupados
6154	62,9
6178	20,1
2814	10,6
2276	1,7
2277	1,3
22522	3,4
22532	5,9
22501	1,0
22511	1,0
2937	4,8
7328	3,2
22652	16,2
2816	4,9
2965	4,9
Total	142,0
€/mês	444,45 €
€/ano	5 333,41 €

ANEXO E - CUSTOS LOGÍSTICOS E DE MATERIAIS COM A EMBALAGEM ATUAL NA FÁBRICA DE MARROCOS

PN	<i>Carton Box</i> 60x40x22	Custo (Embalagem + Palete)
3008	20	14 930,88 €
3009	40	26 447,39 €
2391	50	5 656,89 €
2411	50	388,27 €
2412	50	315,07 €
2672	50	1 304,83 €
2737	100	4 773,75 €
2493	90	852,83 €
2971	40	7 085,84 €
2813	50	2 768,78 €
2960	80	3 571,72 €
2812	50	2 768,78 €
2962	60	4 765,75 €
2963	60	7 271,97 €
2972	60	4 757,84 €
2974	70	2 039,98 €
7333	120	1 326,04 €
8104	50	3 817,03 €
2537	100	2 834,28 €
2808	100	1 471,91 €
2809	100	1 551,47 €
2352	120	1 714,08 €
2698	120	572,85 €
2597	250	3 406,32 €
2841	160	7 274,95 €
7323	120	3 554,32 €
Total	--	117 223,79 €

PN	m2 ocupados
3008	53,5
3009	94,7
2391	20,3
2411	1,4
2412	1,1
2672	4,7
2737	17,1
2493	3,1
2971	25,4
2813	9,9
2960	12,8
2812	9,9
2962	17,1
2963	26,0
2972	17,0
2974	7,3
7333	4,8
8104	13,7
2537	10,2
2808	5,3
2809	5,6
2352	6,1
2698	2,1
2597	12,2
2841	26,1
7323	12,7
Total	419,9
€ / mês	2 515,24 €
€ / ano	30 182,85 €

ANEXO F – REQUISITOS DO CLIENTE

	Americas Business Management System	Revision Date: 16/Apr/2019
Guideline	Component Supplier Packaging & Shipping	Revision Level: 5.0

2. PACKAGING SYSTEM DIMENSIONS

2.1 PALLET DIMENSIONS

- It is preferred that all Component Suppliers shipping *Standard and Non-Standard Parts* use a 48" x 45" pallet and cartons or packaging systems which match this pallet. Pallet load height including pallet should be no higher than 50" with proper securement methods of securing the boxes to the pallet.
 - Due to the size and/or configuration of some *Non-Standard Parts*, it is understood by that certain packaging systems with special pallet dimensions must be used to ensure the quality of the part.

2.2 CARTON DIMENSIONS

- Preferred carton dimensions and *Non-Standard Part* packaging are listed in **Appendix A**. Component Suppliers can work with the Component Packaging Specialist to design appropriate packaging if certain size boxes are not shown in the table.
- Certain *Non-Standard Parts* (ex: long plastic shields) may require using cartons with longer than 48" lengths in order to fit the part correctly. If the part itself is longer than 48", carton footprints should still be sized so that the 45" side of the pallet is maintained so that the pallets can be loaded 2 across in a truck trailer or sea container.

ANEXO G – RESULTADOS ESPERADOS NFC POR FAMÍLIAS

Família	PN	IT	FC	NFC	Desvio FC	Desvio NFC
RBs	3008	20	10	15	-50%	-25%
	2940	120	120	125	0%	4%
	8107	60	40	45	-33%	-25%
	2937	170	170	180	0%	6%
	2394	150	150	150	0%	0%
	2942	90	70	80	-22%	-11%
	2970	200	170	180	-15%	-10%
	4178	200	170	180	-15%	-10%
	25011	100	110	120	10%	20%
	2964	200	180	185	-10%	-8%
DMA					16%	12%

Família	PN	IT	FC	NFC	Desvio FC	Desvio NFC
C	41472	1000	1340	965	34%	-4%
	41473	1000	1220	925	22%	-8%
	24932	1000	1300	950	30%	-5%
	24933	750	1070	870	43%	16%
	28412	1200	2090	1230	74%	3%
DMA					41%	7%

Família	PN	IT	FC	NFC	Desvio FC	Desvio NFC
RSu	2961	3500	3030	3030	-13%	-13%
	7037	500	770	500	54%	0%
DMA					34%	7%

Família	PN	IT	FC	NFC	Desvio FC	Desvio NFC
RBU	3009	40	30	40	-25%	0%
	2589	60	40	60	-33%	0%
	2473	170	110	130	-35%	-24%
	6152	200	180	215	-10%	8%
	2411	50	30	45	-40%	-10%
	2412	50	30	45	-40%	-10%
	2672	50	40	55	-20%	10%
	2493	80	70	85	-13%	6%
	2813	50	40	60	-20%	21%
	2960	80	60	80	-25%	0%
	2812	50	40	55	-20%	10%
	2962	60	30	47	-50%	-21%
	2963	60	30	40	-50%	-33%
	2971	40	20	45	-50%	13%
	2972	60	40	60	-33%	0%
	2974	70	50	70	-29%	0%
	2975	70	50	70	-29%	0%
	7333	120	100	125	-17%	4%
	8104	50	30	50	-40%	0%
	2537	100	80	100	-20%	0%
	2808	100	80	100	-20%	0%
	2809	100	80	100	-20%	0%
	2352	120	100	120	-17%	0%
	2698	120	70	90	-42%	-25%
	2276	50	40	60	-20%	20%
	22522	50	40	60	-20%	20%
	22532	50	40	55	-20%	10%
	22501	40	30	40	-25%	0%
	22652	50	40	50	-20%	0%
	2841	160	130	160	-19%	0%
	2018	50	30	45	-40%	-10%
	4505	70	60	70	-14%	0%
2277	50	50	50	0%	0%	
22541	100	50	100	-50%	0%	
2857	120	80	120	-33%	0%	
2957	120	80	90	-33%	-25%	
22511	50	40	60	-20%	20%	
2201	130	80	100	-38%	-23%	
				DMA	28%	8%

Família	PN	IT	FC	NFC	Desvio FC	Desvio NFC
RSs	283	2000	1370	1710	-32%	-15%
	185	800	530	665	-34%	-17%
	496	2000	1260	1575	-37%	-21%
	2396	800	620	775	-23%	-3%
	2736	600	540	675	-10%	13%
	2739	600	730	580	22%	-3%
	2689	600	430	535	-28%	-11%
	2941	250	260	315	4%	26%
	2965	300	260	320	-13%	7%
	2794	350	350	420	0%	20%
	2795	300	260	325	-13%	8%
	2797	300	330	410	10%	37%
	2858	500	520	485	4%	-3%
	4127	300	290	365	-3%	22%
	4191	400	290	360	-28%	-10%
	2803	800	690	855	-14%	7%
	2804	500	410	510	-18%	2%
	2597	250	210	260	-16%	4%
2498	2000	1950	2150	-3%	8%	
				DMA	16%	12%

Família	PN	IT	FC	NFC	Desvio FC	Desvio NFC
TBs	6179	250	170	250	-32%	0%
	4170	250	180	250	-28%	0%
				DMA	30%	0%

Família	PN	IT	FC	NFC	Desvio FC	Desvio NFC
TSu	2272	1500	1170	1065	-22%	-29%
	2273	500	660	665	32%	33%
	2684	2000	2400	2070	20%	4%
DMA					25%	22%

Família	PN	IT	FC	NFC	Desvio FC	Desvio NFC
TBu	6154	100	180	95	80%	-5%
	6178	100	200	105	100%	5%
	7328	150	170	105	13%	-30%
	2814	100	110	105	10%	5%
	8106	70	110	105	57%	50%
DMA					52%	19%

Família	PN	IT	FC	NFC	Desvio FC	Desvio NFC
TSs	4082	300	200	300	-33%	0%
	2197	250	220	250	-12%	0%
	2582	300	200	300	-33%	0%
DMA					26%	0%

ANEXO H – DESVIO ENTRE A IT E A NFC

PN	IT	NFC	Desvio NFC
41472	1000	965	-4%
41473	1000	925	-8%
24932	1000	950	-5%
24933	750	870	16%
28412	1200	1230	3%
3009	40	40	0%
2589	60	60	0%
2473	170	130	-24%
6152	200	215	8%
2411	50	45	-10%
2412	50	45	-10%
2672	50	55	10%
2493	80	85	6%
2813	50	60	21%
2960	80	80	0%
2812	50	55	10%
2962	60	47	-21%
2963	60	40	-33%
2971	40	45	13%
2972	60	60	0%
2974	70	70	0%
2975	70	70	0%
7333	120	125	4%
8104	50	50	0%
2537	100	100	0%
2808	100	100	0%
2809	100	100	0%
2352	120	120	0%
2698	120	90	-25%
2276	50	60	20%
22522	50	60	20%
22532	50	55	10%
22501	40	40	0%
22652	50	50	0%
2841	160	160	0%
2018	50	45	-10%
4505	70	70	0%
2277	50	50	0%
22541	100	100	0%
2857	120	120	0%

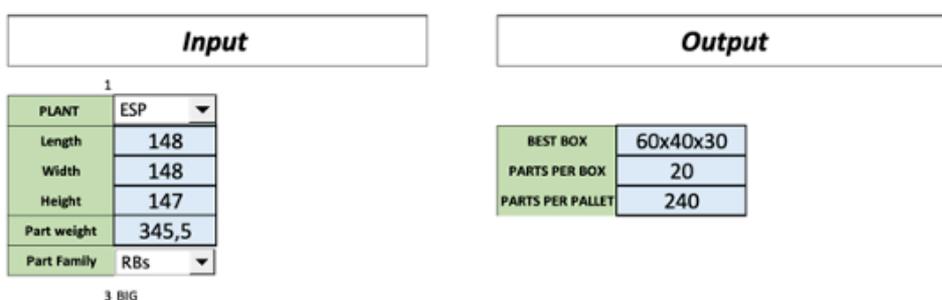
Otimização da embalagem de expedição com vista à redução de custos logísticos e de materiais

2957	120	90	-25%
22511	50	60	20%
2201	130	100	-23%
3008	20	15	-25%
2940	120	125	4%
8107	60	45	-25%
2937	170	180	6%
2394	150	150	0%
2942	90	80	-11%
2970	200	180	-10%
4178	200	180	-10%
25011	100	120	20%
2964	200	185	-8%
2961	3500	3030	-13%
7037	500	500	0%
283	2000	1710	-15%
185	800	665	-17%
496	2000	1575	-21%
2396	800	775	-3%
2736	600	675	13%
2739	600	580	-3%
2689	600	535	-11%
2941	250	315	26%
2965	300	320	7%
2794	350	420	20%
2795	300	325	8%
2797	300	410	37%
2858	500	485	-3%
4127	300	365	22%
4191	400	360	-10%
2803	800	855	7%
2804	500	510	2%
2597	250	260	4%
2498	2000	2150	8%
6154	100	95	-5%
6178	100	105	5%
7328	150	105	-30%
2814	100	105	5%
8106	70	105	50%
6179	250	250	0%
4170	250	250	0%
2272	1500	1065	-29%
2273	500	665	33%
2684	2000	2070	4%
4082	300	300	0%
2197	250	250	0%
2582	300	300	0%
DMA (NFC/IT)			10,16%

APÊNDICE A – MANUAL DE UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA DE APOIO À COTAÇÃO

4.5.6 Packaging

4.5.6.1 Tool usage manual



As **Input** all we need to put is the **Plant** we need to quote, **Length**, **Width**, **Height**, **Part Weight** and **Part Family**.

As a result, the **Output** is the **Best Box** considering the costs, **Parts per Box** and **Parts per Pallet** considering the Best Box and Plant.

4.5.6.1.1 Part Family

4.5.6.1.1.1 How to choose the Part Family?

The only input we don't have directly is the **Part Family**.

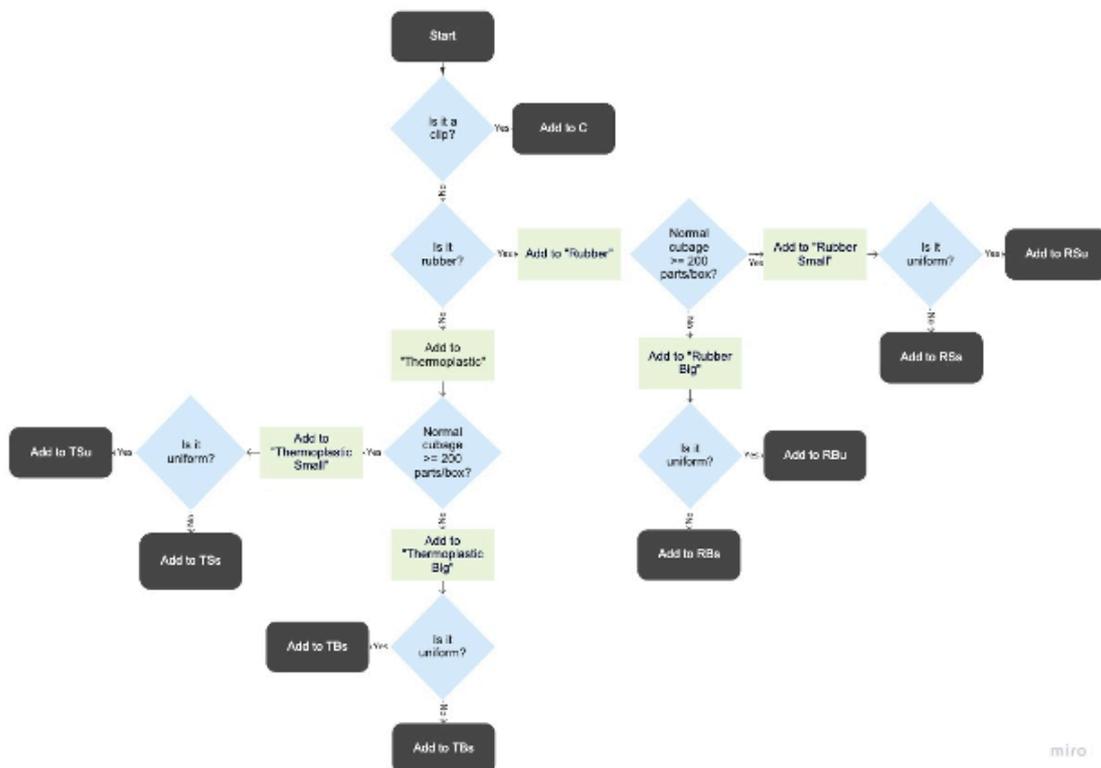
There are 9 families:

Family	
C	Clips
RBu	Rubber Big Uniform
RBs	Rubber Big Shapeless
RSu	Rubber Small Uniform
RSs	Rubber Small Shapeless
TBu	Thermoplastic Big Uniform
TBs	Thermoplastic Big Shapeless
TSu	Thermoplastic Small Uniform
TSS	Thermoplastic Small Shapeless

Therefore, there are 4 families for **Rubbers**, 4 families for Thermoplastics and 1 for **Clips**.

Within each (excluding clips) are **Bigs** or **Smalls** and inside them there are Uniform and Shapeless.

The following flowchart helps make the choice easier:



From now on, there are 4 decisions needed, whether it is:

- The **1st** one is “Is it a clip?”
- The **2nd** one is “Is it a rubber?”
- The **3rd** one is “The normal cubage is greater than 200 parts per box?” – There’s no need to worry because when we insert the inputs in the tool’s layout it automatically indicates whether it is “Big” or “Small”

- The **4th** one is “Is it uniform?” – This is the only matter that can be more complicated to answer. So, in the next chapter, we will try to make this choice easier.

4.5.6.1.1.2 Is it uniform or shapeless?

We considered **shapeless** when there are mini pieces apart from the body of the part that clearly affects the cubage. Almost as if we could split the part into several smaller pieces.

If the part doesn't have mini pieces apart from the body and the volume is constant throughout the entire part, it's considered **uniform**.

In the next image there are 2 parts. One considered uniform and another one considered shapeless:

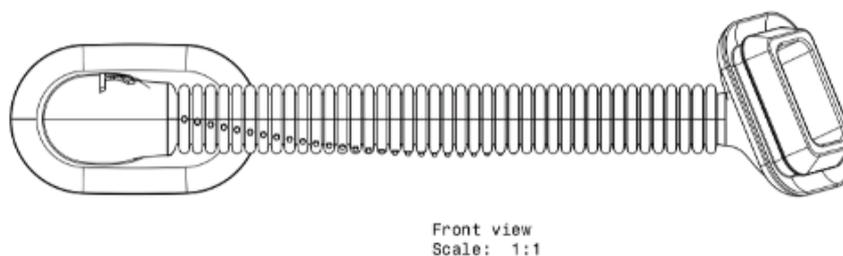


Figura 1 - PN 2857

This part number is considered uniform because his volume is constant throughout the entire part and there are no mini pieces that clearly affect the cubage.

Besides that, this part number is a “fole” and all the “foles” are considered uniform.

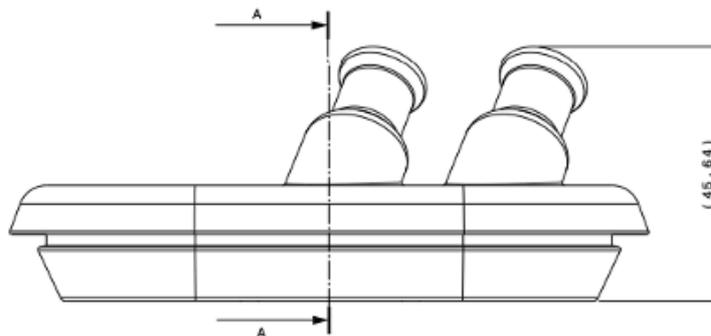


Figura 2- PN 2940

In this part number it's easily to understand that are 2 mini pieces that if they weren't there the volume would be completely different. So if this happen it is considered a shapeless part.

4.5.6.1.2 Feed the tool

An important thing that needs to be done, is when there is a new WI (Work Instruction) related to a part, it is necessary to feed the tool.

This path is important because the more parts are in the tool, the more reliable it becomes.

To carry out this process it's necessary to follow the next steps:

1st: Have the value of WI from Engineering Department

2nd: Have the value of "Normal Cubage" – It's possible to calculate on the sheet "Normal Cubage Auxiliary",

3rd: Know which family the part belongs

4th: Put this 2 values "WI" and "Normal Cubage" on the sheet corresponding to the family that belongs, like in the following picture

PN	WI	Cubage	Linear Regression	Delta Cubage	Delta New Tool
41472	1000	1342	967	34%	-3%
41473	1000	1226	926	23%	-7%
24932	1000	1308	955	31%	-5%
24933	750	1071	872	43%	16%
28412	1200	2096	1230	75%	3%
999	1050	1400	987	33%	-6%

As you can see in the image, Part Number 999 has been added, and the two inputs needed are surrounded in red color and that were previously spoken. With this information the value of “Linear Regression” is automatically calculated and the **tool can be considered fed.**

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIOS RELATIVOS AOS REQUISITOS DOS CLIENTES DA ESG



ElastomerSolutions

Customer Requirements

This document aims to have a centralized view in relation to customer requirements such as: preferences in terms of pallets, preferences in terms of packaging, ergonomic weight limits, etc ...

Each questionnaire takes an average of 30 seconds to answer.

Please answer each form for each selected customer, plus the following 10 most important customers in your opinion, ie at least 16 questionnaires.

If any specification are left unsaid, feel free to write in the last section "Final Notes".

Name of the person in charge *

Texto de resposta curta

Elastomer *

Portugal

Mexico

Slovakia

Morocco

Customer *

Yazaki

Leoni

Lear

Aptiv

Fujikura

Sews

Outros...

Pallet Dimensions *

1200 x 800 x 144 Euro pallet

1200 x 1000 (48" x 45")

Outros...

Maximum height of loaded pallet *

Texto de resposta curta
.....

Type of Packaging *

- Disposable Packaging
- Returnable Packaging
- Outros...

Most used packaging for his client *

- 600 x 400 x 295
- 600 x 400 x 225
- 600 x 400 x 220
- 600 x 400 x 150
- 560 x 480 x 120
- 500 x 400 x 450
- 400 x 300 x 220
- 260 x 220 x 160
- 240 x 180 x 180
- 240 x 140 x 120
- 180 x 180 x 180

Ergonomic weight limit per package *

Texto de resposta curta

Stacking allowed *

Yes

No

If so, what is the maximum number of layers?

2 layers

3 layers

Outros...

Final Notes

Texto de resposta longa

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIOS RELATIVOS AOS ARMAZÉNS DOS CLIENTES DA ESG

Warehouse information

This document is intended to provide an overview of the warehouses of all Elastomer Solutions factories.

Please respond to this form with as much detail as possible so that we have a view of the warehouses as integrated as possible. If you feel that a crucial topic is missing, please develop it in the final notes.

We also ask that you send by e-mail a photo of the racking layout.

Thank you for your cooperation.

Name of the person in charge *

*

Texto de resposta curta

Elastomer *

Portugal

Mexico

Slovakia

Morocco

Warehouse area *

Texto de resposta curta

Warehouse height *

Texto de resposta curta

Warehouse racking layout - number of columns

Texto de resposta curta

Warehouse racking layout - distance between racks

Texto de resposta curta

Warehouse racking layout - number of floors per shelf

Texto de resposta curta

Final Notes

Texto de resposta longa
