

**Estudo e conceção de uma nova política de armazenagem
e distribuição dos materiais "*Point-of-Sales*" da Nestlé
Portugal**

Ana Luísa Araújo Coelho

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

Engenharia e Gestão Industrial

Orientador: Prof. João Carlos da Cruz Lourenço

Júri

Presidente: Prof. José Rui de Matos Figueira

Orientador: Prof. João Carlos da Cruz Lourenço

Vogal: Prof.^a Isabel Maria da Silva João

Junho 2017

Agradecimentos

Ao Professor João Lourenço, pela oportunidade de orientar a minha dissertação de mestrado, pelos conhecimentos partilhados e pela disponibilidade que sempre demonstrou.

Ao Eng.º Hugo Rego e ao Eng.º Diogo Nóbrega, por me terem proporcionado a oportunidade de desenvolver esta dissertação na Nestlé Portugal. Agradeço por se terem mostrado sempre disponíveis e por terem contribuído com todos os dados e conhecimentos necessários para a realização deste trabalho.

A toda a minha família, em especial aos meus pais e à minha irmã, por todo o apoio demonstrado ao longo do meu percurso académico e por acreditarem em mim incondicionalmente.

Ao meu namorado pela motivação proporcionada nos momentos mais difíceis e por nunca me ter deixado desistir.

Aos meus colegas de curso pela amizade, pelos momentos de convívio e por toda a ajuda que me deram.

Resumo

A logística é uma atividade fundamental em qualquer organização que procure reduzir custos, aumentar a qualidade do serviço e reduzir o tempo de resposta, sendo para tal necessária uma melhoria contínua dos processos e das operações. É neste âmbito que surge a presente dissertação, associada a um estudo de caso da Nestlé Portugal, relacionado com a operação de armazenagem e distribuição dos materiais *Point-of-Sales* (POS), que servem para promover a marca no ponto de venda.

A referida operação padecia de ineficiências associadas à falta de controlo e de informação. Como tal, a Nestlé Portugal decidiu alterar o processo de gestão destes materiais e centralizar a sua armazenagem num único ponto a nível nacional, antes dispersa por oito armazéns.

O principal objetivo desta dissertação foi desenvolver um modelo para avaliar e comparar a situação anterior e a atual da operação, anteriormente descritas, juntamente com outras soluções intermédias, considerando diferentes graus de centralização.

Primeiro, desenvolveu-se um mapa causal que permitiu obter uma compreensão abrangente dos aspetos relevantes do problema. De seguida, construiu-se um modelo multicritério de avaliação, recorrendo à abordagem MACBETH.

Posteriormente, avaliaram-se as alternativas, tendo-se verificado que a alteração da operação resultou em vantagens significativas para a Nestlé quer em termos de redução de custos quer em termos do aumento do controlo e simplificação da operação, sendo a situação atual a alternativa globalmente mais atraente entre as quatro que foram analisadas. Em segundo lugar ficou classificada uma alternativa com dois armazéns.

Por último, apresentaram-se aspetos passíveis de melhoria nas duas alternativas melhor classificadas.

Palavras-chave: centralização de inventário, mapa causal, análise multicritério, MACBETH.

Abstract

Logistics is a key activity for an organization that aims to reduce costs, increase the service quality and reduce time, which requires a continuous improvement of processes and operations. This dissertation arises in this context and presents a case study developed at Nestlé Portugal, related to the storage and distribution operation of Point-of-Sales (POS) materials, which are used to promote the Nestlé's brand at the point of sale.

The above referred operation suffered from inefficiencies associated with the lack of control and information on the eight warehouses used at that time. Therefore, Nestlé Portugal decided to change the management process of these materials and to centralize their storage in a single warehouse at national level.

The main objective of this dissertation was to develop a model to evaluate and compare the previous and current situation of the operation, previously described, together with two other intermediate solutions considering different degrees of centralization.

In the first step, it was developed a causal map that provided an inclusive understanding of the relevant aspects of the problem. In the second step, it was constructed a multicriteria evaluation model using the MACBETH approach.

Subsequently, the alternatives were evaluated and it was concluded that the change in the operation resulted in significant advantages for Nestlé both in terms of cost reduction and in terms of increased control and simplification of the operation, being the current situation the most globally attractive alternative among the four that were analyzed. In second place was classified an alternative with two warehouses.

Finally, possible improvements for the two best ranked alternatives were discussed.

Key words: inventory centralization, causal mapping, multicriteria analysis, MACBETH.

Índice

1	Introdução	1
1.1	Contextualização do problema	1
1.2	A Nestlé	1
1.3	A operação POS.....	2
1.4	Descrição do problema.....	3
1.5	Motivação	5
1.6	Etapas de desenvolvimento do trabalho	6
1.7	Objetivos da dissertação	7
1.8	Estrutura da dissertação.....	7
2	Revisão da literatura	9
2.1	Introdução.....	9
2.2	Logística e cadeia de abastecimento	9
2.2.1	As dimensões da logística.....	10
2.2.2	Avaliação do sistema logístico	10
2.3	Armazéns.....	11
2.4	Inventário e gestão de stocks.....	12
2.4.1	Importância do inventário	12
2.4.2	Precisão e controlo do inventário	12
2.4.3	Gestão de stocks	13
2.4.4	Centralização de inventário	13
2.5	Outsourcing	17
2.6	Estruturação de problemas	17
2.7	Análise multicritério de apoio à decisão	19
2.7.1	Multiattribute Value Theory.....	21
2.7.2	Analytic Hierarchy Process.....	25
2.7.3	Métodos de subordinação	26
2.8	Escolha dos métodos a aplicar no caso em estudo	27
3	Metodologia a aplicar	29
3.1	Introdução.....	29
3.2	Estruturação do problema	29

3.2.1	Mapas causais.....	29
3.2.2	Construção e análise do mapa causal	30
3.3	Metodologia multicritério de apoio à decisão	31
3.3.1	Estruturação	32
3.3.2	Avaliação	33
3.3.3	Teste.....	36
4	Estruturação do problema.....	39
4.1	Introdução.....	39
4.2	Construção do mapa causal.....	39
4.3	Análise do mapa causal	41
5	Desenvolvimento do modelo de avaliação.....	45
5.1	Introdução.....	45
5.2	Estruturação	45
5.2.1	Definição dos critérios	45
5.2.2	Definição dos descritores de desempenho	46
5.2.3	Descrição das alternativas	49
5.3	Avaliação	53
5.3.1	Construção das funções de valor	53
5.3.2	Ponderação dos critérios.....	58
5.4	Análise dos resultados	59
5.4.1	Perfis das alternativas	60
5.4.2	Perfis de diferenças.....	61
5.4.3	Valor multicritério vs custo.....	65
5.5	Teste.....	66
5.5.1	Análise de sensibilidade	66
5.5.2	Análise de robustez	68
5.5.3	Análise de cenários	71
6	Conclusões e desenvolvimento futuro	75
	Referências	79
	Anexo 1 – Mapa da rede logística da Nestlé em Portugal.....	84
	Anexo 2 – Ações/campanhas.....	86

Anexo 3 – Tabela dos problemas e fotografias do armazém (situação anterior)	87
Anexo 4 – Fases da seleção do operador logístico	90
Anexo 5 – Fotografias do armazém (situação atual)	91

Lista de Figuras

Figura 1. Distribuição dos armazéns dos materiais POS da Nestlé, em Portugal.....	3
Figura 2. Distribuição do armazém e das plataformas de cross-docking da operação de armazenagem e distribuição dos materiais POS em Portugal.....	5
Figura 3. Dimensões centrais da logística (adaptado de Carvalho (2010)).....	10
Figura 4. Conceitos subjacentes à Gestão Logística (adaptado de Carvalho (2010)).....	11
Figura 5. Exemplificação de um sistema descentralizado e um sistema centralizado.....	14
Figura 6. Exemplo de conceitos bipolares num mapa causal (adaptado de Eden (2004)).....	29
Figura 7. Objetivos (goals) e opções (options) num mapa causal (adaptado de Montibeller e Belton (2006)).....	30
Figura 8. Fases de construção de um modelo multicritério (adaptado de Bana e Costa et al. (2008a)).....	31
Figura 9. O processo cíclico de Estruturação (adaptado de Bana e Costa et al. (1999)).....	33
Figura 10. Diferença de atratividade entre duas alternativas fictícias (adaptado de Bana e Costa et al. (2008a)).....	35
Figura 11. Mapa causal sobre os conceitos a considerar na alteração da política de armazenagem e distribuição dos materiais POS.....	40
Figura 12. Árvore de valor do modelo de avaliação da política de armazenagem e distribuição dos materiais “POS” da Nestlé Portugal.....	46
Figura 13. Construção do descritor de desempenho do critério “simplificação e organização”.....	48
Figura 14. Armazéns e operadores logísticos da situação anterior.....	49
Figura 15. Matriz de julgamentos para o critério “custos”.....	54
Figura 16. Escala e função de valor do critério “custos”.....	54
Figura 17. Matriz de julgamento para o critério “tempo de entrega”.....	55
Figura 18. Escala e função de valor do critério “tempo de entrega”.....	55
Figura 19. Perfis das alternativas A1, A2, A3 e A4 no critério de avaliação “controlo sobre materiais e custos”.....	56
Figura 20. Matriz de julgamentos do critério “controlo sobre materiais e custos”.....	56
Figura 21. Escala de valor do critério “controlo sobre materiais e custos”.....	57
Figura 22. Matriz de julgamentos do critério “simplificação e organização”.....	57
Figura 23. Escala de valor do critério “simplificação e organização”.....	58
Figura 24. Matriz de julgamentos de ponderação dos critérios.....	59
Figura 25. Pesos dos critérios de avaliação do modelo.....	59
Figura 26. Tabela de pontuações das alternativas.....	59
Figura 27. Perfil ponderado da alternativa A1.....	60
Figura 28. Perfil ponderado da alternativa A2.....	60
Figura 29. Perfil ponderado da alternativa A3.....	61
Figura 30. Perfil ponderado da alternativa A4.....	61
Figura 31. Perfil de diferenças ponderado das alternativas A1 e A2.....	61
Figura 32. Perfil de diferenças ponderado das alternativas A1 e A3.....	62

Figura 33. Perfil de diferenças ponderado das alternativas A3 e A4	65
Figura 34. Gráfico XY	65
Figura 35. Análise de sensibilidade ao peso do critério “custos”	67
Figura 36. Análise de sensibilidade ao peso do critério “tempo de entrega”	67
Figura 37. Símbolos utilizados na análise de robustez	68
Figura 38. Análise ao modelo sem alteração na informação	69
Figura 39. Análise de robustez ao modelo considerando todos os tipos de informação e com variação de $\pm 5\%$ na informação cardinal	69
Figura 40. Análise de robustez ao modelo considerando apenas a informação ordinal e MACBETH (local e global)	70
Figura 41. Análise de robustez ao modelo quando se associa uma imprecisão aos custos das alternativas	71
Figura 42. Perfil de diferenças ponderado das alternativas A1 e A3 para o cenário 1	72
Figura 43. Análise de sensibilidade ao peso do critério “tempo de entrega” para o cenário 1	72
Figura 44. Perfil de diferenças ponderado das alternativas A1 e A3 para o cenário 2	73
Figura 45. Distribuição da rede logística da Nestlé Portugal (adaptado de Nestlé Portugal (2015)) ...	85
Figura 46. Fotografia 1 do interior de um armazém (situação anterior)	87
Figura 47. Fotografia 2 do interior de um armazém (situação anterior)	88
Figura 48. Fotografia 3 do interior de um armazém (situação anterior)	88
Figura 49. Fotografia 4 do interior de um armazém (situação anterior)	89
Figura 50. Fotografia 5 do interior de um armazém (situação anterior)	89
Figura 51. Primeira triagem das empresas especializadas em serviços logísticos	90
Figura 52. Fotografia 1 do interior do armazém da Stock Uno (situação atual)	91
Figura 53. Fotografia 2 do interior do armazém da Stock Uno (situação atual)	91
Figura 54. Fotografia 3 do interior do armazém da Stock Uno (situação atual)	92

Lista de Tabelas

Tabela 1. Fases da construção de um descritor (adaptada de Bana e Costa & Beinat (2005))	33
Tabela 2. Cálculo dos níveis de referência do critério de avaliação “custos” (em €).....	47
Tabela 3. Níveis de referência (“Bom” e “Neutro”) do descritor de desempenho do critério “custos” ..	47
Tabela 4. Níveis de referência (“Bom” e “Neutro”) do descritor de desempenho do critério “tempo de entrega”	47
Tabela 5. Níveis de referência (“Bom” e “Neutro”) do descritor de desempenho do critério “controlo sobre os materiais e custos”.....	48
Tabela 6. Descritor de desempenho do critério “simplificação e organização” e respetivos níveis de referência (“Bom” e “Neutro”).....	49
Tabela 7. Descrição das alternativas A1, A2, A3 e A4	51
Tabela 8. Desempenho das alternativas nos quatro critérios de avaliação.....	52
Tabela 9. Custos de armazenamento e de transporte das alternativas.	53
Tabela 10. Intervalos de imprecisão nos custos das alternativas.....	70
Tabela 11. Intervalos de imprecisão no tempo médio de entrega das alternativas.....	71
Tabela 12. Diferentes ações/campanhas existentes na Nestlé Portugal.....	86
Tabela 13. Exemplo de problemas encontrados num dos armazéns onde estavam armazenados materiais POS.	87
Tabela 14. Pontos fortes e fracos dos operadores logísticos Stock Uno e Luís Simões	90

Lista de Abreviaturas

AHP – Analytic Hierarchy Process

ELECTRE – Élimination Et Choix Traduisant la REalité

GCA – Gestão de Cadeias de Abastecimento

GL – Gestão Logística

MACBETH – Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique

MAUT – Multiattribute Utility Theory

MAVT – Multiattribute Value Theory

MMAD – Metodologias Multicritério de Apoio à Decisão

PE – Portfolio Effect

POS - Point-of-Sales

PROMETHEE – Preference Ranking Organization METHod for Enrichment of Evaluations

SMART – Simple Multi-attribute Rating Technique

SRL – Square Root Law

SS – Stock de Segurança

1 Introdução

1.1 Contextualização do problema

A logística tem vindo a assumir um papel cada vez mais relevante nas organizações, sendo atualmente considerada uma função crucial na estratégia de negócios de uma empresa. O principal objetivo da logística é fazer chegar ao cliente os produtos certos, na quantidade certa, no tempo certo e ao custo mínimo. Um planeamento adequado da rede logística e um controlo eficiente dos fluxos de materiais possibilitam a redução de custos e do tempo de resposta, e proporcionam um aumento do nível de serviço. Para tal, é necessário estabelecer uma melhoria contínua de todos os processos e operações, de modo a torná-los mais eficazes e eficientes.

É neste contexto que surge o presente trabalho e consequente estudo do tema. A Nestlé Portugal, mais concretamente o departamento de Marketing e Vendas, trabalhava com diversos operadores que armazenavam e distribuíam os materiais *Point-of-Sales* (POS) em vários locais ao nível nacional. Estes materiais são ferramentas de marketing e têm como objetivo atrair a atenção dos clientes e promover a marca no ponto de venda. Apesar de não fazerem parte dos produtos que a Nestlé comercializa, são ferramentas importantes para o negócio, pelo que é necessário que a sua gestão seja eficiente.

O departamento da Logística Física da Nestlé concluiu que a operação de armazenagem e distribuição dos materiais POS, que estava dispersa por oito armazéns, não era a mais adequada e vantajosa para a empresa e decidiu alterar todo o processo de gestão e controlo destes materiais, optando por uma armazenagem centralizada num único local. O presente trabalho visa avaliar a nova solução para esta operação, compará-la com a anterior e avaliar também outras alternativas de política de armazenagem e distribuição dos materiais POS.

1.2 A Nestlé

O Grupo Nestlé é um grupo multinacional sediado em Vevey, Suíça. A Nestlé foi fundada em 1886 por Henri Nestlé e é atualmente a maior empresa mundial na área de alimentação, saúde e bem-estar. Hoje em dia opera nos cinco continentes, em 197 países onde emprega mais de 339 mil colaboradores e possui 442 fábricas, tendo apresentado, em 2014, um volume de negócios de 91,6 mil milhões de francos suíços (aproximadamente 82,62 mil milhões de euros, utilizando a taxa de câmbio em vigor a 24 Maio de 2016) (Nestlé Portugal, 2015).

A Nestlé está em Portugal desde 1923. Esta foi a data da criação da Sociedade de Produtos Lácteos cujo principal impulsionador foi o Prof. Egas Moniz. Tratava-se da primeira fábrica de leite em pó do país, construída em Santa Maria de Avanca, concelho de Estarreja. A introdução de inovações tecnológicas, o prestígio e a importância desta Sociedade junto da comunidade permitiu-lhe garantir, em exclusivo, o fabrico e a comercialização dos produtos Nestlé, em 1933, nascendo assim a Nestlé Portugal. Atualmente a Nestlé Portugal, S.A. é uma sociedade de direito português, detida a 100% pela Nestlé Espanha S.A., integrando ambas o Grupo Nestlé.

O Grupo Nestlé em Portugal emprega atualmente 1895 colaboradores e gerou, em 2014, um volume de negócios na ordem dos 461,3 milhões de euros (Nestlé Portugal, 2015). Na sua estrutura em

Portugal, a Nestlé conta com a sede em Linda-a-Velha (concelho de Oeiras), com três fábricas (Porto, Avanca e Lagoa-Açores), um centro de distribuição (Avanca) e cinco delegações comerciais espalhadas pelo continente e ilhas, como mostra o Anexo 1 (Figura 45).

O Grupo está presente no mercado de alimentação em diversas áreas de negócio, estando estas divididas nas seguintes categorias: Cereals Partners Worldwide (CPW), Nestlé Nutrition, Nestlé Purina Petcare (NPPC), Nespresso, Beverages, Nestlé DolceGusto, Nestlé Food, R&G Coffee.

A gestão de operações logísticas da Nestlé Portugal está dividida em dois departamentos: Logística Física (*Physical Logistics*) e Gestão e Planeamento da Procura (*Demand & Supply Planning*). O presente trabalho centra-se no departamento de Logística Física.

A gestão da Logística Física na Nestlé Portugal é transversal a todas as categorias de negócio (excluindo Nespresso). Este departamento é responsável pelo centro de distribuição e pelas cinco delegações distribuídas pelo país. As suas funções são gerir, de forma integrada, a armazenagem e a distribuição, controlar custos, promover eficiências operacionais e selecionar os parceiros com quem colaborar. São também funções da área da Logística Física todas as questões relacionadas com *Customer Service*, gestão de frotas e estabelecimento de rotas de distribuição.

1.3 A operação POS

O presente trabalho foca-se na operação de armazenagem e distribuição dos materiais *Point-of-Sales* (POS). A Nestlé Portugal, antes de abril de 2015, trabalhava com diversos operadores que armazenavam os materiais POS em vários locais ao nível nacional. Estes materiais não são armazenados nem distribuídos pela própria Nestlé uma vez que há empresas especializadas nessas atividades, empresas essas que também fazem, muitas vezes, a implementação dos materiais no local (montagem de expositores, disposição do material, etc.).

Os materiais *Point-of-Sales* (POS) são uma útil ferramenta de marketing e têm como objetivo atrair a atenção dos clientes e promover a marca no ponto de venda. Exemplo deste tipo de materiais são: prateleiras, *stands* promocionais, placardes, folhetos, entre outros. Os produtos POS da Nestlé podem dividir-se em duas gamas:

- Material publi-promocional da Nestlé.
- Amostras alimentares para promoções (FERT).

Os fornecedores dos materiais publi-promocionais são variados e estão distribuídos por todo o país. Estes são externos à Nestlé e são eles que estão encarregados da distribuição *inbound* (para o armazém) e dos seus custos, pelo que não são relevantes para o caso em estudo. As amostras alimentares são fornecidas pela Nestlé Portugal, no entanto, por estes representarem apenas uma pequena parcela dos materiais POS, também os custos da sua distribuição *inbound* não são considerados relevantes.

Pode distinguir-se entre dois tipos de clientes dos materiais POS da Nestlé, os clientes internos e os clientes externos. Os clientes internos são aqueles que pertencem à Nestlé e são responsáveis

pelas ações/campanhas referidas no parágrafo seguinte. São estes: delegados de propaganda médica (nutrição); vendedores que realizam ações no ponto de venda e gestores de marketing que realizam as suas ações de publicidade e de gestão de eventos. Os clientes externos da Nestlé são aqueles que possuem os locais onde são promovidos os produtos pelos clientes internos.

Para um bom entendimento da operação, é necessário fazer a distinção entre os vários tipos de ações/campanhas que poderão ocorrer e que existem na Nestlé, realizadas pelos clientes internos. Estas estão descritas no Anexo 2 (Tabela 12).

1.4 Descrição do problema

O processo de armazenagem e distribuição dos materiais POS era, em abril de 2015, da responsabilidade do departamento de Marketing e Vendas da Nestlé Portugal. Os diferentes tipos de produtos, divididos nas categorias de negócio mencionadas na secção 1.2, possuem diferentes grupos de marketing, e cada um deles geria os seus produtos POS. Cada grupo de marketing decidia sobre com qual operador logístico trabalhar e o número de armazéns, sem existir nenhum tipo de gestão integrada desta operação. Na Figura 1, é possível visualizar qual era a distribuição dos armazéns pelo país.

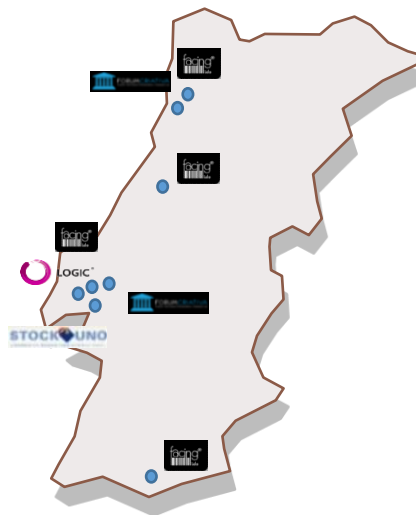


Figura 1. Distribuição dos armazéns dos materiais POS da Nestlé, em Portugal

Não existia então nenhum controlo sobre o inventário nem sobre os custos. Não se conhecia quais os produtos existentes em *stock*, nem as respetivas quantidades, nem o estado em que se encontravam. Também não se mantinham registos e não era possível rastrear o produto. Tudo isto fazia que os produtos fossem, por vezes, enviados nas quantidades erradas ou em mau estado, e que fossem armazenados produtos sem rotação ou fora do prazo de validade, incorrendo em custos de armazenamento desnecessários. Não existia também *standardização* dos processos, nem normas definidas e trabalhava-se com várias tarifas de armazenagem e de distribuição.

Um dos armazéns localizava-se a poucos metros da sede da Nestlé Portugal, em Linda-a-Velha. Uma visita a estas instalações permitiu aos colaboradores de Nestlé Portugal testemunhar os vários problemas inerentes à falta de controlo, organização e informação existentes. Esses problemas estão

resumidos na Tabela 13 do Anexo 3 e alguns exemplos podem ser observados nas fotografias do Anexo 3 (ver Figura 46, Figura 47, Figura 48, Figura 49 e Figura 50).

A perda de controlo e de contacto com informação importante são problemas inerentes ao *outsourcing*, como será explicado na secção 2.5. No caso em estudo, pelo facto de se trabalhar com vários operadores diferentes e por não existir um responsável pela gestão integrada destes materiais, a situação agravou-se.

Isto levou a que fosse detetada a necessidade de alterar esta situação pelos responsáveis do departamento da Logística Física da Nestlé Portugal. Para tal, decidiu-se centralizar toda a armazenagem dos produtos POS num único ponto a nível nacional e alterar todo o processo de gestão e controlo deste material. O objetivo da Nestlé era que a operação da gestão dos materiais POS fosse transversal a todos os grupos, como já acontecia com as restantes operações logísticas. Os responsáveis consideraram necessário definir um modelo logístico que permitisse o aumento do controlo e rastreabilidade dos produtos e a valorização da operação, em termos de custos. Para tal foi necessário definir um responsável pela operação de armazenagem e distribuição do material POS, definir ferramentas de gestão e disponibilizar a informação adequada sobre o inventário. A Nestlé considerou também importante trabalhar apenas com um operador, de modo a simplificar a gestão da operação.

Como referido, não é a própria Nestlé que armazena e distribui os materiais POS, pois contrata empresas especializadas para realizar essa atividade. A Nestlé pretende que a operação inclua não só o armazenamento e distribuição, mas também, se necessário, a implementação no local, a operação de logística inversa e a disponibilização de informação sobre o inventário.

Para selecionar o operador com quem colaborar no *outsourcing* do armazenamento e distribuição dos materiais POS, a Nestlé elaborou uma lista e recolheu dados sobre as características de sete operadores. Da lista eliminou inicialmente algumas opções, como demonstra o Anexo 4 (Figura 51). Após uma análise mais aprofundada dos serviços e características de cada operador, a Nestlé qualificou apenas dois operadores, a Stock Uno Portugal e a Luís Simões, sendo estes os que mais se enquadravam nas necessidades da empresa, tendo em conta o tipo de produto a armazenar. Para selecionar uma destas opções, a Nestlé analisou os aspetos relevantes no que diz respeito às condições oferecidas pelas empresas, nomeadamente as taxas do armazém (receção, armazenagem, *picking* e administração) e de distribuição, serviços (portal, interface e logística inversa), tempo de entrega e duração do contrato. A Nestlé destacou também outros pontos fortes e pontos fracos das alternativas, explicitados no Anexo 4 (Tabela 14). Após uma análise comparativa das características destas empresas a Nestlé optou por selecionar a empresa Stock Uno Portugal.

Stock Uno

A Stock Uno é a empresa líder em marketing operacional e *outsourcing* e atua em diferentes sectores comerciais e industriais. O objetivo da Nestlé, quando optou por trabalhar com este operador, foi possuir

um armazém centralizado em Póvoa de Santa Iria (distrito de Lisboa) e alguns pontos de recolha espalhados pelo país.

A Stock Uno Portugal, no seu modelo de *outbound* (a partir dos armazéns), dispõe de plataformas de *cross-docking* (passagem de cais) distribuídas por Portugal Continental, representadas na Figura 2.

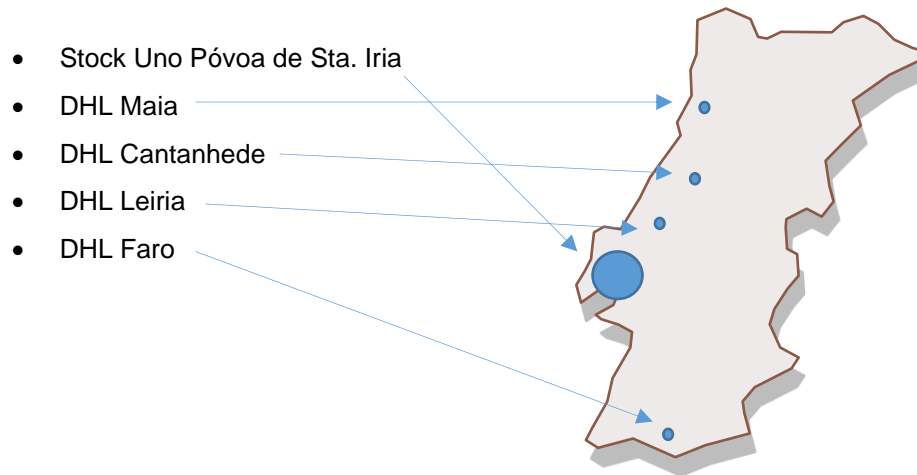


Figura 2. Distribuição do armazém e das plataformas de *cross-docking* da operação de armazenagem e distribuição dos materiais POS em Portugal

Paralelamente existem também dois pontos de recolha Nestlé: a Sede da Nestlé (Linda-a-Velha) e a delegação comercial de Coimbra. O material POS pode ser recolhido pelos clientes diretamente no armazém ou em qualquer um destes locais. Pode ainda ser entregue num local específico (local da ação/campanha, agência de implementação, etc.)

Os custos de armazenamento incluem uma taxa de armazenagem por número de paletes, uma taxa de receção por cada palete recebida e uma taxa de preparação por cada pedido enviado para expedição. Os custos de distribuição dependem do peso da encomenda. A Nestlé não ficou encarregue de quaisquer custos de transferência dos materiais dos armazéns para o novo armazém centralizado.

Nas Figuras 52, 53 e 54, do Anexo 5, é possível observar os materiais POS, atualmente armazenados na Stock Uno. Já é possível verificar nestas fotografias melhorias no que diz respeito às condições nas quais os materiais são mantidos e à organização dos mesmos, quando comparadas com as fotografias do Anexo 3.

1.5 Motivação

Com o presente trabalho pretende-se desenvolver um modelo de avaliação que permita avaliar e comparar a situação anterior e a atual da operação de armazenagem e distribuição dos materiais POS e também outras soluções alternativas que eventualmente possam proporcionar melhorias na operação. Poderão ser consideradas alternativas que representem situações intermédias da situação anterior e atual, que correspondem a uma completa descentralização e a uma completa centralização respetivamente.

Para tal é necessário perceber, através de uma análise detalhada, as vantagens e desvantagens da alteração da operação, tendo em conta a centralização do inventário, a definição de um responsável

e de ferramentas de gestão, a colaboração com apenas um operador logístico, a obtenção de informação completa e atualizada sobre os materiais, a identificação e eliminação de produtos sem rotação, etc. É necessário também perceber os *trade-offs* entre os diferentes custos, nomeadamente os de armazenamento e os de distribuição, assim como os *trade-offs* entre os custos e os benefícios da nova hipótese em estudo.

1.6 Etapas de desenvolvimento do trabalho

Nesta secção apresentam-se e descrevem-se as seis etapas propostas para o desenvolvimento do trabalho.

1ª Etapa – Caracterização do Problema: A primeira etapa consiste na contextualização do problema e na descrição da Nestlé Portugal, do departamento da Logística Física e da operação de armazenagem e distribuição dos materiais POS. Consiste também na descrição do problema, através da exposição da situação anterior e da situação atual.

2ª Etapa – Revisão da Literatura e Descrição da Metodologia: Na segunda etapa efetuar-se-á a revisão bibliográfica relevante para o problema identificado na primeira etapa e que incluirá os conceitos teóricos aplicados no desenvolvimento da dissertação. Pretende-se abordar os temas relacionados com a gestão logística e de cadeias de abastecimento, armazéns, gestão de inventário e *outsourcing*. Pretende-se também identificar o tipo de métodos e técnicas existentes que poderão ser aplicados no estudo e avaliação do problema sobre o qual incide este trabalho. Os métodos selecionados serão, ainda nesta fase, descritos de forma a facilitar a sua posterior aplicação.

3ª Etapa – Recolha e Tratamento de Dados e Definição de Pressupostos: A terceira etapa consistirá na recolha e tratamento de dados necessários para a construção do modelo e comparação das alternativas. Pretende-se também nesta etapa definir pressupostos a considerar caso se verifique ausência de dados. Esta etapa compreende ainda, a partir dos dados recolhidos, a construção de um mapa causal e a definição dos pontos de vista fundamentais a considerar para avaliar as soluções alternativas para a operação dos materiais POS.

4ª Etapa – Desenvolvimento do Modelo Multicritério: Esta etapa compreende a construção de um modelo multicritério de avaliação, que permita medir a atratividade e comparar as soluções alternativas para a operação dos materiais POS, nomeadamente a situação anterior, a situação atual, e algumas soluções intermédias.

5ª Etapa – Teste e Validação do Modelo: A quinta etapa envolve o teste e validação do modelo desenvolvido na etapa anterior, de forma a verificar se este se adequa aos objetivos pretendidos e ao problema real. Serão realizadas nesta etapa análises de sensibilidade e robustez que permitem perceber o impacto de potenciais alterações nos parâmetros do modelo e assim estudar possíveis melhorias.

6ª Etapa – Análise e Discussão dos Resultados: Na última etapa será feita uma análise e discussão dos resultados obtidos na etapa anterior. Por fim, serão indicadas as principais conclusões e perspectivas de trabalho futuro.

1.7 Objetivos da dissertação

Os principais objetivos que se pretendem alcançar com a elaboração da presente dissertação são:

- Enquadrar o problema no contexto da logística e das cadeias de abastecimento.
- Apresentar a Nestlé Portugal, descrever a operação dos produtos POS e o problema em estudo e explicar a situação anterior e a atual.
- Rever a literatura existente sobre a área da logística na qual o problema se enquadra, nomeadamente estudando a problemática da centralização *versus* descentralização e sobre os principais métodos que podem ser utilizados para analisar e ajudar a resolver o problema.
- Identificar e descrever a metodologia de trabalho a seguir no desenvolvimento da dissertação.
- Estruturar o problema para identificar os aspetos relevantes que o caracterizam.
- Desenvolver um modelo de avaliação de alternativas da operação de armazenagem e distribuição dos materiais POS.
- Aplicar o modelo construído e analisar os resultados obtidos.

1.8 Estrutura da dissertação

A parte remanescente desta dissertação está organizada em cinco capítulos.

No capítulo 2 elabora-se uma revisão da literatura, sendo explorada a informação relativa à logística e gestão de cadeias de abastecimento, à importância dos armazéns e do inventário, à gestão de *stocks*, nomeadamente estudando a problemática da centralização *versus* descentralização. Estuda-se ainda o tema do *outsourcing* e as suas vantagens e desvantagens. A revisão bibliográfica visa também a enumeração dos métodos existentes para a estruturação de problemas e para a análise multicritério de apoio à decisão. O capítulo termina com uma conclusão que justifica a escolha da técnica dos mapas causais e da abordagem MACBETH, tendo em conta o problema, a área na qual este se insere e as características de cada método.

O capítulo 3 descreve a metodologia a aplicar durante o estudo, nomeadamente a técnica dos mapas causais para a estruturação do problema e a metodologia MACBETH para a construção do modelo de avaliação.

No capítulo 4 estrutura-se o problema em estudo através da construção de um mapa causal e faz-se uma análise do mesmo, de forma a obter uma melhor compreensão dos aspetos, objetivos e preocupações, enunciados pelos responsáveis da área da Logística Física da Nestlé Portugal, e das interligações entre eles.

No capítulo 5 desenvolve-se o modelo multicritério de avaliação recorrendo à abordagem MACBETH. Esta abordagem compreende três fases – estruturação, avaliação e teste – e é aplicada com o auxílio do *software* M-MACBETH. O modelo permite avaliar a situação anterior e a situação atual e outras soluções alternativas considerando diferentes graus de centralização, facilitando a compreensão, por parte dos decisores, da atratividade global de cada alternativa. O modelo é posteriormente testado e validado, verificando-se se este representa de forma adequada o problema real. Os resultados obtidos são então analisados e discutidos.

Finalmente, no capítulo 6, elaboram-se as principais conclusões da dissertação, descrevendo de uma forma sintetizada o que foi explorado e as dificuldades sentidas ao longo da sua realização, e perspectivam-se desenvolvimentos futuros.

2 Revisão da literatura

2.1 Introdução

Neste capítulo apresenta-se, em primeiro lugar, uma revisão da literatura na área da gestão de cadeias de abastecimento e da logística, na qual o problema em estudo se enquadra. Estuda-se a importância dos armazéns e da gestão de inventário, assim como casos de centralização e descentralização e o tema do *outsourcing*. Em segundo lugar efetua-se uma revisão da literatura específica ao estudo de métodos para a estruturação de problemas e por último específica ao estudo dos métodos existentes para o desenvolvimento do modelo de avaliação.

2.2 Logística e cadeia de abastecimento

Existem registos de atividades logísticas desde o início do comércio organizado, há milhares de anos atrás. No entanto, esta área tornou-se alvo de estudos apenas no início do século XX, na distribuição de produtos produzidos em quintas, como forma de suportar a estratégia de negócio e oferecer utilidade em termos de tempo e localização (Lambert et al., 1998).

O termo Gestão de Cadeia de Abastecimento (GCA) surgiu na década de 80 do século XX e desde então tem vindo a tornar-se cada vez mais utilizado e popular, sendo atualmente fundamental na gestão de empresas (Stock & Lambert, 2001). A definição de GCA é diversas vezes confundida com a definição de logística, no entanto, apesar de estarem interligados, estes conceitos distinguem-se pela sua abrangência.

Segundo o *Council of Supply Chain Management Professionals (2013)*, a Gestão Logística (GL) define-se como “a parte da gestão da cadeia de abastecimento que planeia, implementa e controla, de forma eficiente e eficaz, os fluxos direto e inverso e o armazenamento de bens, serviços e informação desde o ponto de origem até ao ponto de consumo, de forma a ir ao encontro dos requisitos/necessidades dos clientes. As atividades logísticas incluem a gestão de transporte (*inbound* e *outbound*), gestão da frota, gestão da armazenagem, gestão de materiais e do seu manuseamento, gestão de resposta a encomendas, *design* da rede logística, gestão de inventários, planeamento do abastecimento e da procura e gestão dos prestadores de serviços logísticos”.

Desta forma, os gestores de logística focam-se nas atividades relacionadas com os aspetos físicos da circulação de bens desde o fornecedor até ao consumidor. Estes gestores interagem diariamente com outros gestores que têm responsabilidades que estão diretamente relacionadas com a circulação dos bens: fabrico e produção, compras, marketing, finanças, etc. (David & Stewart, 2010).

O conceito de GCA revela-se mais abrangente e envolve o planeamento e a gestão de todas as atividades de *sourcing* e *procurement*, conversão e todas as atividades logísticas (CSCMP, 2013). Simchi-Levi et al. (2003) definem GCA como um conjunto de abordagens utilizadas para integrar, de forma eficiente, fornecedores, produtores, armazéns, e retalhistas, de maneira a que a mercadoria seja produzida e distribuída nas quantidades certas, para os locais certos, e no tempo certo, com o objetivo de diminuir os custos totais do sistema, satisfazendo os requisitos dos consumidores em termos do

nível de serviço. Desta forma, a gestão da cadeia de abastecimento integra as componentes abastecimento e procura dentro e entre empresas (CSCMP, 2013).

2.2.1 As dimensões da logística

Segundo Carvalho (2010) as dimensões centrais da logística são o custo, o tempo e a qualidade de serviço, e é necessário obter um equilíbrio entre elas. O que se pretende são baixos tempos de resposta, baixos custos e elevado serviço ao cliente. No entanto, reconhece-se a dificuldade de gerir este trinómio, obtendo melhorias individuais em cada dimensão e/ou como um todo. Por isso, a conjugação destas dimensões duas a duas pode facilitar o processo e faz surgir três outras variáveis a considerar, como mostra a Figura 3.

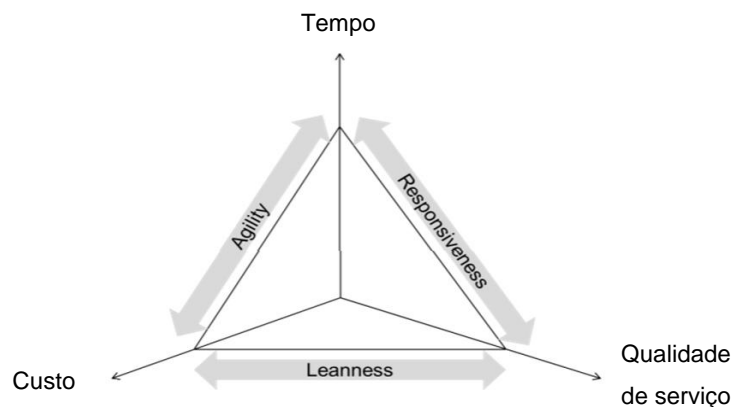


Figura 3. Dimensões centrais da logística (adaptado de Carvalho (2010))

A variável agilidade (*agility*) resulta de uma boa conjugação entre o tempo e o custo, e significa a capacidade do sistema logístico reagir de forma rápida e eficiente, em termos de custos, a um estímulo externo, atingindo um novo estado estável. A leveza (*leanness*) resulta de uma boa conjugação entre o custo e a qualidade de serviço, e significa a capacidade do sistema logístico manter uma elevada qualidade de serviço ao cliente a um baixo custo, sendo capaz de obter um sistema eficiente que permita uma redução contínua desses custos. A capacidade de resposta (*responsiveness*) resulta, por sua vez, de uma boa conjugação entre o tempo e a qualidade de serviço, e significa a capacidade do sistema logístico responder rapidamente a um estímulo, sem comprometer a qualidade de serviço ao cliente.

A melhoria contínua nas três dimensões deverá ser um objetivo da Gestão Logística reconhecendo, no entanto, a dificuldade de melhorias individuais em todas e cada uma delas e tendo em conta a existência de *trade-offs* entre essas dimensões.

2.2.2 Avaliação do sistema logístico

A logística tem como objetivo gerir um conjunto de atividade que permitem fazer chegar ao cliente os produtos certos, na quantidade certa, no tempo certo e ao custo certo (mínimo). Estas exigências fazem emergir alguns conceitos subjacentes à Gestão Logística, como mostra a Figura 4.

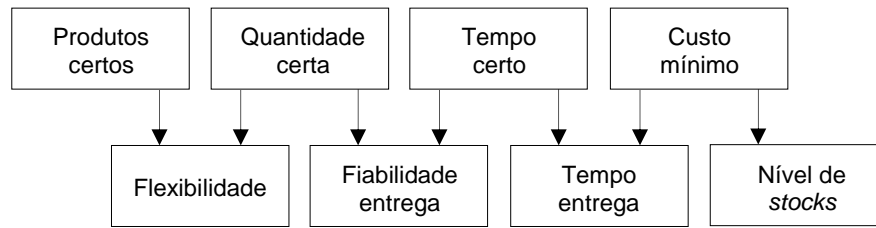


Figura 4. Conceitos subjacentes à Gestão Logística (adaptado de Carvalho (2010))

A flexibilidade do sistema logístico corresponde ao nível de adaptação do mesmo, e à velocidade com que o faz, a variações do consumo. Desta forma, o sistema deve ser flexível para que seja possível responder às solicitações do mercado com os produtos certos, na quantidade certa.

Ter os produtos certos no tempo certo exige que o sistema logístico seja também fiável. A fiabilidade de um sistema corresponde à sua capacidade de entregar a quantidade solicitada dentro do intervalo de tempo acordado.

O tempo de resposta de um sistema logístico deverá depender das exigências dos clientes, ou seja, o que estes consideram ser o tempo certo de resposta. No entanto, deverá ser considerado um *trade-off* entre esse tempo de resposta e o custo associado à manutenção de *stocks*. *Stocks* mais elevados poderão originar tempos de resposta mais reduzidos, porém o custo incorrido com a posse de *stock* será mais elevado (Carvalho, 2010).

2.3 Armazéns

Como referido na secção anterior, os armazéns são entidades que integram a cadeia de abastecimento das organizações, e o armazenamento de bens está incluído no sistema logístico das empresas.

Os armazéns são utilizados para manter inventário durante todas as fases do processo logístico. Estes desempenham um papel fundamental no fornecimento ao cliente de um certo nível de serviço pretendido, ao menor custo possível (Stock & Lambert, 2001).

É de notar que a armazenagem não acrescenta valor ao produto, mas contribui, juntamente com o transporte, para que todo o sistema logístico possa cumprir com a proposta de valor, permitindo que sejam desenvolvidas várias atividades com o objetivo de disponibilizar ao cliente o produto certo, na quantidade certa, no tempo certo, no local certo e ao custo mínimo (Carvalho, 2010).

Bartholdi III & Hackman (2014) destacam o facto de que possuir um armazém requer mão-de-obra, capital e sistemas de informação, o que significa custos. No entanto, os autores consideram que estes são necessários na maioria das cadeias de abastecimento, por permitirem fazer corresponder a oferta com a procura dos consumidores, respondendo de forma rápida às alterações; e por permitirem consolidar o produto, reduzindo assim os custos de transporte e proporcionando melhor serviço ao consumidor.

2.4 Inventário e gestão de stocks

2.4.1 Importância do inventário

O investimento em inventário é, na maior parte dos casos, grande e dispendioso (Stock & Lambert, 2001), no entanto, este é necessário na maioria das empresas. A gestão do inventário é geralmente difícil e, além do significativo impacto que tem nos custos totais da cadeia de abastecimento, exerce também uma grande influência no nível de serviço oferecido ao cliente (Simchi-Levi et al., 2003). Por estas razões é fundamental que o inventário seja cuidadosamente gerido e controlado.

O inventário pode ser constituído por matérias-primas, componentes, partes e/ou produtos acabados (Stock & Lambert, 2001). Os materiais POS, nos quais se baseia o caso em estudo, fazem parte desta última categoria.

É essencial entender as principais razões pelas quais as empresas necessitam de manter inventário. Segundo Simchi-Levi et al. (2003) e Carvalho (2010) essas razões incluem:

- Incerteza da procura: A manutenção de inventário pode permitir fazer face às flutuações imprevistas da procura, uma vez que, na maioria dos casos, esta é difícil de prever.
- Incerteza da oferta: Tal como na procura, também poderão existir situações de incerteza na oferta, como o tempo de entrega ou a quantidade entregue. Os efeitos desta incerteza poderão ser atenuados pela manutenção de inventário.
- *Lead time*: Mesmo que a procura e a oferta não sejam incertas, poderá ser necessário manter inventário devido ao *lead time*, ou seja, o tempo total que decorre entre o posicionamento de um pedido e sua a receção. Este inclui o tempo necessário para transmissão, processamento, preparação e expedição do pedido.
- Economias de escala: Para que seja possível beneficiar das economias de escala, associadas por exemplo, à encomenda ou transporte de grandes quantidades, é necessário manter maiores níveis de inventário.

2.4.2 Precisão e controlo do inventário

Como descrito por Wayman (1995), um inventário que não seja rigorosamente controlado é uma suscetibilidade para qualquer empresa. Uma precisão insuficiente do inventário poderá ter impacto em diferentes departamentos que necessitam de lidar com e reagir a esse inventário. Se não houver conhecimento de que produtos estão no armazém, em que quantidade, ou se estão nas condições devidas, será difícil cumprir prazos e corresponder às expectativas dos clientes. Um inventário corretamente gerido e controlado pode ser descrito como: o que é pedido, quando é pedido, nas condições que é pedido.

No entanto, é também necessário que a esta informação esteja disponível e seja facilmente acessível, o que pode ser facilitado pela utilização de sistemas de informação. Estas ferramentas permitem suportar o negócio e aumentar a fiabilidade, a rapidez, o controlo e a flexibilidade das operações do armazém. A capacidade de comunicar em tempo real é fundamental no mundo tecnológico rápido de hoje em dia e pode melhorar significativamente a produtividade de um armazém,

aumentar a sua utilização, reduzir os custos e os erros e aumentar a satisfação dos clientes (Richards, 2014).

2.4.3 Gestão de stocks

Pode distinguir-se entre dois tipos de *stock*, de acordo com as motivações que lhes dão origem. O *stock* de segurança (SS) é o inventário mantido acima daquele que é usualmente necessário, de forma a proteger a cadeia de abastecimento das incertezas na oferta e na procura (CSCMP, 2013). Este visa garantir que os níveis de serviço são atingidos, reduzindo os custos de rotura. O *stock* cíclico é quantidade de inventário que está disponível num determinado período, de acordo com as necessidades do cliente. A determinação dessa quantidade visa a rentabilização das operações de produção, montagem e transporte e também das compras, através de economias de escala (Carvalho, 2010).

No que diz respeito ao nível de *stock* a manter, de forma a atingir um determinado nível de serviço, é necessário que as empresas tenham em conta um *trade-off* entre os custos de manutenção de inventário (ou *holding costs*) e os custos de rotura de *stock* (ou *stockout*) (Richards, 2014). A rotura de *stock* é uma situação que ocorre quando não existe *stock* disponível para satisfazer uma encomenda (CSCMP, 2013). Os custos de manutenção de inventário incluem os custos associados ao espaço de armazenagem e ao investimento de capital em *stock* (Carvalho, 2010). Os custos associados à rotura de *stock* são, normalmente, difíceis de quantificar, por se tratarem de custos de oportunidade e de perda de confiança por parte dos clientes (CSCMP, 2013).

Segundo Carvalho (2010) deverá também ser considerado o *trade-off* entre o custo de manutenção de *stock* e o custo de encomenda, ou seja, o custo que a empresa incorre cada vez que realiza uma encomenda. Se a empresa encomendar uma grande quantidade apenas uma vez por ano, os custos de encomenda serão mais reduzidos, mas os custos de manutenção de *stock* serão mais elevados.

É então necessário encontrar um equilíbrio entre estes três custos e manter em *stock* uma quantidade que os minimize, tendo em conta o nível de serviço desejado (Carvalho, 2010).

Para responder às questões “quando encomendar?” e “quanto encomendar?” é necessário definir uma política de gestão de *stocks* para cada artigo. Existem, na literatura diversas políticas de gestão de *stocks*, baseadas em modelos determinísticos e estocásticos (Simchi-Levi et al., 2003; Carvalho, 2010). Para o caso em análise no presente trabalho, e uma vez que continuam a ser os grupos de marketing de cada categoria de negócio os responsáveis por responder a estas questões, não é relevante descrever estas políticas.

2.4.4 Centralização de inventário

Um dos temas mais abordados na literatura relacionado com a configuração da cadeia de abastecimento e com a gestão de inventário é a centralização do mesmo. Para o caso que se está a estudar no presente trabalho, é necessário perceber quais são as vantagens e desvantagens dessa centralização.

Interessa definir dois sistemas distintos: o sistema descentralizado e o sistema centralizado. O sistema descentralizado é um sistema no qual, de forma a satisfazer a procura, são mantidos inventários separados para cada fonte de procura. Um sistema centralizado é um sistema no qual toda a procura é satisfeita a partir de um armazém central (Chen & Lin, 1989). A Figura 5 representa, de uma forma simplificada, estes dois tipos de sistemas, sendo A_n armazéns, e C_n fontes de procura (por exemplo clientes ou mercados).

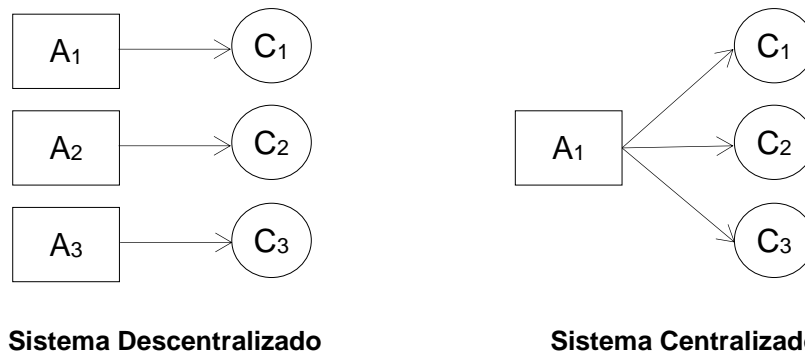


Figura 5. Exemplificação de um sistema descentralizado e um sistema centralizado

O conceito da centralização de inventário é descrito por Liu et al. (2012) como a consolidação do inventário anteriormente mantido em várias localizações numa só localização, que permita a rápida transição desse inventário para o local onde é necessário.

Simchi-Levi et al. (2003) enumeram os conceitos entre os quais se devem considerar *trade-offs* quando se compara sistemas de distribuição centralizados com sistemas de distribuição descentralizados, sendo estes:

- *Stock* de segurança: O SS é menor para um sistema centralizado. No entanto, a diminuição do SS quando se passa de um sistema descentralizado para um sistema centralizado depende de alguns parâmetros, incluindo o coeficiente de variação da procura e da correlação entre a procura de diferentes clientes (ou mercados).
- Nível de serviço: Se o SS para ambos os sistemas for igual, o nível de serviço é maior no sistema centralizado. Tal como no ponto anterior, a magnitude do aumento do nível de serviço depende do coeficiente de variação e da correlação entre a procura de diferentes clientes.
- Custos indiretos: Geralmente estes custos são maiores num sistema descentralizado uma vez que se obtêm menos economias de escala.
- Tempo de entrega para o cliente: Uma vez que os armazéns estão mais próximos dos clientes num sistema descentralizado, o tempo de resposta é menor.
- Custos de transporte: Num sistema descentralizado, os custos de transporte *outbound* diminuem, por existir uma maior proximidade ao cliente. No entanto, os custos de transporte *inbound* aumentam. Desta forma, o impacto total nos custos de transporte não é imediatamente claro. Carvalho (2010) refere ainda que a centralização pode permitir a consolidação de cargas e redução dos custos unitários de transporte.

Da revisão da literatura conclui-se que primeiras referências ao tema da centralização de inventário são feitas nos livros de Starr & Miller (1962) e Brown (1967). Em 1976, Maister formalizou a Lei da Raiz Quadrada, ou *Square Root Law* (SRL), que permite calcular a redução ou o aumento do *stock* de segurança quando se altera o número de armazéns. Segundo a SRL, o SS numa cadeia de abastecimento é proporcional à raiz quadrada do número de localizações nas quais o produto é armazenado. A SRL baseia-se em dois pressupostos: a procura das diferentes fontes não está correlacionada e a variabilidade da procura é a mesma em todas as fontes. Esta lei pode também ser aplicada ao *stock* cíclico se for seguida a política de gestão de inventário *Economic Order Quantity*¹ (EOQ).

Eppen (1979) estudou os efeitos da centralização no custo esperado num *Multi-Location Newsboy Problem* (MNP), considerando os custos de manutenção de inventário e de penalização como função da procura média, da variância e dos coeficientes de correlação. O autor demonstra então que: (1) o custo total num sistema descentralizado é maior ou igual ao custo total de um sistema centralizado (2) a magnitude do efeito da centralização nos custos de manutenção de inventário e de penalização depende do coeficiente de correlação entre as procuras. Quanto mais positiva for essa correlação, menores são as poupanças da agregação do *stock*. Por outro lado, quanto mais negativa for a correlação, maiores as poupanças. Se as procuras forem completamente correlacionadas, ou seja, se o coeficiente de correlação for igual a 1, os custos são iguais para os dois sistemas. Se a variância das procuras for idêntica e estas não estiverem correlacionadas é necessário menos inventário e o custo esperado é \sqrt{n} vezes menor num sistema centralizado do que num sistema descentralizado, sendo n o número de fontes de procura.

O efeito que a centralização do inventário tem na diminuição do nível do mesmo, e consequentemente no custo esperado, através da agregação da procura de diferentes clientes/mercados denomina-se *risk pooling*. Este conceito sugere que, quando a procura é agregada, é mais provável que a procura elevada de um cliente seja compensada pela procura reduzida de outro cliente, reduzindo assim a variabilidade e consequentemente o *stock* de segurança. Desta forma, quanto maior for o coeficiente de variação da procura maiores os benefícios do efeito de *risk pooling* (Simchi-Levi et al., 2003).

Zinn et al. (1989), por considerarem que a *Square Root Law* é baseada num conjunto de pressupostos restritivos e irrealistas, introduziram uma nova medida para avaliar o efeito da centralização/descentralização no nível de inventário agregado: o *Portfolio Effect* (PE). Esta nova medida elimina a necessidade de considerar esses pressupostos. Desta forma, o PE assume-se como mais geral e abrangente, e a SRL como um caso particular do modelo geral.

Das & Tyagi (1997) também estudaram os efeitos de centralizar o inventário, através da aplicação de um modelo a diferentes cenários. O objetivo deste estudo é determinar qual o grau ótimo de centralização, em função do *trade-off* entre custos de inventário e custos de transporte. Este modelo

¹ Economic Order Quantity: Modelo de gestão de inventário que determina a quantidade a encomendar de forma a satisfazer os níveis de serviço dos consumidores e a minimizar os custos totais de encomenda e de armazenamento (CSCMP, 2013).

auxilia também na determinação do número, localização e capacidade dos armazéns e na atribuição dos clientes a cada armazém. Estes autores têm em conta um conjunto de pressupostos, dos quais convém salientar que as procuras dos diferentes clientes não estão correlacionadas, a política de inventário utilizada é a EOQ, apenas são considerados os custos de transporte *outbound*, e a distribuição é feita desde o armazém separadamente para cada cliente.

Das & Tyagi (1997) concluíram que uma maior centralização diminui o *stock* cíclico e o *stock* de segurança, porém aumenta os custos de transporte. Nesse caso o grau ótimo de centralização, que minimiza os custos, depende na magnitude relativa dos custos de transporte *versus* os custos de inventário. Uma centralização total do inventário apenas numa localização é a melhor solução apenas se os armazéns não distribuírem os produtos, não existindo assim custos de transporte para a empresa. Por outro lado, se os armazéns servirem apenas de pontos de distribuição, não existindo assim custos de inventário, a melhor solução será possuir um elevado nível de descentralização, principalmente quando os clientes e os armazéns estão consideravelmente dispersos na área geográfica considerada. Se os armazéns forem responsáveis pelos custos de distribuição e de inventário, então uma solução de centralização parcial de inventário resultará de um *trade-off* entre esses custos.

Adicionalmente, um aumento nos custos de encomenda aumenta o *stock* cíclico, através de uma maior *Economic Order Quantity* (EOQ), o que favorece a centralização. Assim como qualquer economia de escala nas operações do armazém. Por outro lado, limites na capacidade do armazém e nos tempos de entrega favorecem a descentralização.

Os autores observam também que quanto maior for o nível de serviço exigido maior deverá ser o SS, favorecendo a centralização. O nível de serviço não afeta o *stock* cíclico, uma vez que este depende da procura esperada.

Os custos de armazenamento são afetados pelo tipo de produto e o seu valor unitário. Da mesma forma que os custos de transporte são afetados pela classificação da carga. Por estes motivos o grau de centralização apropriado deve ser determinado para cada situação com base em informação sobre a indústria, a procura e a concentração geográfica dos clientes.

Das & Tyagi (1997) salientam também outros fatores que poderão afetar o grau ótimo de centralização e que não foram incluídos no modelo. Por exemplo, a necessidade de melhorar o tempo de resposta ou proporcionar melhor acessibilidade ao cliente podem encorajar uma maior descentralização do inventário. Assim como aumentar a variedade de produtos pode, por outro lado, encorajar a centralização. No entanto, demasiada centralização pode também envolver maiores riscos devido a catástrofes naturais, problemas laborais ou falta de customização de serviço.

Existem também diversos estudos recentes que demonstram que a centralização do inventário continua a ser um tema bastante estudado. Shah (2009) analisa diversos exemplos de empresas que redefiniram as suas operações e centralizaram os seus recursos de forma a tirar partido dos benefícios do *risk pooling*. Goh & Lim (2014) analisam os efeitos de centralizar *Slow Moving Items* (SMI), itens com pouca rotação, e destacam que tal ação pode significar uma diminuição acentuada nos níveis de inventário e conseqüentemente nos respetivos custos de armazenamento. Estes autores sugerem que

o grau de centralização pode ser diferente para diferentes tipos de produtos tendo em conta as suas características.

2.5 Outsourcing

Utiliza-se o termo *outsourcing* para denominar a contratação a uma entidade externa de uma função ou área de apoio ao negócio. Com o aumento da concorrência é necessário que as organizações melhorem a eficiência da gestão, e tal exige processos mais responsivos, que dependem da forma como interagem com os vários participantes envolvidos na cadeia logística (clientes, fornecedores, concorrentes...). Por isso, a cooperação, em particular com as empresas especializadas em serviços logísticos, é benéfica para a maioria das organizações (Moura, 2006).

Entre as principais razões que levam as empresas a recorrerem ao *outsourcing* de certas atividades logísticas, destacam-se (Simchi-Levi et al., 2003; Moura, 2006):

- Redução de custos.
- Permite foco nas competências centrais.
- Falta de recursos internos.
- Aumento do nível de serviço.
- Aumento da flexibilidade.
- Prestação de serviços de valor acrescentado.

Por outro lado, existem também diversas razões que inibem as empresas de optar pelo *outsourcing*, destacando-se (Simchi-Levi et al., 2003; Moura, 2006; Hoecht & Trott, 2006):

- Perda de controlo sobre variáveis críticas da gestão.
- Aumento da dependência face ao operador logístico.
- Perda de contato com informação importante, clientes e fornecedores.
- A logística pode ser uma competência central.

Logan (2000) destaca que é fundamental a existência de confiança mútua entre a empresa e o operador logístico, para que possam ser construídas relações de *outsourcing* de longo prazo, de sucesso e vantajosas para ambas as partes. Além da confiança Hoecht & Trott (2006) consideram que o estabelecimento de um contrato detalhado, que defina de forma clara os custos e as regras, é uma boa prática e essencial para a manutenção deste tipo de relações.

2.6 Estruturação de problemas

Nos últimos anos, utilizadores de metodologias multicritério de avaliação têm enfatizado a importância da estruturação de problemas no processo de construção de um modelo de avaliação (Montibeller et al., 2008). Segundo von Winterfeldt & Edwards (1986) uma boa estruturação do problema é a chave para o sucesso da análise.

Bana e Costa & Beinat (2005) destacam a complexidade associada à abordagem a problemas de tomada de decisão que envolvem múltiplos pontos de vista. Por isso, defendem que a estruturação deve proporcionar, aos envolvidos num contexto de decisão, uma linguagem comum que lhes permita

debater e argumentar sobre as suas preferências e aprenderem com as perspetivas dos outros. Deve também facilitar e estimular a identificação de oportunidades de decisão e a construção de novas alternativas.

Belton & Stewart (2002) também destacam a importância da estruturação de problemas na construção de um modelo multicritério de apoio à decisão. Consideram que o principal propósito deste processo é identificar as principais áreas de preocupação e os principais intervenientes, organizar as ideias de forma a clarificar os objetivos e as ações e destacar as principais lacunas.

Por outras palavras, o objetivo das atividades de estruturação é a definição de uma base operacional que permita avaliar os prós e os contras das alternativas e estimar os seus desempenhos tendo em conta os pontos de vista dos decisores (Bana e Costa & Beinat, 2005). Como tal, o principal resultado do processo de estruturação deverá ser a definição da família de pontos de vista fundamentais (critérios de avaliação). Segundo Bana e Costa et al. (1999) um ponto de vista é qualquer aspeto num contexto específico de decisão que pelo menos um dos intervenientes no processo considerou relevante para a avaliação. Um ponto de vista fundamental (PVF) é um ponto de vista chave que, em primeiro lugar, os intervenientes pretendem isolar dos outros pontos de vista, como um eixo de avaliação, e que, em segundo lugar, verifica as condições necessárias de independência preferencial.

Segundo Keeney (2007) os pontos de vista, que denomina como “objetivos”, podem ser divididos em quatro categorias diferentes:

- Objetivos fundamentais: os objetivos “fins” usados para descrever as consequências que definem essencialmente as razões básicas do interesse na decisão.
- Objetivos meios: objetivos que são importantes apenas pela sua influência na obtenção dos objetivos fundamentais.
- Objetivos de processo: objetivos que dizem respeito ao processo através do qual a decisão é tomada, e não às suas consequências.
- Objetivos estratégicos: objetivos influenciados por todas as decisões tomadas ao longo do tempo pelo decisor (indivíduo ou organização).

É comum em problemas complexos organizar os conceitos numa estrutura em forma de árvore, muitas vezes denominada árvore de valor. As árvores de valor oferecem uma visão global útil da estruturação dos PV (ou objetivos) em vários níveis de especificação. No topo é colocada a área de preocupação geral, e à medida que se vai descendo na árvore o nível de especificação aumenta. Os PVFs podem aparecer em qualquer nível, no entanto, quando se pretende enfatizar esses pontos de vista é comum que estes apareçam no final de cada ramo da árvore (Bana e Costa & Beinat, 2005).

Existem algumas técnicas de estruturação que podem ser bastantes úteis, principalmente quando se está a lidar com situações complexas, que envolvem vários decisores e vários assuntos a considerar em simultâneo. As sessões de *post-its* (Belton, 1999) e os mapas cognitivos (Eden, 2004) são exemplos dessas técnicas, que podem facilitar o trabalho em grupo e ajudar a estruturar os pontos de vista.

A sessão de *post-its* é uma abordagem que consiste em primeiro capturar as perspetivas individuais de cada interveniente, pedindo aos decisores que escrevam as suas ideias em *post-its* (uma ideia por *post-it*); e de seguida partilhá-las em grupo, colando os *post-its* numa parede. Desta forma os participantes podem examinar as ideias dos outros e desenvolvê-las (Bana e Costa & Beinat, 2005). A utilização de *post-its* permite, de uma forma simples, mover as ideias de um lado para o outro (por exemplo, num quadro ou numa parede) e agrupar as que forem similares, facilitando a identificação das principais áreas de preocupação (Belton & Stewart, 2002).

Os mapas cognitivos, ou causais, são uma das técnicas mais utilizadas para a estruturação de problemas (Belton et al., 1997; Bana e Costa et al., 1999). É uma técnica de modelação formal que tem como base a Teoria dos Constructos Pessoais de Kelly (1955). Usualmente estes mapas são obtidos através de entrevistas e o seu objetivo é representar o problema/assunto de acordo com o pensamento do decisor ou grupo de decisores sobre o mesmo, na forma de uma estrutura em rede de meios e fins (Belton & Stewart, 2002). Essa estrutura é composta por nós, que representam conceitos, e setas, que representam ligações entre esses conceitos, cuja direção implica causalidade (Eden, 2004).

Em alguns casos, principalmente quando se está a lidar com um grupo de decisores, as duas técnicas descritas podem ser utilizadas em conjunto (Bana e Costa et al., 2014). A sessão de *post-its* permite, numa fase inicial, identificar e clarificar os pontos de vista e, posteriormente, a organização desses conceitos num mapa causal permite agrupá-los e perceber as relações de causa-efeito ou meios-fins entre eles (Bana e Costa & Beinat, 2005).

Para suportar a atividade de construção do mapa causal e inserir os aspetos principais do problema pode ser utilizado o *software* Decision Explorer (Banxia Software Limited, 2002), desenvolvido por Eden e os seus colegas, anteriormente denominado Graphics COPE (Banxia Software Limited, 1995). Este *software* permite capturar, exibir e analisar a estruturação das ideias. É particularmente útil quando o problema é complexo e o mapa necessita de incluir um número elevado de ideias, pois permite que os conteúdos e a estrutura sejam apreendidos de uma maneira flexível e gráfica (Belton & Stewart, 2002).

Durante a utilização das técnicas mencionadas acima os aspetos identificados podem ser modificados, clarificados, eliminados, decompostos, ligados ou agrupados, com o objetivo de evitar a ambiguidade, eliminar redundâncias e aspetos que estão fora do âmbito do problema. O processo de aprendizagem pode ser facilitado por questões que servem como ferramentas para gerar novas ideias e estimular a reflexão e o debate, até que um conjunto final de PVF seja identificado (Bana e Costa & Beinat, 2005).

2.7 Análise multicritério de apoio à decisão

Num mundo cada vez mais complexo, a análise de decisão desempenha um importante papel ao auxiliar os decisores a obter uma maior compreensão do problema que enfrentam (Goodwin & Wright, 2004). A tomada de decisão nas organizações, tanto privadas como públicas, é uma atividade humana na qual os julgamentos de valor dos decisores acerca da atratividade de determinadas oportunidades ou linhas de ação alternativas desempenham um papel crucial (Bana e Costa et al., 2012b) e que tipicamente envolve a consideração de múltiplos critérios.

É neste contexto que o tópico da análise multicritério de apoio à decisão se torna relevante, uma vez que é o termo utilizado para descrever o conjunto de abordagens formais que procuram ter em conta múltiplos critérios de forma a auxiliar indivíduos ou grupos a explorar decisões que importam (Belton & Stewart, 2002). Pode-se também referir a esse conjunto de abordagens como Metodologias Multicritério de Apoio à Decisão (MMAD).

A própria natureza dos problemas multicritério é a existência de muita informação de uma natureza complexa e por vezes contraditória, refletindo, na maior parte das vezes, pontos de vista diferentes e que se podem alterar com o tempo. Por isto, Belton & Stewart (2002) consideram que o objetivo, e principal benefício, das MMAD é facilitar a aprendizagem e compreensão do problema, das prioridades, dos valores e dos objetivos e, ao explorá-los no contexto do problema, guiar os decisores na identificação da linha de ação mais adequada.

Figueira et al. (2005) enumeram os “ingredientes básicos” para uma análise multicritério de apoio à decisão:

- Existe pelo menos um decisor: que é um indivíduo ou grupo de indivíduos responsável pela decisão e por fornecer os julgamentos de valor sobre as suas preferências.
- Existe um conjunto finito ou infinito de ações: as opções (alternativas) cujo desempenho se pretende avaliar.
- Existem pelo menos dois critérios de avaliação: cada um deles utilizado para avaliar alternativas em termos de um certo ponto de vista considerado fundamental para o decisor (Bana e Costa et al., 2002).

Segundo (Keeney, 1992) o conjunto de critérios (ou PVFs) deverá ser:

- Essencial: para indicar as consequências em termos das razões fundamentais do interesse na decisão.
- Controlável: para visar apenas as consequências que são influenciadas pela escolha das alternativas no contexto da decisão.
- Completo: para incluir todos os aspetos fundamentais das consequências das alternativas da decisão.
- Mensurável: para definir os critérios de forma precisa e para especificar em que medida os critérios podem ser satisfeitos pelas alternativas.
- Operacionalizável: para tornar possível a recolha de informação necessária para uma análise adequada tendo em conta o tempo e esforço disponíveis.
- Decomponível: para permitir o tratamento separado dos diferentes critérios em análise;
- Não-redundante: para evitar a dupla contagem de possíveis consequências.
- Conciso: para reduzir o número de critérios necessários para a avaliação.
- Inteligível: para facilitar a geração e transmissão de conhecimentos que orientam o processo de tomada da decisão.

A análise multicritério de apoio à decisão é uma área de conhecimento que se desenvolveu rapidamente ao longo do último quarto do século XX, o que levou a um surgimento de várias escolas de pensamento divergentes (Belton & Stewart, 2002). Atualmente existem diversas metodologias de análise multicritério (ou MMAD), que se distinguem principalmente na forma como combinam a informação. Estas podem ser utilizadas para identificar a alternativa preferida, para ordenar as alternativas ou simplesmente para distinguir entre possibilidades aceitáveis de possibilidades não aceitáveis (Dodgson et al., 2009).

Neste capítulo serão descritos alguns métodos de análise multicritério, nomeadamente métodos baseados na teoria da utilidade (MAUT) e/ou de valor (MAVT), métodos de subordinação (ou *outranking*) e o método AHP. Cada método tem as suas limitações, particularidades, hipóteses, premissas e perspectivas e é necessário escolher aquele que melhor se adapta ao problema em questão (Ishizaka & Nemery, 2013).

Existem diversas aplicações de metodologias multicritério de apoio à decisão na área da logística. Por exemplo, Özcan et al. (2011) fazem uma análise comparativa entre várias metodologias multicritério e aplicam-nas a um problema sobre a seleção da localização de um armazém. He et al. (2012) aplicam uma metodologia multicritério a um problema de transexpedição. No entanto, e tanto quanto foi possível apurar, não há aplicações destas metodologias a decisões sobre a centralização da armazenagem.

2.7.1 Multiattribute Value Theory

A *Multiattribute Value Theory* (MAVT) é a teoria mais aplicada e referenciada na literatura (Belton & Stewart, 2002). Existem diversos métodos que são baseados nesta teoria, como por exemplo, o SMART (Edwards & Barron, 1994) e o MACBETH (Bana e Costa & Vansnick, 1994).

O intuito desta abordagem é construir uma forma de associar um número real a cada alternativa, com o objetivo de criar uma ordem de preferência das mesmas, consistente com os julgamentos de valor do decisor.

A MAVT é uma simplificação da *Multiattribute Utility Theory* (MAUT) (Keeney & Raiffa, 1976) na qual, ao contrário da MAUT, não se procura modelar a atitude do decisor perante o risco e a incerteza. Como tal, é baseada em procedimentos de eliciação mais simples, sendo estes mais amplamente aceites pelos decisores.

O principal princípio da teoria de valor é que é possível representar, num determinado contexto, as preferências individuais por uma função de valor, $V()$, tal que se a opção A é preferível à opção B então $V(A) > V(B)$. Para que esta representação seja possível, é necessário que as preferências do decisor satisfaçam duas propriedades:

- Transitividade: considerando 3 alternativas (A, B e C), se o decisor prefere A a B e B a C, então deve preferir A a C.
- Comparabilidade: dadas duas alternativas (A e B), num determinado critério de avaliação, o decisor deve ser capaz de indicar se prefere A a B, B a A, ou se lhe são indiferentes.

O princípio subjacente à modelação de uma função de valor multicritério é de desagregação/síntese. Em vez de se avaliar preferências sobre as alternativas disponíveis numa base holística, a preferência global dos decisores é sintetizada a partir de blocos de construção individuais, onde cada bloco descreve preferências que dizem respeito a um dos fatores fundamentais que foram identificados. Desta forma, em vez de avaliar diretamente o valor do desempenho global $V(A)$ de uma alternativa A , o decisor foca-se primeiro em avaliar o desempenho dessa alternativa em cada um dos critérios de avaliação, utilizando uma função de valor parcial $v_i(A_i)$, que descreve as preferências do decisor relativamente ao critério i (Belton, 1999).

A forma mais simples, e mais utilizada na prática, de obter a pontuação global das alternativas através da agregação de valor é aplicando o modelo aditivo.

Modelo Aditivo

O modelo aditivo é uma função de agregação compensatória, ou seja, um desempenho negativo de uma alternativa num critério pode ser compensado por um desempenho positivo noutra critério. Este modelo permite não só ordenar as alternativas em termos da sua atratividade global, como também avaliar a diferença de atratividade relativa entre elas (Bana e Costa et al., 2002).

O modelo aditivo simples, representado na equação 1, determina a pontuação global de uma alternativa através da soma ponderada dos valores associados aos desempenhos da mesma em todos os critérios.

$$V(A) = \sum_{i=1}^n w_i v_i(A_i) \text{ com } \sum_{i=1}^n w_i = 1, w_i > 0 \quad (1)$$

- $V(A)$ é o valor global do desempenho da alternativa A ;
- A_i é o desempenho da alternativa A no critério i ($i = 1, \dots, n$);
- $v_i(A_i)$ é o valor (parcial) do desempenho da alternativa A no critério i ($i = 1, \dots, n$);
- w_i é o coeficiente de ponderação do critério i ($i = 1, \dots, n$), que permite transformar as unidades de valor parcial, $v_i()$, em unidades de valor global $V()$;
- n é o número de critérios de avaliação.

A utilização deste modelo é apropriada se e só se os critérios forem preferencialmente independentes, ou seja, se a preferência sobre uma alternativa num determinado critério não depender da preferência existente sobre essa alternativa noutra critério (Belton, 1999).

Em alguns casos, pode também ser aplicado o modelo aditivo hierárquico, que consiste numa composição de modelos aditivos simples. Este modelo é utilizado quando existe um número elevado de critérios, sendo estes organizados numa hierarquia de critérios e subcritérios.

Avaliação parcial

A avaliação parcial das alternativas pode ser direta, comparando alternativas e atribuindo diretamente pontuações a cada uma delas tendo em consideração as intensidades de preferência entre cada duas

alternativas, ou indireta, construindo uma função de valor associada a um descritor de desempenho previamente definido e utilizando essa função de valor para transformar os desempenhos das alternativas em pontuações (Bana e Costa et al., 2012b). A avaliação pode ser realizada recorrendo a técnicas numéricas, como o *Direct Rating* (Edwards, 1977) e o Método da Bissecção (von Winterfeldt & Edwards, 1986), ou não numéricas, como o método MACBETH (Bana e Costa et al., 2012b).

→ **Direct Rating**

Direct Rating é uma técnica de avaliação direta que consiste em comparações numéricas fornecidas pelo decisor para expressar as suas preferências. O procedimento compreende 3 fases: selecionar dois elementos de referência numa escala, atribuir-lhes valores numéricos (geralmente 100, ao melhor e 0, ao pior) e posteriormente solicitar ao decisor que este atribua aos restantes elementos um valor numérico que represente a sua atratividade relativamente aos elementos de referência (Bana e Costa et al., 2012b).

→ **Método da Bissecção**

O método da Bissecção é uma técnica de avaliação indireta cujo procedimento consiste em identificar o desempenho mais preferido e o menos preferido e subsequentemente encontrar um desempenho intermédio que é equidistante dos dois extremos (von Winterfeldt & Edwards, 1986). O processo pode ser repetido até serem obtidos o número de elementos necessário. A partir destes elementos é construída a função de valor para um determinado critério.

→ **MACBETH**

Este procedimento está descrito na secção 2.7.1.2.

Ponderação dos critérios

Na construção de um modelo multicritério de apoio à decisão, a ponderação dos critérios é um passo fundamental para a eliciação das preferências dos decisores. Existem diversos procedimentos de ponderação, que podem ser classificados como diretos, quando é pedido ao decisor que compare os impactos de dois critérios e julgue a sua diferença de atratividade através de rácios; ou indiretos, quando os pesos são inferidos a partir de julgamentos de preferências do decisor (Weber & Borchering, 1993). Entre estes métodos destacam-se o *Swing Weighting* (von Winterfeldt & Edwards, 1986), que é direto, o *Tradeoff Procedure* (Keeney & Raiffa, 1976) e o método MACBETH (Bana e Costa et al., 2012b), ambos indiretos.

Associado à ponderação dos critérios está o “erro crítico mais comum” da aplicação de métodos de avaliação multicritério, apontado por Keeney (1992). Este consiste em considerar os pesos como indicadores diretos da importância dos critérios, ignorando a extensão e importância das respetivas escalas de desempenhos. De forma a não incorrer neste erro, os pesos devem ser obtidos através da eliciação de julgamentos do decisor sobre a diferença de atratividade entre níveis de desempenho de referência dos diferentes critérios. As técnicas apresentadas a seguir são exemplos de procedimentos corretos de ponderação.

→ **Swing Weighting**

O procedimento de *Swing Weighting* consiste em solicitar ao decisor que considere uma alternativa fictícia com o pior desempenho em todos os critérios. Posteriormente é permitido ao decisor passar do pior para o melhor desempenho num dos critérios (*swing*). É-lhe questionado qual dos *swings* do pior para o melhor desempenho iria resultar no maior aumento da atratividade global da alternativa, atribuindo-se a pontuação 100 a esse *swing*. Posteriormente, a magnitude dos restantes *swings* pior-melhor é expressa como uma percentagem do maior *swing*, continuando a questionar ao decisor qual *swing* iria resultar no segundo, terceiro, etc., maior aumento na atratividade global. No final deste procedimento, as percentagens são normalizadas para obter os pesos finais dos critérios (Weber & Borcharding, 1993).

→ **Tradeoff Procedure**

Este procedimento consiste em comparar duas alternativas fictícias, descritas por dois critérios (considerando que nos restantes critérios as alternativas têm desempenhos iguais). Uma alternativa tem o melhor desempenho no primeiro critério e o pior desempenho no segundo critério; a outra alternativa tem o pior desempenho no primeiro critério e o melhor desempenho no segundo critério. O decisor deve escolher qual das alternativas fictícias prefere, indicando desta forma qual é o critério onde é mais importante passar do desempenho pior para o melhor. O critério onde a passagem do pior para o melhor desempenho é mais preferida (que é o critério que terá o maior peso) é usualmente utilizado como critério de referência.

A fase seguinte do procedimento, e a mais crítica, é o ajustamento do nível de desempenho no critério de referência de forma a obter indiferença entre as duas alternativas fictícias. Esta é geralmente obtida piorando o melhor desempenho no critério de referência da alternativa fictícia escolhida em primeiro lugar ou melhorando o pior desempenho nesse mesmo critério da outra alternativa fictícia.

Estas indiferenças precisam de ser eliciadas para os $n - 1$ pares de alternativas fictícias, representando n o número de critérios de avaliação. Tendo o conhecimento da função de valor no critério de referência e resolvendo um sistema de equações é possível obter os valores numéricos dos pesos dos critérios (Weber & Borcharding, 1993).

→ **MACBETH**

Este procedimento está descrito na secção 2.7.1.2.

2.7.1.1 SMART

A metodologia SMART (*Simple Multi-attribute Rating Technique*), desenvolvida por Edwards (1977) e posteriormente corrigida por Edwards e Barron (1994) (neste último artigo a metodologia SMART passou a designar-se por SMARTS – *SMART using Swings* – e foi também apresentado o método de ponderação SMARTER – *SMART Exploiting Ranks* – sendo este método mais simples de utilizar) baseia-se na MAVT (ou na mais geral MAUT), e no modelo linear aditivo. Utilizando esta metodologia o desempenho das alternativas em cada critério de avaliação é avaliado através da atribuição direta de pontuações (*direct rating*) e a ponderação desses critérios é obtida através de julgamentos quantitativos

do decisor. Inicialmente este deve ordenar os *swings* dos critérios por ordem decrescente de importância e posteriormente expressar (quantitativamente) a diferença de importância entre cada dois *swings*.

A simplicidade das respostas necessárias por parte do decisor e a forma como essas respostas são analisadas faz com que a metodologia SMART seja bastante aplicada (ver por exemplo Olson (2001)). No entanto, e devido a essa simplicidade, este método poderá não capturar todos os detalhes e complexidades do problema real (Goodwin & Wright, 2004).

2.7.1.2 MACBETH

A abordagem MACBETH (*Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique*), desenvolvida por Bana e Costa & Vansnick (1994), é uma abordagem interativa destinada à análise multicritério de apoio à decisão baseada na MAVT. É utilizada para construir um modelo de valor quantitativo (numérico), baseado em julgamentos qualitativos (não numéricos), que permita medir a atratividade das alternativas (Bana e Costa et al., 2008a).

Mais detalhadamente, a abordagem MACBETH, que se baseia no modelo aditivo, utiliza apenas julgamentos qualitativos sobre a diferença de atratividade entre níveis de desempenho para obter, através de programação matemática, os pesos dos critérios e os valores parciais das alternativas em cada critério. Essa diferença de atratividade é avaliada utilizando uma escala semântica que inclui sete categorias: nula, muito fraca, fraca, moderada, forte, muito forte ou extrema (Bana e Costa et al., 2012b).

Esta abordagem tem sido utilizada em várias aplicações de apoio à decisão em problemas reais, e em diversas áreas (Bana e Costa et al., 2008a; Bana e Costa et al., 2013), inclusive na área de logística (Oliveira & Lourenço, 2002; Berrah & Clivillé, 2007; Zamcopé et al., 2010; Della Bruna et al., 2011).

2.7.2 Analytic Hierarchy Process

O AHP (*Analytic Hierarchy Process*), desenvolvido por Saaty (1980), é uma metodologia multicritério de apoio à decisão, na qual os fatores são organizados numa hierarquia. Tal como a MAVT, baseia-se num modelo aditivo, no entanto as duas metodologias diferem principalmente nos princípios subjacentes à avaliação das preferências, nos métodos utilizados para elicitar os julgamentos do decisor sobre essas preferências, e na maneira de as transformar em pontuações quantitativas (Belton & Stewart, 2002). Utilizando o AHP, os coeficientes de ponderação são obtidos através da comparação de elementos do mesmo nível da hierarquia, dois a dois.

É uma das metodologias mais utilizadas por decisores e investigadores e a sua aplicação estende-se a diversos tipos de problemas de decisão, tais como planeamento, seleção de melhor alternativa, alocação de recursos, resolução de conflitos, otimização, etc. Esta ferramenta foi também já aplicada em várias diferentes áreas, como finanças, educação, engenharia, indústria, política, desportos, etc. (Vaidya & Kumar, 2006), e também na área da logística (Özcan et al. 2011, He et al. 2012).

O AHP consiste em três fases principais, incluindo a construção de uma hierarquia, a análise de prioridades e a verificação da consistência (Ho, 2008). Cada nível da hierarquia diz respeito a diferentes

componentes do problema, no topo é colocado o objetivo final, seguindo-se os objetivos e critérios e na base da hierarquia é colocado geralmente um conjunto de alternativas. De seguida, a análise de prioridades é feita pelo decisor, através da comparação entre atributos do mesmo nível, dois a dois, relativamente ao seu atributo comum do nível anterior. Esta comparação é realizada recorrendo a uma escala semântica, que tem associada uma escala numérica que também pode ser utilizada, para expressar a importância de uma opção em relação a outra, podendo esta ser: “igual importância” (1), “importância moderada” (3), “importância extrema” (9), etc. Estes julgamentos são convertidos em rácios que são colocados em matrizes (Saaty, 2008). Após serem realizadas todas as comparações em todos os níveis, o *ranking* de prioridades pode ser obtido através de cada matriz, utilizando uma abordagem matemática baseada em valores e vetores próprios (Saaty, 1986). No final, é realizado um teste de consistência, através do cálculo do rácio de consistência (CR), que impede que as prioridades sejam aceites se o nível de inconsistência for elevado (Bana e Costa & Vansnick, 2008).

Apesar do seu extensivo uso, esta metodologia tem sido alvo de várias críticas sobre a sua validade (Belton & Stewart, 2002; Smith & von Winterfeldt, 2004; Bana e Costa & Vansnick, 2008). Bana e Costa & Vansnick (2008) analisam o método dos valores próprios (EM) utilizado para obter o vetor de prioridades. Concluem que em algumas situações a Condição de Preservação da Ordem (COP) não é respeitada pelo vetor obtido, não respeitando assim os julgamentos dos decisores. Provam também que em alguns destes casos o rácio de consistência obtido não alerta para uma necessidade de rever os julgamentos, permitindo que se gerem inconsistências.

2.7.3 Métodos de subordinação

Os métodos de subordinação, ou *outranking*, diferem das abordagens baseadas na MAVT na medida em que não existe uma função de valor subjacente. O resultado de uma análise utilizando estes métodos não é a associação de um valor a cada alternativa, mas sim uma relação de subordinação entre o conjunto de alternativas, que se obtém comparando-as duas a duas em cada critério. Uma alternativa A supera (*outranks*) uma alternativa B se, considerando toda a informação disponível sobre o problema e as preferências do decisor, há um argumento suficientemente forte para concluir que A é pelo menos tão satisfatória como B e nenhum argumento suficientemente forte do contrário (Belton & Stewart, 2002).

Os métodos de subordinação permitem lidar com casos não compensatórios, em que um mau desempenho numa alternativa pode por em causa a sua avaliação global.

É de notar que o problema enunciado no Teorema de Arrow (K. J. Arrow, 1951) é uma limitação dos métodos *outranking*, uma vez que estes são baseados apenas em ordenação e não em valor. Segundo este teorema uma alternativa resultar preferível a outra não deve depender das restantes, o que pode não ocorrer quando se utilizam estes métodos.

Os dois métodos *outranking* mais proeminentes são a família de métodos ELECTRE (ver aplicação em Özcan et al. (2011)) e o método PROMETHEE (ver aplicação em Olson (2001)).

2.7.3.1 ELECTRE

A metodologia ELECTRE (*Élimination Et Choix Traduisant la Réalité*), desenvolvida por Roy (1968), procura estabelecer uma relação de subordinação (*outranking*) entre as alternativas através de testes de concordância e discordância baseados na informação sobre as preferências (Figueira et al., 2010).

A família de métodos ELECTRE (I,II,III, IV, IS, TRI) difere de acordo com o grau de complexidade da informação necessária ou de acordo com a natureza do problema subjacente (Belton & Stewart, 2002).

2.7.3.2 PROMETHEE

O método PROMETHEE (*Preference Ranking Organization METHod for Enrichment of Evaluations*) foi desenvolvido por Brans & Vincke (1985). Esta metodologia é baseada nos mesmos princípios que os métodos ELECTRE e acrescenta a definição de funções de preferência para cada critério. Desta forma, a intensidade da preferência entre duas alternativas é descrita por uma função que representa a diferença entre níveis de desempenho, dessas duas alternativas, num determinado critério. A função assume um valor entre 0 e 1 e uma entre seis formas definidas (Belton & Stewart, 2002).

2.8 Escolha dos métodos a aplicar no caso em estudo

Neste capítulo evidenciou-se, através da revisão da literatura, a importância da estruturação de problemas na construção de um modelo de avaliação, e foram enumeradas algumas das técnicas utilizadas para tal. Foi também possível constatar a relevância da análise de multicritério de apoio à decisão e a crescente atenção dada a este tópico, que levou ao surgimento de diversas Metodologias Multicritério de Apoio à Decisão (MMAD). Algumas dessas metodologias foram também descritas no presente capítulo.

No entanto, é necessário selecionar as técnicas mais adequadas não só ao problema em questão e ao contexto em que este se insere, mas também aos decisores e às suas exigências.

Para estruturar o problema em estudo no presente trabalho irá ser construído um mapa causal, com o suporte do *software* Decision Explorer. Esta é uma das técnicas mais utilizadas na estruturação de problemas e permite lidar com a complexidade dos mesmos. Uma vez que o grupo de decisores é composto por apenas duas pessoas não foi detetada a necessidade de utilizar a técnica dos *post-its* para simplificar o processo de recolha e partilha de ideias.

Para a construção do modelo de avaliação do problema em questão optou-se por utilizar, entre os métodos descritos acima, o método MACBETH. Esta abordagem foi integrada no *software* M-MACBETH (Bana e Costa et al., 2005), que permite não só construir um modelo aditivo de valor e efetuar análises de sensibilidade e robustez aos resultados do modelo como também detetar inconsistências nos juízos do decisor.

A principal distinção deste método, quando comparado por exemplo com o método SMART, é o facto de basear a ponderação dos critérios e a avaliação das alternativas em julgamentos qualitativos do decisor sobre diferenças de atratividade. Desta forma, o MACBETH apresenta-se como uma melhor

opção quando se está a lidar com decisores com maior fluência e menor aptidão numérica (Fasolo & Bana e Costa, 2014).

Não se optou por utilizar método AHP uma vez que, apesar de ser um método utilizado em diversos casos e ser bastante referenciado na literatura, apresenta sérias limitações à sua aplicação (ver secção 2.7.2).

Foram excluídos também os métodos de subordinação uma vez que se pretende utilizar um método que permita obter uma medida quantitativa, que proporcione não só uma ordenação global das alternativas como também indique a diferença de valor entre elas.

Através da revisão da literatura foi possível verificar que a metodologia MACBETH pode ser utilizada em diversas áreas, incluindo na área de logística, na qual o problema em estudo se insere. Como tal, considera-se apropriada para a análise da decisão sobre a centralização de inventário e alteração do processo de gestão e controlo do material POS.

3 Metodologia a aplicar

3.1 Introdução

Neste capítulo descreve-se a metodologia a utilizar na estruturação do problema, nomeadamente os mapas causais, explicando as suas características, a sua construção e a sua análise. Também se descreve a metodologia escolhida para desenvolver o modelo multicritério de avaliação baseado na *Multiattribute Value Theory*: a abordagem MACBETH. Expõe-se as diversas fases desta abordagem que visam a construção e validação do modelo.

3.2 Estruturação do problema

De forma a melhor estruturar o problema, lidar com a sua complexidade e para auxiliar na identificação dos Pontos de Vista Fundamentais irá ser utilizado um mapa causal.

3.2.1 Mapas causais

Como explicado anteriormente, nos últimos anos, utilizadores de metodologias multicritério de avaliação têm defendido o uso de métodos formais para a estruturação de problemas. Os mapas causais (ou cognitivos) (Eden, 2004) são um exemplo de um desses métodos e têm sido utilizados com sucesso, em particular em conjunto com métodos baseados nas teorias MAUT e MAVT (Belton et al., 1997; Bana e Costa et al., 1999).

De acordo com Axelrod (1976), os mapas causais (ou cognitivos) são uma rede composta por nós, que representam conceitos e estão conectados por setas que indicam o tipo de ligação: causalidade, influência ou implicação. A estas ligações da rede é atribuído um sinal positivo ou um negativo que indicam, respetivamente, a influência positiva ou negativa que um conceito possui sobre o outro. Informação sobre a força de cada ligação, por exemplo, fraca, moderada ou forte, pode também ser incluída no mapa (Montibeller & Belton, 2006).

Num mapa causal pretende-se identificar cada conceito (nó) como tendo dois polos opostos (ver exemplo na Figura 6). Estes estão separados por "...", que significam "em vez de" (Bana e Costa et al., 1998). Neste tipo de mapas a causalidade relaciona a primeira frase do conceito bipolar com a primeira frase do segundo conceito. Por outro lado, quando a ligação (seta) apresenta um sinal negativo significa que o primeiro polo do primeiro conceito implica o segundo polo do segundo conceito (Eden, 2004). O polo oposto pode estar ou não especificado e é utilizado com o objetivo de permitir uma melhor interpretação do conceito (Montibeller & Belton, 2006).

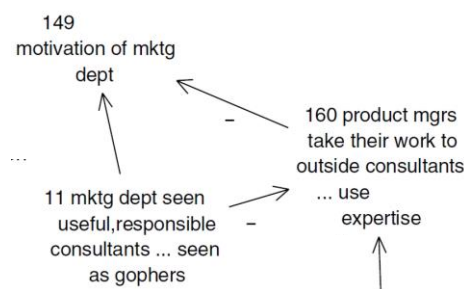


Figura 6. Exemplo de conceitos bipolares num mapa causal (adaptado de Eden (2004))

Quando um mapa causal é utilizado para apoiar a tomada de decisão, normalmente assume uma estrutura meios-fins, uma vez que esta gera um raciocínio baseado em cadeias de argumentos meios-fins. Os mapas que possuem esta estrutura posicionam os meios/opções (*tails*, nós apenas com setas a sair) na base do mapa e os fins/objetivos (*heads*, nós apenas com setas a entrar) no topo, como mostra a Figura 7 (Montibeller & Belton, 2006).

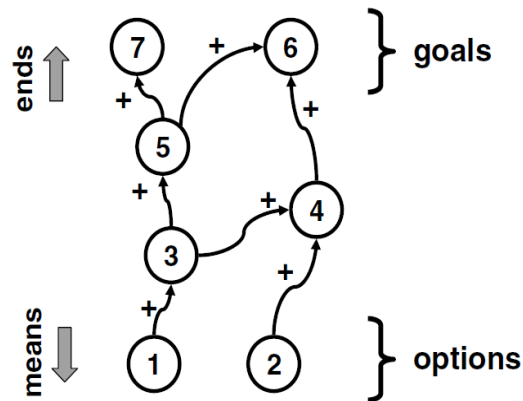


Figura 7. Objetivos (goals) e opções (options) num mapa causal (adaptado de Montibeller e Belton (2006))

3.2.2 Construção e análise do mapa causal

De acordo com Eden (2004) o mapeamento causal pode ser descrito como a tarefa de mapear o pensamento de um indivíduo (mapa cognitivo), grupo ou organização acerca de um problema ou assunto e são habitualmente criados através de entrevistas. Em certos casos mapas de grupos são desenvolvidos através da agregação dos mapas cognitivos individuais, noutros através da construção do mapa diretamente com o grupo, e noutros casos por inferência a partir de documentos relacionados com a organização ou indústria.

Por não se tratar de uma abordagem completamente tecnicista, o mapa causal necessita ser validado. Há casos em que a validação do mapa é realizada com a participação dos decisores e casos nos quais essa validação é feita apenas pelo investigador (Eden, 1992).

Durante as entrevistas são colocadas questões aos decisores, como por exemplo: “como se pode atingir aquele objetivo?” ou “quais são as consequências desta ação?” ou “porque (ou porque não) fazer isto?”. Este processo permite identificar os conceitos, perceber quais são os objetivos meios e objetivos fins, estabelecer as ligações entre eles e perceber a influência dessas ligações. Isto encoraja o debate, o que leva a uma melhor compreensão do problema e dos objetivos que se pretendem atingir (Belton & Stewart, 2002).

Para facilitar o processo da construção do mapa causal irá ser utilizado o *software* de apoio à decisão Decision Explorer (Banxia Software Limited, 2002). Com o auxílio deste *software* podem ser realizadas diversas análises à estrutura do mapa, que permitem compreender as relações entre conceitos e identificar os conceitos mais relevantes, de forma a estudar a complexidade do mesmo. Destacam-se as análises de *clusters*, a análise de conjuntos hierárquicos e conceitos “*potent*”, a análise central e a análise de domínio.

A análise de *clusters* possibilita a identificação de áreas do mapa cujos conceitos são bastante similares, e estão fortemente ligados entre si. O mapa é dividido em conjuntos de conceitos o que permite perceber quais são as principais áreas de preocupação do problema, que podem ser tratadas de forma relativamente independente.

A análise de conjuntos hierárquicos tem como objetivo agrupar um determinado conceito chave e os conceitos que o suportam. Isto permite perceber as relações entre conceitos e como estes se influenciam. Se um conceito estiver incluído em vários conjuntos hierárquicos significa que pode influenciar vários objetivos, o que o torna um conceito nuclear (*“potent”*). A identificação deste tipo de conceitos pode também revelar a existência de dilemas, ou seja, por possuir várias ramificações um conceito nuclear pode ter tanto consequências positivas como negativas (Eden, 2004).

A análise de domínio indica a complexidade das ligações de cada conceito. Os conceitos dominantes são aqueles que possuem um maior número de ligações. A análise central complementa a análise de domínio, uma vez que indica a influência de um conceito no contexto geral do problema. Como tal, a análise de domínio estuda as ligações que estão diretamente conectadas aos conceitos, enquanto a análise central é mais ampla e estuda vários níveis de ligação.

3.3 Metodologia multicritério de apoio à decisão

Neste capítulo irá ser descrita a abordagem multicritério escolhida para construir o modelo de avaliação: a abordagem MACBETH. Segundo Bana e Costa et al. (2008a) a construção do modelo de avaliação envolve três fases: Estruturação, Avaliação e Teste; como esquematizado na Figura 8.

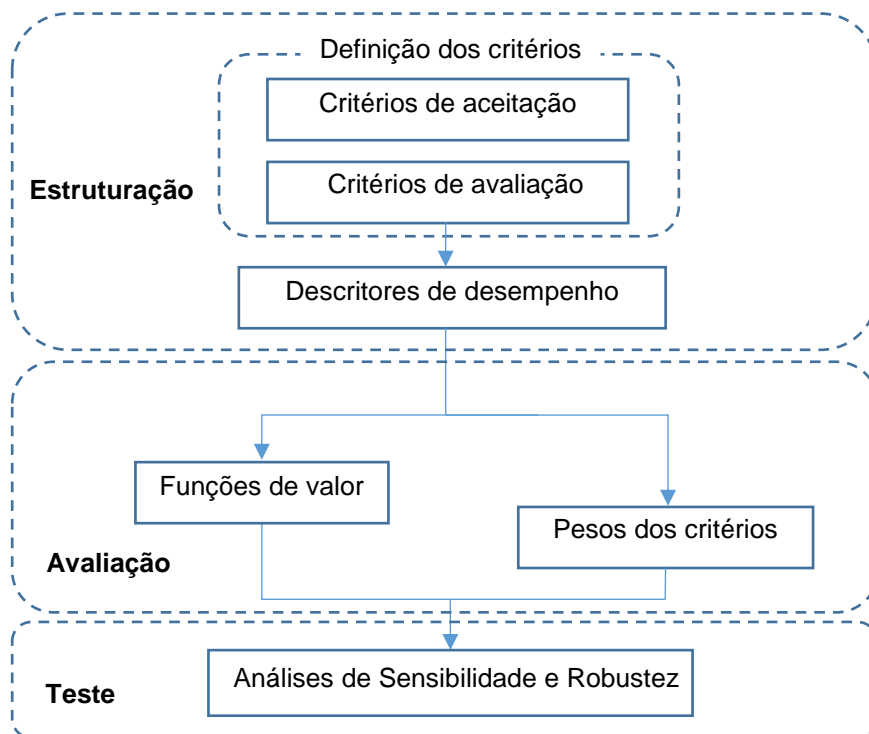


Figura 8. Fases de construção de um modelo multicritério (adaptado de Bana e Costa et al. (2008a))

3.3.1 Estruturação

Após a fase de contextualização e estruturação do problema, procede-se à fase de estruturação do modelo. Esta fase compreende a definição dos critérios de aceitação (*screening*) e dos critérios de avaliação, assim como a construção dos descritores de desempenho desses critérios.

3.3.1.1 Definição dos critérios e construção da árvore de valor

Um critério é uma ferramenta utilizada para avaliar opções em termos de um certo ponto de vista considerado fundamental para o decisor. Num modelo de avaliação importa definir dois tipos de critérios: os critérios de aceitação e os critérios de avaliação.

Os critérios de aceitação, de natureza não compensatória, são aqueles que obrigam a que as opções cumpram alguns limites de admissibilidade, definidos pelo decisor. Apenas são consideradas para avaliação comparativa as alternativas que cumpram estes critérios, as outras são excluídas à partida. Os critérios de avaliação são eixos independentes de avaliação através dos quais se analisa e compara as alternativas, e devem possuir as características enumeradas na secção 2.7 (Bana e Costa et al., 2002).

A definição dos critérios é feita com base nos pontos de vista fundamentais dos decisores, identificados através da construção do mapa causal. Após a sua definição os critérios de avaliação são estruturados numa árvore de valor, que pode possuir diferentes níveis de especificação, como descrito na secção 2.6.

3.3.1.2 Definição dos descritores de desempenho

A cada critério de avaliação, de forma a torná-lo operacional, deve ser associado um descritor de desempenho. Um descritor é um conjunto ordenado (por ordem decrescente de atratividade) de níveis plausíveis de desempenho, destinado a servir de base para descrever, da forma mais objetiva possível, os desempenhos das alternativas em cada um dos critérios (Bana e Costa et al., 1999).

Este conceito é similar à noção clássica de “atributo”, definida por Keeney (1992). Segundo este autor os descritores de desempenho, devem ser mensuráveis, operacionais, independentes e inteligíveis. Estas propriedades necessárias dos descritores de desempenho estão relacionadas com as propriedades necessárias dos critérios (objetivos fundamentais) mencionadas na secção 2.7.

Um descritor pode ser direto, quando os seus níveis refletem diretamente efeitos; indireto quando é um indicador de causas mais do que efeitos, não estando diretamente relacionado com o critério; ou construído, quando descreve características subjacentes ao critério. O descritor pode também ser quantitativo (quando utiliza somente números), qualitativo (quando utiliza números e expressões semânticas) ou pictórico (quando utiliza representações visuais); e contínuo (se puder ser representado por uma função contínua) ou discreto (se for formado por um conjunto finito de níveis de desempenho) (Bana e Costa et al., 1999).

Os descritores de desempenho podem ser construídos através de um procedimento sistemático, sugerido por Bana e Costa & Beinat (2005), cujos passos estão explicados na Tabela 1.

Tabela 1. Fases da construção de um descritor (adaptada de Bana e Costa & Beinat (2005))

Passo	Tarefa
1	Definir um conjunto discreto de níveis de desempenho para cada uma das dimensões de avaliação
2	Estabelecer todas as combinações possíveis dos níveis das várias dimensões de avaliação
3	Eliminar todas as combinações impossíveis
4	Comparar o grau de atratividade das combinações possíveis e agrupar aquelas que forem equivalentes, para criar níveis igualmente plausíveis de desempenho. Ordenar os níveis plausíveis por ordem decrescente de atratividade relativa
5	Elaborar uma descrição semântica para cada nível de desempenho, tão detalhada quanto necessário e tão objetiva quanto possível

Após a definição dos descritores, em cada um deles deverá ser definido um nível de desempenho que permita fixar pontuações e comparar a atratividade dos diferentes níveis. Bana e Costa et al. (2002) recomendam a definição de dois níveis de referência de valor intrínseco (“Bom” e “Neutro”) em cada descritor, por três motivos: (1) facilita significativamente a compreensão do critério, (2) permite determinar a atratividade intrínseca de cada alternativa, (3) permite o uso de procedimentos de atribuição de pesos válidos do ponto de vista teórico da aplicação de um modelo aditivo.

O nível “Bom” corresponde a um nível inquestionavelmente atraente, enquanto o nível “Neutro” corresponde a um nível que não é nem atraente nem repulsivo.

É necessário salientar que a estruturação é um processo recursivo, como se pode observar pela Figura 9. Por vezes a discussão sobre quais descritores utilizar revela novos interesses e preocupações, o que pode implicar a necessidade de reestruturar um critério ou mesmo todo o conjunto de critérios de avaliação (Bana e Costa & Beinat, 2005).

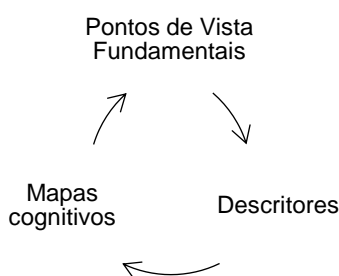


Figura 9. O processo cíclico de Estruturação (adaptado de Bana e Costa et al. (1999))

A definição de descritores de níveis plausíveis de desempenho é normalmente essencial para definir o significado dos critérios (ou PVF), para torná-los mais compreensíveis e para evitar ambiguidade (Bana e Costa et al., 1999).

3.3.2 Avaliação

Após a fase de Estruturação segue-se a fase de Avaliação. Esta fase inclui a construção de uma função de valor para cada um dos critérios de avaliação (pontos de vista fundamentais) e a ponderação dos mesmos.

3.3.2.1 Construção das funções de valor

A construção de funções de valor permite determinar o valor do desempenho das alternativas em cada um dos critérios considerando a sua atratividade parcial nesse critério.

O método MACBETH, por se tratar de uma técnica indireta e não numérica, permite ao decisor evitar a dificuldade de expressar os seus julgamentos diretamente e em números (Bana e Costa et al., 2008b). Utilizando esta abordagem uma função de valor é construída recorrendo a julgamentos qualitativos sobre diferenças de atratividade entre diferentes níveis de um descritor de desempenho. De forma mais detalhada, o procedimento consiste em pedir ao decisor que avalie qualitativamente a diferença de atratividade entre dois níveis de desempenho de cada vez, utilizando as seguintes categorias semânticas: nula, muito fraca, fraca, moderada, forte, muito forte ou extrema (Bana e Costa et al., 1999). Estes julgamentos são introduzidos numa matriz de julgamentos, recorrendo ao *software* M-MACBETH. À medida que estes vão sendo introduzidos o *software* verifica se estes são consistentes com os julgamentos introduzidos anteriormente. No caso de existirem inconsistências, o MACBETH identifica o número mínimo de julgamentos que necessita ser modificado para as eliminar, fornecendo também sugestões alternativas para essas modificações (Bana e Costa et al., 2011).

Segundo Bana e Costa et al. (2011), na abordagem MACBETH, os julgamentos qualitativos fornecidos pelo decisor são consistentes quando respeitam as 3 seguintes condições, sendo a_1 , a_2 , a_3 e a_4 níveis de um descritor e v a pontuação obtida na função de valor:

- Se a_1 é tão atraente como a_2 então $v(a_1) = v(a_2)$.
- Se a_1 é mais atraente do que a_2 então $v(a_1) > v(a_2)$.
- Se a diferença de atratividade entre a_1 e a_2 é maior do que a diferença de atratividade entre a_3 e a_4 então $v(a_1) - v(a_2) > v(a_3) - v(a_4)$.

Assim que todas as inconsistências estiverem resolvidas, através da matriz de julgamentos, o *software*, utilizando programação matemática (Bana e Costa et al., 2012b), propõe uma escala numérica que atribui pontuações aos diferentes níveis de desempenho de um descritor em relação aos níveis de referência “Bom” e “Neutro”, cujas pontuações são fixadas em, por exemplo, 100 e 0 respetivamente (Bana e Costa et al., 2008a). Desta forma, uma alternativa que possua, num determinado critério, um desempenho inferior ao nível de referência “Neutro” irá obter uma pontuação negativa nesse critério. Assim, pontuações positivas correspondem a desempenhos atraentes, e pontuações negativas correspondem a desempenhos não atraentes (Bana e Costa et al., 2012a).

A escala numérica baseada na matriz de julgamentos e fornecida pelo *software*, deve ser validada e para tal é solicitado ao decisor que a analise. Esta análise é feita em termos das proporções dos intervalos da escala obtidos, para garantir que o seu tamanho relativo corresponde corretamente aos julgamentos de valor expressos pelo decisor. Este procedimento poderá demonstrar a necessidade de fazer alguns ajustamentos na escala (Bana e Costa et al., 2008a). O M-MACBETH mostra (na escala) o intervalo dentro do qual a pontuação de cada alternativa pode ser alterada, mantendo fixas as restantes, de forma a assegurar que esses ajustamentos não desrespeitam relações de ordem entre julgamentos. (Bana e Costa et al., 2013).

Procedendo da maneira descrita acima é possível obter, com o auxílio do *software* M-MACBETH, uma função de valor para cada um dos critérios que permite quantificar a atratividade parcial dos respectivos níveis de desempenho (Bana e Costa et al., 1999).

3.3.2.2 Ponderação dos critérios

Ainda incluída na fase de Avaliação está a ponderação dos critérios de avaliação, que uma vez mais será feita utilizando a abordagem MACBETH pelo facto de esta permitir aos decisores expressar as suas preferências através de julgamentos qualitativos sobre diferenças de atratividade. Esta tarefa será realizada com o suporte do *software* M-MACBETH.

A obtenção dos coeficientes de ponderação permite a agregação dos valores parciais obtidos pelas alternativas em cada critério, com a finalidade de calcular o valor global de cada uma, através de um modelo aditivo simples (explicado na secção 2.7.1) (Bana e Costa et al., 1999).

O decisor terá de considerar uma alternativa fictícia para cada um dos critérios, que possui um desempenho correspondente ao nível de referência “bom” nesse critério e um desempenho “neutro” nos restantes critérios. Adicionalmente, também terá uma alternativa fictícia (“neutro em tudo”) com desempenhos ao nível “neutro” em todos os critérios. Depois o decisor terá de ordenar as alternativas fictícias por preferência decrescente.

Posteriormente, o decisor terá de preencher uma matriz de julgamentos, no *software*, onde constam as alternativas fictícias (em linha e em coluna) ordenadas por ordem decrescente de preferência, da esquerda para a direita (em coluna) e de cima para baixo (em linha).

Utilizando a escala semântica MACBETH (nula, muito fraca, fraca, moderada, forte, muito forte e extrema) o decisor deverá primeiramente julgar a diferença de atratividade entre cada uma das alternativas fictícias com a alternativa fictícia “neutro em tudo”, com a finalidade de preencher a coluna mais à direita da matriz de julgamentos de ponderação.

Posteriormente deverá ser pedido ao decisor para avaliar a diferença de atratividade entre duas alternativas fictícias de cada vez, de forma a preencher a primeira linha da matriz de julgamentos, e a diagonal imediatamente acima da diagonal principal da mesma matriz. Assim, o decisor deverá avaliar, por exemplo, a diferença de atratividade entre a alternativa fictícia “[C₁]” (com desempenho “bom” no critério C₁ e desempenho “neutro” no critério C₂, identificada pela linha contínua na Figura 10) com a alternativa fictícia “[C₂]” (com desempenho “bom” no critério C₂ e desempenho “neutro” no critério C₁, identificada pela linha a tracejado na Figura 10).

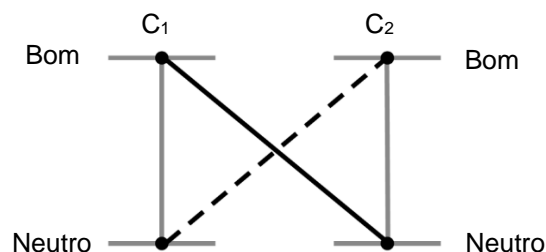


Figura 10. Diferença de atratividade entre duas alternativas fictícias (adaptado de Bana e Costa et al. (2008a))

Tal como acontece durante o processo para a obtenção das escalas de valor, durante o preenchimento desta matriz de julgamentos, o *software* verificará a sua consistência, procedendo da maneira descrita na secção 3.3.2.1 no caso de existirem inconsistências.

Assim que a matriz for preenchida e se verifique que esta é consistente, serão calculados os coeficientes de ponderação dos critérios de avaliação por programação linear (Bana e Costa et al., 2012b) e apresentados pelo *software* num histograma. O decisor deverá validar estes resultados, verificando se esses coeficientes representam de forma adequada os pesos relativos dos critérios.

Obtidas as pontuações das alternativas em cada critério, assim como os pesos de cada um, a pontuação global de cada alternativa é calculada de acordo com um modelo aditivo simples, procedendo como explicado na secção 2.7.1. Desta, forma é possível obter, através da aplicação do modelo, uma avaliação e ordenação das alternativas por ordem decrescente da sua atratividade global.

3.3.3 Teste

Após as fases de Estruturação e Avaliação do modelo procede-se à última fase desta abordagem em que se verifica a adequabilidade do modelo. Isto é fundamental para garantir que o modelo é *requisite*. Segundo Phillips (1984, pp. 29) um modelo de decisão *requisite* é “um modelo cuja forma e conteúdo são suficientes para resolver um problema particular. O modelo é construído através de um processo iterativo e de consulta entre o detentor do problema e especialistas (analistas da decisão). O processo da conceção do modelo utiliza a sensação de desconforto dos participantes em relação aos resultados atuais do modelo para o desenvolver ainda mais. As análises de sensibilidade facilitam o surgimento de novas intuições sobre o problema; quando novas intuições não surgem, o modelo é considerado *requisite*”.

3.3.3.1 Análises de sensibilidade e robustez

As análises de sensibilidade e robustez são essenciais para a validação do modelo e para a elaboração de recomendações em relação à atratividade das alternativas. Inclusivamente, o processo nunca deve ser concluído sem que a sensibilidade e robustez dos resultados do modelo sejam debatidas (Bana e Costa et al., 2002).

Para efetuar a análise de sensibilidade aos pesos dos critérios, irá ser utilizado o processo mais popular, que consiste em analisar as alterações que ocorrem na ordenação das alternativas quando se varia o peso de um determinado critério, mantendo as proporções entre os restantes critérios. Esta análise servirá para testar a estabilidade do modelo a aumentar a confiança dos intervenientes nos resultados obtidos.

O *software* M-MACBETH além de permitir efetuar análises de sensibilidade também permite fazer uma análise de robustez ao modelo, que pode ser utilizada para explorar a medida em que é possível tirar conclusões dadas diferentes quantidades de informação e diferentes graus de imprecisão ou incerteza relativamente aos parâmetros do modelo (i.e., relativamente aos pesos dos critérios e aos desempenhos e pontuações das alternativas).

Durante a análise de robustez podem ser efetuadas várias modificações na informação local (pontuações das alternativas) e/ou na informação global (ponderação dos critérios). As modificações podem ser introduzidas utilizando três tipos diferentes de informação, distinguidos pelo M-MACBETH (Bana e Costa et al., 2005) como:

- Ordinal: refere-se apenas à ordenação, excluindo, assim, qualquer informação relativa a diferenças de atratividade.
- MACBETH: inclui os julgamentos semânticos inseridos no modelo, não fazendo, no entanto, a distinção entre as várias escalas numéricas compatíveis com esses julgamentos.
- Cardinal: refere-se à escala numérica específica validada pelo decisor.

A análise de robustez é realmente também uma análise de sensibilidade que, no entanto, permite analisar variações de todos os parâmetros, ou seja, de todos os tipos de informação, do modelo em simultâneo. Tal possibilita verificar se, por exemplo, dentro das variações admissíveis, a alternativa que possui maior valor global permanece sempre melhor classificada em relação às outras.

Esta análise de robustez é feita com recurso à análise de dominâncias entre alternativas, comparando-as duas a duas. A dominância pode ser clássica ou aditiva. Uma alternativa x domina uma alternativa y se possui um melhor desempenho que y num ou mais critérios e um desempenho não inferior nos restantes. Uma alternativa x domina aditivamente uma alternativa y se, para uma variação pré-definida dos valores dos parâmetros, a diferença entre o valor global de x e y é sempre positiva (Bana e Costa et al., 2002).

Para analisar o efeito da informação cardinal nos resultados, o M-MACBETH permite que um grau de imprecisão seja associado a cada critério, como uma margem em torno das pontuações das alternativas (informação local). A mesma análise pode ser efetuada para explorar a medida em que é possível tirar conclusões, dados diferentes graus de imprecisão associados com os pesos dos critérios (informação global).

4 Estruturação do problema

4.1 Introdução

Este capítulo compreende a fase de investigação que visa um melhor entendimento do problema. Para tal, é feita a estruturação do problema a partir da construção de um mapa causal, aplicando a metodologia descrita na secção 3.2. Esta ferramenta é utilizada com frequência no apoio à decisão e corresponde a uma representação gráfica de conceitos e respetivas relações causa-efeito entre si obtidos através do discurso de um indivíduo, ou grupo de indivíduos, acerca de um determinado assunto.

4.2 Construção do mapa causal

De forma a perceber o que influenciou os responsáveis do departamento da Logística Física da Nestlé Portugal a detetar a necessidade de alterar o modelo logístico para a armazenagem e distribuição dos materiais POS foram realizadas entrevistas a membros intervenientes do processo. Numa primeira fase foram feitas entrevistas individuais a dois membros do departamento da Logística Física.

Com o objetivo de reunir informação qualitativa sobre o assunto, foi utilizado um método iterativo sendo inicialmente colocada a questão: “Porquê a necessidade de alterar o modelo logístico?”, seguida da questão “porquê” para cada resposta obtida a essa pergunta e assim sucessivamente. Também foram colocadas questões sobre “como” se poderia contribuir para alcançar um determinado objetivo (final ou intermédio). Perguntou-se por exemplo: “como se pode reduzir os custos de transporte?”, tendo os decisores respondido que estes custos poderiam ser reduzidos através da obtenção de economias de escala.

Procedeu-se de forma semelhante para perceber as razões para não alterar a situação atual, até o processo estar finalizado e os objetivos finais e intermédios definidos.

Posteriormente o mapa foi desenvolvido e aperfeiçoado através de entrevistas conjuntas para a obtenção de informação mais detalhada sobre o problema em questão, utilizando o processo iterativo descrito anteriormente. Finalmente, o mapa causal foi cuidadosamente analisado e validado pelos intervenientes, encontrando-se exposto na Figura 11. O mapeamento foi efetuado com recurso ao *software* Decision Explorer (Banxia Software Limited, 2002).

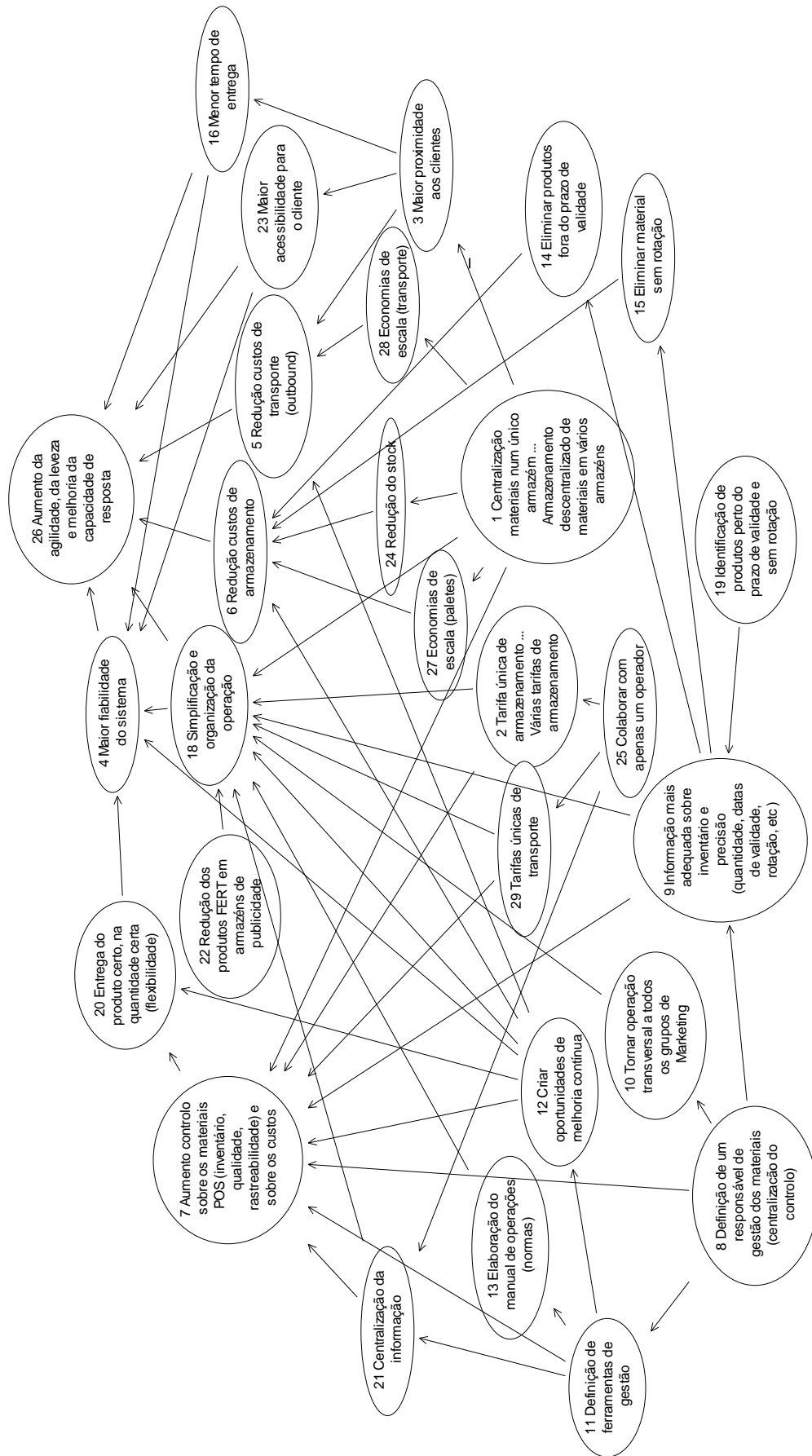


Figura 11. Mapa causal sobre os conceitos a considerar na alteração da política de armazenagem e distribuição dos materiais POS

4.3 Análise do mapa causal

Uma análise cuidada ao mapa causal da Figura 11 é necessária para auferir as razões que justificam a alteração da gestão e da operação de armazenagem e distribuição dos materiais POS, assim como os motivos que a objetam. Tal permite perceber o que é importante para os decisores e o que estes têm em conta para a tomada de decisão, ou seja, quais são os pontos de vista ou objetivos fundamentais. Permite também perceber quais são as ações que os decisores pretendem concretizar para atingir estes objetivos, ou seja, os objetivos meios.

Através da análise de algumas cadeias no mapa é possível entender as relações de influência entre conceitos, e quais são os meios que conduzem aos fins. Por exemplo, a obtenção de informação mais adequada sobre os materiais, permite eliminar produtos fora do prazo de validade e materiais sem rotação, o que pode conduzir a uma redução dos custos de armazenamento

Como estudado no capítulo 2, a centralização dos materiais num único armazém pode conduzir a uma diminuição do *stock* e, conseqüentemente, dos custos de armazenamento. A centralização permite ainda a obtenção de economias de escala no armazém, que reduzem também esses custos. Por exemplo, produtos armazenados anteriormente em várias paletes, nos vários armazéns, podem ser agregados numa só, reduzindo assim o número de paletes, o que resulta em menores custos de armazenamento (€/palete). Centralizar os materiais num só armazém facilita também a obtenção de economias de escala no transporte, ou seja, diferentes pedidos de diferentes categorias de negócio cujo destino de entrega seja o mesmo, podem ser combinados, reduzindo assim os custos de transporte (*outbound*).

Por outro lado, é possível perceber que a centralização do inventário contribui negativamente para a proximidade aos clientes, ou seja, o sistema descentralizado permite estar mais próximo dos clientes, por possuir mais armazéns em mais zonas do país, proporcionando um menor tempo de entrega, uma maior acessibilidade e menores custos de transporte (*outbound*).

Uma das alterações na gestão dos materiais POS pretendida pelos decisores é passar a trabalhar com apenas um operador logístico, definindo assim uma tarifa única de armazenamento e tarifas únicas de transporte, ao contrário da situação anterior, na qual se trabalhava com vários operadores, cada um com os seus preços. Tal permite um maior controlo sobre os custos e uma simplificação e organização da operação, uma vez que não é necessário conhecer e gerir várias tarifas.

A colaboração com apenas um operador facilita também a centralização da informação sobre os materiais, que passa a ser proveniente de apenas uma fonte, simplificando a operação e permitindo um maior controlo sobre os materiais. No entanto, essa centralização da informação apenas é possível se forem definidas ferramentas de gestão para esse efeito, por exemplo se for criado um portal *online* que permita obter informação sobre todos os produtos e facilite a sua requisição. A definição dessas ferramentas permitirá ainda a elaboração de um manual de operações e contribuirá para a criação de oportunidades de melhoria contínua. O manual de operações será partilhado com o operador logístico e com os clientes e terá como objetivo o estabelecimento de normas sobre todo o processo (onde está a informação, como proceder para colocar um pedido, as condições de entrega e devolução, etc.). A

criação de oportunidades de melhoria contínua permite aumentar a eficiência das operações e pode contribuir para a simplificação e organização da operação, para o aumento do controlo sobre os materiais e custos, para a redução dos custos de armazenamento e de transporte e para o aumento da fiabilidade e da flexibilidade do sistema.

Outro dos objetivos da operação é definir um responsável da gestão dos materiais POS que anteriormente, era feita por cada grupo de marketing das diferentes categorias de produtos. A definição do responsável pode conduzir a um maior controlo sobre os produtos, permite tornar a operação transversal a todos os grupos de marketing e facilita a definição de ferramentas de gestão e a obtenção de informação mais adequada sobre o inventário. Entende-se por informação adequada informação completa e atualizada.

Convém ainda salientar que o aumento do controlo sobre os produtos pode aumentar a flexibilidade do sistema, ou seja, facilitar a entrega do produto certo, na quantidade certa, por ser possível conhecer esta informação e rastrear os produtos. Tal contribui também para o aumento da fiabilidade, que corresponde à entrega da quantidade certa no tempo certo. A entrega nesse tempo certo é influenciada, por sua vez, não só pela diminuição do tempo de entrega e pelo aumento da acessibilidade para o cliente, como também pela criação de oportunidades de melhoria contínua e pela simplificação e organização da operação.

Todos estes objetivos meios e fins contribuem, por sua vez, para um objetivo estratégico que é a melhoria do trinómio das dimensões da logística (estudado na secção 2.2.1): o custo, o tempo e a qualidade de serviço. A tentativa de encontrar um equilíbrio entre estas 3 dimensões, através do aumento da agilidade e da leveza e da melhoria da capacidade de resposta, é o principal objetivo da Gestão Logística. É também o principal objetivo da alteração da operação de armazenagem e distribuição dos materiais POS.

Como referido no capítulo 2, o *software Decision Explorer* oferece diversas funcionalidades de análise. Para o mapa obtido, que apresenta uma estrutura meios-fins, considerou-se relevante realizar uma análise de *clusters* e uma análise dos conjuntos hierárquicos, de forma a também obter os conceitos nucleares (*“potent”*), ou seja, os objetivos-meios que influenciam um maior número de objetivos-fins.

Procedeu-se então a uma análise para identificar os *clusters* do mapa, ou seja, as principais áreas de preocupação. Foi possível perceber que neste caso existe apenas um *cluster*, o que significa que a solução mais eficaz consiste em abordar todos os aspetos identificados no mapa, e que não existem áreas que podem ser tratadas isoladamente.

Da análise do mapa é possível identificar os conceitos que surgem como objetivos finais, aqueles que se situam no topo do mapa, nomeadamente:

- Aumento controlo sobre os materiais POS (inventário, qualidade, rastreabilidade) e sobre os custos;
- Simplificação e organização da operação;

- Redução custos de armazenamento;
- Redução custos de transporte;
- Maior acessibilidade para o cliente;
- Menor tempo de entrega.

Apesar de os conceitos “entrega do produto certo, na quantidade certa (flexibilidade)”, “maior fiabilidade do sistema” e “aumento da agilidade, da leveza e melhoria da capacidade de resposta” aparecerem ainda mais acima na estrutura do mapa estes são considerados objetivos estratégicos da empresa, ou seja, aqueles que são influenciados por todas as decisões tomadas ao longo do tempo pelo decisor.

Realizou-se também uma análise de conjuntos hierárquicos utilizando o *Decision Explorer*. Para tal selecionou-se os conceitos mencionados acima como sendo os objetivos finais. Após esta análise, que agrupa os conceitos chave e os conceitos que o suportam, foi possível identificar quais os conceitos nucleares (ou “*potent*”), ou seja, aqueles que influenciam um maior número de objetivos.

Verificou-se que a centralização física do inventário influencia todos estes objetivos, alguns de forma positiva e outros de forma negativa, como é o caso da maior acessibilidade para o cliente e da redução dos custos de transporte, respetivamente. Existem 3 conceitos que influenciam 4 dos objetivos finais, nomeadamente a definição de um gestor de materiais, a definição de ferramentas de gestão e a criação de oportunidades de melhoria contínua. Desta forma, é possível concluir que estes são conceitos nucleares para o problema em estudo.

5 Desenvolvimento do modelo de avaliação

5.1 Introdução

O presente capítulo compreende a etapa da construção do modelo multicritério de avaliação, realizada em conjunto com dois responsáveis do departamento da Logística Física da Nestlé Portugal (os decisores). Este modelo permite medir a atratividade e comparar as soluções alternativas para a operação de armazenagem e distribuição dos materiais POS.

Na construção do modelo de avaliação utilizou-se a metodologia MACBETH, descrita na secção 3.3, e este foi implementado com o auxílio do *software* M-MACBETH. Descrevem-se de forma detalhada as três fases da construção do modelo multicritério: Estruturação, Avaliação e Teste.

5.2 Estruturação

A fase de estruturação do modelo incluiu a definição dos critérios de avaliação do modelo e dos respetivos descritores de desempenho, que permitem descrever os desempenhos das alternativas em cada um desses critérios.

5.2.1 Definição dos critérios

Para que uma alternativa seja considerada num modelo de avaliação tem que, por vezes, cumprir alguns limiares mínimos de admissibilidade que são definidos nos critérios de aceitação, caso contrário será rejeitada. Para o caso em estudo não foram definidos critérios de aceitação uma vez que se pretende comparar a situação atual com a situação anterior.

Tendo em conta a análise realizada ao mapa causal, definiram-se os critérios de avaliação do modelo. Os conceitos “custos de armazenamento” e custos de transporte”, foram englobados num só, no critério “custos”, uma vez que para a construção do modelo não é necessário analisá-los separadamente.

Concluiu-se que, apesar de surgir no mapa como um dos objetivos finais, o conceito “acessibilidade” não seria um critério de avaliação. A acessibilidade é na verdade a possibilidade concedida aos clientes de levantarem os materiais assim que necessitem, ou seja, com um tempo de entrega reduzido e com um custo de transporte nulo para a operação. A acessibilidade seria melhor quanto maior fosse o número de armazéns distribuídos pelo país. No entanto, seria um critério redundante, precisamente por ser uma combinação dos critérios “tempo de entrega” e “custos” (de transporte).

Através de uma análise mais aprofundada ao mapa e ao modelo detetou-se que os conceitos (e critérios) “controlo sobre materiais e custos” e “simplificação e organização” eram, em certos aspetos, redundantes, ou seja, iria estar a incorrer-se no erro de dupla contagem caso tivessem sido incluídos no modelo de avaliação. Após reflexão os decisores concluíram que o primeiro é relevante para a Nestlé, enquanto o último é relevante para o cliente e deve, portanto, ser analisado desse ponto de vista.

Os quatro critérios de avaliação do modelo foram estruturados na árvore de valor apresentada na Figura 12.

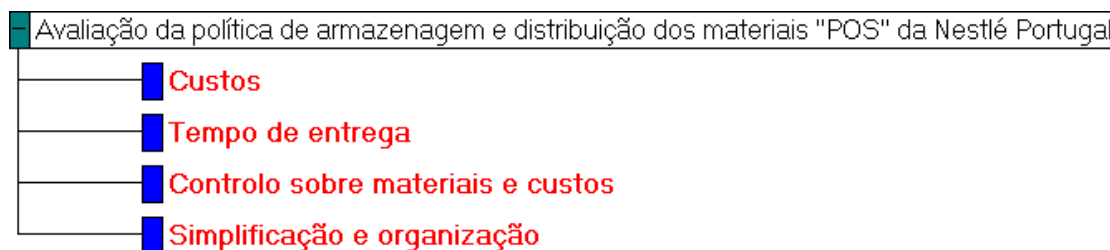


Figura 12. Árvore de valor do modelo de avaliação da política de armazenagem e distribuição dos materiais “POS” da Nestlé Portugal

Custos – A medida em que os custos de transporte e de armazenamento afetam a Nestlé

Tempo de entrega – A medida em que o tempo que decorre entre a colocação e receção do pedido por parte dos clientes afeta a Nestlé.

Controlo de materiais e custos – A medida em que a alternativa permite à Nestlé ter controlo sobre os materiais e os custos, sabendo exatamente quais são os materiais armazenados, as suas quantidades e condições e conhecendo os custos totais detalhadamente.

Simplificação e organização – A medida em que cada alternativa simplifica a operação para os clientes (internos e externos), permitindo-os aceder à informação e requisitar os materiais de forma fácil e rápida.

Salienta-se que estes critérios verificam as condições necessárias de independência preferencial.

5.2.2 Definição dos descritores de desempenho

Após a definição dos critérios de avaliação, de forma a torná-los operacionais, associou-se um descritor de desempenho a cada um deles. Os descritores são compostos por diferentes níveis de desempenho ordenados por ordem decrescente de atratividade.

Aos critérios “custos” e “tempo de entrega” foram associados diretamente os descritores, no entanto, para os critérios “controlo sobre materiais e custos” e “organização e simplificação” os descritores foram construídos, uma vez que avaliam várias características das alternativas. Para a construção desses descritores foi analisado o mapa causal de forma a perceber quais os conceitos que poderiam afetar o controlo sobre os materiais e custos e a simplificação e organização da operação. Após esta clarificação especificou-se quais as características a avaliar em cada um dos critérios, nas secções 5.2.2.3 e 5.2.2.4.

5.2.2.1 Custos

O descritor de desempenho associado ao critério “custos” contempla: os custos totais da operação, que resultam da soma dos custos de armazenamento e dos custos de transporte, em euros.

De modo a definir níveis de desempenho de referência deste descritor questionou-se os decisores sobre que valor corresponderia a um nível “Neutro”, um nível que não é atraente nem repulsivo, e qual

corresponderia a um nível “Bom”, que corresponde a um nível inquestionavelmente atraente, tanto para os custos de armazenamento como para os custos de transporte. As somas destes valores encontram-se resumidas na Tabela 2, e os níveis de referência “Bom” e “Neutro” do critério “custos” são apresentados na Tabela 3.

Tabela 2. Cálculo dos níveis de referência do critério de avaliação “custos” (em €)

	Bom	Neutro
Custos de armazenamento	6000	8000
Custos de transporte	3000	4000
Custos	9000	12000

Tabela 3. Níveis de referência (“Bom” e “Neutro”) do descritor de desempenho do critério “custos”

	Níveis de desempenho
Bom	9000 €
Neutro	12000 €

5.2.2.2 Tempo de entrega

O descritor de desempenho associado ao critério “tempo de entrega” descreve-se como o tempo médio (em horas) que decorre entre a realização do pedido e a entrega da encomenda ao cliente.

Os níveis de referência para este critério foram definidos utilizando o mesmo processo utilizado para o critério “custos” e estão expostos na Tabela 4.

Tabela 4. Níveis de referência (“Bom” e “Neutro”) do descritor de desempenho do critério “tempo de entrega”

	Níveis de desempenho
Bom	16 horas
Neutro	24 horas

5.2.2.3 Controlo sobre os materiais e custos

Como referido anteriormente, são várias as características das alternativas que contribuem para o desempenho das mesmas no critério “controlo sobre materiais e custos”. Estas são:

- O número de armazéns onde é mantido o inventário;
- O número de operadores logísticos contratados;
- A adequabilidade da informação sobre os materiais
- A existência de ferramentas de gestão;
- A transversalidade da operação.

Por se tratar de um descritor que compreende várias características, seria necessário definir um elevado número de níveis de desempenho, para contemplar todas as combinações possíveis entre elas. Optou-se então por fixar, nesta fase, apenas os níveis de referência “Bom” e “Neutro” que se apresentam na Tabela 5. Os desempenhos das alternativas neste critério serão mais tarde julgados por comparação direta dos perfis das alternativas com os dois níveis de referência enunciados.

Tabela 5. Níveis de referência (“Bom” e “Neutro”) do descritor de desempenho do critério “controlo sobre os materiais e custos”

Níveis de desempenho	
Bom	O inventário está centralizado num único local. É contratado apenas um operador logístico. A informação sobre os materiais é adequada, estão definidas ferramentas de gestão e a operação é transversal a todos os grupos de marketing.
Neutro	O inventário não está centralizado num único local, estando distribuído por três armazéns. São contratados dois operadores logísticos distintos. A informação sobre os materiais é adequada, estão definidas ferramentas de gestão e a operação é transversal a todos os grupos de marketing.

5.2.2.4 Simplificação e organização

Para construir o descritor de desempenho do critério “simplificação e organização” e facilitar a compreensão das características avaliadas neste critério utilizou-se o método descrito na Tabela 1, do capítulo 3. A Figura 13 permite perceber como foram obtidos, através deste método, os níveis de desempenho do critério de avaliação. Neste caso não existiam combinações impossíveis que fosse necessário eliminar.

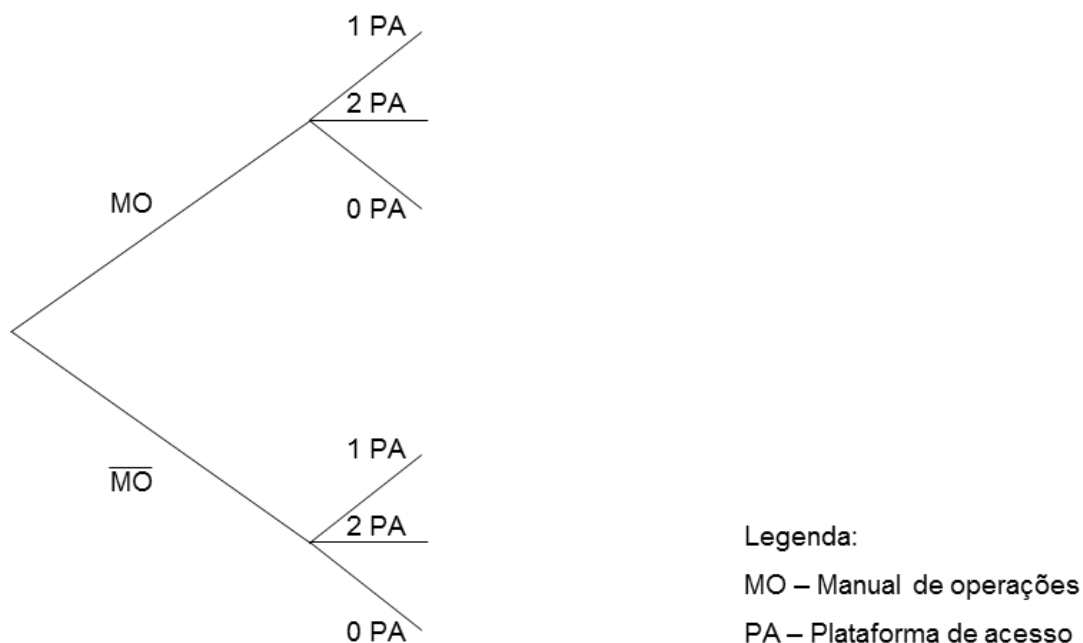


Figura 13. Construção do descritor de desempenho do critério “simplificação e organização”

Os níveis de desempenho encontram-se descritos e ordenados por ordem de preferência na Tabela 6. Note-se que estes níveis são os níveis considerados plausíveis pelo decisor, não sendo considerados níveis com mais do que duas plataformas de acesso.

Tabela 6. Descritor de desempenho do critério “simplificação e organização” e respetivos níveis de referência (“Bom” e “Neutro”)

Níveis de desempenho	
N1 = Bom	Está definido um manual de operações. Existe apenas uma plataforma de acesso com a informação sobre os materiais centralizada.
N2 = Neutro	Está definido um manual de operações. Existem duas plataformas de acesso, não estando a informação sobre os materiais centralizada.
N3	Não está definido um manual de operações. Existe apenas uma plataforma de acesso com a informação sobre os materiais centralizada.
N4	Não está definido um manual de operações. Existem duas plataformas de acesso, não estando a informação sobre os materiais centralizada.
N5	Está definido um manual de operações. Não existe uma plataforma de acesso.
N6	Não está definido um manual de operações. Não existe uma plataforma de acesso.

5.2.3 Descrição das alternativas

Para o problema em questão pretendeu-se avaliar diferentes alternativas, nomeadamente a situação anterior, a situação atual e também situações fictícias considerando diferentes graus de centralização.

A situação anterior correspondia a uma descentralização da armazenagem, estando esta dispersa por oito armazéns pelo país e estavam contratados quatro operadores logísticos distintos, como esquematizado na Figura 14.

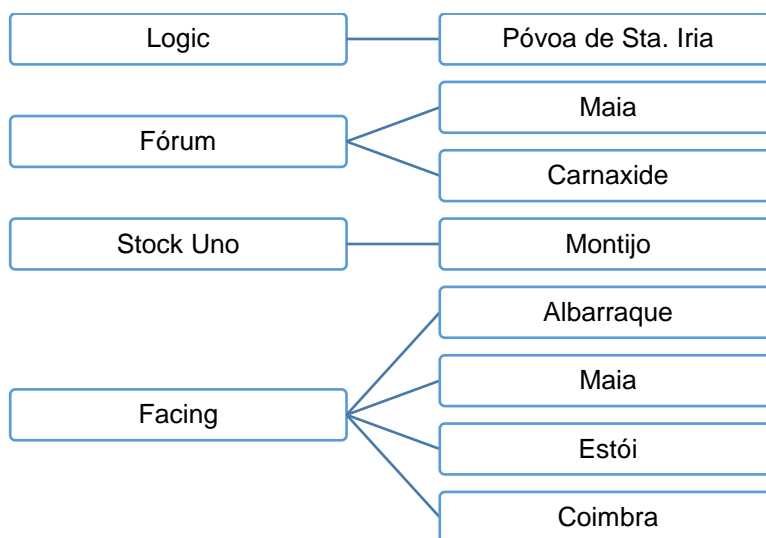


Figura 14. Armazéns e operadores logísticos da situação anterior

Não existia controlo sobre os produtos, existindo produtos fora do prazo de validade, danificados e sem rotação. Não eram conhecidas as quantidades armazenadas nem o estado dos materiais.

Em abril de 2015, eram mantidas em armazém cerca de 2300 paletes e estimou-se que a taxa de armazenamento mensal era 9 € por palete.

Ao detetar os problemas existentes, a Nestlé decidiu centralizar toda a operação de armazenagem e distribuição dos materiais POS num só armazém na zona de Lisboa, mais precisamente na Póvoa de Sta. Iria, passando a colaborar apenas com o operador Stock Uno. Decidiu ainda tornar a operação transversal a todos os grupos de marketing, definir ferramentas de gestão, criar um manual de operações e disponibilizar aos clientes uma plataforma de acesso à informação com a informação necessária e atualizada.

Após a centralização dos materiais e a eliminação daqueles fora do prazo de validade e sem rotação, passaram a existir em inventário uma média de 1050 paletes. A taxa de armazenamento mensal da Stock Uno são 6 € por palete.

Neste trabalho pretendeu-se também estudar outras alternativas fictícias que pudessem eventualmente proporcionar melhorias na operação de gestão dos materiais POS, considerando diferentes graus de centralização.

Na conceção das novas soluções os decisores optaram por não considerar qualquer alternativa que não incluísse um armazém na zona de Lisboa, uma vez que esta se trata da área com maior procura e central relativamente ao país. Não se considerou também a inclusão de mais do que um armazém no mesmo distrito, uma vez que desde o início que o objetivo era reduzir o número de armazéns pelas razões já enumeradas.

Pretendeu-se avaliar uma alternativa com dois armazéns, um em Lisboa, no mesmo local do armazém centralizado, e um no Porto, uma zona onde existe também uma elevada procura e onde poderá ser necessário manter *stock* de produtos. A Stock Uno possibilita a armazenamento dos produtos na zona do Porto, pelo que não é necessário trabalhar com outro operador diferente.

Foi também avaliada uma alternativa com três armazéns. Essa alternativa inclui, tal como a anterior, um armazém em Lisboa e outro no Porto, sendo nesta alternativa acrescido um armazém em Faro. No entanto, uma vez que a procura nesta área é sazonal, por se tratar de uma zona turística, considera-se apenas o armazenamento de produtos durante quatro meses: junho, julho, agosto e setembro. A sazonalidade faz com que o preço cobrado pela armazenagem de paletes por mês seja mais elevado (14 €) e que seja ainda cobrado o custo de transporte das paletes de e para Faro. Pelo facto de a Stock Uno não oferecer a possibilidade de armazenar produtos nesta zona do país, seria necessário trabalhar com um operador diferente, o que implica duas plataformas de acesso diferentes.

Para uma melhor compreensão do que foi explicado, as alternativas A1, A2, A3 e A4 estão descritas resumidamente na Tabela 7.

Tabela 7. Descrição das alternativas A1, A2, A3 e A4

Alternativa		Descrição
A1	Situação atual	<ul style="list-style-type: none"> • 1 armazém no distrito de Lisboa • 1 operador logístico • 1 plataforma de acesso • Informação sobre os materiais adequada • Operação transversal a todos os grupos de marketing • Definidas ferramentas de gestão • Criado manual de operações
A2	Situação anterior	<ul style="list-style-type: none"> • 8 armazéns distribuídos pelo país • 4 operadores logísticos • Não existia plataforma de acesso • Informação sobre os materiais não adequada • Operação não era transversal a todos os grupos de marketing • Não estavam definidas ferramentas de gestão • Não estava criado um manual de operações
A3	Situação fictícia	<ul style="list-style-type: none"> • 2 armazéns, nos distritos de Lisboa e Porto • 1 operador logístico • 1 plataforma de acesso • Informação sobre os materiais adequada • Operação transversal a todos os grupos de marketing • Definidas ferramentas de gestão • Criado manual de operações
A4	Situação fictícia	<ul style="list-style-type: none"> • 3 armazéns, nos distritos de Lisboa, Porto e Faro (4 meses) • 2 operadores logísticos • 2 plataformas de acesso • Informação sobre os materiais adequada • Operação transversal a todos os grupos de marketing • Definidas ferramentas de gestão • Criado manual de operações

Para a alternativa A2 os custos de armazenamento e os custos de transporte são os registados até à altura da alteração da operação. Não existem registos do tempo de entrega, no entanto este foi estimado tendo em conta que existiam 8 armazéns e era permitido aos clientes levantar os produtos quando necessitavam. Atualmente há sempre um período de preparação do pedido que corresponde, em média, a 12 horas.

Os custos e o tempo de entrega da alternativa A1 resultam do cálculo da média dos valores registados desde o mês de janeiro até ao mês de setembro de 2016, ou seja, depois da alteração da operação. Para as outras duas alternativas (A3 e A4) os custos de armazenamento, os custos de transporte e o tempo de entrega foram estimados em conjunto com os responsáveis da Nestlé tendo também em conta os dados observados desde o mês de janeiro até ao mês de setembro. De forma a estimar o número de paletes a manter em cada armazém, e assim calcular os custos de armazenamento, foram também utilizados os conceitos teóricos explicados no capítulo 2, sobre a centralização de inventário. Para o cálculo dos custos de transporte, que dependem apenas do peso do pedido e não da distância do transporte, foram tidos em conta os locais para onde foram enviados os produtos durante o período da amostra, de modo a perceber quais os pedidos que seriam satisfeitos pelo armazém no Porto (alternativas A3 e A4) e pelo armazém em Faro (alternativa A4) e os respetivos custos. Estimou-se também a percentagem de pedidos que são levantados no armazém, ou seja, que não possuem custos de envio. O tempo de entrega foi calculado de forma semelhante, ou seja, estudou-se quais os pedidos que seriam satisfeitos por cada um dos armazéns e a distância do armazém aos clientes. Foi tido em conta que se o cliente for levantar ao material o tempo de entrega é aproximadamente 12 horas (período de preparação).

Os desempenhos das alternativas nos quatro critérios encontram-se resumidos na Tabela 8 e foram posteriormente inseridos no *software* M-MACBETH. Os custos apresentados resultam da soma dos custos de armazenamento e dos custos de transporte, discriminados na Tabela 9.

Tabela 8. Desempenho das alternativas nos quatro critérios de avaliação.

	Tempo de entrega (horas)	Custos (€)	Controlo sobre os materiais e custos	Simplificação e organização
A1	30	11100	Inventário centralizado (1 armazém); 1 operador logístico; informação adequada; operação transversal a todos os grupos de marketing; definidas ferramentas de gestão; existe manual de operações	Está definido um manual de operações. Existe apenas uma plataforma de acesso com a informação sobre os materiais centralizada (N1)
A2	16	23500	Inventário descentralizado (8 armazéns); 4 operadores logísticos; informação não é adequada; operação não é transversal a todos os grupos de marketing; não estão definidas ferramentas de gestão; não existe manual de operações	Não está definido um manual de operações. Não existe uma plataforma de acesso (N6)
A3	23	11700	Inventário descentralizado (2 armazéns); 1 operador logístico; informação adequada; operação transversal a todos os grupos de marketing; definidas ferramentas de gestão; existe manual de operações	Está definido um manual de operações. Existe apenas uma plataforma de acesso com a informação sobre os materiais centralizada (N1)
A4	22	12800	Inventário descentralizado (3 armazéns); 2 operadores logísticos; informação adequada; operação transversal a todos os grupos de marketing; definidas ferramentas de gestão; existe manual de operações	Está definido um manual de operações. Existem duas plataformas de acesso, não estando a informação sobre os materiais centralizada (N2)

Tabela 9. Custos de armazenamento e de transporte das alternativas.

	Custos de armazenamento (€)	Custos de transporte (€)
A1	6300	4800
A2	20600	2900
A3	7800	3900
A4	9300	3500

Salienta-se que, como explicado no capítulo 2, o melhor grau de centralização, i.e., aquele que implica menores custos, depende da magnitude relativa dos custos de transporte e dos custos de inventário, existindo um *trade-off* entre eles. Para as alternativas estudadas os custos de armazenamento diminuem com o aumento do grau de centralização, devido à diminuição da quantidade armazenada. Por outro lado, os custos de transporte aumentam se o grau de centralização for maior. Tal acontece uma vez que, apesar de as tarifas de distribuição dependerem apenas do peso e não da distância, existe a possibilidade de os clientes levantarem os produtos no próprio armazém, não existindo custos de transporte nestes casos. Como se pode observar para as alternativas estudadas os custos de armazenamento têm uma magnitude superior aos custos de transporte, e por isso os custos totais são menores quanto maior for o grau de centralização do inventário.

5.3 Avaliação

A fase de avaliação incluiu a associação de uma função de valor a cada um dos descritores de desempenho dos quatro critérios de avaliação do modelo e a ponderação desses critérios.

5.3.1 Construção das funções de valor

De modo a obter o valor do desempenho das alternativas em cada um dos critérios, considerando a atratividade parcial nesse critério, foram construídas funções de valor, recorrendo à abordagem MACBETH.

Pediu-se aos decisores que fornecessem juízos qualitativos sobre a diferença de atratividade entre cada dois níveis ordenados de desempenho de cada critério, recorrendo à escala semântica MACBETH. Essa escala é constituída por sete categorias: nula, muito fraca, fraca, moderada, forte, muito forte ou extrema.

5.3.1.1 Custos

De forma a obter a função de valor do critério “custos”, através dos julgamentos dos decisores, foi necessário julgar a diferença de atratividade entre outros níveis de desempenho, além dos níveis de referência. Esses níveis foram definidos utilizando intervalos equidistantes aos mesmos.

Foi então pedido aos decisores que julgassem a diferença de atratividade entre os níveis de desempenho definidos. Por exemplo, questionou-se os decisores sobre a diferença de atratividade entre o nível de desempenho “7500” e o nível de desempenho “9000”, tendo estes considerado essa diferença “moderada”.

Estas questões sobre a diferença de atratividade repetiram-se entre cada dois níveis de desempenho. Os julgamentos foram introduzidos numa matriz (apresentada na Figura 15) recorrendo ao *software* M-MACBETH.

	7500	9000	10500	12000	13500	15000	Escala actual	
7500	nula	moderada	forte	mt. forte	mfort-extr	extrema	150	extrema
9000		nula	moderada	forte	mt. forte	mfort-extr	100	mt. forte
10500			nula	moderada	forte	mt. forte	50	forte
12000				nula	moderada	forte	0	moderada
13500					nula	moderada	-50	fraca
15000						nula	-100	mt. fraca
								nula

Julgamentos consistentes

Figura 15. Matriz de julgamentos para o critério “custos”

Após verificar que não existiam inconsistências na matriz, o *software* propôs uma escala numérica que atribuiu pontuações aos diferentes níveis de desempenho do descritor em relação aos níveis de referência “Bom” e “Neutro”, cujas pontuações foram fixadas em 100 e 0 respetivamente.

Não foi necessário ajustar a escala uma vez que os decisores consideraram que as proporções dos intervalos obtidos correspondiam corretamente aos julgamentos de valor expressos. Esta foi então validada pelos decisores e está apresentada na Figura 16.

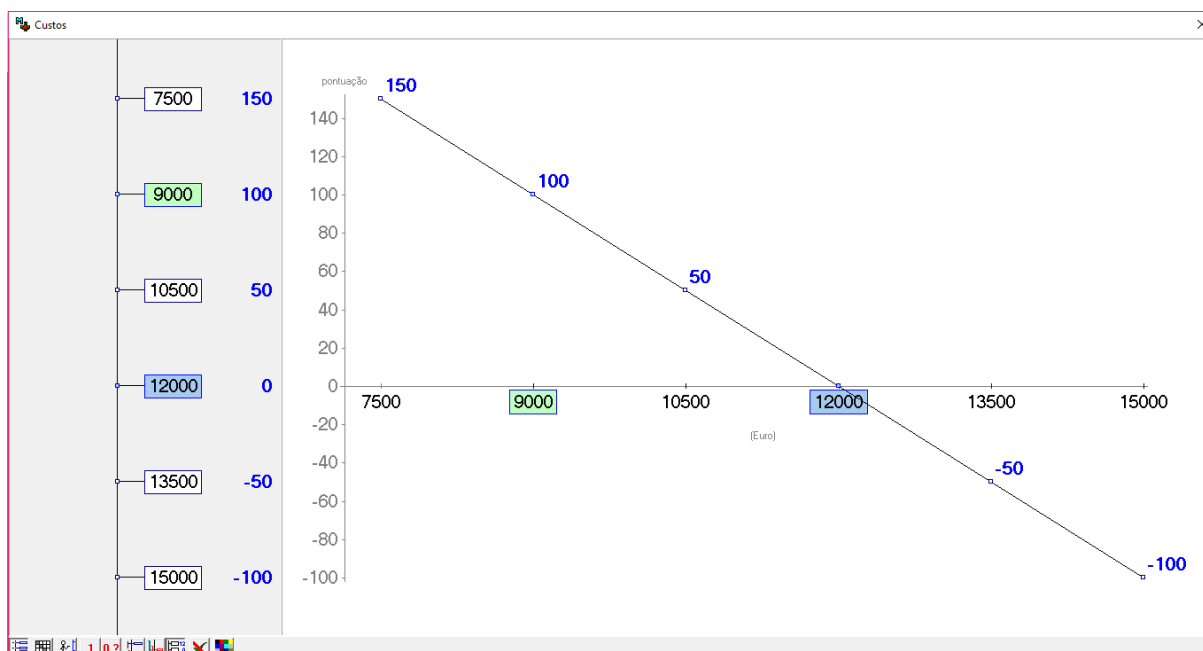


Figura 16. Escala e função de valor do critério “custos”

Note-se que a função obtida é linear, uma vez que os decisores consideraram que a diferença de atratividade entre os intervalos equidistantes era idêntica. Se tal não se verificasse poderia ser necessário definir mais níveis de desempenho e obter mais julgamentos sobre a diferença de atratividade.

5.3.1.2 Tempo de entrega

Tal como para o critério “custos”, de forma a obter a função de valor do critério “tempo de entrega” foi necessário definir outros níveis de desempenho além dos níveis de referência, utilizando intervalos equidistantes. Para preencher a matriz de julgamentos, exposta na Figura 17, procedeu-se de forma análoga à descrita na secção anterior.



Figura 17. Matriz de julgamento para o critério “tempo de entrega”

Para esta escala também não foram necessários ajustes e esta foi validada pelos decisores e está apresentada na Figura 18.

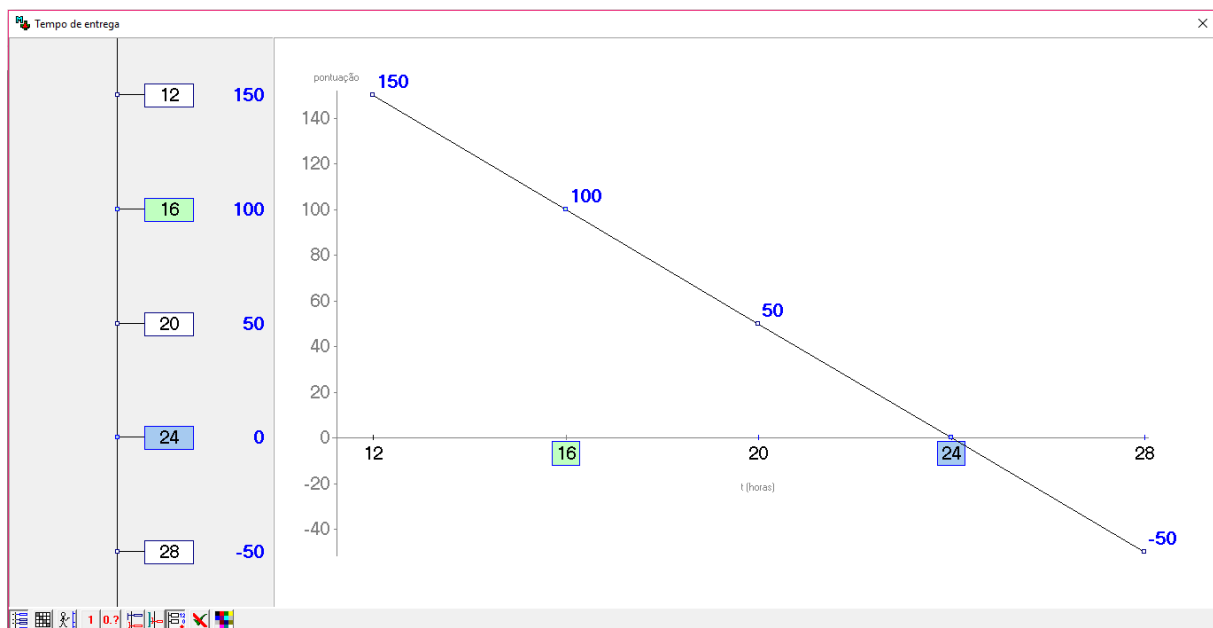


Figura 18. Escala e função de valor do critério “tempo de entrega”

5.3.1.3 Controlo sobre materiais e custos

Como referido na secção 5.2.2.3, para o critério “controlo sobre materiais e custos” pediu-se aos decisores que julgassem a diferença de atratividade entre os dois níveis de referência “Bom” e “Neutro” e os perfis de desempenho das quatro alternativas, após os ordenarem por nível de preferência. Com o objetivo de auxiliar os decisores a visualizar essa diferença de atratividade recorreu-se à esquematização dos perfis das alternativas, como mostra a Figura 19.

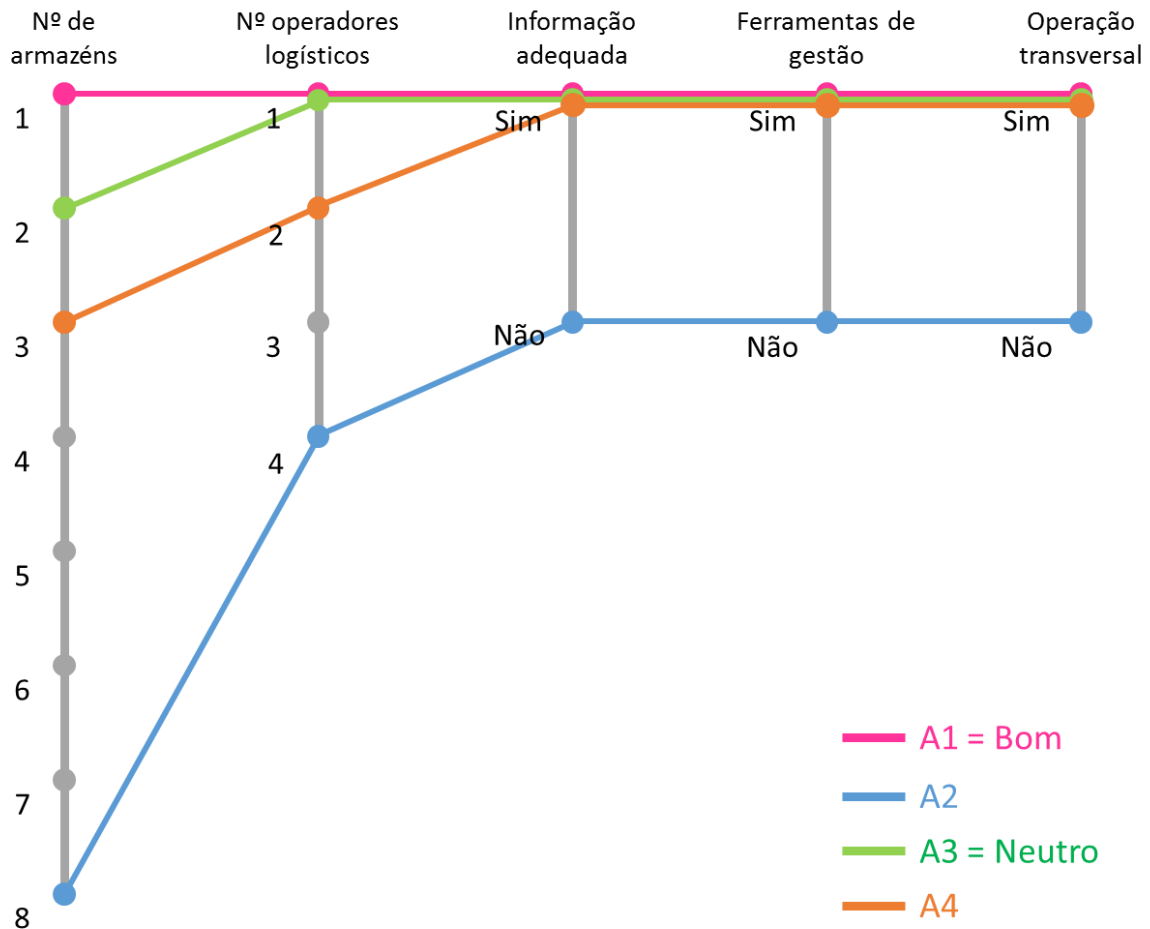


Figura 19. Perfis das alternativas A1, A2, A3 e A4 no critério de avaliação “controlo sobre materiais e custos”

Os julgamentos foram inseridos na matriz (Figura 20) e o *software*, após verificar que estes eram consistentes, gerou uma escala de valores. Foram efetuados os ajustes necessários para que proporções dos intervalos da escala obtidos correspondessem corretamente aos julgamentos de valor expressos, esta foi validada pelos decisores e está apresentada na Figura 21.

	Bom	A1	A3	Neutro	A4	A2	Escala actual	
Bom	nula	nula	fraca	mt. forte	mt. forte	extrema	100	extrema
A1	nula	nula	fraca	mt. forte	mt. forte	extrema	100	mt. forte
A3			nula	forte	forte	extrema	70	forte
Neutro				nula	nula	extrema	0	moderada
A4				nula	nula	extrema	0	fraca
A2						nula	-150	mt. fraca
Julgamentos consistentes								

Figura 20. Matriz de julgamentos do critério “controlo sobre materiais e custos”

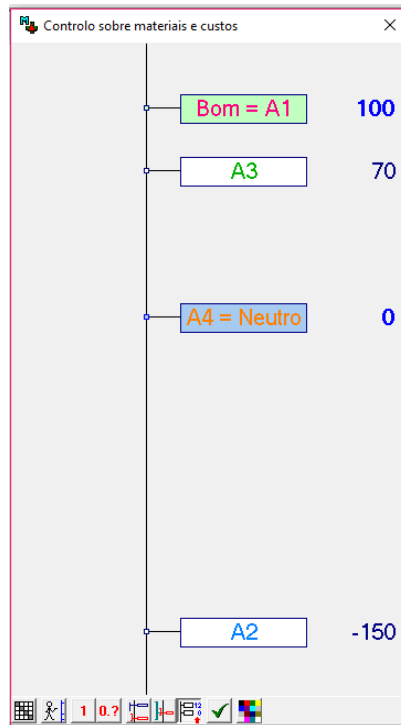


Figura 21. Escala de valor do critério “controlo sobre materiais e custos”

5.3.1.4 Simplificação e organização

Para o critério de avaliação “simplificação e organização” foi julgada, pelos decisores, a diferença de atratividade entre os níveis plausíveis de desempenho e os níveis de referência “Bom” e “Neutro”.

Foi seguido o mesmo procedimento descrito nas secções anteriores, para os restantes critérios de avaliação, obtendo-se a matriz de julgamentos e a escala de valores expostas nas Figuras 22 e 23, respetivamente. Foi necessário realizar alguns ajustes à escala proposta pelo M-MACBETH para que esta fosse finalmente validada pelos decisores.

	N1	N2	N3	N4	N5	N6	Escala actual		
N1	nula	fort-mfort	mt. forte	mfort-extr	extrema	extrema	100	extrema	
N2		nula	mt. fraca	mt. forte	mfort-extr	extrema	0	mt. forte	
N3			nula	mt. forte	mfort-extr	extrema	-20	forte	
N4				nula	mt. forte	extrema	-150	moderada	
N5					nula	mfort-extr	-260	fraca	
N6						nula	-400	mt. fraca	
Julgamentos consistentes									nula

Figura 22. Matriz de julgamentos do critério “simplificação e organização”

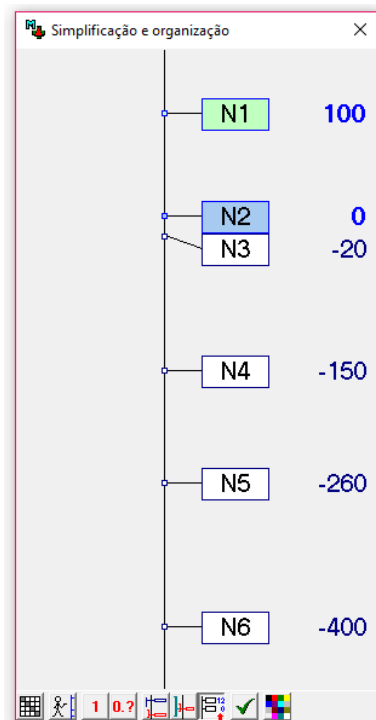


Figura 23. Escala de valor do critério “simplificação e organização”

5.3.2 Ponderação dos critérios

Os pesos dos critérios de avaliação permitem a agregação dos valores parciais obtidos por uma alternativa nos quatro critérios de avaliação, resultando numa medida de valor global através do modelo aditivo simples. Esta foi feita, uma vez mais, recorrendo ao método MACBETH.

Inicialmente, de forma a ordenar os critérios de avaliação por ordem de preferência dos respetivos intervalos definidos pelos níveis de referência “Neutro” e “Bom”, pediu-se aos decisores que considerassem uma alternativa fictícia para cada um dos critérios, com um desempenho correspondente ao nível de referência “Bom” nesse critério e um desempenho “Neutro” nos restantes critérios. Adicionalmente, pediu-se que considerassem uma alternativa fictícia (“Neutro em tudo”) com desempenhos ao nível “Neutro” em todos os critérios. De seguida, os decisores ordenaram as alternativas fictícias por preferência decrescente.

As alternativas fictícias foram colocadas por essa ordem na matriz de julgamentos de ponderação do *software* M-MACBETH e foi pedido aos decisores que julgassem, utilizando a escala semântica MACBETH, a diferença de atratividade entre cada uma das alternativas fictícias com a alternativa fictícia “Neutro em tudo”, com a finalidade de preencher a coluna mais à direita da matriz.

Posteriormente pediu-se aos decisores que avaliassem a diferença de atratividade entre duas alternativas fictícias de cada vez, de forma a preencher as restantes células da parte superior da matriz de julgamentos. Os decisores avaliaram, por exemplo, a diferença de atratividade entre a alternativa fictícia “[CT]” (com desempenho “Bom” no critério “custos” e desempenho “Neutro” no critério “simplificação e organização”) com a alternativa fictícia “[SO]” (com desempenho “Bom” no critério “simplificação e organização” e desempenho “Neutro” no critério “custos”), considerando-a “forte”. A matriz preenchida está exposta na Figura 24.

	[CT]	[SO]	[CTR]	[TE]	[Neutro em tudo]	Escala actual	
[CT]	nula	forte	forte	mt. forte	mt. forte	45	extrema
[SO]		nula	fraca	forte	forte	25	mt. forte
[CTR]			nula	mod-fort	forte	20	forte
[TE]				nula	moderada	10	moderada
[Neutro em tudo]					nula	0	fraca
							mt. fraca
							nula

Julgamentos consistentes

Figura 24. Matriz de julgamentos de ponderação dos critérios

Após verificar a consistência dos julgamentos, o *software* calculou os coeficientes de ponderação dos critérios e apresentou-os num histograma, como mostra a Figura 25. Os decisores fizeram alguns ajustes necessários para que os coeficientes representassem de forma adequada a importância relativa dos intervalos “Neutro” a “Bom” definidos nos diversos critérios e validaram estes resultados.

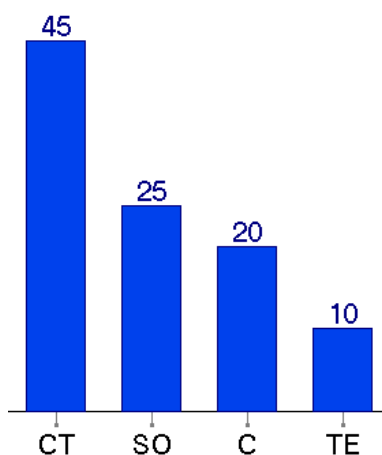


Figura 25. Pesos dos critérios de avaliação do modelo

5.4 Análise dos resultados

Após a construção das funções de valor para cada um dos critérios de avaliação e a ponderação dos mesmos, o M-MACBETH calculou, através da aplicação do modelo aditivo, como descrito na secção 2.7.1, os valores globais das alternativas A1, A2, A3 e A4, apresentados na Figura 26 (ver coluna “Global”).

Opções	Global	CT	TE	CTR	SO
[Bom em tudo]	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
A1	51.00	30.00	-75.00	100.00	100.00
A3	44.75	10.00	12.50	70.00	100.00
[Neutro em tudo]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A4	-9.50	-26.67	25.00	0.00	0.00
A2	-292.50	-383.33	100.00	-150.00	-400.00
Pesos :		0.4500	0.1000	0.2000	0.2500

Figura 26. Tabela de pontuações das alternativas

5.4.1 Perfis das alternativas

O M-MACBETH permite analisar os perfis das alternativas e visualizar as pontuações parciais obtidas em cada critério, ponderadas ou não. Desta forma é possível verificar quais são os critérios que mais contribuem para a pontuação global obtida para uma dada alternativa.

É possível analisar o perfil ponderado das pontuações da alternativa A1 na Figura 27.

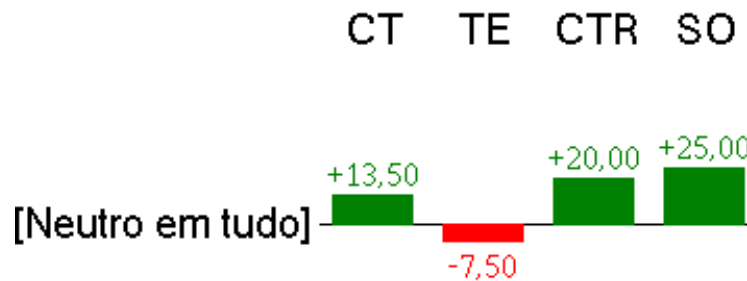


Figura 27. Perfil ponderado da alternativa A1

Desta análise podemos concluir que a pontuação global obtida por esta alternativa (A1), a mais elevada das quatro alternativas, é influenciada pelos desempenhos positivos obtidos nos critérios “custos”, “controlo e sobre materiais e custos” e “simplificação e organização”. Já o desempenho no critério “tempo de entrega” é o único que contribui negativamente para a pontuação global desta alternativa, uma vez que é inferior ao nível de referência “Neutro”.

Nas Figuras 28, 29 e 30 é possível visualizar os perfis ponderados das pontuações das alternativas A2, A3 e A4, respetivamente.

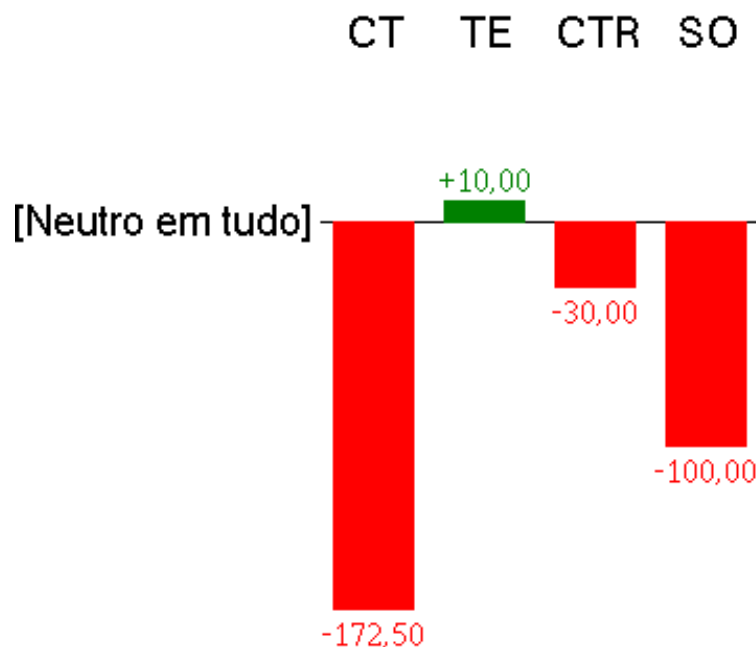


Figura 28. Perfil ponderado da alternativa A2

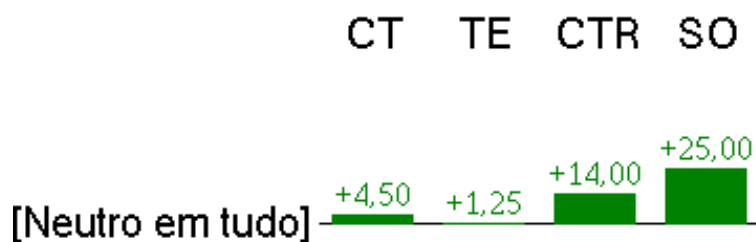


Figura 29. Perfil ponderado da alternativa A3

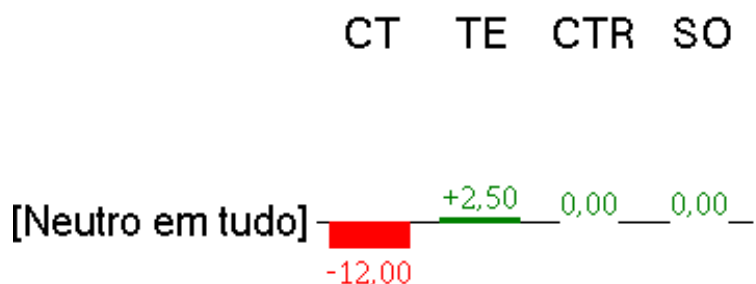


Figura 30. Perfil ponderado da alternativa A4

5.4.2 Perfis de diferenças

O M-MACBETH permite também comparar as diferenças de pontuações obtidas pelas alternativas, duas a duas. Essa diferença pode ser ponderada ou não.

Salienta-se que a diferença de pontuações obtida pela alternativa A1, que representa a situação atual, e a alternativa A2, que representa a situação anterior, é de 343,5 pontos, como se verifica no perfil de diferenças da Figura 31.

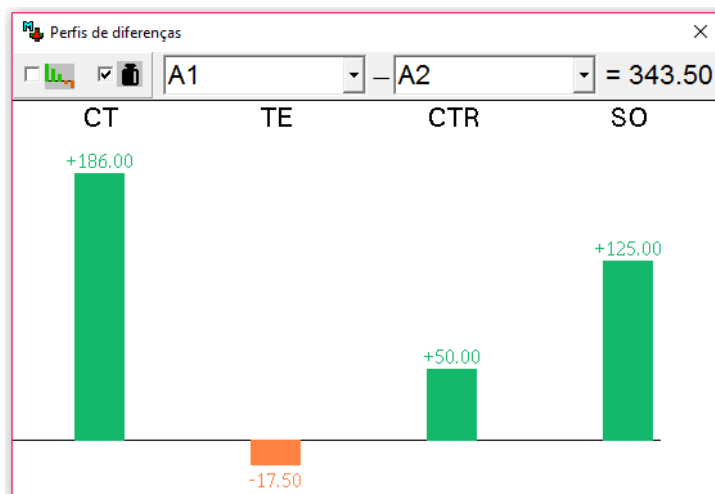


Figura 31. Perfil de diferenças ponderado das alternativas A1 e A2

Por se tratar de uma diferença de pontuação tão significativa, que corresponde a mais do triplo da diferença entre uma alternativa que tivesse um desempenho “Bom” em todos os critérios e outra que tivesse um desempenho “Neutro” em todos os critérios, é possível perceber que a alteração da operação de armazenagem e distribuição dos materiais POS se revelou bastante vantajosa para a Nestlé. Com exceção do critério “tempo de entrega”, cujo valor médio aumentou com a centralização

do inventário, em todos os restantes critérios o valor da alternativa A1 revela-se muito superior ao da alternativa A2. A centralização dos materiais num só armazém e a eliminação de materiais fora de prazo ou sem rotação influenciaram bastante a redução dos custos de armazenamento que, apesar dos custos de transporte terem aumentado, contribuiu para a grande diminuição dos custos totais. As mudanças na própria gestão da operação, como a transversalidade atual da mesma, a criação de ferramentas de gestão, a diminuição do número de operadores logísticos contratados, etc., contribuíram para a melhoria no desempenho do critério “controlo sobre materiais e custos”. Já a disponibilização de uma plataforma de acesso para os clientes e a criação de um manual de operações contribuíram para a melhoria no desempenho do critério “simplificação e organização”.

Verifica-se também que as pontuações globais das alternativas A1, a atual, e A3 são bastante próximas, como se pode observar no perfil de diferenças ponderado da Figura 32. Por isso a análise dos resultados e a fase de testes incidem principalmente sobre estas duas alternativas.

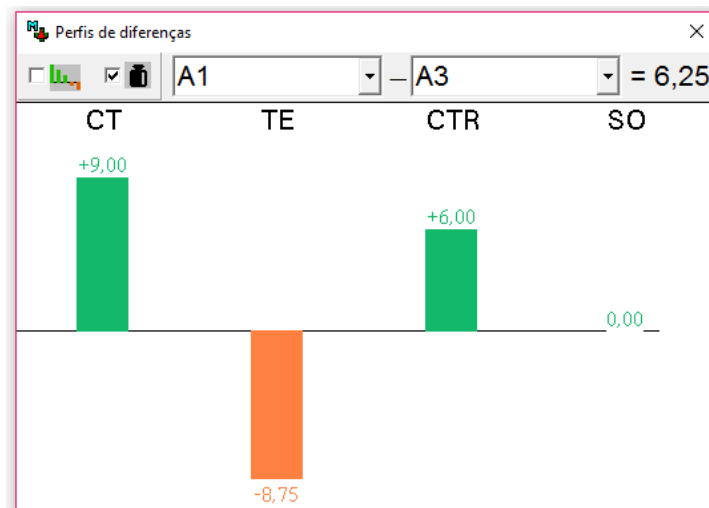


Figura 32. Perfil de diferenças ponderado das alternativas A1 e A3

Na Figura 32 pode verificar-se que a alternativa A1 obteve um maior valor no critério “custos (CT)”, em relação à alternativa A3 (+9 pontos), uma vez que a redução dos custos de armazenamento, observada em A1, supera o aumento dos custos de transporte. Esses 9 pontos correspondem a uma diferença de custos de 600 €/mês. A1 apresenta também um maior valor no critério “controlo sobre materiais e custos (CTR)” (+6 pontos), que corresponde à diferença no controlo ao armazenar os materiais apenas num armazém (A1) ou em dois (A3). Ambas as alternativas possuem um valor correspondente ao nível de referência “Bom” no critério “simplificação e organização (SO)”. A alternativa A3 apresenta, no entanto, melhor valor no critério de avaliação “tempo de entrega (TE)” (-8,75 pontos), o que corresponde a uma diferença de 7 horas no tempo médio que decorre desde que é feito o pedido pelo cliente até que este recebe a encomenda.

Pretendeu-se então analisar como poderia a alternativa A3 tornar-se pelo menos tão atraente como a alternativa A1. Para isso seria necessário que a pontuação global da alternativa A3 aumentasse 6,25 unidades.

A diferença no controlo entre as alternativas, referida acima, está inerente ao grau de centralização, pelo que seria difícil alterá-la. Se os materiais estiverem armazenados em dois locais, um em Lisboa e outro no Porto, como acontece na alternativa A3, o controlo que os responsáveis da Nestlé poderão possuir sobre os materiais é menor do que na alternativa em que os materiais estão centralizados apenas num armazém. Um dos motivos para tal acontecer é o facto de o controlo sobre os materiais exigir visitas aos armazéns para verificar o estado dos materiais, as condições em que são mantidos e distribuídos, efetuar reuniões com os responsáveis desses armazéns, etc. A distribuição dos materiais por dois armazéns, além de implicar um aumento da quantidade armazenada, também exige que a tarefa seja feita em dois locais, diminuindo a regularidade da mesma em cada um deles e, por uma questão de localização geográfica da Nestlé, esta tarefa é ainda menos frequente no armazém situado no Porto, existindo um controlo menor sobre esses materiais.

Por estas razões a melhoria da alternativa A3 teria que ser principalmente ao nível dos custos da operação. Foi então necessário calcular quanto correspondiam 6,25 pontos em euros, tendo em conta que a diferença entre os níveis “Bom” (100 pontos) e “Neutro” (0 pontos) corresponde a 3000 € /mês e o critério “custos” tem um peso de 45%. O cálculo de x , esse valor que se pretende obter, foi feito através da equação 2.

$$x = \frac{(12000 - 9000) \times 6,25}{\frac{100 - 0}{0,45}} = 416,7 \text{ €/mês} \quad (2)$$

Então, se os custos da alternativa A3 fossem em média 11283,3 €/mês, esta seria tão atraente como a alternativa A1. Esta redução de custos não é muito significativa e por isso poderia ser facilmente atingida com algumas melhorias. Por exemplo, poderia identificar-se os materiais com menor rotação para que fossem armazenados apenas no armazém de Lisboa. Isto permitiria reduzir os custos de armazenamento e o impacto no aumento dos custos de transporte não seria significativo por serem materiais distribuídos com pouca frequência.

Adicionalmente, uma previsão mais precisa da procura poderia levar a uma diminuição do *stock* de segurança necessário para a satisfazer, implicando menores custos de armazenamento. Esta redução de custos de armazenamento pode revelar-se mais significativa na alternativa A3 do que na alternativa A1 pelo facto de a primeira incluir o custo de *stock* de segurança em dois armazéns e, como explicado no capítulo 2.4.4, quanto maior for o grau de centralização menor é o *stock* de segurança necessário. O aumento da precisão da previsão da procura está associado à nova política de gestão dos materiais estudada neste trabalho, pelo facto da gestão ser feita transversalmente e pela existência de um maior controlo. A precisão tenderá a aumentar com o tempo, visto ainda estar numa fase de implementação, no entanto, esta pode ser ainda melhorada através da realização de estudos e análises mais frequentes, juntamente com os responsáveis dos grupos de marketing de cada categoria de negócio, que permitam saber mais precisamente o que vão necessitar, quando e onde.

A redução dos custos de armazenamento também pode ser atingida através da eliminação de artigos em armazém. O controlo agora existente e a criação de registos sobre os materiais permitirão aos responsáveis da Nestlé perceber se os materiais armazenados são realmente necessários e em

que quantidades. Por exemplo, se estiver armazenado um dado tipo de material de publicidade (um *stand* promocional ou prateleiras) para cada uma das categorias de negócio existentes, poderá ser estudado se é realmente necessário armazenar aquela quantidade ou se o material pode ser partilhado pelos grupos de marketing dessas categorias de negócio e assim reduzir a quantidade em armazém.

Na alternativa A3, apesar do valor no critério “tempo de entrega (TE)” ser superior ao nível “Neutro”, se o tempo de entrega fosse ainda menor esta poderia obter uma pontuação superior. Calculou-se, através da equação 3, quantas horas (y) de tempo médio de entrega deveriam ser reduzidas para que a alternativa A3 obtivesse a mesma pontuação que a alternativa A1. Tal aconteceria se o tempo médio de entrega decrescesse 5 horas, ou seja, se fosse em média 18 horas. Para qualquer tempo inferior a esse a alternativa A3 seria a preferida.

$$y = \frac{(24 - 16) \times 6,25}{\frac{100 - 0}{0,10}} = 5 \text{ horas} \quad (3)$$

A redução do tempo de entrega para o caso em análise seria difícil de atingir uma vez que dependeria de negociações com os operadores logísticos para que eles gerissem a preparação e a distribuição dos materiais de modo a diminuir esse tempo. A solução para a redução do tempo de entrega poderia passar por uma diferente estratégia de *picking*, que fosse mais rápida, por uma agilização da gestão documental ou outras ações que diminuíssem o tempo de preparação do pedido. O aumento da frequência do transporte poderia também diminuir o tempo médio de entrega. No entanto, volta-se a salientar que estas soluções dependeriam de negociações com os operadores logísticos se a Nestlé pretendesse fazer estas exigências.

Por outro lado, também poderiam ser aplicadas melhorias à alternativa atual (A1), para que esta se tornasse ainda mais atraente, nomeadamente no tempo médio de entrega através das ações mencionadas acima. O tempo de entrega de A1 corresponde atualmente a 30 horas, no entanto se este fosse pelo menos correspondente a um nível de desempenho “Neutro” (24 horas) a pontuação global de A1 subiria 7,5 unidades.

A redução dos custos poderia também aumentar a atratividade de A1. Os custos de armazenamento poderiam ser reduzidos através das mesmas ações sugeridas para alternativa A3, no entanto, como mencionado, com menos impacto. Porém os custos de transporte podem também ser reduzidos, e estes com maior impacto na alternativa A1. Esta redução pode ocorrer se os pedidos forem agregados, ou seja, se forem estudadas as encomendas dos clientes de modo a juntar pedidos que são entregues na mesma zona, obtendo assim economias de escala e reduzindo o custo por quilograma. Por outro lado, a implementação desta política poderia significar um aumento do tempo médio de entrega, associado à necessidade de agregar pedidos, pelo que esta teria que ser detalhadamente estudada.

Finalmente, acrescenta-se que a alternativa A4, que considera a existência de um armazém em Lisboa, um no Porto e um em Faro (durante 4 meses), e na qual são contratados dois operadores logísticos, não é atraente, tendo obtido uma pontuação negativa. Como é possível observar no perfil de diferenças da Figura 33, quando comparada com a alternativa A3, o único critério no qual A4 possui um desempenho superior é no critério “tempo de entrega”. No entanto, essa superioridade é muito

reduzida, sendo apenas de -1,25 pontos (que correspondem a menos 1 hora no tempo médio entrega) para compensar a ampla inferioridade nos restantes critérios.

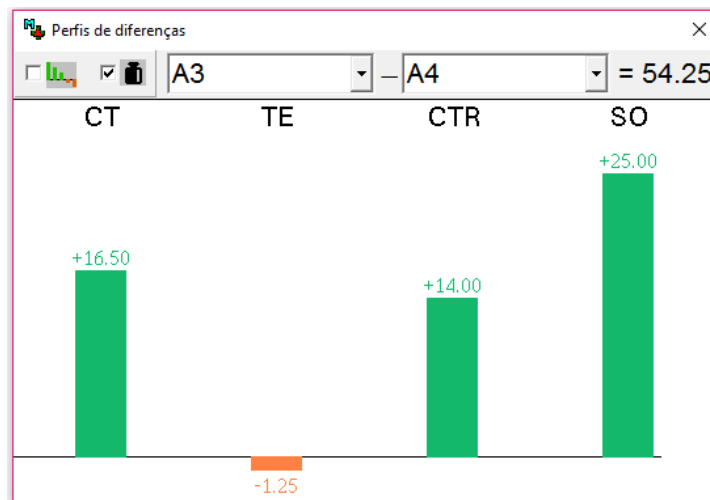


Figura 33. Perfil de diferenças ponderado das alternativas A3 e A4

5.4.3 Valor multicritério vs custo

É possível analisar, recorrendo ao M-MACBETH, o valor multicritério obtido por cada alternativa *versus* o custo dessa alternativa, através de um gráfico XY, como o da Figura 34.

Este gráfico contém no eixo das abcissas o custo de cada alternativa e no eixo das ordenadas o valor da pontuação obtido pelas alternativas nos critérios “tempo de entrega”, “controlo sobre materiais e custos” e “simplificação e organização”.

O peso do critério “custos” (45%) foi redistribuído proporcionalmente pelos restantes critérios, tendo o peso do critério “simplificação e organização” passado para 45,46%, o do critério “controlo sobre materiais e custos” para 36,36% e o do critério “tempo de entrega” para 18,18%.

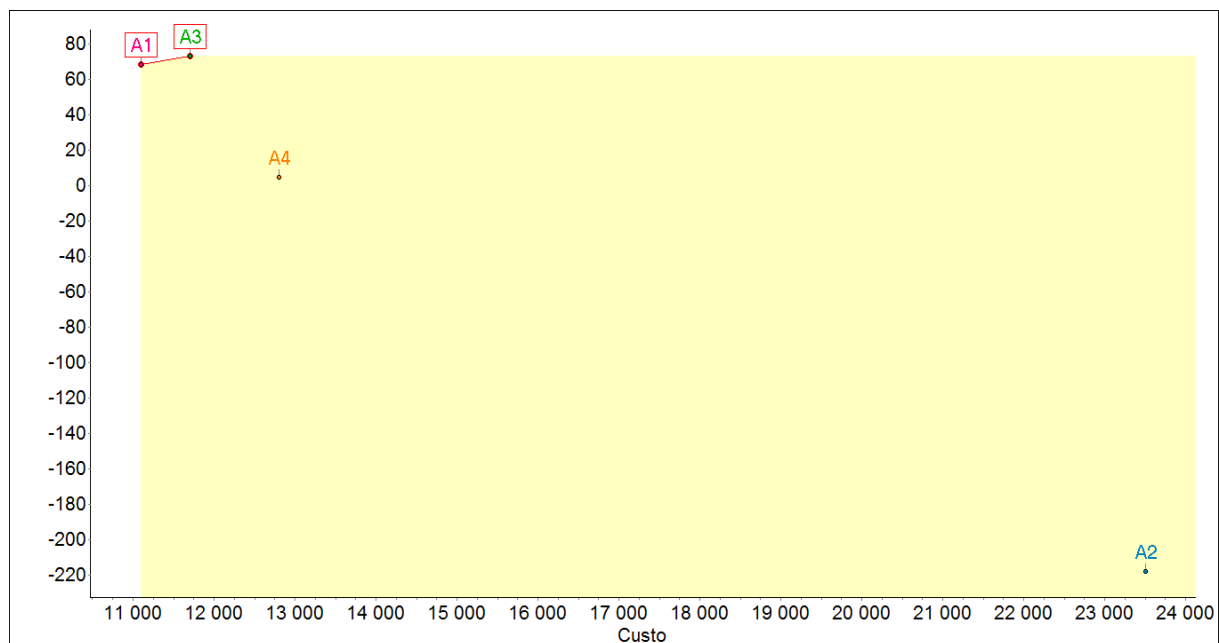


Figura 34. Gráfico XY

No gráfico da Figura 34 foi traçada a fronteira eficiente, constituída pelas alternativas eficientes A1 e A3. As demais alternativas (A2 e A4) são dominadas e por isso não devem ser selecionadas.

A alternativa A1 obteve uma pontuação global igual a 68,19 e tem um custo de 11100 €, enquanto a alternativa A3 obteve uma pontuação igual a 73,18 e tem um custo de 11700 €. Desta forma conclui-se que um aumento de 4,99 pontos no benefício está associado a um aumento de 600 € no custo e que melhorar uma unidade de valor no desempenho entre A1 e A3 corresponde a um custo de 120,2 € (a), calculado através da equação 4.

$$a = \frac{11700 - 11100}{73,18 - 68,19} = 120,2 \text{ €/unidade} \quad (4)$$

Foi então necessário perceber se os decisores estariam dispostos a pagar esta quantia por cada unidade de valor. Para tal, questionou-se quanto estariam dispostos a pagar para passar do nível “Neutro” (24 h) para o nível “Bom” (16 h) no critério “tempo de entrega”. Estes responderam que estariam dispostos a pagar aproximadamente 1000 €. Uma vez que o critério “tempo de entrega” tem um peso de 18,18%, passar do nível “Neutro” (0 pontos) para o nível “Bom” (100 pontos) nesse critério significaria um aumento da pontuação global de 18,18 pontos. Calculou-se, através da equação 5, quanto estariam dispostos os decisores a pagar pela melhoria de uma unidade no valor global (b).

$$b = \frac{1000}{(100 - 0) \times 0,1818} = 55,0 \text{ €/unidade} \quad (5)$$

Desta forma conclui-se que os decisores não estariam dispostos a pagar os 120,2 € necessários por unidade de valor, o que reforça a preferência da alternativa A1, que é a alternativa eficiente de menor custo.

5.5 Teste

A última fase do processo de construção de um modelo de multicritério de avaliação corresponde à fase de Teste, na qual se efetuaram análises de sensibilidade e robustez ao modelo contemplando as pontuações e pesos referidos na Figura 26. Analisou-se também como se altera a pontuação de uma determinada alternativa quando se considera o melhor ou pior cenário do seu desempenho num dos critérios de avaliação.

5.5.1 Análise de sensibilidade

Recorrendo ao *software* M-MACBETH, efetuou-se uma análise de sensibilidade ao modelo, que permitiu observar como se altera a ordenação global das alternativas quando se varia o peso de cada critério individualmente, mantendo as relações de proporcionalidade entre os pesos dos outros critérios.

Na Figura 35 apresenta-se a análise de sensibilidade à variação do peso do critério “custos”. Numa análise de sensibilidade no eixo das abcissas está definido, em percentagem, o peso do critério em análise. O eixo das ordenadas corresponde à pontuação global de cada alternativa, que se altera quando o peso do critério varia de 0% a 100%. A área branca limitada pelas linhas verdes a tracejado representa o intervalo dentro do qual o peso do critério pode ser alterado, mantendo fixos os pesos dos restantes, de modo a que não sejam desrespeitadas relações de ordem entre julgamentos.

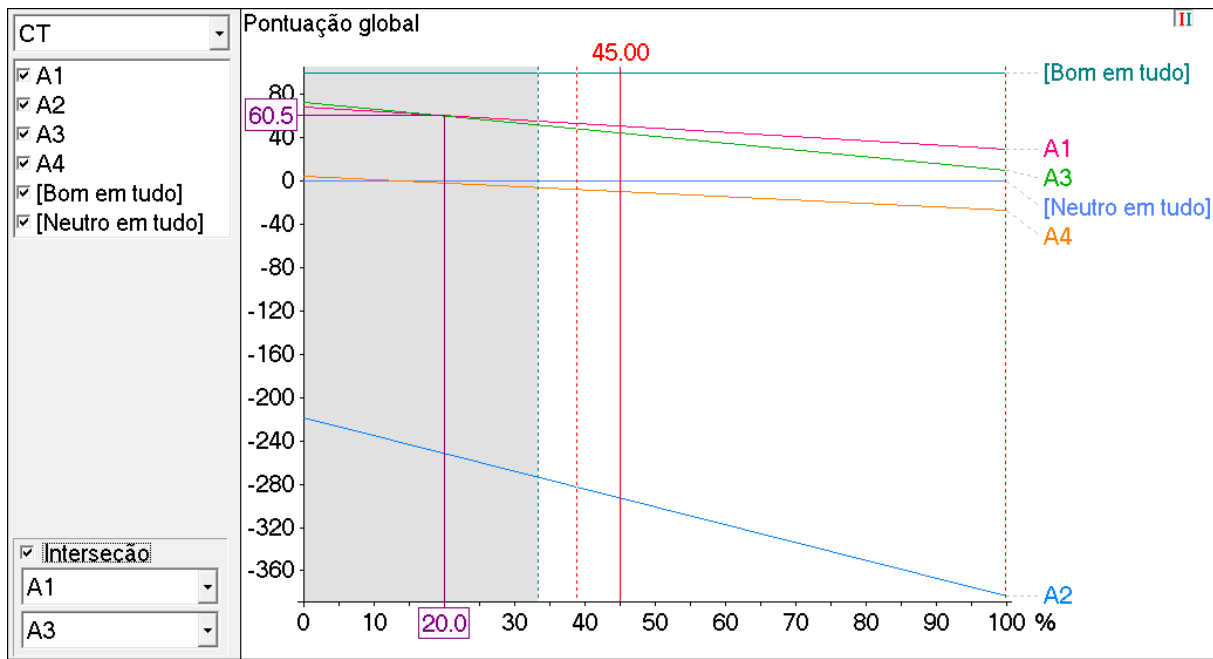


Figura 35. Análise de sensibilidade ao peso do critério “custos”

Verifica-se que para o critério “custos”, aquele que tem um peso maior (45%), o ponto de interseção entre as funções da atratividade das alternativas A1 e A3 ocorre quando o peso do critério é igual a 20%. Se o peso deste critério fosse inferior a 20% a alternativa preferida passaria a ser a A3, e não A1. No entanto, essa variação do peso não está abrangida no intervalo possível de variação do peso do critério.

Na Figura 36 expõe-se a análise de sensibilidade à variação do peso do critério “tempo de entrega”.

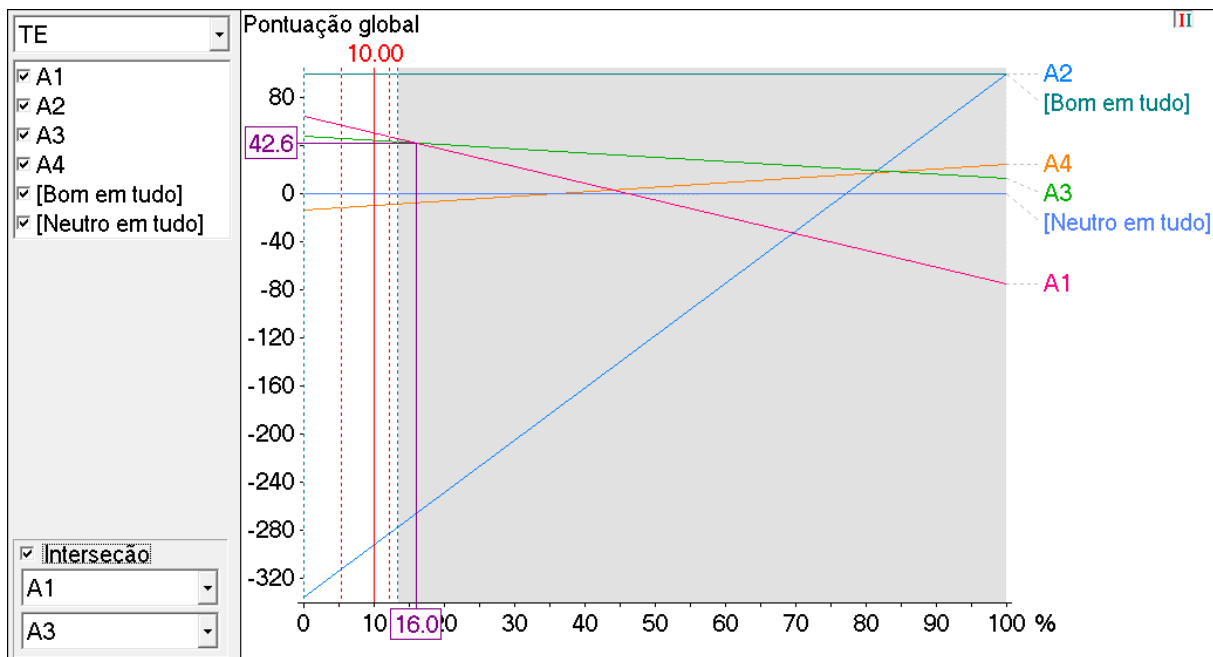


Figura 36. Análise de sensibilidade ao peso do critério “tempo de entrega”

O critério “tempo de entrega” é aquele que tem um peso menor (10%). No entanto, na Figura 36 é possível observar que subir o peso desse critério 6% levaria as alternativas A1 e A3 a ter o mesmo

valor global, sendo que para um peso superior a 16% a alternativa preferida passaria a ser A3 em vez de A1. Essa variação também não está incluída no intervalo dentro do qual o peso do critério pode ser alterado, mantendo fixos os pesos dos restantes, de modo a que não sejam desrespeitadas relações de ordem entre julgamentos.

Durante esta análise de sensibilidade os decisores reforçaram a ideia que o passar do nível “Neutro” para o nível “Bom” no critério “tempo de entrega” das alternativas é de facto menos relevante do que o fazer nos restantes critérios. Por isso, consideraram que os resultados refletiam corretamente as suas preferências.

Através das análises de sensibilidade verifica-se que qualquer que seja a alteração ao peso dos diversos critérios a alternativa A4 nunca é a que apresenta o maior valor global.

5.5.2 Análise de robustez

Foi também realizada uma análise de robustez ao modelo, considerada importante para a análise dos resultados, uma vez que permite perceber a medida em que é possível tirar conclusões sobre a ordenação das alternativas, dadas diferentes quantidades de informação e diferentes graus de imprecisão ou incerteza relativamente aos parâmetros do modelo.

A existência de pontuações globais aproximadas entre as alternativas A1 e A3, e o facto de os desempenhos das alternativas se basearem em estimativas reforçam a importância de realizar esta análise.

Como explicado no capítulo 3, a análise de robustez é uma funcionalidade do *M-MACBETH*, que permite realizar diversas modificações na informação local (pontuações das alternativas) e na informação global (ponderação dos critérios). Podem ser introduzidas modificações utilizando três tipos distintos de informação: ordinal, cardinal e MACBETH. A informação ordinal refere-se à ordenação tanto dos níveis dos descritores de desempenho dos critérios (inf. local), como dos critérios entre si (inf. global). A informação MACBETH consiste nos juízos de diferenças de atratividade inseridos nas matrizes MACBETH para a construção das funções de valor dos critérios (inf. local) e os juízos sobre as diferenças de atratividade entre os intervalos neutro-bom dos diversos critérios (inf. global). A informação cardinal refere-se às escalas numéricas validadas pelos decisores relativamente aos intervalos entre as pontuações das alternativas nos critérios (inf. local) e dos pesos dos critérios (inf. global).

Esta análise permite identificar dois tipos de dominância entre alternativas distintos ou ainda a ausência de dominância, situações representadas pelos símbolos apresentados na Figura 37.

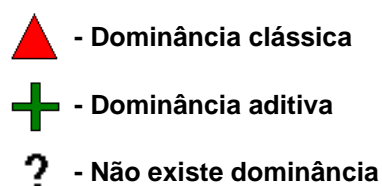


Figura 37. Símbolos utilizados na análise de robustez

O triângulo vermelho simboliza uma dominância clássica, que corresponde à situação em que uma alternativa x não é pior que uma alternativa y em nenhum dos critérios e x é melhor que y em pelo menos um critério. O sinal de adição verde simboliza uma dominância aditiva, que ocorre quando uma alternativa x é sempre melhor do que outra alternativa y , para uma variação pré-definida dos parâmetros do modelo aditivo. O ponto de interrogação significa que não existe dominância, ou seja, nenhuma das alternativas domina a outra.

Na Figura 38 verifica-se que, sem qualquer alteração na informação, a alternativa A3 domina a alternativa “Neutro em tudo” (no sentido clássico de dominância). Tal acontece, pois, o desempenho da alternativa A3 é positivo em todos critérios, ou seja, é sempre superior ao desempenho da alternativa “Neutro em tudo”. Verifica-se também que a alternativa “Bom em tudo” domina as restantes alternativas, o que significa que não há nenhuma alternativa que possua, em qualquer critério, um desempenho com uma pontuação superior a 100.

☰	[Bom em tudo]	A1	A3	[Neutro em tudo]	A4	A2
[Bom em tudo]	=	▲	▲	▲	▲	▲
A1		=	+	+	+	+
A3			=	▲	+	+
[Neutro em tudo]				=	+	+
A4					=	+
A2						=

Informação local				Informação global		
	ordinal	MACBETH	cardinal	ordinal	MACBETH	cardinal
CT	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> ±0%	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> ±0%
TE	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> ±0%			
CTR	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> ±0%			
SO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> ±0%			

Figura 38. Análise ao modelo sem alteração na informação

Efetuuou-se uma análise de robustez ao modelo, considerando uma variação de $\pm 5\%$ na informação cardinal e verificou-se que neste caso não existe dominância entre as alternativas A1 e A3, como mostra a Figura 39.

☰	[Bom em tudo]	A3	A1	[Neutro em tudo]	A4	A2
[Bom em tudo]	=	▲	▲	▲	▲	▲
A3		=	?	▲	+	+
A1		?	=	+	+	+
[Neutro em tudo]				=	+	+
A4					=	+
A2						=

Informação local				Informação global		
	ordinal	MACBETH	cardinal	ordinal	MACBETH	cardinal
CT	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> ±5%	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> ±5%
TE	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> ±5%			
CTR	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> ±5%			
SO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> ±5%			

-14.93 , 0.62

Figura 39. Análise de robustez ao modelo considerando todos os tipos de informação e com variação de $\pm 5\%$ na informação cardinal

É possível verificar, no retângulo amarelo no canto inferior direito da Figura 39, que o valor máximo da diferença entre as pontuações globais das alternativas é -14,93 e o valor mínimo é 0,62. Uma vez que um dos valores é negativo e o outro positivo nenhuma das alternativas domina a outra. No entanto, conclui-se que até uma variação de $\pm 4\%$ nesta informação é robusto dizer-se que A1 domina aditivamente A3, ou seja, o valor máximo e o valor mínimo da diferença entre as pontuações das alternativas são positivos.

Se alteramos a informação local e global, para que esteja disponível apenas a informação ordinal e MACBETH, como mostra a Figura 40, também se verifica que A3 não é dominada por A1, nem vice-versa, e que A4 não é dominada pela alternativa fictícia “Neutro em tudo”, nem vice-versa. Tal acontece devido à ausência de informação referente às escalas numéricas validadas pelos decisores, que afeta principalmente a dominância aditiva entre as alternativas cuja diferença entre as pontuações globais é menor, como ocorre nestes casos.

☒	[Bom em tudo]	A3	A1	A4	[Neutro em tudo]	A2
[Bom em tudo]	=	▲	▲	▲	▲	▲
A3		=	?	+	▲	+
A1		?	=	+	+	+
A4				=	?	+
[Neutro em tudo]				?	=	+
A2						=

Informação local			Informação global		
	ordinal	MACBETH	ordinal	MACBETH	cardinal
CT	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> $\pm 0\%$
TE	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> $\pm 0\%$
CTR	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> $\pm 0\%$
SO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> $\pm 0\%$

Figura 40. Análise de robustez ao modelo considerando apenas a informação ordinal e MACBETH (local e global)

Pretendeu-se depois estudar como se alteravam estes resultados se fosse associada uma imprecisão aos custos das alternativas, dado que estes correspondem meramente a estimativas. Os decisores admitiram que os custos podem variar em ± 300 €/mês para alternativas cujos custos foram calculados através dos dados observados (A1 e A2) e ± 600 €/mês para as alternativas fictícias (A3 e A4), cujos custos foram estimados a partir da alternativa A1 e com base nos conceitos teóricos sobre a centralização de inventário. Na Tabela 10 estão expostos os intervalos entre os quais os custos de cada alternativa podem variar.

Tabela 10. Intervalos de imprecisão nos custos das alternativas

Alternativa	Valor mínimo (€)	Valor estimado (€)	Valor máximo (€)
A1	10800	11100	11400
A2	23200	23500	23800
A3	11100	11700	12300
A4	12200	12800	13400

Na análise de robustez exposta na Figura 41 verifica-se que, associando esta imprecisão ao desempenho das alternativas no critério “custos”, não existe dominância entre as alternativas A1 e A3. Ao admitir que A3 poderá apresentar um custo menor e A1 um custo maior, A1 não domina aditivamente A3 nem vice-versa, não sendo possível identificar qual das alternativas é globalmente mais atraente.

	[Bom em tudo]	A1	A3	[Neutro em tudo]	A4	A2
[Bom em tudo]	=	▲	▲	▲	▲	▲
A1		=	?	+	+	+
A3		?	=	+	+	+
[Neutro em tudo]				=	+	+
A4					=	+
A2						=

Informação local				Informação global		
	ordinal	MACBETH	cardinal	ordinal	MACBETH	cardinal
CT	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> ±0%	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> ±0%
TE	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> ±0%	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> ±0%
CTR	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> ±0%	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> ±0%
SO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> ±0%	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> ±0%

-7.25 , 19.75 ±↑ Diff

Figura 41. Análise de robustez ao modelo quando se associa uma imprecisão aos custos das alternativas

A incerteza nos valores dos custos dificulta a identificação da alternativa preferida. O mesmo não acontece quando é associada uma imprecisão apenas ao desempenho das alternativas no critério “tempo de entrega”. Associando uma variação de $\pm 1,5$ h a A1, ± 2 horas a A2 e ± 3 horas a A3 e A4 não ocorre nenhuma alteração na dominância entre alternativas, mantendo-se a janela igual à da Figura 38. Na Tabela 11 estão apresentados os intervalos entre os quais os decisores admitem que o tempo médio de entrega das alternativas pode variar.

Tabela 11. Intervalos de imprecisão no tempo médio de entrega das alternativas

Alternativa	Valor mínimo (h)	Valor estimado (h)	Valor máximo (h)
A1	28,5	30	31,5
A2	14	16	18
A3	20	23	26
A4	19	22	25

5.5.3 Análise de cenários

Como descrito na secção anterior, os decisores consideram que os custos e o tempo de entrega estimados para as alternativas podem variar dentro de um dado intervalo. Por isso, considerou-se fundamental analisar como se altera a pontuação das alternativas tendo em conta diferentes cenários nos quais os desempenhos nesses critérios variam.

Cenário 1. Os decisores consideram que, no pior dos cenários para A1, o custo desta alternativa poderá ser 11400 €/mês. Se tal acontecesse o perfil de diferenças ponderado das alternativas A1 e A3 seria o apresentado na Figura 42. Como se verifica, a diferença entre o valor global das alternativas seria apenas 1,75 e não 6,25 como observado anteriormente na Figura 32, o que dificultaria ainda mais a identificação da alternativa preferida.

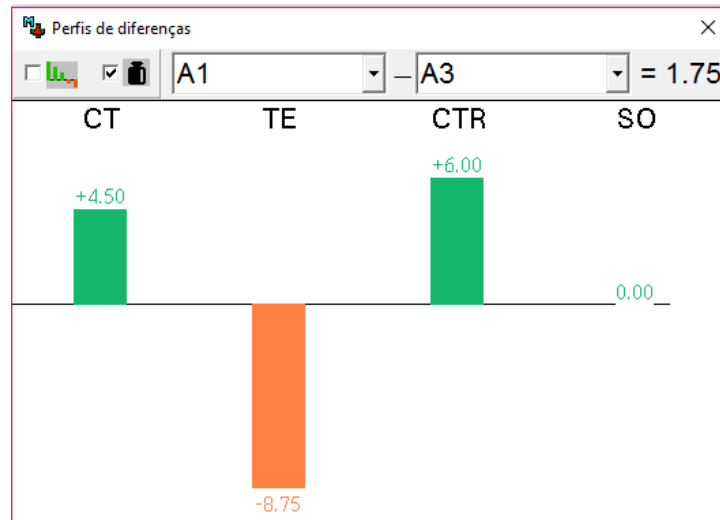


Figura 42. Perfil de diferenças ponderado das alternativas A1 e A3 para o cenário 1

A análise de sensibilidade da Figura 43, feita ao critério “tempo de entrega” neste cenário, permite verificar que se o peso deste critério aumentasse mais do que 1,8% a alternativa A3 passaria a ser a preferida, e não a A1, o que comprova a proximidade do desempenho destas alternativas. Salienta-se que essa variação do peso está abrangida no intervalo possível de variação do peso do critério, representado pela área branca limitada pelas linhas verdes a tracejado

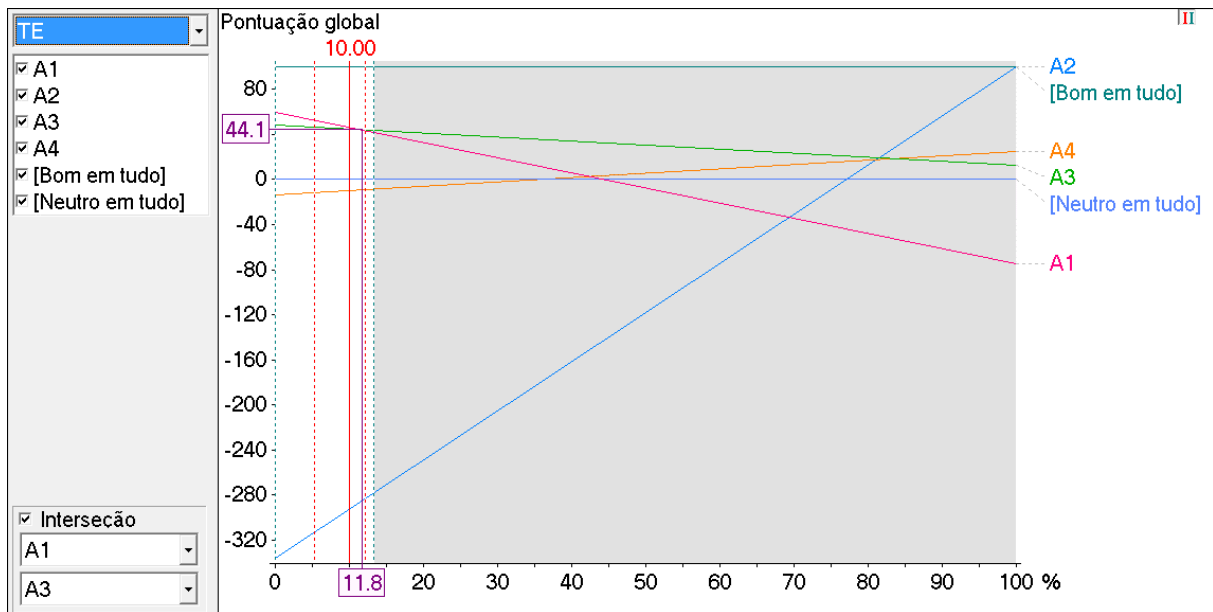


Figura 43. Análise de sensibilidade ao peso do critério “tempo de entrega” para o cenário 1

Cenário 2. Por outro lado, os decisores consideram que, no melhor cenário para A3, esta alternativa poderá ter um custo de 11100 €/mês (igual aos custos calculados para a alternativa A1). Como calculado na secção 5.4.2, se o custo da alternativa A3 diminuísse para 11283,3 €/mês o valor global das alternativas seria o mesmo. Pelo que se o custo de A3 fosse 11100 €/mês esta passaria a ser a preferida, em detrimento de A1. O perfil de diferenças ponderado destas alternativas para este cenário está apresentado na Figura 44 e mostra que a diferença entre as pontuações globais das alternativas seria 2,75.

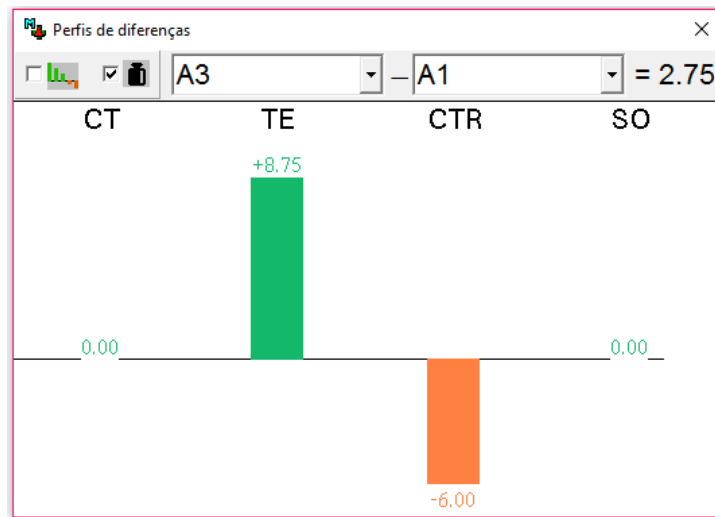


Figura 44. Perfil de diferenças ponderado das alternativas A1 e A3 para o cenário 2

Apesar da diferença de pontuações ser reduzida, A3 ultrapassaria A1 uma vez que o desempenho nos critérios CT e SO seria equivalente, mas a contribuição da diferença positiva da pontuação obtida por A3 em TE supera a contribuição da diferença negativa de pontuação em CTR.

Cenário 3. Se, no cenário mais favorável para A1, esta alternativa tivesse associado um custo de 10800 €/mês, a diferença entre as pontuações das alternativas seria 10,75, sendo então mais robusto dizer que A1 é melhor do que A3.

Cenário 4. É possível fazer uma análise semelhante às anteriores, mas considerando diferentes tempos médios de entrega das alternativas. Os decisores consideram que, no melhor dos cenários para A1, o tempo de entrega desta alternativa é 28,5 horas. Assim, a diferença de pontuações entre A1 e A3 passaria a ser 8,13 pontos. No entanto, como referido na secção 5.4.2, é difícil reduzir o tempo médio de entrega das alternativas do caso em estudo.

Cenário 5. Considerando o melhor cenário para o desempenho de ambas as alternativas em ambos os critérios - “custos” e “tempo de entrega” - a diferença das pontuações obtidas seria apenas 0,12 (sendo superior a pontuação de A3), pelo que estas ficariam tecnicamente empatadas. Neste cenário, seria difícil identificar qual a alternativa preferida e seria importante efetuar mais análises de forma a optar por uma delas.

Cenário 6. Por outro lado, se for considerado o pior cenário possível nos critérios de avaliação “custos” e “tempo de entrega”, para ambas as alternativas, a pontuação obtida por A1 é superior em 12,63 pontos à pontuação obtida por A3. Este cenário reforça uma vez mais a identificação da alternativa A1 como a preferida, sendo que, no pior cenário para ambas, A1 obtém uma pontuação superior à pontuação de A3 e, no melhor cenário par ambas (cenário 5), estas são praticamente equivalentes.

O estudo destes cenários permite uma vez mais verificar que as alternativas A1, que está atualmente em vigor, e a alternativa fictícia A3 têm desempenhos semelhantes e que uma variação nos custos ou no tempo de entrega podem significar uma alteração na ordenação destas alternativas, podendo

qualquer uma delas ser a preferida. Esta análise revela também a importância de que as estimativas sejam o mais precisas possível, para que se possa decidir corretamente qual a é melhor opção.

6 Conclusões e desenvolvimento futuro

O presente trabalho enquadra-se no âmbito da melhoria de operações logísticas e está relacionado com a operação de armazenagem e distribuição dos materiais POS da Nestlé Portugal, tendo incidido na problemática da centralização *versus* descentralização do inventário destes materiais.

A revisão da literatura permitiu estudar os conceitos de Logística e Gestão de Cadeias de Abastecimento, de armazenagem e gestão de inventário, nomeadamente utilizando casos de centralização *versus* descentralização. O estudo desses casos permitiu concluir que, apesar de depender da situação que se está a analisar, geralmente uma maior centralização implica menores custos de armazenamento, maiores custos de transporte e maior tempo médio de entrega. A revisão permitiu ainda estudar os métodos existentes para a estruturação de problemas e para o desenvolvimento de um modelo multicritério de avaliação, de modo a selecionar os métodos que mais se adequam ao problema de avaliação da Nestlé Portugal.

Com o objetivo de estruturar o problema, foi desenvolvido um mapa causal através de entrevistas aos decisores, inicialmente individuais e posteriormente conjuntas, utilizando o *software* Decision Explorer. Este foi um processo bastante trabalhoso, uma vez que foi necessária uma inicial ambientação dos decisores ao método. A sua principal dificuldade foi perceber o que se pretendia com o processo de construção do mapa e que este não servia apenas para esquematizar o problema, mas sim para auxiliar na identificação de todos os aspetos relevantes a ele associados, exigindo uma reflexão profunda sobre o tema. A primeira tendência dos decisores foi indicar apenas as razões que os levaram a detetar a necessidade de alterar a operação e de seguida o que iria ser melhorado com a nova política. Depois perceberam que o objetivo das perguntas “porquê?” ou “como?” era compreender a relação entre os conceitos e contruir o mapa numa lógica de: “quais irão ser os meios para atingir os fins?”; ou seja, como iriam ser obtidas essas melhorias por eles mencionadas.

No final, este processo revelou-se extremamente vantajoso para ambas as partes, pois fez surgir novos conceitos, sobre os quais não tinha existido ainda reflexão, e permitiu organizar as ideias, obter uma melhor compreensão do problema e identificar os pontos de vista fundamentais relativos ao caso em estudo.

Posteriormente, desenvolveu-se juntamente com os decisores um modelo de avaliação multicritério recorrendo à abordagem MACBETH e ao *software* M-MACBETH, que serviu para avaliar a atratividade de quatro alternativas de armazenagem e distribuição dos materiais POS da Nestlé Portugal: a situação atual (A1); a situação anterior (A2); e duas situações fictícias (A3 e A4). Os quatro critérios de avaliação que resultaram da análise do mapa causal são: os custos da operação; o tempo médio de entrega; o controlo sobre os materiais e os custos; e a simplificação e organização da operação.

Uma das dificuldades mais significativas dos decisores durante a fase de desenvolvimento do modelo foi a associação de descritores de desempenho aos critérios de avaliação “controlo sobre materiais e custos” e “simplificação e organização”, por terem associadas várias características. Primeiro, foi necessário distinguir estes dois critérios, algo que não ficou claro durante o mapeamento

dos conceitos, depois refletir sobre quais as características das alternativas avaliadas em cada um deles e definir os níveis do descritor.

Posteriormente, os juízos qualitativos expressos pelos decisores serviram para criar uma função de valor para cada critério de avaliação e para ponderar os critérios. Os decisores consideram que a ponderação dos critérios e as funções de valor representam corretamente as principais preocupações do caso em estudo.

Depois, para obter os valores parciais das alternativas, foi necessário analisar o seu desempenho em cada um dos critérios de avaliação. Para os critérios “custos” e “tempo de entrega” os desempenhos obtidos basearam-se em estimativas, tendo em conta os valores observados na situação anterior e na situação atual e os conceitos teóricos estudados na revisão da literatura.

Após a aplicação do modelo aditivo, verificou-se que a alteração da situação anterior para a situação atual foi bastante vantajosa para a Nestlé, pela ampla diferença das pontuações obtidas pelas alternativas que correspondem a essas situações. Verificou-se ainda que apenas duas alternativas obtiveram pontuações positivas, A1 (a situação atual), com 51 pontos globais, e A3 (uma situação fictícia), com 44,75 pontos globais, sendo estas as que apresentam uma maior centralização de inventário, utilizando um e dois armazéns respetivamente.

Foi sobre estas alternativas que incidiu a fase de testes, que permitiu estudar o comportamento do modelo face a alterações dos pesos dos critérios, das pontuações das alternativas em cada um dos critérios de avaliação e dos desempenhos das alternativas em alguns desses critérios, o que fez surgir o estudo de possíveis melhorias das mesmas.

Com a finalização desta fase os objetivos propostos foram cumpridos, tendo sido desenvolvido e testado um modelo que permitiu estudar diferentes alternativas para um problema real da Nestlé. Tanto quanto foi possível apurar, na literatura não existiam aplicações de metodologias de avaliação multicritério a decisões sobre a centralização de armazenagem e este trabalho poderá servir de base para o estudo de outros problemas semelhantes.

O trabalho desenvolvido foi validado pelos responsáveis da Nestlé, que o consideraram útil para a melhor compreensão das alternativas avaliadas uma vez que permitiu quantificar as diferenças de atratividade entre elas e explorar possíveis melhorias. Estes consideraram também que a abordagem MACBETH possibilitou que eles facilmente expressassem as suas preferências e proporcionou um entendimento pormenorizado das diversas dimensões do problema em estudo. Os decisores desconheciam esta abordagem, mas referiram que a acharam interessante por permitir não só avaliar as alternativas como também testar os resultados obtidos e consideraram que o M-MACBETH facilitava o processo de construção do modelo por ser um *software* intuitivo.

O modelo desenvolvido pode ainda ser utilizado para estudar futuras melhorias em qualquer um dos critérios de avaliação, apesar de apresentar algumas limitações no que diz respeito aos descritores de desempenho dos critérios “controlo sobre materiais e custos” e “simplificação e organização”. As pontuações dos níveis de desempenho do primeiro foram obtidas através de uma comparação direta

das alternativas e as do segundo foram obtidas apenas para os níveis considerados plausíveis atualmente. Por isto, poderia ser necessário construir novas escalas de valores para estes critérios.

Para desenvolvimento futuro seria interessante avaliar uma outra alternativa, semelhante a A3, mas que consideraria apenas armazenar no Porto os produtos com maior rotação. Como explicado no capítulo 2, as vantagens da centralização, nomeadamente a redução dos custos de armazenamento, são mais significativas para *Slow Moving Items* (SMI), itens com pouca rotação. Nesta alternativa os produtos com esta classificação ficariam apenas armazenados em Lisboa, o que permitiria obter uma redução nos custos de armazenamento, mas os itens com maior rotação ficariam também armazenados no Porto, permitindo beneficiar da redução dos custos de transporte, que ocorre com a descentralização. Esta alternativa poderia representar uma situação intermédia entre as alternativas A1 e A3, com a vantagem da redução dos custos de armazenamento de A1 e as vantagens da redução de custos de transporte e do tempo médio de entrega de A3.

Referências

- Axelrod, R. (1976). *Structure of Decision: The Cognitive Maps of Political Elites*. Princeton: Princeton University Press.
- Bana e Costa, C.A., Angulo-Meza, L. & Oliveira, M.D. (2013). O método MACBETH e aplicação no Brasil. *Engevista*, 15 (1), 3–27.
- Bana e Costa, C.A. & Beinat, E. (2005). Model-structuring in public decision-aiding. *Working Paper Series, The London School of Economics and Political Science*.
- Bana e Costa, C.A., Carnero, M.C. & Oliveira, M.D. (2012a). A Multi-Criteria Model for Auditing a Predictive Maintenance Programme. *European Journal of Operational Research*, 217 (2), 381–393.
- Bana e Costa, C.A., Corrêa, E.C., De Corte, J.-M. & Vansnick, J.-C. (2002). Facilitating bid evaluation in public call for tenders : a socio-technical approach. *Omega*, 30 (3), 227–242.
- Bana e Costa, C.A., De Corte, J.M. & Vansnick, J.C. (2011). MACBETH (Measuring Attractiveness by a Categorical-Based Evaluation Technique). In: J. J. Cochrane (ed.). *Wiley Encyclopedia in Operational Research and Management Science*, New York: Wiley, 2945–2950.
- Bana e Costa, C.A., De Corte, J.-M. & Vansnick, J.-C. (2012b). Macbeth. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 11 (2), 359–387.
- Bana e Costa, C.A., De Corte, J.-M. & Vansnick, J.-C. (2005). *M-MACBETH Version 1.1 User's Guide*. [Online]. 3 (12). Available from: www.m-macbeth.com.
- Bana e Costa, C.A., Ensslin, L., Cornêa, É.C. & Vansnick, J.-C. (1999). Decision Support Systems in action: Integrated application in a multicriteria decision aid process. *European Journal of Operational Research*, 113 (2), 315–335.
- Bana e Costa, C.A., Ensslin, L., Corrêa, E.C. & Vansnick, J.-C. (1998). Mapping critical factors for the survival of firms: A case-study in the Brazilian textile industry. In: G. E. Kersten, Z. Mikolajuk, & A. G.-O. Yeh (eds.). *Decision Support Systems for Sustainable Development: A Resource Book of Methods and Applications*. Dordrecht: Kluwer, pp. 197–213.
- Bana e Costa, C.A., Lourenço, J.C., Chagas, M.P. & Bana e Costa, J.C. (2008a). Development of reusable bid evaluation models for the Portuguese Electric Transmission Company. *Decision Analysis*, 5 (1), 22–42.
- Bana e Costa, C.A., Lourenço, J.C., Oliveira, M.D. & Bana e Costa, J.C. (2014). A Socio-technical Approach for Group Decision Support in Public Strategic Planning: The Pernambuco PPA Case. *Group Decision and Negotiation*, 23 (1), 5–29.
- Bana e Costa, C.A., Oliveira, C.S. & Vieira, V. (2008b). Prioritization of bridges and tunnels in earthquake risk mitigation using multicriteria decision analysis : Application to Lisbon. *Omega*, 36 (3), 442–450.

- Bana e Costa, C.A. & Vansnick, J.C. (1994). MACBETH - An interactive path towards the construction of cardinal value functions. *International Transactions in Operational Research*, 1 (4), 489–500.
- Bana e Costa, C.A. & Vansnick, J.-C. (2008). A critical analysis of the eigenvalue method used to derive priorities in AHP. *European Journal of Operational Research*, 187 (3), 1422–1428.
- Banxia Software Limited (2002). Decision explorer — user's guide version 3.2. *Banxia Software Limited*. [Online]. Available from: www.banxia.com.
- Banxia Software Limited (1995). Graphics COPE user guide. *Banxia Software Limited*.
- Bartholdi III, J.J. & Hackman, S.T. (2014). *Warehouse & Distribution Science (working paper)*. [Online]. Available from: www.warehouse-science.com.
- Belton, V. (1999). Multi-Criteria Problem Structuring and Analysis in a Value Theory Framework. In: T. Gal, T. J. Stewart, & T. Hanne (eds.). *Multicriteria Decision Making Advances in MCDM Models, Algorithms, Theory and Applications*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, pp. 12–1–12–32.
- Belton, V., Ackermann, F. & Shepherd, I. (1997). Integrated Support from Problem Structuring through to Alternative Evaluation Using COPE and VISA. *Journal of Multi-criteria Decision Analysis*, 6 (3), 115–130.
- Belton, V. & Stewart, T.J. (2002). *Multiple Criteria Decision Analysis: An Integrated Approach*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Berrah, L. & Clivillé, V. (2007). Towards an aggregation performance measurement system model in a supply chain context. *The Open Industrial and Manufacturing Engineering Journal*, 58 (7), 709–719.
- Brans, J.P. & Vincke, P. (1985). A Preference Ranking Organisation Method: (The PROMETHEE Method for Multiple Criteria Decision-Making) J. P. Brans (ed.). *Management Science*, 31 (6), 647–656.
- Brown, R.G. (1967). *Decision Rules for Inventory Management*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Della Bruna, E., Ensslin, L., Ensslin, S.R., Della, E. & Junior, B. (2011). Supply chain performance evaluation: A case study in a company of equipment for refrigeration. In: *IEEE International Technology Management Conference*. 2011, San Jose, pp. 969–978.
- Carvalho, J.C. de (2010). *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento*. Lisboa: Edições Sílabo.
- Chen, M.S. & Lin, C.T. (1989). Effects of centralization on expected costs in a multi-location newsboy problem. *Journal of the Operational Research Society*, 40 (6), 597–602.
- CSCMP (2013). *Council of Supply Chain Management Professionals*. [Online]. Available from: www.cscmp.org.
- Das, C. & Tyagi, R. (1997). Role of Inventory and Transportation Costs in Determining the Optimal

- Degree of Centralization. *Transportation research: an international journal*, 33 (3), 171–179.
- David, P.A. & Stewart, R.D. (2010). *International Logistics: The Management of International Trade Operations*. 3rd Ed. Mason: Cengage Learning.
- Dodgson, J.S., Spackman, M., Pearman, A. & Phillips, L.D. (2009). *Multi-criteria analysis: a manual*. London: Department for Communities and Local Government.
- Eden, C. (2004). Analyzing cognitive maps to help structure issues or problems. *European Journal of Operational Research*, 159 (3), 673–686.
- Eden, C. (1992). On the nature of cognitive maps. *Journal of Management Studies*, 29 (3), 261–265.
- Edwards, W. (1977). How to Use Multiattribute Utility Measurement for Social Decisionmaking. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 7 (5), 326–340.
- Edwards, W. & Barron, F.H. (1994). SMARTS and SMARTER: Improved simple methods for multiattribute utility measurement. *Organizational Behaviour and Human Decision Processes*, 60 (3), 306–325.
- Eppen, G.D. (1979). Effects of centralization on expected costs in a multi-location newsboy problem. *Management Science*, 25 (5), 498–501.
- Fasolo, B. & Bana e Costa, C.A. (2014). Tailoring value elicitation to decision makers' numeracy and fluency: Expressing value judgments in numbers or words. *Omega*, 44 (0), 83–90.
- Figueira, J.R., Greco, S. & Ehrgott, M. (eds) (2005). Introduction. In: *Multiple Criteria Decision Analysis—State of the Art Surveys*. New York: Springer, pp. xxii–xxxvi.
- Figueira, J.R., Greco, S., Roy, B. & Slowinski, R. (2010). Electre Methods : Main Features and Recent Developments. In: C. Zopounidis & P. Pardalos (eds.). *Handbook of Multicriteria Analysis*. Berlin: Springer, pp. 51–89.
- Goh, S.H. & Lim, B.L. (2014). Centralizing Slow-Moving Items in a Retail Network – A Case Study. In: *International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*. 2014, Bali, pp. 899–907.
- Goodwin, P. & Wright, G. (2004). *Decision Analysis for Management Judgment*. 3rd Ed. Chichester: Wiley.
- He, T., Ho, W., Man, C.L.K. & Xu, X. (2012). A fuzzy AHP based integer linear programming model for the multi-criteria transshipment problem. *The International Journal of Logistics Management*, 23 (1), 159–179.
- Ho, W. (2008). Integrated analytic hierarchy process and its applications - A literature review. *European Journal of Operational Research*, 186 (1), 211–228.
- Hoecht, A. & Trott, P. (2006). Innovation risks of strategic outsourcing. *Technovation*, 26 (5), 672–681.

- Ishizaka, A. & Nemery, P. (2013). *Multi-criteria Decision Analysis: Methods and Software*. Chichester: Wiley.
- K. J. Arrow (1951). *Social Choice and Individual Values*. 1st Ed. New York: Wiley.
- Keeney, R.L. (2007). Developing Objectives and Attributes. In: W. Edwards, J. R. F. Miles, & D. von Winterfeldt (eds.). *Advances in Decision Analysis: From Foundations to Applications*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 104–128.
- Keeney, R.L. (1992). *Value-Focused Thinking: A Path to Creative Decisionmaking*. Cambridge: Harvard University Press.
- Keeney, R.L. & Raiffa, H. (1976). *Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs*. New York: Wiley.
- Kelly, G.A. (1955). *The psychology of personal constructs*. New York: Norton.
- Lambert, D.M., Stock, J.R. & Ellram, L.M. (1998). *Fundamentals of Logistics Management*. Boston: McGraw-Hill.
- Liu, F., Song, J.S. & Tong, J. (2012). *Emergency Inventory Pooling (working paper)*. In: 2012.
- Logan, M.S. (2000). Using Agency Theory to Design Successful Outsourcing Relationships.pdf. *The International Journal of Logistics Management*, 11 (2), 21–32.
- Maister, D.H. (1976). Centralisation of Inventories and the “Square Root Law. *International Journal of Physical Distribution*, 6 (3), 124–134.
- Montibeller, G. & Belton, V. (2006). Causal maps and the evaluation of decision options—a review. *Journal of the Operational Research Society*, 57 (7), 779–791.
- Montibeller, G., Belton, V., Ackermann, F. & Ensslin, L. (2008). Reasoning maps for decision aid: an integrated approach for problem-structuring and multi-criteria evaluation. *Journal of the Operational Research Society*, 59 (5), 575–589.
- Moura, B. (2006). *Logística: Conceitos e Tendências*. Lisboa: Centro Atlântico.
- Nestlé Portugal, S.A. (2015). *Brochura Corporativa Nestlé Portugal 2014*.
- Oliveira, R.C. & Lourenço, J.C. (2002). A multicriteria model for assigning new orders to service suppliers. *European Journal of Operational Research*, 139 (2), 390–399.
- Olson, D.L. (2001). Comparison of three multicriteria methods to predict known outcomes. *European Journal of Operational Research*, 130 (3), 576–587.
- Özcan, T., Çelebi, N. & Esnaf, Ş. (2011). Comparative analysis of multi-criteria decision making methodologies and implementation of a warehouse location selection problem. *Expert Systems with Applications*, 38 (8), 9773–9779.
- Richards, G. (2014). *Warehouse Management: A Complete Guide to Improving Efficiency and*

- Minimizing Costs in the Modern Warehouse*. 2nd Ed. London: Kogan Page.
- Roy, B. (1968). Classement et choix en présence de points de vue multiples. *Revue Francaise d'Informatique et de Recherche Opérationnelle*, 2 (V1), 57–75.
- Saaty, T.L. (1986). Axiomatic Foundation of the Analytic Hierarchy Process. *Management Science*, 32 (7), 841–855.
- Saaty, T.L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, 1 (1), 83–98.
- Saaty, T.L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw-Hill.
- Shah, J. (2009). *Supply Chain Management: Text and Cases*. Delhi: Pearson Education.
- Simchi-Levi, D., Kaminsky, P. & Simchi-Levi, E. (2003). *Designing and Managing the Supply Chain: Concepts, Strategies, and Case Studies*. 2nd Ed. New York: McGraw-Hill.
- Smith, J.E. & von Winterfeldt, D. (2004). Decision Analysis in Management Science. *Management Science*, 50 (5), 561–574.
- Starr, M.K. & Miller, D.W. (1962). *Inventory Control: Theory and Practice*. Englewood Cliffs, N.J: Prentice-Hall.
- Stock, J.R. & Lambert, D.M. (2001). *Strategic Logistics Management*. 4th Ed. New York: McGraw-Hill.
- Vaidya, O.S. & Kumar, S. (2006). Analytic hierarchy process: An overview of applications. *European Journal of Operational Research*, 169 (1), 1–29.
- Wayman, W.A. (1995). Inventory accuracy through warehouse control. *Production and Inventory Management Journal*, 36 (2), 17–21.
- Weber, M. & Borcherding, K. (1993). Behavioral influences on weight judgments in multiattribute decision making. *European Journal of Operational Research*, 67 (1), 1–12.
- von Winterfeldt, D. & Edwards, W. (1986). *Decision Analysis and Behavioral Research*. New York: Cambridge University Press.
- Zamcopé, F.C., Ensslin, L., Ensslin, S.R. & Dutra, A. (2010). Modelo para avaliar o desempenho de operadores logísticos – um estudo de caso na indústria têxtil. *Gestão Produção*, 17 (4), 693–705.
- Zinn, W., Levy, M. & Bowersox, D.J. (1989). Measuring the effect of inventory centralization/ decentralization on aggregate safety stock: The 'square root law' revisited. *Journal of Business Logistics*, 10 (1), 1–14.

Anexo 1 – Mapa da rede logística da Nestlé em Portugal



Figura 45. Distribuição da rede logística da Nestlé Portugal (adaptado de Nestlé Portugal (2015))

Anexo 2 – Ações/campanhas

Tabela 12. Diferentes ações/campanhas existentes na Nestlé Portugal.

Ações/Campanhas	Descrição
Campanhas Programadas	Todas aquelas que as Categorias de Negócio acordam com os seus clientes durante o ano, e com locais específicos de implementação.
Campanhas Operacionais/Não centralizadas	Todas aquelas, em que as Categorias de Negócios, sejam os vendedores e/ou gestores de marketing, verifiquem uma oportunidade de negócio num ponto de venda em específico e que carece de implementação.
Ações de Marketing e Eventos/Promotoras	Todas aquelas, em que as Categorias de Negócios, verifiquem a necessidade de realização de uma ação e/ou evento em local determinado pelos mesmos.
Pedidos de Material POS de Vendedores/ Marketing	Todos os pedidos, em que as Categorias de Negócios verifiquem a necessidade de entrega de material POS em locais específicos da Nestlé.

Anexo 3 – Tabela dos problemas e fotografias do armazém (situação anterior)

Tabela 13. Exemplo de problemas encontrados num dos armazéns onde estavam armazenados materiais POS.

Geral	Produtos alimentares	Material publipromocional
<ul style="list-style-type: none"> - Artigos desarrumados - Falta de separação alimentar/não alimentar - Mau estado de limpeza - Inexistência de sistema de controlo de pragas 	<ul style="list-style-type: none"> - Existência de muito produto acabado no armazém - Produtos alimentares não segregados dos restantes artigos - Produtos em unidades avulsas em vários locais do armazém - Artigos diferentes misturados na mesma palete/local de armazenagem - Datas de durabilidade ultrapassadas (alguns artigos com data de 2012) - Mau estado de limpeza (poeira nas unidades de consumo e caixas) - Especialmente nos meses de Verão, produtos expostos a temperaturas inadequadas 	<ul style="list-style-type: none"> - Alguns artigos em mau estado - Produtos não acondicionados nas caixas de transporte - Artigos diferentes misturados no mesmo local - Limpeza de máquinas e moinhos de café no interior do armazém

Fotografias da visita a uns dos armazéns de materiais POS



Figura 46. Fotografia 1 do interior de um armazém (situação anterior)



Figura 47. Fotografia 2 do interior de um armazém (situação anterior)



Figura 48. Fotografia 3 do interior de um armazém (situação anterior)



Figura 49. Fotografia 4 do interior de um armazém (situação anterior)



Figura 50. Fotografia 5 do interior de um armazém (situação anterior)

Anexo 4 – Fases da seleção do operador logístico

STOCK UNO		✓
LOGIC		✓
FACING		✗
TORRESTIR		✓
FORUM CRIATIVA		✓
ISS		✗
LUÍS SIMÕES		✓

Figura 51. Primeira triagem das empresas especializadas em serviços logísticos

Tabela 14. Pontos fortes e fracos dos operadores logísticos Stock Uno e Luís Simões

Stock Uno		Luís Simões	
Pontos fortes	Pontos fracos	Pontos fortes	Pontos fracos
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Armazém & Eventos Integrados ▪ Já trabalha CPW e Purina ▪ Pedidos via email ou portal <ul style="list-style-type: none"> ▪ Flexibilidade ▪ 1 ano de contrato 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Capacidade do armazém (curto prazo) ▪ Tempo de entrega (24/48h) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Preço ▪ Sistemas de qualidade ▪ Tempo de entrega (24h) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pedidos via portal <ul style="list-style-type: none"> ▪ Flexibilidade reduzida para urgências ▪ 3 anos de contrato

Anexo 5 – Fotografias do armazém (situação atual)



Figura 52. Fotografia 1 do interior do armazém da Stock Uno (situação atual)



Figura 53. Fotografia 2 do interior do armazém da Stock Uno (situação atual)



Figura 54. Fotografia 3 do interior do armazém da Stock Uno (situação atual)