

----

INSTITUTO  
SUPERIOR  
DE CONTABILIDADE  
E ADMINISTRAÇÃO  
DO PORTO POLITÉCNICO  
DO PORTO

**Modelo de Apoio à Decisão Multicritério para Seleção de Fornecedores de  
Fibra de Vidro**  
**Um Estudo de Caso numa Indústria Eólica**

Celina Rodrigues

Orientada por: Professora Doutora Ana Paula Lopes

Porto, outubro de 2021



## Resumo

Esta dissertação apresenta um caso real de um problema de decisão na seleção de fornecedores de uma das principais matérias-primas de uma indústria de pás eólicas. Para o estudo foram considerados todos os fornecedores atualmente qualificados, segundo normas e especificações bastante rigorosas, e um em processo de qualificação. É uma escolha complexa, dada a importância estratégica do produto e a multiplicidade de critérios a considerar, tanto quantitativos como qualitativos. A forte competitividade, requer uma atenção especial no que diz respeito à seleção de fornecedores; não é só o preço que interessa, aliás, um dia de paralisação por falha na entrega, por exemplo, corresponde a perdas elevadas que teriam justificado a compra a um fornecedor com um preço superior, mas sem falhas de entrega. De forma a contribuir para a resolução do problema, foram aplicadas as metodologias PROMETHEE e AHP, cujos resultados permitem estabelecer um ranking dos fornecedores considerados. Os resultados vão auxiliar a empresa na seleção de fornecedores de fibra de vidro e, em alguns casos, esclarecer onde encontrar os principais *trade-offs*.

**Palavras chave:** Seleção de fornecedores, AHP, PROMETHEE, Métodos de decisão multicritério.

## **Abstract**

This study presents a real case of a decision problem in supplier selection of one of the main raw materials of a wind blades industry. For the study were considered all currently qualified suppliers according to considerably rigorous standards and specifications and one in qualification process. It is a complex choice, given the strategic importance of the product and the multiplicity of criteria to be considered, both quantitative and qualitative. The strong competitiveness requires a special attention in which concerns the supplier selection; not only the price matters, in fact, a day of stoppage due to failure in a delivery, for example, correspond to high losses that would have justified the purchase from a supplier with a higher price, but with no delivery failures. In order to contribute to the problem resolution, the methodologies PROMETHEE and AHP were applied, whose results allow to establish a ranking of the considered suppliers. The results will support the company on the selection of fiberglass suppliers and in some cases clarify where they can find the main trade-offs.

**Keywords:** Supplier Selection, PROMETHEE-GAIA, AHP, Multicriteria Decision Criteria

## **Agradecimentos**

Em primeiro lugar agradecer aos meus pais e irmão por serem o meu principal exemplo de determinação e espírito de sacrifício.

Ao meu afilhado Vítor, por manter a casa em silêncio.

À minha amiga Margarida por partilhar do meu entusiasmo, pela constante motivação e ajuda sobre algumas questões técnicas; ao meu amigo Tiago e à sua forma peculiar de me motivar dizendo que não seria capaz de levar este projeto até ao fim.

A todos os outros amigos por entenderem o não estar tão presente nos últimos dois anos.

À Filipa Soares, com quem passei 14 horas diárias, entre o trabalho e aulas, durante um semestre; o apoio e motivação mútua foram fundamentais nesta jornada.

Agradecimento especial à minha orientadora, Doutora Ana Paula Lopes pela motivação, e essencialmente pela forma como partilhou conhecimento levando-me a despertar interesse pela área.

Por fim, mas não menos importante, a todos os que na empresa contribuíram direta e indiretamente para este estudo.

## **Lista de Siglas e Abreviaturas**

AHP - Analytic Hierarchy Process

BOM – Bill of Materials

IC – Índice de consistência

IR - Índice de Consistência Aleatório

RC – Rácio de consistência

MCDA - Métodos Multicritério de Apoio à decisão

P&L – Profit and Loss

PROMETHEE - Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation

TODIM - Tomada de Decisão Interativa Multicritério

MACBETH - Measuring attractiveness through a categorical-based evaluation technique

ELECTRE - Elimination Et Choix Traduisant la Réalité

KPI - Key Performance Indicator

## ÍNDICE

Resumo .....	I
Abstract.....	II
Agradecimentos .....	III
Lista de Siglas e Abreviaturas .....	IV
Índice de Tabelas .....	VII
Índice de Figuras .....	XI
Índice de Gráficos.....	XII
CAPÍTULO I .....	1
1 INTRODUÇÃO .....	1
1.1 OBJETIVOS GERAIS.....	2
1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	3
CAPÍTULO II.....	4
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	4
2.1 Cadeias de abastecimento .....	4
2.2 Seleção de fornecedores.....	4
2.3 Métodos Multicritério de Apoio à Decisão.....	5
2.4 AHP .....	6
2.5 PROMETHEE .....	8
2.5.1 As funções de preferência.....	9
CAPÍTULO III .....	11
3 METODOLOGIA .....	11
3.1 Definição dos critérios .....	11
3.2 Métodos de decisão Multicritério .....	13
3.2.1 AHP - Analytic Hierarchy Process.....	13
3.2.2 PROMETHEE - Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation.....	15
CAPÍTULO IV .....	22
4 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA / ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS.....	22
4.1 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA.....	22
4.2 RECOLHA DE DADOS .....	22
4.3 ESTRUTURAÇÃO .....	23
4.4 APLICAÇÃO DO MÉTODO AHP.....	23

4.4.1	Cenário 1 – Decisor da área financeira.....	24
4.4.2	Cenário 2 – Decisor da área de compras .....	26
4.4.3	Cenário 3 – Decisor da área da produção .....	28
4.4.4	Comparação de Cenários .....	30
4.5	APLICAÇÃO DO MÉTODO PROMETHEE.....	30
4.5.1	Cenário 1 – Decisor da área financeira.....	31
4.5.2	Cenário 2 – Decisor da área de compras .....	38
4.5.3	Cenário 3 – Decisor da área da produção .....	43
4.5.4	Comparação de cenários .....	48
4.6	COMPARAÇÃO DE MÉTODOS E ANÁLISE DE RESULTADOS .....	52
CAPÍTULO V .....		55
5	CONCLUSÃO .....	55
6	BIBLIOGRAFIA.....	58
ANEXOS .....		61
ANEXO I – Aplicação do método AHP para as alternativas – CENÁRIO 1 .....		61
ANEXO II – Aplicação do método AHP para as alternativas – CENÁRIO 2.....		67
ANEXO III – Aplicação do método AHP para as alternativas – CENÁRIO 3.....		73
ANEXO IV – Aplicação do método AHP para os critérios – calculador online.....		79
ANEXO VI - ACTION PROFILE .....		92

## Índice de Tabelas

Tabela 1-Escala Fundamental de Saaty (Fonte: (Neves, 2018) ) .....	7
Tabela 2-Vantagens e Desvantagens do AHP (Fonte:(Michel & Leite, 2012)).....	8
Tabela 3- Critérios (Fonte: própria).....	12
Tabela 4- Escala de Saaty (Fonte: adaptado de(T. L. Saaty, 1990)) .....	14
Tabela 5-Valores do IR (Fonte: adaptado de (Podvezko, 2009)).....	15
Tabela 6-Matriz Normalizada e peso de cada critério (Fonte: própria) .....	24
Tabela 7-Matriz de decisão final (Fonte: própria).....	25
Tabela 8-Ranking das alternativas Cenário 1 (Fonte: própria).....	25
Tabela 9-Matriz normalizada e peso de cada critério (Fonte: própria) .....	26
Tabela 10-Matriz de decisão final (Fonte: própria).....	27
Tabela 11-Ranking de alternativas – Cenário 2 (Fonte: própria) .....	27
Tabela 12-Matriz normalizada e peso de cada critério (Fonte: própria) .....	28
Tabela 13-Matriz de decisão final (Fonte: própria).....	29
Tabela 14-Ranking de alternativas – Cenário 3 (Fonte: própria) .....	29
Tabela 15-Peso dos critérios (Fonte: própria) .....	31
Tabela 16-Peso dos critérios (Fonte: própria) .....	38
Tabela 17-Peso dos critérios (Fonte: própria) .....	43
Tabela 18-Tabelas comparativas de pesos atribuídos aos critérios por ambos os métodos (Fonte: Própria).....	52
Tabela 19-Tabelas de comparação de Rankings resultantes da aplicação de ambos os métodos (Fonte: própria).....	53
Tabela 20-Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério “Preço” (Fonte: Própria) .....	61
Tabela 21-Matriz normalizada e peso da alternativa - critério “Preço” (Fonte: Própria).....	61
Tabela 22-Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério “Custos de Transporte” (Fonte: Própria) .....	61
Tabela 23- Matriz normalizada e peso da alternativa - critério “Custos de Transporte” (Fonte: Própria).....	61
Tabela 24-Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério “Direitos” (Fonte: Própria) .....	62
Tabela 25- Matriz normalizada e peso da alternativa - critério “Direitos” (Fonte: Própria).....	62
Tabela 26-Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério “Tempo de Trânsito” (Fonte: Própria) .....	62
Tabela 27-Matriz normalizada e peso da alternativa - critério “Tempo de Trânsito” (Fonte: Própria).....	62
Tabela 28-Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério “Prazo de Pagamento” (Fonte: Própria) .....	63
Tabela 29-Matriz normalizada e peso da alternativa - critério “Prazo de Pagamento” (Fonte: Própria).....	63
Tabela 30-Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério “Lead Time” (Fonte: Própria).....	63

Tabela 31-Matriz normalizada e peso da alternativa - critério “Lead Time” (Fonte: Própria) .	63
Tabela 32-Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério “Dias de Stock” (Fonte: Própria).....	64
Tabela 33-Matriz normalizada e peso da alternativa - critério “Dias de Stock” (Fonte: Própria) .....	64
Tabela 34-Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério “Qualidade” (Fonte: Própria).....	64
Tabela 35-Matriz normalizada e peso da alternativa - critério “Qualidade” (Fonte: Própria) ..	64
Tabela 36-Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério “Complexidade da Compra” (Fonte: Própria).....	65
Tabela 37-Matriz normalizada e peso da alternativa - critério “Complexidade da Compra” (Fonte: Própria) .....	65
Tabela 38-Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério “Flexibilidade” (Fonte: Própria).....	65
Tabela 39-Matriz normalizada e peso da alternativa - critério “Flexibilidade” (Fonte: Própria) .....	65
Tabela 40-Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério “Complexidade de Manuseamento” (Fonte: Própria) .....	66
Tabela 41-Matriz normalizada e peso da alternativa - critério “Complexidade de Manuseamento” (Fonte: Própria) .....	66
Tabela 42- Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério “Preço” (Fonte: Própria) .....	67
Tabela 43- Matriz normalizada e peso da alternativa - critério “Preço” (Fonte: Própria).....	67
Tabela 44- Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério “Custos de Transporte” (Fonte: Própria) .....	67
Tabela 45-Matriz normalizada e peso da alternativa - critério “Custos de Transporte” (Fonte: Própria).....	67
Tabela 46- Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério “Direitos” (Fonte: Própria).....	68
Tabela 47- Matriz normalizada e peso da alternativa - critério “Direitos” (Fonte: Própria).....	68
Tabela 48- Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério “Tempo de Trânsito” (Fonte: Própria) .....	68
Tabela 49- Matriz normalizada e peso da alternativa - critério “Tempo de Trânsito” (Fonte: Própria).....	69
Tabela 50- Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério “Prazo de Pagamento” (Fonte: Própria) .....	69
Tabela 51- Matriz normalizada e peso da alternativa - critério “Prazo de Pagamento” (Fonte: Própria).....	69
Tabela 52- Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério “Lead Time” (Fonte: Própria).....	69
Tabela 53- Matriz normalizada e peso da alternativa - critério “Lead Time” (Fonte: Própria)	70
Tabela 54- Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério “Dias de Stock” (Fonte: Própria).....	70

Tabela 55- Matriz normalizada e peso da alternativa - critério “Dias de Stock” (Fonte: Própria)	70
Tabela 56- Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério “Qualidade” (Fonte: Própria)	70
Tabela 57- Matriz normalizada e peso da alternativa - critério “Qualidade” (Fonte: Própria)	71
Tabela 58- Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério “Complexidade da Compra” (Fonte: Própria)	71
Tabela 59- Matriz normalizada e peso da alternativa - critério “Complexidade da Compra” (Fonte: Própria)	71
Tabela 60- Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério “Flexibilidade” (Fonte: Própria)	71
Tabela 61- Matriz normalizada e peso da alternativa - critério “Flexibilidade” (Fonte: Própria)	72
Tabela 62- Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério “Complexidade de Manuseamento” (Fonte: Própria)	72
Tabela 63- Matriz normalizada e peso da alternativa - critério “Complexidade do Manuseamento” (Fonte: Própria)	72
Tabela 64- Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério “Preço” (Fonte: Própria)	73
Tabela 65 - Matriz normalizada e peso da alternativa - critério “Preço” (Fonte: Própria)	73
Tabela 66- Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério “Custos de Transporte” (Fonte: Própria)	73
Tabela 67- Matriz normalizada e peso da alternativa - critério “Custos de Transporte” (Fonte: Própria)	73
Tabela 68- Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério “Direitos” (Fonte: Própria)	74
Tabela 69- Matriz normalizada e peso da alternativa - critério “Direitos” (Fonte: Própria)	74
Tabela 70- Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério “Tempo de Trânsito” (Fonte: Própria)	74
Tabela 71- Matriz normalizada e peso da alternativa - critério “Tempo de Trânsito” (Fonte: Própria)	74
Tabela 72- Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério “Prazo de Pagamento” (Fonte: Própria)	75
Tabela 73- Matriz normalizada e peso da alternativa - critério “Prazo de Pagamento” (Fonte: Própria)	75
Tabela 74- Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério “Lead Time” (Fonte: Própria)	75
Tabela 75- Matriz normalizada e peso da alternativa - critério “Lead Time” (Fonte: Própria)	75
Tabela 76- Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério “Dias de Stock” (Fonte: Própria)	76
Tabela 77- Matriz normalizada e peso da alternativa - critério “Dias de Stock” (Fonte: Própria)	76

Tabela 78- Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério “Qualidade” (Fonte: Própria).....	76
Tabela 79- Matriz normalizada e peso da alternativa - critério “Qualidade” (Fonte: Própria) .	76
Tabela 80- Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério “Complexidade da Compra” (Fonte: Própria).....	77
Tabela 81- Matriz normalizada e peso da alternativa - critério “Complexidade da Compra” (Fonte: Própria) .....	77
Tabela 82- Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério “Flexibilidade” (Fonte: Própria).....	77
Tabela 83- Matriz normalizada e peso da alternativa - critério “Flexibilidade” (Fonte: Própria) .....	77
Tabela 84- Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério “Complexidade de Manuseamento” (Fonte: Própria) .....	78
Tabela 85- Matriz normalizada e peso da alternativa - critério “Complexidade de Manuseamento” (Fonte: Própria) .....	78

## Índice de Figuras

Figura 1-Distribuição dos Custos na BOM (Fonte: própria).....	1
Figura 2- Funções de Preferência (Fonte: Brans e Smet, De, 2016) .....	17
Figura 3-Estruturação do problema (Fonte: própria).....	23
Figura 4- Interface do software Visual PROMETHEE (Fonte:software Visual PROMETHEE) .....	32
Figura 5-Rankings PROMETHEE (Fonte: software Visual PROMETHEE) .....	32
Figura 6-Flow Table (Fonte: software Visual PROMETHEE) .....	33
Figura 7- Network (Fonte: software Visual PROMETHEE) .....	34
Figura 8-Gaia Plane (Fonte: software Visual PROMETHEE).....	35
Figura 9- Rainbow (Fonte: software Visual PROMETHEE).....	36
Figura 10-Interface do Visual PROMETHEE (Fonte: software Visual PROMETHEE).....	38
Figura 11-Rankings PROMETHEE (Fonte: software Visual PROMETHEE) .....	39
Figura 12-PROMETHEE Table (Fonte: software Visual PROMETHEE) .....	39
Figura 13-Network (Fonte: software Visual PROMETHEE) .....	40
Figura 14-GAIA Plane (Fonte: software Visual PROMETHEE) .....	41
Figura 15-Rainbow (Fonte: software Visual PROMETHEE).....	42
Figura 16-Interface PROMETHEE (Fonte: software Visual PROMETHEE) .....	43
Figura 17-Rankings (Fonte: software Visual PROMETHEE) .....	44
Figura 18-Flow Table (Fonte: software Visual PROMETHEE).....	44
Figura 19-Network (Fonte: Visual PROMETHEE).....	45
Figura 20-GAIA Plane (Fonte: Visual PROMETHEE) .....	46
Figura 21-Rainbow (Fonte: Visual PROMETHEE).....	47
Figura 22-Comparação de Cenários (Fonte: software Visual PROMETHEE).....	49
Figura 23- Walking weights para os cenários combinados (Fonte: software Visual PROMETHEE).....	49
Figura 24 - Walking weights para os cenários combinados com manipulação do critério “Preço” (Fonte: software Visual PROMETHEE) .....	50
Figura 25- Stability Intervals para todos os cenários - critério "Preço" (Fonte: software Visual PROMETHEE") .....	51
Figura 26 - Flow Table- All Scenarios (Fonte: software Visual PROMETHEE) .....	51
Figura 27- Índice de Consistência da matriz dos critérios- Cenário 1 (Fonte: Calculador Online) .....	79
Figura 28 - Índice de Consistência da matriz dos critérios- Cenário 3 (Fonte: www. ).....	79
Figura 29-Action profile para as alternativas -Cenário 1 (Fonte: software Visual PROMETHEE) .....	92
Figura 30-Action profile das Alternativas-cenário 2 (Fonte:software Visual PROMETHEE).93	
Figura 31- Action Profile para as alternativas - cenário 3 (Fonte:software Visual PROMETHEE) .....	93

## Índice de Gráficos

Gráfico 1-Análise de sensibilidade para o critério "Preço" (Fonte: própria) .....	80
Gráfico 2-Análise de sensibilidade para o critério "Custo de Transporte" (Fonte: própria) .....	80
Gráfico 3-Análise de sensibilidade para o critério "Direitos" (Fonte: própria).....	80
Gráfico 4-Análise de sensibilidade para o critério "Tempo de Trânsito" (Fonte: própria) .....	81
Gráfico 5-Análise de sensibilidade para o critério "Prazo de Pagamento" (Fonte: própria) .....	81
Gráfico 6-Análise de sensibilidade para o critério "Lead Time" (Fonte: própria) .....	81
Gráfico 7-Análise de sensibilidade para o critério "Dias de Stock" (Fonte: própria) .....	82
Gráfico 8-Análise de sensibilidade para o critério "Qualidade" (Fonte: própria) .....	82
Gráfico 9-Análise de sensibilidade para o critério "Complexidade da Compra" (Fonte: própria) .....	82
Gráfico 10-Análise de sensibilidade para o critério "Flexibilidade" (Fonte:própria) .....	83
Gráfico 11-Análise de sensibilidade para o critério "Complexidade de Manuseamento" (Fonte: própria) .....	83
Gráfico 12-Análise de sensibilidade para o critério "Preço" (Fonte: própria) .....	84
Gráfico 13-Análise de sensibilidade para o critério "Custo de Transporte" (Fonte: própria) ...	84
Gráfico 14-Análise de sensibilidade para o critério "Direitos" (Fonte: própria).....	84
Gráfico 15-Análise de sensibilidade para o critério "Tempo de Trânsito" (Fonte: própria) .....	85
Gráfico 16-Análise de sensibilidade para o critério "Prazo de Pagamento" (Fonte: própria) ...	85
Gráfico 17-Análise de sensibilidade para o critério "Lead Time" (Fonte: própria) .....	85
Gráfico 18-Análise de sensibilidade para o critério "Dias de Stock" (Fonte: própria) .....	86
Gráfico 19-Análise de sensibilidade para o critério "Qualidade" (Fonte: própria) .....	86
Gráfico 20-Análise de sensibilidade para o critério "Complexidade da Compra" (Fonte: própria) .....	86
Gráfico 21-Análise de sensibilidade para o critério "Flexibilidade" (Fonte: própria) .....	87
Gráfico 22-Análise de sensibilidade para o critério "Complexidade de Manuseamento" (Fonte: própria) .....	87
Gráfico 23-Análise de sensibilidade para o critério "Preço" (Fonte: própria) .....	88
Gráfico 24-Análise de sensibilidade para o critério "Custo de Transporte" (Fonte: própria ....	88
Gráfico 25-Análise de sensibilidade para o critério "Direitos" (Fonte: própria).....	88
Gráfico 26-Análise de sensibilidade para o critério "Tempo de Trânsito" (Fonte: própria) .....	89
Gráfico 27-Análise de sensibilidade para o critério "Prazo de Pagamento" (Fonte: própria) ...	89
Gráfico 28-Análise de sensibilidade para o critério "Lead Time" (Fonte: própria) .....	89
Gráfico 29-Análise de sensibilidade para o critério "Dias de Stock" (Fonte: própria) .....	90
Gráfico 30-Análise de sensibilidade para o critério "Qualidade" (Fonte: própria) .....	90
Gráfico 31-Análise de sensibilidade para o critério "Complexidade da Compra" (Fonte: própria) .....	91
Gráfico 32-Análise de sensibilidade para o critério "Flexibilidade" (Fonte: própria) .....	91
Gráfico 33-Análise de sensibilidade para o critério "Complexidade de Manuseamento" (Fonte: própria) .....	91

### 1 INTRODUÇÃO

A Indústria Eólica, como muitas outras, com a globalização enfrenta altos níveis de competitividade. Para sobreviver e ter sucesso, tem agora que “jogar” num campo muito mais sensível e instável, enfrentando todos os dias outros concorrentes que lutam pelos mesmos objetivos. Na empresa em estudo, que faz parte de uma multinacional, os concorrentes estão dentro e fora do grupo e localizados nas mais diversas geografias. Apesar da importância do preço da matéria-prima, que frequentemente recebe a atenção principal, cada melhoria, mesmo que pequena, na cadeia de abastecimento, como *lead time*, *transit-time* ou flexibilidade do fornecedor, tem impacto positivo no desempenho da empresa. Para a maioria dos decisores é fácil entender que a falta de material devido a uma falha no fornecimento pode ter um grande impacto em termos de custos de paragem, portanto, o papel do fornecedor é muito mais do que oferecer um bom preço.

A fibra de vidro é um dos mais de 200 materiais necessários na produção das pás eólicas estando sujeita a critérios de qualidade muito rígidos, este é o principal motivo pelo qual não existem muitos fornecedores qualificados em todo o mundo. Acontece que essa matéria-prima é de importância estratégica pois representa 20% do custo total da *Bill of Materials (BOM)*.

Figura 1- Distribuição de custos da lista de materiais

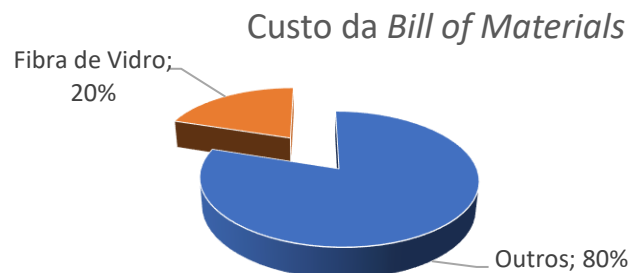


Figura 1-Distribuição dos Custos na BOM (Fonte: própria)

A empresa entende que apesar do preço e dos custos diretos relacionados com a compra, existem outros fatores que bem administrados, embora difíceis de observar no *Profit and Loss* (P&L), podem representar diferentes tipos de redução de custos. Numa fase crucial, em que a empresa está a efetuar a distribuição do volume de consumo por cinco fornecedores, a estratégia é selecionar apenas dois deles, a questão é, quais os que têm a melhor combinação entre os critérios considerados mais relevantes para os decisores. A empresa enfrenta claramente o desafio de uma decisão multicritério na escolha dos melhores fornecedores. De um lado, fornecedores com bom preço, mas localizados do outro lado do globo, e do outro, fornecedores a curta distância, mas com preços mais elevados. Combinado com outros critérios, como prazo de entrega ou qualidade, esta seleção torna-se num problema cuja resolução pode ser suportada por diferentes métodos de análise de decisão multicritério.

## **1.1 OBJETIVOS GERAIS**

Para este estudo de caso, o objetivo é apoiar os decisores na seleção dos dois melhores fornecedores de fibra de vidro, aqueles que na combinação dos diferentes critérios obtém melhores resultados, para tal foram aplicados dois Métodos Multicritério de Apoio à decisão (MCDA), o PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation) e o AHP (Analytic Hierarchy Process). Ambos os métodos foram frequentemente usados no apoio à Análise de Seleção Multicritério em áreas muito diversas, incluindo na problemática da seleção de fornecedores.

## **1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO**

Este trabalho está organizado em 5 capítulos:

No Capítulo I é feita uma introdução onde são apresentados os objetivos gerais do trabalho e a estrutura do mesmo.

No Capítulo II é apresentada a revisão da literatura destacando-se os temas relacionados com o estudo de Cadeias de Abastecimento e de Seleção de Fornecedores. É feita ainda uma abordagem aos métodos multicritério de apoio à decisão dando destaque aos métodos AHP e PROMETHEE.

No Capítulo III é descrita a metodologia, a identificação e definição dos critérios e é feita a apresentação resumida dos métodos aplicados neste estudo.

No Capítulo IV é identificado o problema e apresentada a sua estrutura e ainda descrita a forma como foi feita a recolha de dados. É desenvolvida a aplicação dos dois métodos nos três cenários e, por fim, é feita a análise dos resultados.

No Capítulo V são expostas as conclusões do estudo e indicadas propostas para o futuro.

### 2 REVISÃO DA LITERATURA

#### 2.1 Cadeias de abastecimento

De acordo com (Katsikeas & Leonidou, 1996) eventos históricos como a criação da União Europeia, a morte do comunismo nos países do bloco oriental e a pendente ratificação do Acordo de Comércio Livre da América do Norte contribuíram para a globalização da economia mundial. Como consequência, um número crescente de empresas que antes se concentraram no abastecimento doméstico estão agora à procura das suas bases de abastecimento em todo o mundo. Esta nova realidade veio acrescentar maior complexidade e maiores desafios às cadeias de abastecimento.

No entender de (Ting & Cho, 2008), uma cadeia de abastecimento é uma rede complexa constituída por todos os estágios (e.g., processamento de encomendas, compras, controlo de, produção e distribuição) envolvidos na produção e entrega de um produto final ou serviço.

Citados por (Seuring, 2006), Handfield and Nichols apresentam uma definição mais completa de uma cadeia de abastecimento, referindo que abrange todas as atividades associadas ao fluxo e transformação de bens, desde a fase de matérias-primas (extração), até ao consumidor final, bem como os fluxos de informação associados. A gestão da cadeia de abastecimento é a integração dessas atividades de forma a melhorar as relações entre elas com o objetivo de alcançar vantagens sustentáveis e competitivas (Sadraoui & Mchirgui, 2014).

#### 2.2 Seleção de fornecedores

A literatura é unânime no que respeita à cada vez maior importância do processo de compras e consequente seleção de fornecedores, como é o caso de (de Boer et al., 2001) ao referirem que com a crescente importância da função compras, as decisões de compra tornam-se mais relevantes. À medida que as organizações se tornam mais dependentes dos fornecedores as consequências diretas e indiretas da má tomada de decisão tornam-se mais severas.

De acordo com (Izadikhah, 2012), citado por (Azadfallah, 2017), o sucesso de uma cadeia de abastecimento está fortemente dependente da seleção de bons fornecedores. No entanto trata-se de um problema de tomada de decisão complexo que decorre da multiplicidade de fatores quantitativos e qualitativos que influenciam a escolha, à qual acresce ainda a dificuldade de fazer *trade-offs* entre esses fatores (Katsikeas & Leonidou, 1996).

Também no entender de (Monczka, R., Trent, Robert J., Handfield, 1998), citados por (Chen et al., 2006) o problema de seleção de fornecedores tem-se tornado num fator de extrema importância para estabelecer uma cadeia de abastecimento eficiente. Os principais objetivos na seleção de fornecedores são reduzir o risco, aumentar a cadeia de valor e estabelecer relacionamentos duradouros entre fornecedores e clientes.

Os impactos dessa escolha, segundo (Dias, 2015) poderão propagar-se desde a área específica das compras às outras áreas da empresa, com reflexo final nos lucros obtidos.

No entender de (Çebi & Bayraktar, 2003) o problema de seleção de fornecedores envolve vários critérios conflitantes entre si.

Importa por isso na tomada de decisão considerar o máximo de critérios possível, que abranjam diferentes perspectivas, de forma a tornar a escolha sustentada e informada.

Segundo (Alves, 2018), diferentes etapas estão envolvidas na tomada de decisão, tais como a identificação do problema e dos critérios, escolha do método, análise e avaliação das alternativas e verificação da eficácia da solução preferida.

### **2.3 Métodos Multicritério de Apoio à Decisão**

No apoio à resolução da problemática da escolha multicritério, existem diferentes métodos com abordagens distintas mas com um mesmo objetivo, no entender de (Alves, 2018), os métodos Multicritério de Apoio à Decisão tem por objetivo ser uma ferramenta de auxílio para analistas e decisores em situações em que haja a necessidade de identificar prioridades tendo como base múltiplos critérios que envolvam duas ou mais alternativas.

Ainda segundo (Alves, 2018), é comum a classificação dos métodos em 2 grupos, os desenvolvidos pela Escola Americana, que tem por objetivo reduzir os vários critérios a um critério síntese, na grande maioria das vezes, por meio de uma soma ponderada, de onde se destacam os métodos AHP, TODIM e MACBETH, e os desenvolvidos pela Escola Francesa,

baseados em relações de prevalência e dos quais se destacam os métodos das famílias ELECTRE e PROMETHEE.

Tratando-se de um problema tradicional de seleção do melhor fornecedor, neste trabalho será aplicado um método da escola americana, o AHP (Analytic Hierarchy Process) e um da escola francesa, o PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation).

Ambos os métodos foram ao longo do tempo amplamente aplicados no apoio à problemática de seleção de fornecedores, dado considerarem no modelo a percepção do decisor, o que se traduz em resultados adequados à visão estratégica de cada um. (Sipahi & Timor, 2010) apresentam um levantamento de diversos artigos publicados ao longo do tempo sobre a aplicação do AHP em diversas áreas, onde se inclui a seleção de fornecedores.

## **2.4 AHP**

No entender de (R. W. Saaty, 1987), desde há muito que existe uma preocupação com a medição de eventos físicos e psicológicos. Por físicos, entende-se o que está no reino do que é sabidamente conhecido como tangível no que se refere a algum tipo de realidade objetiva fora do indivíduo que está a realizar a medição. Em contraste, o psicológico está no conjunto dos intangíveis no que se refere às ideias e crenças subjetivas do indivíduo sobre si mesmo e o mundo das experiências. A questão é se existe uma teoria coerente que possa lidar com esses dois mundos da realidade sem comprometer nenhum deles.

O AHP, criado no início dos anos 70 por Thomas L. Saaty, é um dos métodos multicritério de apoio à decisão mais conhecidos e utilizados (Costa et al., 2019). O objetivo do AHP é selecionar a melhor alternativa entre os diferentes critérios de avaliação. Este método é fundamentado por três princípios: a estruturação em níveis hierárquicos, a determinação de prioridades e a consistência lógica (Tona et al., n.d.).

No entender de (Levary, 2007), uma metodologia útil para avaliar e classificar potenciais fornecedores deve ser capaz de incorporar a entrada de múltiplos decisores. O processo de hierarquia analítica (AHP) desenvolvido por Saaty é uma dessas metodologias. Refere ainda que a vantagem do método AHP é forçar o decisor a avaliar de forma sistemática e cuidadosa a importância de cada critério em relação aos outros de uma forma hierárquica.

Num artigo de (Ricardo, 2010) é referido que “a comparação entre dois elementos utilizando o AHP pode ser realizada de diferentes formas (Triantaphyllou, Evangelos, Mann, 1995). No entanto, a escala de relativa importância entre duas alternativas proposta por Saaty (T. L. Saaty, 2005) é a mais amplamente utilizada (Ricardo, 2010). Atribuindo valores que variam entre 1 a 9, a escala determina a importância relativa de uma alternativa com relação a outra...”.

Uma descrição interessante do AHP é efetuada por (Cheng & Li, 2001) ao referir que este é a representação hierárquica de um sistema. Acrescentando ainda que uma hierarquia é uma abstração da estrutura do sistema, composta por vários níveis que representam a decomposição do objetivo global num conjunto de *clusters*, *sub-clusters*, e assim por diante até ao nível final. Pode entender-se que se trata de decompor o problema em “sub-problemas”.

Uma descrição do processo é apresentada pelo próprio autor do método (T. L. Saaty, 1990) ao expor que uma decisão é definida por uma estrutura que representa os elementos do problema: o objetivo, critérios, subcritérios e alternativas (opções) e um conjunto de julgamentos que estabeleçam relações entre eles. O objetivo é obter uma escala de importância relativa para as alternativas, denominada escala de Saaty (Tabela 1).

Escala Numérica	Escala Verbal	Explicação
1	Ambos elementos são de igual importância	Ambos elementos contribuem com a propriedade de igual forma.
3	Moderada importância de um elemento sobre o outro.	A experiência e a opinião favorecem um elemento sobre o outro.
5	Forte importância de um elemento sobre o outro.	Um elemento é fortemente favorecido
7	Importância muito forte de um elemento sobre o outro	Um elemento é muito fortemente favorecido sobre o outro
9	Extrema importância de um elemento sobre o outro.	Um elemento é favorecido pelo menos com uma ordem de magnitude de diferença.
2,4,6,8	Valores intermediários entre as opiniões adjacentes.	Usados como valores de consenso entre as opiniões
Incremento 0.1	Valores intermediários na graduação mais fina de 0.1.	Usados para graduações mais finas das opiniões

Tabela 1-Escala Fundamental de Saaty (Fonte: (Neves, 2018) )

No entender de (Ricardo, 2010) o AHP transforma as comparações, que são na maioria das vezes empíricas, em valores numéricos que são processados e comparados. O peso de cada fator permite a avaliação de cada um dos elementos dentro da hierarquia definida. Esta capacidade de converter dados empíricos em modelos matemáticos é a principal contribuição distintiva da técnica AHP quando contrastada com outras técnicas.

Há, no entanto, na literatura referências às desvantagens desta metodologia. (Chan & Kumar, 2007), referem que apesar de sua popularidade e simplicidade de conceito, este método é frequentemente criticado pela sua incapacidade de lidar adequadamente com a incerteza inerente

e imprecisão associada ao mapeamento da percepção do decisor para números exatos. Na formulação tradicional do AHP, os julgamentos humanos são representados como exatos. No entanto, em muitos casos práticos, o modelo de preferência humana é incerto e os decisores podem ser relutantes ou incapazes de atribuir valores numéricos exatos para os julgamentos de comparação.

Na tabela 2 são apresentadas por (Michel & Leite, 2012) as vantagens e desvantagens do AHP

Vantagens	Desvantagens
Estrutura formalmente os problemas	Conversão da escala verbal para numérica pode alterar significativamente o resultado
Simplicidade de comparação entre pares	Inconsistência imposta pela escala de 1 a 9
Permite verificar a consistência dos pesos atribuídos	Possibilidade de respostas não coerentes
Versatilidade	Problemas com o autovetor na inserção de novas alternativas
Aplicação em situações que são utilizados intervalos numéricos para representar prioridades	Defasagem em situações com grandes quantidades de critérios

*Tabela 2-Vantagens e Desvantagens do AHP (Fonte:(Michel & Leite, 2012))*

## 2.5 PROMETHEE

O PROMETHEE I (ranking parcial) e o PROMETHEE II (ranking completo) foram desenvolvidos por Jean Pierre Brans e apresentados pela primeira vez em 1982 numa conferência organizada por R. Nadeau e M. Landry na universidade de Laval no Québec, Canadá. São diversas as aplicações utilizadas usando esta metodologia na área da saúde (Brans, Jean-Pierre, De Smet, 2017), bem como em outras áreas tais como gestão ambiental, finanças , logística e transportes, energia e inclusivamente nas ciências sociais (Bottero et al., 2018).

Segundo (Jalalvand et al., 2011), esta metodologia inclui vários tipos como sejam o PROMETHEE I (ranking parcial) o PROMETHEE II (ranking completo) e o PROMETHEE III (ranking baseado em intervalos) aplicados em diferentes condições para diferentes objetivos. No entender de (Morais & Almeida, 2006), o modelo considera algumas possíveis alternativas e avalia-as através de critérios pré-estabelecidos, priorizando as mais adequadas, possibilitando à gestão ganhar uma visão geral do negócio e tornar-se apta a tomar decisões multifuncionais, com possíveis estratégias de solução para minimização de perdas no sistema.

De acordo com (Pinho & Lopes, 2020), o método PROMETHEE baseia-se na ordenação de um conjunto finito de alternativas, em que um dado peso é atribuído a cada critério, tendo em conta

a sua importância. Assim, a preferência é calculada através da combinação de pares de alternativas, considerando o desvio entre duas alternativas num único critério.

O modelo de comparação de pares de alternativas do PROMETHEE requer que uma função de preferência seja associada a cada critério. O propósito da função de preferência é traduzir a diferença observada entre 2 alternativas para um determinado critério, a partir da escala do critério para uma escala normalizada de grau de preferência 0-1 (Mareschal, 2018).

No entender de (Jalalvand et al., 2011) a metodologia PROMETHEE prefere e prioriza alternativas baseadas em comparações de pares, o que significa que é especificado o desvio entre as avaliações de duas alternativas para um critério em particular, esse desvio é convertido para um número entre 0 e 1 e apresenta a preferência do decisor entre as alternativas em cada um dos critérios. Quanto maior o número, ou seja, quanto maior for o desvio, maior a preferência.

### **2.5.1 As funções de preferência**

De acordo com (Brans, Jean-Pierre, De Smet, 2017) a metodologia PROMETHEE considera 2 tipos de informação relativa aos critérios:

- Informação entre os critérios: atribuição de pesos relativos pelo decisor a cada critério, quanto maior o peso atribuído, maior a importância desse mesmo critério.

- Informação dentro dos critérios: a preferência na estrutura do PROMETHEE baseia-se em comparações de pares. Neste caso é considerado o desvio entre as avaliações de duas alternativas num critério específico. Para pequenos desvios, o decisor alocará uma pequena preferência para a melhor alternativa ou possivelmente nenhuma preferência se ele considerar que esse desvio é insignificante.

Isto significa que, para cada critério, o decisor tem em mente uma função.

São seis as funções de preferência, sendo que os três primeiros tipos de função de preferência introduzem noções básicas de modelação de preferência (Mareschal, 2018), sendo elas a Type I – Usual preference function; Type II – U-shape preference function; Type III – V-shape preference function. No grupo das avançadas a Type IV – Level preference function; Type V – Linear preference function; Type VI – Gaussian preference function.

Assim, esta metodologia para além de considerar os pesos atribuídos a cada critério pelo decisor, acrescenta ainda os limites de indiferença e preferência, tornando assim o modelo ainda mais completo no que respeita à integração da perceção individual do decisor sobre determinado critério.

### 3 METODOLOGIA

Para aplicação de uma metodologia MCDA com vista ao objetivo são consideradas alternativas e critérios a avaliar em cada uma delas.

#### 3.1 Definição dos critérios

Estudos ao longo dos anos abordaram uma variedade de critérios que são importantes na seleção de fornecedores. A principal premissa desses estudos é que muitas organizações gastam um tempo considerável a avaliar os seus parceiros da cadeia de abastecimento dada a importância estratégica da seleção de fornecedores (Bayazit, 2006).

Neste trabalho, os critérios de avaliação selecionados foram, na sua maioria, aqueles geralmente considerados mais relevantes para os decisores neste tipo de análise; no processo de escolha participaram decisores dos departamentos Financeiro, Produção e Compras. A estratégia de envolver diferentes áreas neste estudo, e não ficar, como acontece na maioria dos casos, restrita à área de Compras, deveu-se precisamente ao facto da empresa entender que esta deverá ser uma análise que considera os interesses de diferentes áreas.

Na tabela são apresentados os 11 critérios e respetiva descrição.

Critério	Descrição
Preço	Refere-se ao valor que a empresa paga a um fornecedor para comprar este material. A unidade de medida deste critério é €, para facilitar os cálculos e comparação o mesmo foi tratado em € /10 Kg. É obviamente um critério quantitativo a ser minimizado.
Custo de Transporte	Dependendo das condições de entrega negociadas com o fornecedor (Incoterm), o transporte, tal como o risco, pode ser de responsabilidade da empresa ou pode estar do lado do fornecedor. Tal como o preço será representado por € /10Kg.
Direitos	No caso dos fornecedores fora da União Europeia, dependendo do país de origem, podem ser aplicados pelas autoridades fiscais direitos de importação. Em certos casos, inclusivamente podem aplicar-se regras antidumping.
Tempo de Trânsito	Quanto maior for o tempo de trânsito, e novamente dependendo das condições de entrega, a empresa terá maiores custos de stock e maior será o risco de atrasos na entrega; é, portanto, um critério quantitativo a ser minimizado e será apresentado em dias.

Prazo de Pagamento	O fluxo de caixa é altamente dependente do balanço dos prazos de pagamento / recebimento, quanto mais longo for o prazo de pagamento melhor, será um critério quantitativo a ser maximizado.
Lead time	O lead time é o tempo decorrido entre a colocação do pedido e a receção do material. Quanto menor melhor, dado que permite aumentar a flexibilidade da cadeia de abastecimento no que se refere aos ajustes dos pedidos em termos de quantidades e /ou datas de entrega.
Dias de Stock	O material parado em armazém representa um custo, o custo de stock é um importante Indicador para a empresa e é reportado diariamente ao conselho de administração. A par do custo, a fibra de vidro é um material volumoso que ocupa uma área considerável, o objetivo é manter o stock de fibra de vidro o mais baixo possível, sendo, por isso, um critério a minimizar.
Qualidade	Este critério não se aplica à qualidade do material em si, pois este já foi aprovado na fase de qualificação do fornecedor. Trata-se principalmente da avaliação do comportamento do fornecedor quanto ao cumprimento das entregas, como por exemplo o cumprimento do prazo de entrega e das quantidades e documentação correta. Não só o atraso pode ser um motivo para a paralisação, mas também os documentos de embarque incorretos ou incompletos podem provocar retenção na alfândega por dias ou semanas. Será um critério qualitativo a ser maximizado.
Complexidade da Compra	O decisor de compras considerou que este critério deve ser incluído no estudo, visto que se deparam com alguns constrangimentos no processo de compra com alguns fornecedores, perdendo mais tempo na obtenção de confirmações de entrega, o que gera incerteza, e na clareza de todo o processo. Optou-se por mantê-lo fora do critério de qualidade para ser avaliado separadamente.
Flexibilidade	O plano de produção pode sofrer alterações que devem ser acompanhadas de ajustes nos pedidos de materiais, de forma a antecipar ou atrasar entregas ou mesmo aumentar ou diminuir quantidades. É importante ter fornecedores que possam ser flexíveis em aceitar tanto quanto possível essas mudanças sem custos extras. É, portanto, um critério a ser maximizado.
Complexidade do Manuseamento	Este foi um critério indicado pelo decisor da área da produção ao observar desvios consideráveis no manuseamento da fibra de vidro quando esta é proveniente de determinados fornecedores. De um lado o sistema de transporte, camião ou contentor, e do outro a forma como o material é embalado. O material passa por três fases de manuseamento: descarga do sistema de transporte; armazenamento; picking para abastecimento à linha de corte.

Tabela 3- Critérios (Fonte: própria)

## 3.2 Métodos de decisão Multicritério

### 3.2.1 AHP - Analytic Hierarchy Process

Segundo (Saaty, 1990) uma decisão é definida por uma estrutura que representa os elementos do problema: um objetivo, critérios, subcritérios e alternativas (opções) e um conjunto de julgamentos para estabelecer relações entre eles. O objetivo é obter uma escala de importância relativa para as alternativas. Desenvolvido por Thomas L. Saaty na década de 1970, o AHP, Analytic Hierarchy Process, usa estruturas hierárquicas, matrizes e álgebra linear para formalizar o processo de decisão. O método foi construído com base em três princípios: o princípio da construção de hierarquias, o princípio do estabelecimento de prioridades e o princípio da consistência lógica (Badri & Abdulla, 2004). O AHP tem sido uma abordagem popular para seleção de fornecedores e tem sido utilizado numa ampla variedade de situações por diversos pesquisadores (Perçin, 2006). Segundo (Levary, 2007), uma das vantagens do AHP é que obriga o usuário a avaliar de forma sistemática e cuidadosa a importância de cada critério em relação aos demais de forma hierárquica. Na seleção do fornecedor, com o AHP, o comprador só precisa dar declarações verbais e qualitativas sobre a importância relativa de um critério em relação a outro critério e da mesma forma em relação à preferência relativa de um fornecedor em relação a outro num determinado critério. (Boer, de, Labro e Morlacchi, 2001). As comparações de pares são formuladas para incluir todas as combinações de relações de critérios / subcritérios / alternativas. A equipe de decisão compara os critérios e subcritérios atribuindo valores numéricos com base na importância relativa das alternativas a ser consideradas. Cada critério de seleção de fornecedor é primeiro comparado com todos os outros critérios (Perçin, 2006). Para a aplicação da metodologia segundo (TL Saaty, 1980) citado por (Pinho e Lopes, 2020), na elaboração das matrizes quadradas ou matrizes de decisão, onde  $i$  representa o número da linha da matriz,  $j$  o número da coluna e  $a_{ij}$  representa a comparação entre os critérios e as alternativas  $a_i$  e  $a_j$ , as seguintes regras devem ser respeitadas:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

onde,

$a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}$ , então, se  $a_{ij} = k$  então  $a_{ji} = \frac{1}{k}$  para todo  $k > 0$

e

$a_{ii} = 1$  para todo  $i$  – significa na escala fundamental que cada critério ou alternativa quando comparado consigo próprio assume igual importância

O princípio de preenchimento da matriz é simples uma vez que cada decisor deve indicar o quanto é importante um critério em relação a outro. Saaty sugeriu uma escala de 5 avaliações amplamente conhecida (Podvezko, 2009), a escala fundamental de Saaty (Tabela 4).

Importance	Defenition	Explanation
1	Equal importance	Two attributes contribute identically to the objective
3	Moderate importance of one over the other	Experience and judgement slightly favors one attribute over another
5	Strong or essential importance	Experience and judgement strongly favors one attribute over another
7	Demosntrated dominance	An attribute's dominance is demosntrated in practice
9	Exxtreme dominance	The evidence favoring na attribute over another is affirmed to the highest possible
2,4,6,8	Intemediate values	Further subdivision or compromise is needed

Tabela 4- Escala de Saaty (Fonte: adaptado de(T. L. Saaty, 1990))

O segundo passo, de forma a obter os pesos relativos a matriz é a sua normalização e será definida por

$$A' = [a'_{ij}] \quad (2)$$

Onde  $a'_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{k=1}^n a_{ik}}$  para  $1 \leq i \leq n$  e  $1 \leq j \leq n$

E onde  $n$  corresponde ao número de elementos, critérios ou alternativas.

Normalizada a matriz para cada linha é calculado o valor médio

$W = [w_k]$  onde,

$$w_k = \frac{\sum_{j=1}^n a'_{kj}}{n} \text{ para } 1 \leq i \leq n, \text{ e } 1 \leq j \leq n. \quad (3)$$

No processo de comparação poderão gerar-se inconsistências, nomeadamente quando o problema tem um número elevado de alternativas ou de critérios, como é o caso.

Feitas as comparações é necessário verificar se as avaliações são ou não consistentes, para tal é calculado o Rácio de Consistência (RC) que correlaciona o Índice de consistência (IC) com o Índice de Consistência Aleatório (IR), dado pela expressão,

$$RC = \frac{IC}{IR} \quad (4)$$

O Índice de Consistência (IC) é obtido através da fórmula (T. L. Saaty, 1990),

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (5)$$

Em que  $n$ , no caso dos critérios, corresponde ao número destes, no caso, 11.

$\lambda_{max}$  é o máximo valor próprio e será sempre maior do que o número de fatores de decisão do nível em análise representado por  $n$ . A matriz de comparação de pares de  $A$  será mais consistente quanto mais próximo estiver o  $\lambda_{max}$  do número de fatores.

O Índice de Consistência Aleatório é obtido através da Tabela 5.

Ordem da Matriz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
IR	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51

Tabela 5-Valores do IR (Fonte: adaptado de (Podvezko, 2009))

De acordo com (Saaty, 1990), a consistência estará confirmada se o valor do RC tiver um valor máximo de 10%,

### 3.2.2 PROMETHEE - Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation

No entender de (Brans, Jean-Pierre, De Smet, 2017) a fim de construir um método multicritério adequado alguns requisitos podem ser considerados:

Requisito 1: deve-se levar em consideração a amplitude dos desvios entre as avaliações das alternativas dentro de cada critério:

$$d_j(a, b) = g_j(a) - g_j(b) \quad (6)$$

Requisito 2: Como as avaliações  $g_j(a)$  de cada critério são expressas nas suas próprias unidades, os efeitos do escalonamento devem ser completamente eliminados.

Requisito 3: No caso de comparações de pares, um método multicritério apropriado deve fornecer as seguintes informações:

- $a$  é preferível a  $b$ ;
- $a$  e  $b$  são indiferentes;
- $a$  e  $b$  são incomparáveis

Requisito 4: Diferentes métodos multicritério requerem diferentes informações adicionais e operam diferentes procedimentos de cálculo para que as soluções que eles propõem possam ser diferentes. Portanto, é importante desenvolver métodos que sejam compreensíveis pelos decisores. Procedimentos de “caixa negra” devem ser evitados.

Requisito 5: Um procedimento apropriado não deve incluir parâmetros técnicos sem significado para o decisor. Esses parâmetros induziriam novamente os efeitos de “caixa negra”.

Requisito 6: Um método apropriado deve fornecer informações sobre a natureza conflitante dos critérios.

Requisito 7: A maioria dos métodos multicritério alocam pesos de importância relativa dos critérios. Esses pesos refletem grande parte do “cérebro” do decisor. Não é fácil defini-los. Normalmente, os decisores hesitam fortemente. Um método apropriado deve oferecer ferramentas de sensibilidade para testar facilmente diferentes conjuntos de pesos.

Para o autor, os métodos PROMETHEE e o módulo visual interativo GAIA associado consideram todos esses requisitos. O PROMETHEE I (classificação parcial) e PROMETHEE II (classificação completa) foram desenvolvidos por JP Brands e apresentados pela primeira vez em 1982 numa conferência organizada por R. Nadeau e M. Landry na Université Laval, Québec, Canadá (L'Ingénierie de la Décision. Elaboration d'instruments d'Aide à la Décision) (Brans, Jean-Pierre, De Smet, 2017). Segundo (Jalalvand et al., 2011), esta metodologia inclui vários tipos, tais como PROMETHEE I (classificação parcial), PROMETHEE II (classificação

completa) e PROMETHEE III (classificação baseada em intervalos) aplicados em diferentes condições para diferentes fins. O modelo considera algumas alternativas possíveis avalia-as por meio de critérios pré-estabelecidos, priorizando as mais adequadas, permitindo que a gestão tenha uma visão geral do negócio e se torne capaz de tomar decisões multifuncionais, com possíveis estratégias de solução para minimizar perdas no sistema (Morais e Almeida, 2006). Numa visão mais prática, (Pinho e Lopes, 2020) explicam que o método PROMETHEE se baseia na ordenação de um conjunto finito de ações, onde é atribuído um determinado peso a cada critério, tendo em conta a sua importância. Assim, a preferência é calculada combinando pares de alternativas, considerando o desvio entre duas alternativas num único critério. A comparação par a par de alternativas do modelo PROMETHEE requer que uma função de preferência seja associada a cada critério. O objetivo da função de preferência é traduzir a diferença observada entre duas ações em um determinado critério, da escala de critério para um grau de preferência normalizado de 0-1 (Mareschal, 2018). O grau de preferência 0-1 apresenta a preferência do decisor entre as alternativas em cada critério; quanto maior o número, maior será a preferência. Como afirmado, PROMETHEE é baseado na comparação par a par das alternativas. De acordo com (Mareschal, 2013), isso significa que o desvio entre as avaliações de duas ações num determinado critério deve primeiro ser modelado. Para pequenos desvios, provavelmente haverá uma preferência fraca ou nenhuma preferência pela melhor alternativa, pois o decisor considerará esse desvio como pequeno ou insignificante. Para desvios maiores, níveis de preferência maiores são esperados. Significa que, além da atribuição de peso aos critérios, que é a informação entre os critérios necessários para aplicar o método PROMETHEE, o método aprofunda-se no subconsciente do decisor com informações dentro dos próprios critérios que são modeladas pelas funções de preferência.

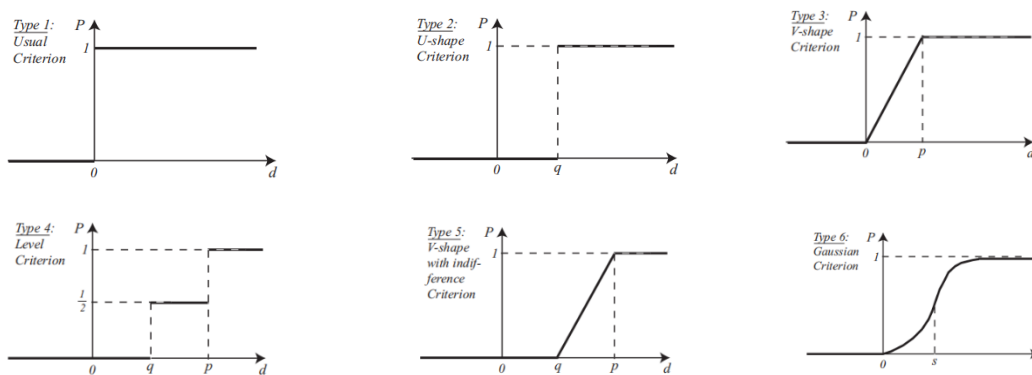


Figura 2- Funções de Preferência (Fonte: Brans e Smet, De, 2016)

Dependendo da função de preferência escolhida, 0, 1 ou 2 parâmetros terão de ser definidos:

$q$  é o limite de indiferença;

$p$  é o limite de total preferência;

$s$  é um valor intermédio entre  $q$  e  $p$

O limite de indiferença  $q$  é o maior desvio que é considerado negligenciável pelo decisor, enquanto que o limite de preferência é o menor desvio que é suficiente para gerar completa preferência (Brans, Jean-Pierre, De Smet, 2017).

Para aplicar o método PROMETHEE o primeiro passo é comparar cada par de alternativas em cada um dos critérios.

Assim, dadas duas alternativas  $a_i, a_j$ , o índice de preferência é dado por:

$$\pi(a_i, a_j) = \sum_{k=1}^q w_k P_k(a_i, a_j) \quad (7)$$

onde,

$w_k$  refere-se ao peso atribuído ao critério  $k$  e  $P_k(a_i, a_j)$  representa o valor da função de preferência de acordo com a diferença entre a avaliação das alternativas  $a_i$  e  $a_j$  no critério  $k$ .

Onde

$$\square d_k(a_i, a_j) = g_k(a_i) - g_k(a_j) \quad (8)$$

É a amplitude dos desvios entre as avaliações das alternativas dentro de cada critério

$\pi(a_i, a_j)$  calculado para todos os critérios, representa a intensidade da preferência do decisor da alternativa  $a_i$  sobre a alternativa  $a_j$  quando considerados todos os critérios simultaneamente. O resultado é um número entre “0” e “1” e

$\pi(a_i, a_j) = 0$  significa uma fraca preferência de  $a_i$  sobre  $a_j$  para todos os critérios;

e

$\pi(a_i, a_j) = 1$  significa uma forte preferência de  $a_i$  sobre  $a_j$  para todos os critérios (Anand & Kodali, 2008).

Onde,

$$\sum_{k=1}^n w_k = 1 \quad (9)$$

Se o critério for para ser maximizado, então,

$P_k$  – Função de preferência

$$P_k(a_i, a_j) = F_k[d_k(a_i, a_j)] \quad \forall a_i, a_j \in A \quad (10)$$

onde,

$$d_k(a_i, a_j) = g_k(a_i) - g_k(a_j) \quad (11)$$

E para o qual,

$$0 \leq P_k(a_i, a_j) \leq 1 \quad (12)$$

Se o critério for para minimizar, então

$$P_k(a_i, a_j) = F_k[-d_k(a_i, a_j)] \quad \forall a_i, a_j \in A \quad (13)$$

Aplicada a metodologia, são usados dois indicadores para avaliar a relação entre as alternativas (Brans, Jean Pierre, Mareschal, 2005) esses indicadores são gerados pelo cálculo dos índices de preferência  $\pi(a_i, a_j)$  e  $\pi(a_j, a_i)$  para cada par de alternativas.

-O fluxo de preferência positivo  $\phi^+(a)$  mede quanto a alternativa  $a$  é preferida às restantes  $n-1$ , é uma medida global da força da alternativa. Quanto maior o  $\phi^+(a)$  melhor a alternativa.

$$\phi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{a_j \neq a_i} \pi(a_i, a_j) \quad (14)$$

-O fluxo negativo flow  $\phi^-(a)$  mede o quanto as restantes  $n-1$  alternativas são preferidas sobre a alternativa  $a$ . é uma medida global da fraqueza da alternativa  $a$ . Quanto menor o  $\phi^-(a)$  melhor a alternativa.

$$\Phi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{a_j \neq a_i} \pi(a_j, a_i) \quad (15)$$

O fluxo de preferência líquido  $\phi(a)$  é a diferença entre os fluxos de preferência positivo e negativo:

$$\Phi(a) = \Phi^+(a) - \Phi^-(a) \quad (16)$$

Este não só tem em conta as forças e as fraquezas de uma alternativa, como também as agrega num único resultado  $\Phi(a)$  que pode ser positivo ou negativo.

Quanto maior o  $\Phi(a)$  melhor a alternativa (Mareschal, 2013).

Serão assim gerados dois rankings:

**PROMETHEE I** – *ranking* parcial, é obtido através dos fluxos positivo e negativo.

Em alguns casos, o ranking parcial não evidencia qual a melhor alternativa, atribuindo essa responsabilidade ao decisor, razão pela qual (Brans, Jean-Pierre, De Smet, 2017) consideram prudente o ranking PROMETHEE I.

**PROMETHEE II** – ranking completo, é a diferença entre os fluxos positivo e negativo. Quanto maior, melhor a alternativa.

Assim,

Uma alternativa  $a_i$  será melhor que  $a_j$  se  $\Phi(a_i) > \Phi(a_j)$

Uma alternativa  $a_i$  será indiferente a  $a_j$  se  $\Phi(a_i) = \Phi(a_j)$

No entender de (Brans, Jean-Pierre, De Smet, 2017), no PROMETHEE II, todas as alternativas são comparáveis. Não restam incomparabilidades, no entanto o resultado pode ser questionável devido à possível perda de informação ao considerar a diferença (8).

De acordo com (Mareschal, 2013) o **PROMETHEE GAIA** é usado para minimizar essas perdas de informação, partindo de uma representação multidimensional do problema de decisão;

o objetivo é representar graficamente as suas principais características, juntamente com outros aspetos, determinando se as alternativas entre elas são diferentes ou semelhantes, quais os critérios conflitantes e qual o impacto dos pesos atribuídos aos critérios no ranking obtido.

Para estudos multi-cenário, como é o caso, a análise GAIA-Scenarios poderá ser útil para melhor compreender as diferenças entre os resultados obtidos das avaliações de diferentes decisores.

### 4 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA / ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

#### 4.1 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

Atualmente a empresa distribui o volume de compra de fibra de vidro por cinco fornecedores localizados em cinco países. Se por um lado há um ganho de flexibilidade, por outro o poder de negociação é menor e existe maior dificuldade em obter compromisso por parte dos fornecedores, por saberem não ser exclusivos. Outro dos fatores que motiva a empresa a mudar a estratégia de compra, reduzindo a distribuição do volume apenas a dois fornecedores, é a complexidade da gestão dos atuais cinco. Com tempos de transito e *lead times* completamente distintos, os aprovisionamentos por vezes cruzam-se e resultam em stocks demasiado elevados, em determinados momentos, e noutros, stocks demasiado baixos ao ponto de risco de paragem. Neste estudo será considerada uma sexta alternativa, um fornecedor localizado em Portugal, em fase de qualificação. Este é já conhecido da empresa, por ter fornecido um produto semelhante ao longo de vários anos.

Esta decisão não está totalmente centralizada na área de compras, tal como previamente exposto, tratando-se de um material estratégico há outras áreas envolvidas, nomeadamente a Financeira e a Produção.

#### 4.2 RECOLHA DE DADOS

Todos os dados quantitativos foram recolhidos diretamente através do acesso ao sistema informático da empresa. Os dados qualitativos foram discutidos e tratados através de reuniões formais e informais com diferentes áreas de trabalho, nomeadamente com operadores que manuseiam diariamente o material em análise.

As alternativas foram indicadas pelos departamentos de planeamento e compras, e são, como referido os atuais fornecedores qualificados e um em fase avançada de qualificação.

Os critérios foram amplamente discutidos e finalmente selecionados por três decisores, um responsável do controlo de gestão, o responsável de compras e um diretor de produção. Foi decidido cada decisor fazer a sua própria avaliação, o que resultou em três diferentes cenários que serão analisados individualmente e posteriormente comparados.

### 4.3 ESTRUTURAÇÃO

A estrutura do problema está representada na Figura 3

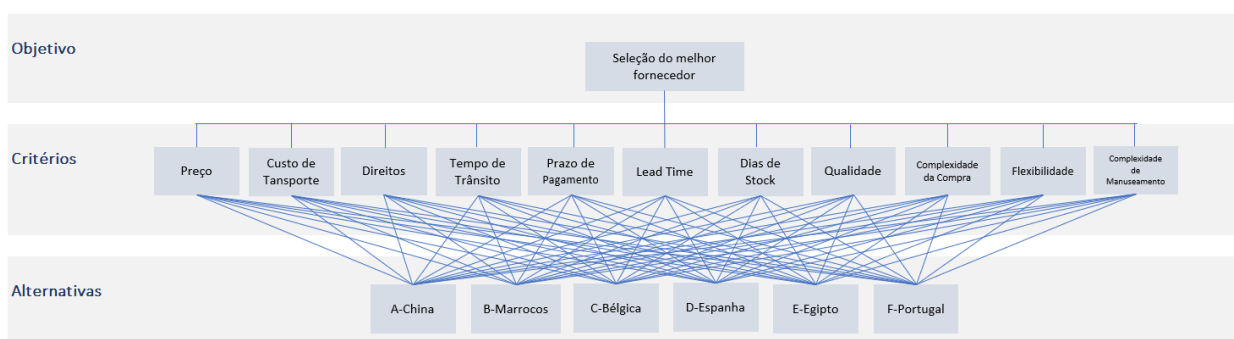


Figura 3-Estruturação do problema (Fonte: própria)

### 4.4 APLICAÇÃO DO MÉTODO AHP

Para a aplicação da metodologia foi considerada a estrutura apresentada na Figura 3.

A comparação dos 11 critérios foi feita usando a escala fundamental de Saaty com o objetivo de estabelecer a importância relativa de cada critério. A matriz resultante foi normalizada através da soma das linhas e dividindo o resultado por cada elemento da matriz.

Nas tabelas seguintes são apresentadas as matrizes normalizadas correspondentes a cada um dos decisores e os respetivos rankings.

#### 4.4.1 Cenário 1 – Decisor da área financeira

Os resultados obtidos para o decisor da área financeira são apresentados na Tabela 6.

CENÁRIO 1	Preço	Custo de Transporte	Direitos	Tempo de Trânsito	Prazo de Pagamento	Lead time	Dias de Stock	Qualidade	Complexidade da Compra	Flexibilidade	Complexidade do Manuseamento	w
Preço	0,30	0,37	0,37	0,18	0,22	0,21	0,27	0,24	0,19	0,18	0,17	24,65%
Custo de Transporte	0,15	0,19	0,19	0,16	0,22	0,16	0,27	0,24	0,19	0,18	0,17	19,32%
Direitos	0,15	0,19	0,19	0,16	0,22	0,21	0,27	0,24	0,17	0,16	0,15	19,04%
Tempo de Trânsito	0,04	0,03	0,03	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,04	2,08%
Prazo de Pagamento	0,04	0,03	0,03	0,07	0,03	0,08	0,02	0,02	0,07	0,08	0,07	4,84%
Lead time	0,06	0,05	0,04	0,07	0,02	0,04	0,02	0,02	0,07	0,08	0,09	4,96%
Dias de Stock	0,08	0,05	0,05	0,09	0,09	0,12	0,07	0,15	0,12	0,13	0,11	9,54%
Qualidade	0,06	0,04	0,04	0,11	0,09	0,12	0,02	0,05	0,12	0,08	0,11	7,67%
Complexidade da Compra	0,04	0,02	0,03	0,05	0,09	0,01	0,01	0,01	0,02	0,05	0,04	3,48%
Flexibilidade	0,04	0,03	0,03	0,07	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,03	0,02	2,57%
Complexidade do Manuseamento	0,04	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02	1,84%
Soma	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	100%

Tabela 6-Matriz Normalizada e peso de cada critério (Fonte: própria)

De acordo com a avaliação do decisor do controlo de gestão, identificado como Cenário 1, o “Preço” surgiu como o critério com maior peso atribuído, 25%, seguido de “Custo de transporte” e “Direitos” com a mesma importância, 19%, é um resultado expectável na medida em que o decisor vem do departamento financeiro e está obviamente mais focado nos custos diretos, aqueles que ele pode facilmente mensurar. Os “Dias de Stock”, o *Key Performance Indicator* (KPI) diário seguido, obtêm o terceiro lugar, 10%, e novamente a perspectiva financeira está claramente presente dada a influência deste importante critério para a empresa.

“Complexidade da Compra”, “Flexibilidade” e “Complexidade de Manuseamento” foram os critérios com a pontuação menos favorável, ficando a última na parte inferior da avaliação. Na verdade, mesmo entendendo o impacto sobre o tempo de ciclo, é difícil medi-los e convertê-los em custo e, quando comparado em um conjunto de tantos critérios, é natural ser subestimado. Devido ao número considerável de critérios, eram esperadas algumas inconsistências, porém estas não aconteceram. A consistência foi calculada no Excel e verificada duas vezes por meio de calculadora *online* cujos resultados se apresentam nas Figuras 27 e 28 do Anexo IV.

O valor do RC obtido através do Excel foi de 7,94% e na calculadora 6,5%, a diferença terá a ver com arredondamentos na matriz de decisão, no entanto os resultados em termos de posição no ranking de critérios não apresentam qualquer diferença.

O mesmo procedimento, utilizando a escala fundamental de Saaty, foi aplicado para as alternativas em cada critério individualmente.

Para o efeito foram construídas 11 matrizes, uma para cada critério onde as alternativas são comparadas relativamente a esse critério.

Também para estas foram calculados os rácios de coerência, tendo sido obtido em todos os casos valores de RC <10, provando assim a coerência das comparações.

Neste exercício alguns cálculos foram feitos anteriormente para facilitar as comparações para o decisor, novamente, mostrando as reais diferenças dos valores, foi mais fácil aplicar a escala de Satty.

Por fim, os pesos obtidos para as alternativas em cada critério serão ponderados pelos obtidos para o critério.

Para obter um ranking dos melhores fornecedores, calculamos a média ponderada dessas parcelas, o que permitirá encontrar o valor final de importância de cada fornecedor e estabelecer prioridades.

A Tabela 7 apresenta uma matriz resumo de decisão final, sendo que o vetor de decisão não é mais do que o ranking obtido para as alternativas.

	Preço	Custo de Transporte	Direitos	Tempo de Trânsito	Prazo de Pagamento	Lead time	Dias de Stock	Qualidade	Complexidade da Compra	Flexibilidade	Complexidade do Manuseamento	Vetor de Decisão
<b>Peso ( <math>w_k</math> )</b>	24,65%	19,32%	19,04%	2,08%	4,84%	4,96%	9,54%	7,67%	3,48%	2,57%	1,84%	
A - China	14,80%	7,98%	2,44%	2,43%	22,71%	3,79%	3,37%	11,80%	5,12%	25,54%	6,80%	9,18%
B - Marrocos	31,40%	7,98%	19,51%	13,99%	22,71%	50,97%	11,43%	3,48%	3,04%	4,32%	12,01%	18,71%
C - Bélgica	7,04%	26,60%	19,51%	26,72%	22,71%	3,79%	18,12%	16,44%	27,66%	9,52%	12,01%	16,85%
D-Espanha	3,58%	26,60%	19,51%	23,63%	22,71%	13,82%	22,71%	38,92%	27,65%	25,54%	35,37%	19,44%
E-Egipto	18,40%	26,60%	19,51%	5,33%	6,31%	13,82%	3,50%	16,44%	8,87%	9,52%	12,01%	16,86%
F-Portugal	24,77%	4,24%	19,51%	27,90%	2,84%	13,82%	40,87%	12,93%	27,65%	25,54%	21,81%	18,95%

Tabela 7-Matriz de decisão final (Fonte: própria)

Quadro-resumo com o ranking global dos fornecedores obtido para o primeiro Cenário com “D-Espanha” no topo do ranking (Tabela 8)

RANKING		
CENÁRIO 1		
1º	D-Espanha	19,44%
2º	F-Portugal	18,95%
3º	B-Marrocos	18,71%
4º	E-Egipto	16,86%
5º	C-Bélgica	16,85%
6º	A-China	9,18%

Tabela 8-Ranking das alternativas Cenário 1 (Fonte: própria)

“D-Espanha”, apesar de ser o fornecedor com o segundo preço mais alto, o seu desempenho é compensado por critérios como “Direitos” e “Dias de Stock”, nos quais este fornecedor tem bons resultados e aos quais o decisor atribuiu pesos significativos.

“F-Portugal” foi o segundo melhor classificado, muito perto das alternativas “B-Marrocos”. “E-Egipto” e “C-Bélgica” obtiveram resultados muito próximos com uma diferença de apenas 0,01%; finalmente a alternativa “A-China” surge em último lugar com a pior classificação. O peso atribuído pelo decisor do Cenário 1 ao critério “Direitos” será certamente o principal motivo para o fraco desempenho desta opção.

#### 4.4.2 Cenário 2 – Decisor da área de compras

Na Tabela 9 são apresentados os pesos relativos obtidos para o cenário 2, correspondente ao decisor da área de compras.

CENÁRIO 2	Preço	Custo de Transporte	Direitos	Tempo de Trânsito	Prazo de Pagamento	Lead time	Dias de Stock	Qualidade	Complexidade da Compra	Flexibilidade	Complexidade do Manuseamento	w
Preço	0,39	0,48	0,38	0,38	0,48	0,45	0,34	0,27	0,26	0,32	0,24	36,32%
Custo de Transporte	0,09	0,11	0,13	0,14	0,10	0,12	0,15	0,14	0,14	0,15	0,14	12,62%
Direitos	0,07	0,05	0,06	0,06	0,05	0,06	0,07	0,09	0,09	0,09	0,09	7,04%
Tempo de Trânsito	0,06	0,04	0,06	0,06	0,05	0,06	0,05	0,07	0,08	0,06	0,08	6,07%
Prazo de Pagamento	0,08	0,11	0,13	0,12	0,10	0,08	0,12	0,12	0,12	0,13	0,12	11,07%
Lead time	0,07	0,07	0,09	0,08	0,10	0,08	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	9,22%
Dias de Stock	0,06	0,04	0,04	0,06	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,04	0,07	4,93%
Qualidade	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,04	3,12%
Complexidade da Compra	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	2,72%
Flexibilidade	0,05	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,05	0,07	0,06	0,04	0,05	4,48%
Complexidade do Manuseamento	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	2,41%
Soma	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	100%

Tabela 9-Matriz normalizada e peso de cada critério (Fonte: própria)

Tal como no Cenário 1, o critério “Preço” surge como o mais importante na avaliação feita por este decisor, neste caso bastante mais destacado dos restantes critérios. Naturalmente que as compras consideram um bom desempenho quando compram ao preço mais baixo e conseguem negociar boas condições de pagamento, razão pela qual este último é o critério com a terceiro melhor grau de importância para este decisor.

O critério “Custos de Transporte” surge como o critério com o segundo peso mais significativo, na definição do decisor é considerado que estes acabam por ser somados diretamente ao preço de compra.

De referir que na fase de seleção de critérios o decisor das compras considerou o critério “Complexidade da Compra” como muito importante para a avaliação, no entanto no exercício

de comparação acabou por ter um peso relativo pouco significativo. Este exemplo demonstra que apesar de um decisor ao avaliar um critério individualmente o considerar importante, quando comparado com outros a sua importância passa a ser efetivamente relativa.

	Preço	Custo de Transporte	Direitos	Tempo de Trânsito	Prazo de Pagamento	Lead time	Dias de Stock	Qualidade	Complexidade da Compra	Flexibilidade	Complexidade do Manuseamento	Vetor de Decisão
Peso ( $w_k$ )	36,32%	12,62%	7,04%	6,07%	11,07%	9,22%	4,93%	3,12%	2,72%	4,48%	2,41%	
A - China	15,22%	9,11%	2,17%	2,68%	21,93%	3,24%	3,07%	7,77%	5,12%	25,09%	4,74%	11,49%
B - Marrocos	32,52%	9,11%	19,57%	16,56%	21,93%	53,32%	11,10%	4,44%	3,04%	5,05%	10,35%	23,93%
C - Bélgica	4,62%	25,39%	19,57%	20,52%	21,93%	3,24%	16,17%	16,52%	27,66%	9,83%	10,35%	12,99%
D-Espanha	2,44%	25,39%	19,57%	28,75%	21,93%	13,40%	25,89%	38,21%	27,66%	25,10%	40,56%	16,20%
E-Egipto	19,18%	25,39%	19,57%	5,88%	8,24%	13,40%	3,07%	16,53%	8,87%	9,83%	10,35%	15,65%
F-Portugal	26,02%	5,62%	19,57%	25,62%	4,05%	13,40%	40,69%	16,53%	27,66%	25,10%	23,64%	19,74%

Tabela 10-Matriz de decisão final (Fonte: própria)

O ranking dos fornecedores resultado das comparações do decisor do Cenário 2 é apresentado na Tabela 11

RANKING	
CENÁRIO 2	
1º	B-Marrocos 23,93%
2º	F-Portugal 19,74%
3º	D-Espanha 16,20%
4º	E-Egipto 15,65%
5º	C-Bélgica 12,99%
6º	A-China 11,49%

Tabela 11-Ranking de alternativas – Cenário 2 (Fonte: própria)

Neste cenário a alternativa “B-Marrocos” ocupa o primeiro lugar do ranking. O resultado faz todo o sentido na medida em que este fornecedor é o que oferece o preço mais baixo e um dos que tem o prazo de pagamento mais alargado, sendo estes dois dos critérios com maior peso atribuído pelo decisor.

“F-Portugal” tem o segundo melhor resultado com alguma distância para o terceiro fornecedor do ranking “D-Espanha” e com este muito próximo do fornecedor “E-Egipto”. “C-Bélgica” e “A-China” surgem nos últimos lugares do ranking com 12,99% e 11,49% respetivamente; a combinação dos critérios “Preço”, “Custo de Transporte” e “Prazo de Pagamento”, com fraco desempenho nestas alternativas e cujos pesos relativos atribuídos pelo decisor da área de compras são os mais relevantes, foi o que contribuiu para o mau posicionamento destas 2 alternativas no ranking global.

### 4.4.3 Cenário 3 – Decisor da área da produção

Os resultados obtidos para o decisor da área da produção são apresentados na Tabela 12.

CENÁRIO 3	Preço	Custo de Transporte	Direitos	Tempo de Trânsito	Prazo de Pagamento	Lead time	Dias de Stock	Qualidade	Complexidade da Compra	Flexibilidade	Complexidade do Manuseamento	w
Preço	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	1,96%
Custo de Transporte	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	1,96%
Direitos	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	1,96%
Tempo de Trânsito	0,13	0,13	0,13	0,17	0,13	0,24	0,10	0,13	0,15	0,16	0,07	14,03%
Prazo de Pagamento	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	1,96%
Lead time	0,16	0,16	0,16	0,17	0,16	0,24	0,67	0,17	0,22	0,16	0,20	22,39%
Dias de Stock	0,16	0,16	0,16	0,17	0,16	0,03	0,10	0,30	0,37	0,41	0,20	20,02%
Qualidade	0,09	0,09	0,09	0,06	0,09	0,06	0,01	0,04	0,02	0,03	0,07	5,89%
Complexidade da Compra	0,13	0,13	0,13	0,08	0,13	0,08	0,02	0,13	0,07	0,08	0,14	10,34%
Flexibilidade	0,13	0,13	0,13	0,08	0,13	0,12	0,02	0,13	0,07	0,08	0,20	11,32%
Complexidade do Manuseamento	0,11	0,11	0,11	0,17	0,11	0,08	0,03	0,04	0,04	0,03	0,07	8,17%
Soma	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	100%

Tabela 12-Matriz normalizada e peso de cada critério (Fonte: própria)

O principal objetivo da área da produção é garantir que não há paragens no fluxo de forma a cumprir com o prazo de entregas definido pelo plano de produção, seria, portanto, expectável que este decisor atribuisse maior relevância a critérios que têm um impacto direto na sua área, como sejam “Tempo de Trânsito”, “Lead Time” ou “Dias de Stock”. Efetivamente foram estes os critérios aos quais o decisor da área da produção atribuiu maior peso relativo. O critério “Flexibilidade” surgiu como o quarto mais relevante, de facto, imprevistos na linha de produção podem levar à necessidade do ajuste das encomendas quer em termos de antecipação ou adiamento quer em termos de alteração de quantidades, razão pela qual este decisor considera importante o facto do fornecedor conseguir reagir a estas eventuais flutuações.

Com uma visão muito funcional este decisor menosprezou os critérios relacionados com custos diretos, na sua perspetiva o mais importante é garantir que não há paragens uma vez que estas, para além de comprometerem a sua performance, representam custos extremamente elevados. Neste cenário, na comparação de critérios surgiram algumas inconsistências, de forma a corrigi-las foi utilizada a calculadora online que evidencia onde estas se encontram e sugere qual o ajuste a ser feito, estas foram apresentadas ao decisor que concordou com os ajustes propostos; os valores foram corrigidos nas tabelas de Excel tendo-se então obtido um índice de consistência de 7,25%.

	Preço	Custo de Transporte	Direitos	Tempo de Trânsito	Prazo de Pagamento	Lead time	Dias de Stock	Qualidade	Complexidade da Compra	Flexibilidade	Complexidade do Manuseamento	Vetor de Decisão
<b>Peso ( <math>w_k</math> )</b>	1,96%	1,96%	1,96%	14,03%	1,96%	22,39%	20,02%	5,89%	10,34%	11,32%	8,17%	
A - China	17,00%	8,29%	2,17%	2,20%	21,93%	3,22%	2,87%	5,57%	5,96%	25,54%	4,01%	6,74%
B - Marrocos	32,25%	8,29%	19,57%	13,29%	21,93%	55,39%	11,41%	2,59%	3,54%	4,32%	9,36%	19,93%
C - Bélgica	6,55%	26,14%	19,57%	22,03%	21,93%	3,62%	15,46%	14,70%	26,89%	9,52%	9,36%	13,94%
D-Espanha	3,12%	26,14%	19,57%	25,85%	21,93%	12,59%	23,48%	47,73%	26,89%	25,54%	45,00%	24,69%
E-Egipto	17,00%	26,14%	19,57%	4,72%	8,24%	12,59%	2,89%	14,70%	9,83%	9,52%	9,36%	9,17%
F -Portugal	24,08%	4,99%	19,57%	31,90%	4,05%	12,59%	43,88%	14,70%	26,89%	25,54%	22,91%	25,53%

Tabela 13-Matriz de decisão final (Fonte: própria)

O ranking dos fornecedores resultado das comparações do decisor do Cenário 3 é apresentado na Tabela 14

RANKING		
CENÁRIO 3		
1º	F-Portugal	25,52%
2º	D-Espanha	24,69%
3º	B-Marrocos	19,93%
4º	C-Bélgica	13,94%
5º	E-Egipto	9,18%
6º	A-China	6,74%

Tabela 14-Ranking de alternativas – Cenário 3 (Fonte: própria)

Aplicados os pesos resultantes da matriz, a alternativa “F-Portugal” surgiu como o melhor classificado, ocupando o primeiro lugar no ranking, seguido pela alternativa “E-Espanha” com uma diferença de menos de 1%. O “Tempo de Trânsito” e os “Dias de Stock”, critérios com grande peso relativo para este decisor, são dois dos critérios onde estas duas alternativas tem o melhor desempenho, o que justifica o resultado obtido. O terceiro lugar do ranking é ocupado pela alternativa “B-Marrocos” com 19,93%; embora esta seja aquela que apresenta melhor preço unitário, não terá sido este o critério que terá contribuído para o resultado, uma vez que o decisor atribuiu um peso relativo muito baixo, terá sido sim o facto de ter a melhor avaliação em termos de “Lead time” e apresentar uma boa performance no que respeita a “Tempo de Trânsito” e “Dias de Stock”. A alternativa “C-Bélgica”, em quarto lugar no ranking com 13,94%, apesar de ter um tempo de trânsito favorável tem um *lead time*, critério com maior peso relativo, muito alargado. Por fim, as alternativas “E-Egipto” e “A-China”, em quinto e sexto lugar respetivamente, são penalizadas pelo fraco desempenho nos critérios “Tempo de Trânsito”, “Lead time” e “Dias de Stock”, os 3 critérios com maior peso relativo atribuído pelo decisor da área da produção.

#### **4.4.4 Comparação de Cenários**

Nos três cenários as três primeiras posições no ranking são ocupadas pelas mesmas alternativas, embora em posições diferentes. Em termos práticos se o fornecedor “F-Portugal” não obtiver a qualificação, então os 2 melhores fornecedores resultantes da aplicação da metodologia serão “D-Espanha” e “B-Marrocos”, satisfazendo os três decisores simultaneamente. No entanto, no caso de Portugal obter a qualificação então a empresa irá debater-se com um dilema no que respeita ao segundo fornecedor, já que “F-Portugal” no cenário 3 está em primeiro lugar e em segundo nos cenários 1 e 2, estando, portanto, em todos os cenários nas 2 primeiras posições do ranking. O novo problema de decisão estará em escolher entre “B-Marrocos” e “D-Espanha”. Não restaram dúvidas relativamente ao que será a pior escolha, uma vez que “A-China” em todos os cenários obteve o último lugar, nesta alternativa efetivamente o único critério favorável é a “Flexibilidade”, no entanto um bom desempenho neste critério não é suficiente para compensar a má avaliação nos restantes.

A análise de sensibilidade feita para todos os critérios em todos os cenários consta do Anexo V, esta ferramenta permite verificar a partir de que peso relativo se altera o posicionamento das alternativas face a um determinado critério. A título de exemplo, para o cenário 1, onde o peso atribuído pelo decisor ao critério “Preço” foi de 24,65%, a alternativa “F-Portugal” é a que demonstra melhor desempenho, seria necessário aumentar o peso do critério acima dos 60% para que a alternativa “F-Portugal” fosse ultrapassada, no caso, pela alternativa “B-Marrocos”.

#### **4.5 APLICAÇÃO DO MÉTODO PROMETHEE**

Para a aplicação desta metodologia foi considerada a mesma estrutura do problema de avaliação de 11 critérios em 6 alternativas.

No caso desta metodologia, foi solicitado aos 3 decisores atribuírem o peso aos critérios de acordo com a importância relativa que cada um deles tem na sua perspetiva.

As funções de preferência foram escolhidas levando-se em consideração o tipo de critério e a abrangência dos valores da avaliação desse critério.

Quanto aos parâmetros, numa primeira abordagem foi difícil para todos os decisores estabelecer alguns dos limites, para facilitar a tarefa, foram feitas algumas simulações que mostrassem o

impacto real no custo do BOM para pequenas variações dos valores dos critérios. Antes das simulações nenhum se sentia confortável sobre os valores a definir para gerar preferência ou indiferença, no entanto, ao traduzir para o custo da BOM a escolha dos parâmetros tornou-se um exercício simples, permitindo ainda que constatassem a importância destes parâmetros para o modelo. À semelhança da BOM foram ainda feitas simulações sobre o impacto no valor de compra do volume anual.

Os resultados serão apresentados individualmente por decisor e seguidamente comparados.

#### 4.5.1 Cenário 1 – Decisor da área financeira

Na Tabela 15 é apresentada a ponderação do decisor da área financeira

CENÁRIO 1	Preço	Custo de Transporte	Direitos	Tempo de Trânsito	Prazo de Pagamento	Lead time	Dias de Stock	Qualidade	Complexidade e da Compra	Flexibilidade	Complexidade do Manuseamento
Peso (w)	20	18	18	8	2	9	5	10	4	4	2

Tabela 15-Peso dos critérios (Fonte: própria)

O decisor atribui pesos relativos mais significativos aos critérios relacionados com custos diretos, tendo considerado ainda o critério qualidade como um dos mais relevantes. Embora se trate de um decisor da área financeira, este não atribuiu um peso relativo muito significativo ao critério prazo de pagamento, tratando-se de um especialista em controlo de gestão tem acesso a dados que lhe permitem avaliar melhor do que qualquer outro decisor a importância deste critério no contexto da empresa.

Na figura é apresentado a interface do software *Visual PROMETHEE* onde todos os dados são visualizados, os pesos, as alternativas, os critérios, as funções de preferência e respetivos parâmetros que correspondem à perspectiva do decisor da área financeira.

● CENÁRIO 1	Preço	Custo de Tra...	Direitos	Tempo de Tr...	Prazo de Pa...	Lead time	Dias de stock	Qualidade	Complexidad...	Flexibilidade	Complexidad...
Unit	€	€	€	Days	Days	Days	Days	Scale 1-5	Scale 1-5	Scale 1-5	Scale 1-5
Cluster/Group	■	■	■	◆	■	◆	◆	◆	◆	◆	◆
<b>Preferences</b>											
Min/Max	min	min	min	min	max	min	min	max	min	max	min
Weight	20,00	18,00	18,00	8,00	2,00	9,00	5,00	10,00	4,00	4,00	2,00
Preference Fn.	Linear	Linear	Linear	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	Usual	Usual	Level	Usual
Thresholds	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute
- Q: Indifference	€ 0,01	0,01	0,01	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	1,00	n/a
- P: Preference	€ 0,03	0,03	0,03	10,00	30,00	30,00	7,00	n/a	n/a	2,00	n/a
- S: Gaussian	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
<b>Statistics</b>											
Minimum	€ 12,70	0,00	0,00	1,00	30,00	30,00	2,00	2,00	1,00	2,00	1,00
Maximum	€ 14,90	0,15	6,65	45,00	90,00	120,00	30,00	5,00	5,00	4,00	4,00
Average	€ 13,48	0,05	1,11	14,83	75,00	90,00	15,67	3,67	2,50	3,33	2,67
Standard Dev.	€ 0,77	0,06	2,48	16,71	22,91	30,00	10,84	0,94	1,61	0,75	0,94
<b>Evaluations</b>											
<input checked="" type="checkbox"/>	A-China	€ 13,20	0,08	6,65	45,00	90,00	120,00	30,00	moderate	high	high
<input checked="" type="checkbox"/>	B-Marrocos	€ 12,70	0,08	0,00	7,00	90,00	30,00	15,00	low	very high	low
<input checked="" type="checkbox"/>	C-Bélgica	€ 14,10	0,00	0,00	4,00	90,00	120,00	10,00	high	very low	moderate
<input checked="" type="checkbox"/>	D-Espanha	€ 14,90	0,00	0,00	2,00	90,00	90,00	7,00	very high	very low	high
<input checked="" type="checkbox"/>	E-Egipto	€ 13,10	0,00	0,00	30,00	60,00	90,00	30,00	high	moderate	moderate
<input checked="" type="checkbox"/>	F-Portugal	€ 12,90	0,15	0,00	1,00	30,00	90,00	2,00	high	very low	high

Figura 4- Interface do software Visual PROMETHEE (Fonte:software Visual PROMETHEE)

Conforme referido, o ranking parcial PROMETHEE I, é baseado no cálculo de dois fluxos de preferência (Phi+ e Phi-). Este permite verificar incomparabilidades entre as alternativas quando os fluxos de preferência Phi+ e Phi- fornecem classificações conflitantes. O Ranking Completo PROMETHEE II é baseado no fluxo de preferência líquida (Phi) (Mareschal, 2013).

## PROMETHEE RANKINGS

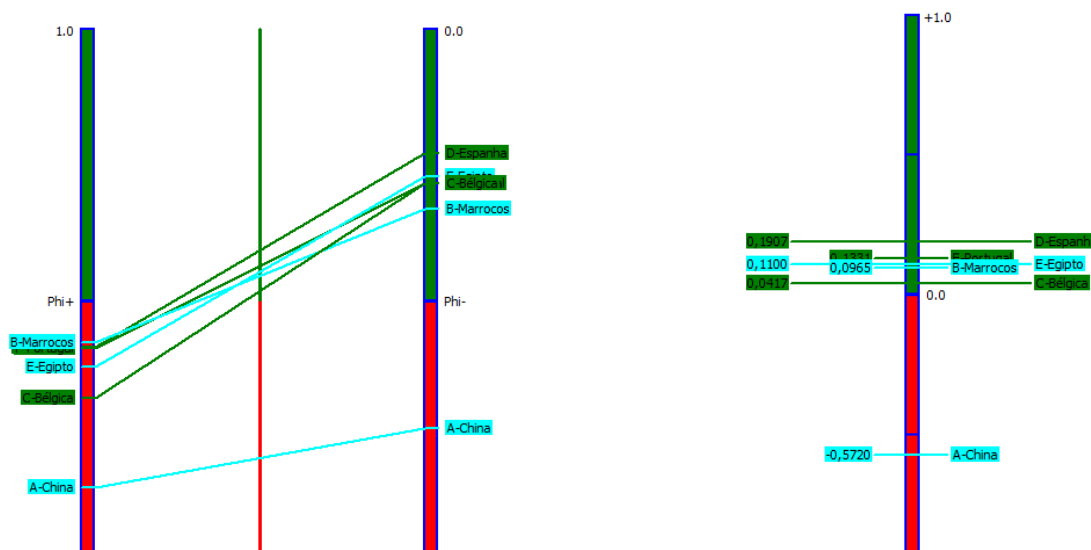


Figura 5-Rankings PROMETHEE (Fonte: software Visual PROMETHEE)

No ranking parcial, a alternativa com o maior Phi+ é “B-Marrocos”, mas aquela com menor Phi- é “D-Espanha” que é também aquela com o maior Phi e, portanto, a melhor alternativa de acordo com PROMETHEE II. O fato de a alternativa “B-Marrocos” ter um melhor Phi+ mas um pior Phi- quando comparada a “D-Espanha”, significa que elas podem ser incomparáveis. O mesmo ocorre entre “B-Marrocos” e “F-Portugal” e entre “B-Marrocos” e “C-Bélgica”. O resultado não deixa dúvidas sobre o baixo desempenho da “A-China”, aparecendo com os piores Phi+ e Phi-. Do ranking completo de PROMETHEE II, onde não restam incomparabilidades, “D-Espanha” surge como a melhor opção, seguido de “F-Portugal”, “E-Egipto”, “B-Marrocos”, “C-Bélgica” e finalmente, com uma considerável distância das outras opções, “A-China”.

O balanço dos fluxos positivo e negativo é apresentado na tabela onde é possível observar o resultado da avaliação das alternativas para o Cenário 1.

Rank	action		Phi	Phi+	Phi-
1	D-Espanha	■	0,1907	0,4175	0,2267
2	F-Portugal	■	0,1331	0,4151	0,2820
3	E-Egipto	■	0,1100	0,3800	0,2700
4	B-Marrocos	■	0,0965	0,4260	0,3295
5	C-Bélgica	■	0,0417	0,3239	0,2823
6	A-China	■	-0,5720	0,1600	0,7320

Figura 6-Flow Table (Fonte: software Visual PROMETHEE)

Conforme referido após análise do gráfico do ranking completo Espanha é alternativa com melhor classificação seguida de Portugal, em terceiro lugar surge a alternativa “E-Egipto” seguida de “B-Marrocos”, “C-Bélgica” e finalmente na última posição alternativa “A-China”. O PROMETHEE Network apresentado na Figura 7 permite-nos verificar de que forma é que as alternativas se relacionam em termos de preferência de umas sobre as outras.

## NETWORK

A PROMETHEE Network é uma representação do ranking parcial PROMETHEE I onde as alternativas são representadas por nós e as setas indicam preferências.

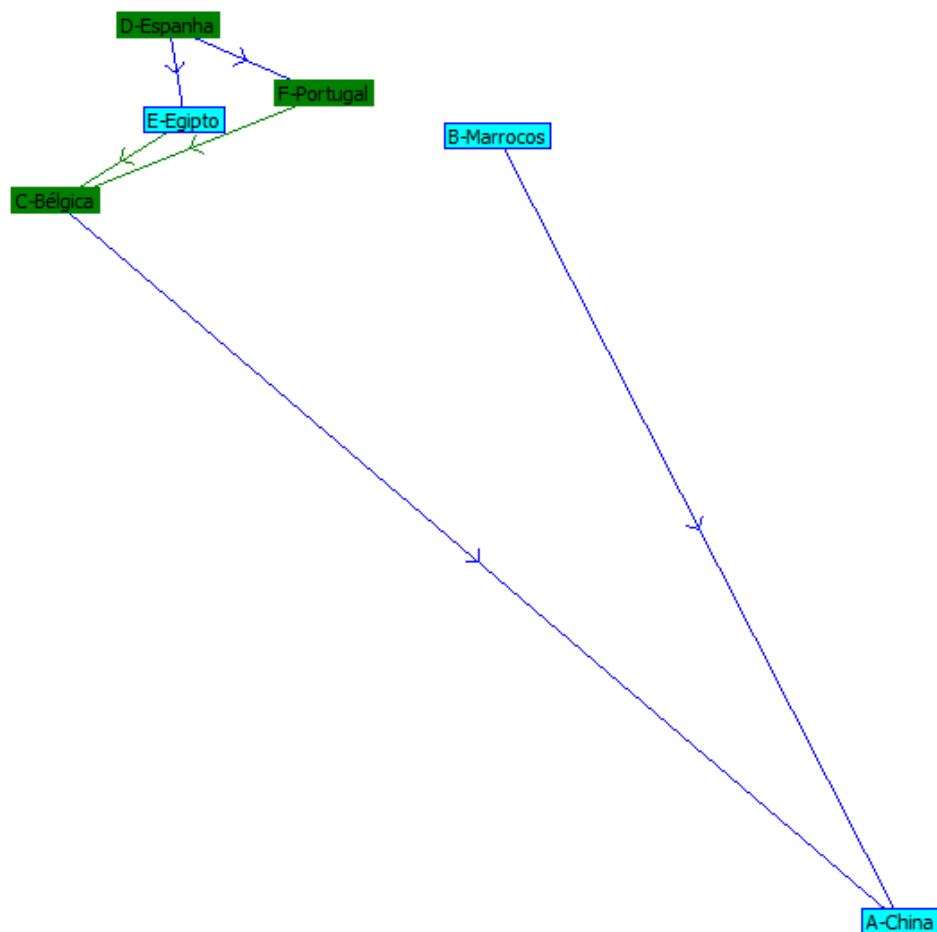


Figura 7- Network (Fonte: software Visual PROMETHEE)

Torna-se evidente que todas as alternativas são preferíveis à alternativa “A-China” sendo que a alternativa “D-Espanha” é preferível sobre a alternativa “E-Egipto” que por sua vez é preferível à alternativa “C-Bélgica”, estas são as únicas possíveis de ser comparadas dado que não é possível estabelecer comparações destas três alternativas com “F-Portugal” e “B-Marrocos”, e nem estas duas podem ser comparadas entre si.

## GAIA PLANE

O PROMETHEE Gaia é um complemento descritivo dos rankings PROMETHEE; permite, não só, avaliar quais os critérios mais favoráveis para cada uma das alternativas, mas também de que forma se relacionam entre eles.

Nesta representação gráfica GAIA Plane (Figura 8), as alternativas são representadas por pontos e os critérios são representados por eixos, cujo comprimento indica a sua importância no problema.

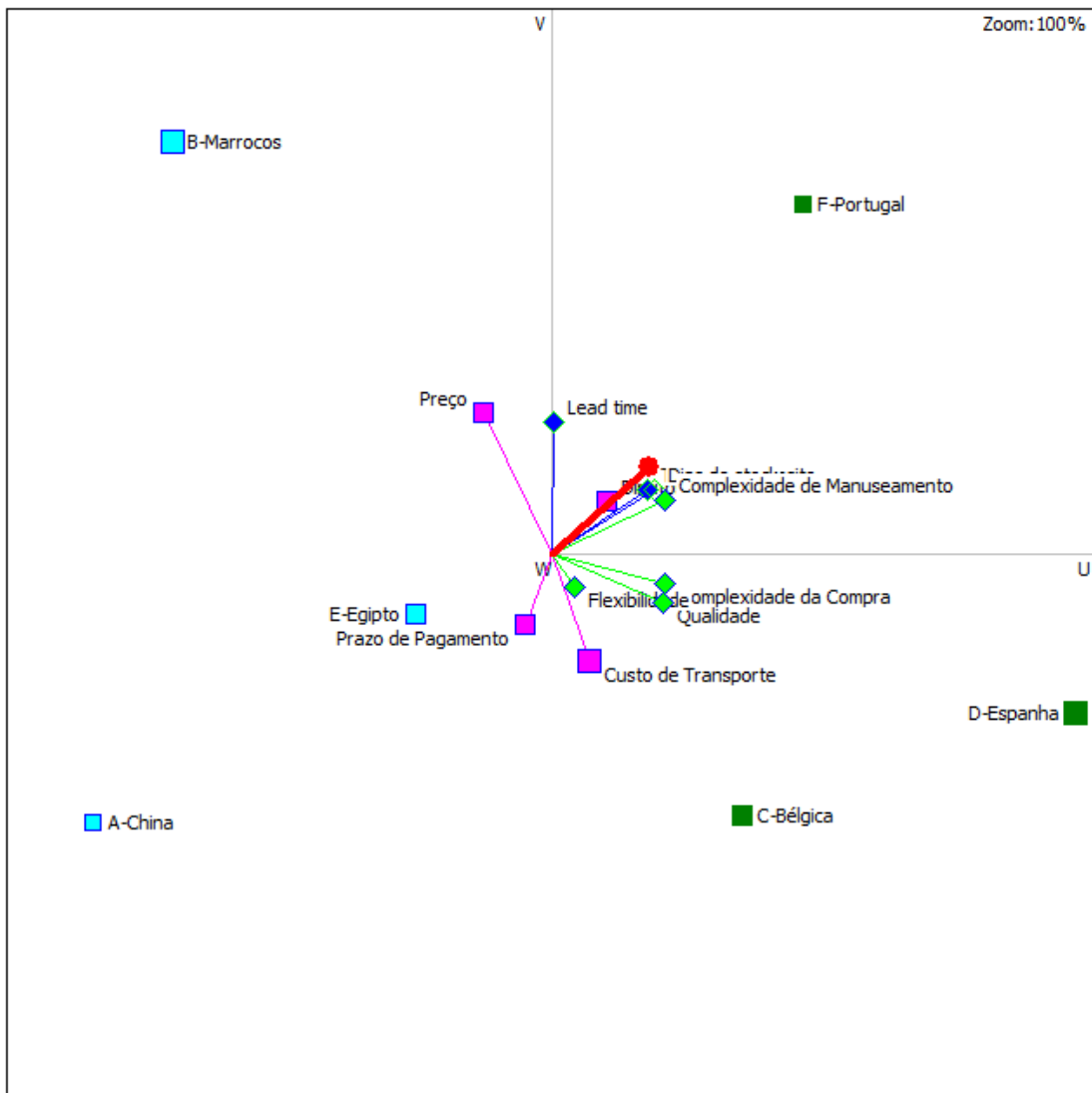


Figura 8-Gaia Plane (Fonte: software Visual PROMETHEE)

Claramente, podemos observar que o “Preço” é o critério cujo eixo tem maior comprimento. Os critérios que expressam preferências conflitantes (opostas) são representados por eixos orientados em direções opostas. É o caso de “Preço” e “Custo de Transporte”. A posição dos critérios indica a semelhança ou conflito entre eles: quanto menor o ângulo, mais semelhantes são os dois critérios. O ângulo entre “Dias de Stock” e “Tempo de Trânsito” é muito pequeno, mostrando a sua semelhança, efetivamente, quanto maior o *transit time*, mais dias de stock a empresa tem que cobrir. Alternativas localizadas perto (longe) têm desempenhos semelhantes (diferentes); é o caso de “D-Espanha” e “C-Bélgica”.

A análise 3D GAIA apresentada na Figura 8 é considerada confiável quando o nível de qualidade está acima ou próximo a 70%, que é o caso, pois obtivemos um resultado de 87,6%.

## PROMETHEE RAINBOW

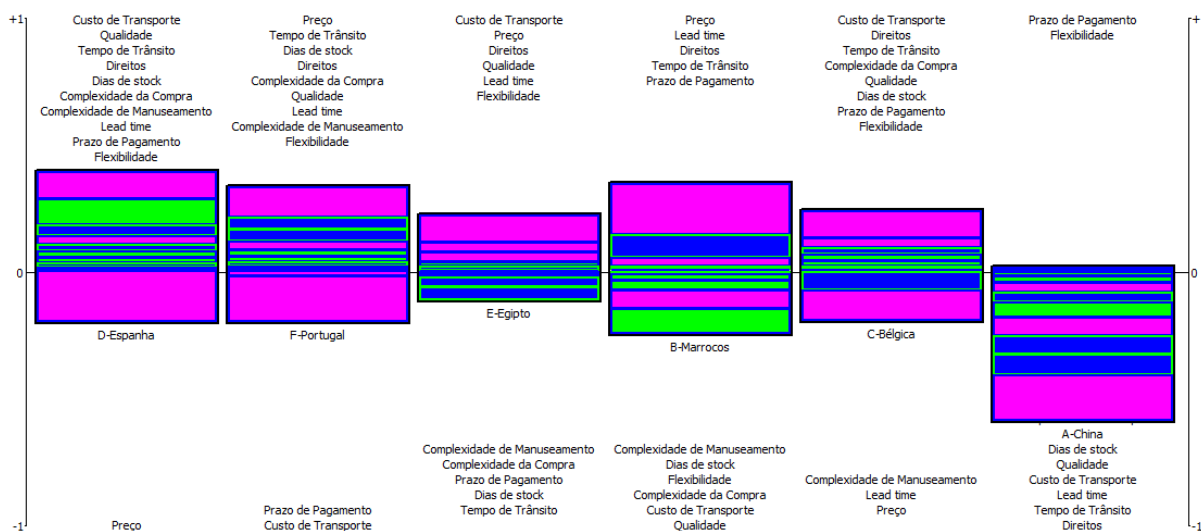


Figura 9- Rainbow (Fonte: software Visual PROMETHEE)

O PROMETHEE *Rainbow* é uma vista desagregada do ranking completo do *PROMETHEE II* (Mareschal, 2013). É uma maneira muito fácil de entender como e quanto cada critério está a contribuir para a pontuação da alternativa. Fatias positivas (para cima) correspondem a pontos fortes, enquanto fatias negativas (para baixo) correspondem a pontos fracos. Dessa forma, o

equilíbrio entre as fatias positivas e negativas é igual à pontuação Phi. As alternativas são classificadas da esquerda para a direita de acordo com o *Ranking* Completo PROMETHEE II (Mareschal, 2013). Neste cenário a alternativa “D-Espanha”, a que está no topo do ranking completo, tem apenas o critério “Preço” a dar uma contribuição negativa para a alternativa, mas é também aquela com a maior fatia, o que significa que não só é aquela com uma contribuição mais negativa, mas também a que contribui com mais intensidade, este é claramente o ponto fraco da alternativa “D-Espanha”. Todos os restantes critérios têm um contributo positivo para esta alternativa com “Custo de transporte” e “Qualidade” com os melhores contributos. “F-Portugal”, o segundo na classificação Phi, tem dois critérios em que o contributo é negativo, “Condições de Pagamento” e “Custo de Transporte”, este com um grande impacto negativo. Se não houver grandes diferenças entre as fatias numa alternativa, isso significa que esta é uma alternativa média, é o caso de "C-Bélgica" e "E-Egipto".

#### ACTION PROFILE

Nos gráficos do *Action Profile*, é possível verificar quais os critérios que contribuem favorável e desfavoravelmente para as alternativas individualmente. Visualmente uma forma fácil de verificar quais os pontos fracos e fortes de uma alternativa e o impacto que tem na mesma.

Os resultados desta representação para todas as alternativas nos três cenários constam no Anexo VI.

No caso do Cenário 1 pode observar-se:

- para a alternativa “A-China” os critérios “Condições de Pagamento” e “Flexibilidade” são os únicos a contribuir positivamente, embora de forma pouco acentuada.
- o critério “Preço” é a maior ponto forte da alternativa “B-Marrocos” a par com o critério “Lead Time”, em contrapartida, o critério “Preço” tem exatamente o contributo inverso na alternativa “D-Espanha” sendo o único ponto fraco desta alternativa.
- a alternativa “F-Portugal” tem como únicas fraquezas os critérios “Condições de Pagamento” e “Custo de Transporte”, este último terá certamente uma influência no resultado dado que é o critério com o terceiro maior peso relativo atribuído pelo decisor.

#### 4.5.2 Cenário 2 – Decisor da área de compras

O decisor de área de compras está numa posição mais sensível relativamente a esta decisão, na medida em que será este a “fechar” o processo e é a sua própria performance que está em causa perante a gestão.

CENÁRIO 2	Preço	Custo de Transporte	Direitos	Tempo de Trânsito	Prazo de Pagamento	Lead time	Dias de Stock	Qualidade	Complexidade da Compra	Flexibilidade	Complexidade do Manuseamento
Peso (w)	30	14	8	7	12	9	6	4	3	5	2

Tabela 16-Peso dos critérios (Fonte: própria)

O decisor atribuiu ao critério “Preço” o maior peso relativo seguido dos critérios “Custo de Transporte” e “Prazo de Pagamento”. Conforme já referido anteriormente, esta área é avaliada pela qualidade da negociação e não tanto pela performance do fornecedor, o que justifica a forma como os pesos relativos foram distribuídos pelos critérios.

CENÁRIO 2	Preço	Custo de Tra...	Direitos	Tempo de Tr...	Prazo de Pa...	Lead time	Dias de stock	Qualidade	Complexidad...	Flexibilidade	Complexidad...
Unit	€	€	€	Days	Days	Days	Days	Scale 1-5	Scale 1-5	Scale 1-5	Scale 1-5
Cluster/Group	■	■	■	◆	■	◆	◆	◆	◆	◆	◆
<b>Preferences</b>											
Min/Max	min	min	min	min	max	min	min	max	min	max	min
Weight	30,00	14,00	8,00	7,00	12,00	9,00	6,00	4,00	3,00	5,00	2,00
Preference Fn.	Linear	Linear	Linear	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	Usual	Usual	Level	Usual
Thresholds	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute
- Q: Indifference	€ 0,01	0,01	0,01	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	1,00	n/a
- P: Preference	€ 0,03	0,03	0,03	10,00	30,00	30,00	7,00	n/a	n/a	2,00	n/a
- S: Gaussian	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
<b>Statistics</b>											
Minimum	€ 12,70	0,00	0,00	1,00	30,00	30,00	2,00	2,00	1,00	2,00	1,00
Maximum	€ 14,90	0,15	6,65	45,00	90,00	120,00	30,00	5,00	5,00	4,00	4,00
Average	€ 13,48	0,05	1,11	14,83	75,00	90,00	15,67	3,67	2,50	3,33	2,67
Standard Dev.	€ 0,77	0,06	2,48	16,71	22,91	30,00	10,84	0,94	1,61	0,75	0,94
<b>Evaluations</b>											
<input checked="" type="checkbox"/> A-China	■	€ 13,20	0,08	6,65	45,00	90,00	120,00	30,00	moderate	high	high
<input checked="" type="checkbox"/> B-Marrocos	■	€ 12,70	0,08	0,00	7,00	90,00	30,00	15,00	low	very high	low
<input checked="" type="checkbox"/> C-Bélgica	■	€ 14,10	0,00	0,00	4,00	90,00	120,00	10,00	high	very low	moderate
<input checked="" type="checkbox"/> D-Espanha	■	€ 14,90	0,00	0,00	2,00	90,00	90,00	7,00	very high	very low	high
<input checked="" type="checkbox"/> E-Egipto	■	€ 13,10	0,00	0,00	30,00	60,00	90,00	30,00	high	moderate	moderate
<input checked="" type="checkbox"/> F-Portugal	■	€ 12,90	0,15	0,00	1,00	30,00	90,00	2,00	high	very low	high

Figura 10-Interface do Visual PROMETHEE (Fonte: software Visual PROMETHEE)

No que se refere aos parâmetros para os três primeiros critérios, este decisor optou exatamente pelos mesmos valores do decisor da área financeira, muito provavelmente por terem lido da mesma forma o impacto da diferença quando aplicado à BOM.

## PROMETHEE RANKINGS

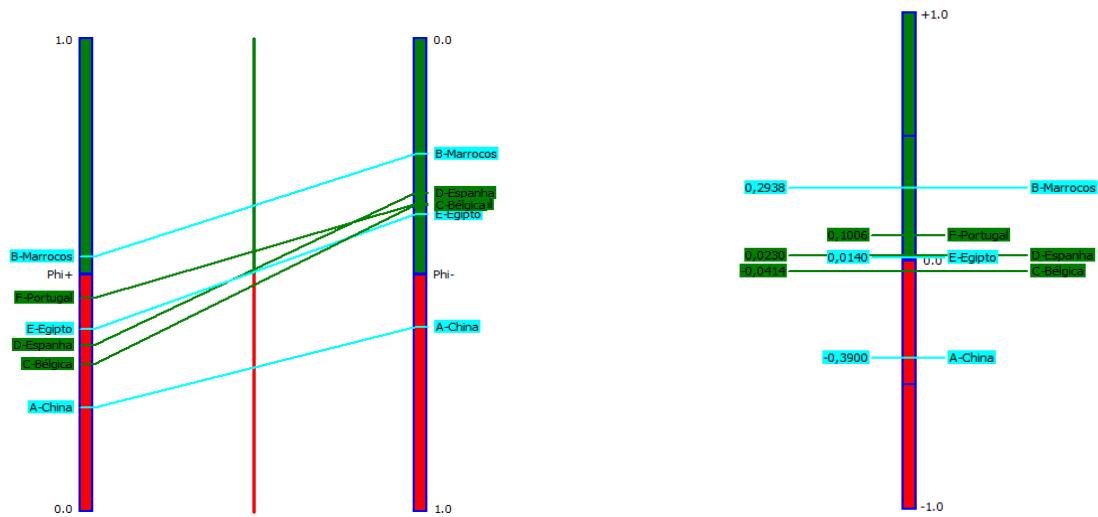


Figura 11-Rankings PROMETHEE (Fonte: software Visual PROMETHEE)

Para o cenário 2 resultaram os rankings da Figura 11, à esquerda o ranking parcial e à direita o ranking completo.

A alternativa “B-Marrocos” apresenta melhor pontuação quer no Phi+ como no Phi-. A alternativa “F-Portugal” com melhor Phi+ que “D-Espanha” mostra-se incomparável a esta já que tem pior Phi-. O mesmo acontece à comparação entre “D-Espanha” e “E-Egipto”.

No ranking completo é possível ver claramente a alternativa “B-Marrocos” no topo do ranking, sendo assim o melhor fornecedor resultante da avaliação do decisor das compras. Em segundo lugar surge “F-Portugal” seguido de “E-Egipto”, “D-Espanha”, “C-Bélgica” e, por fim, “A-China”.

## FLOW TABLE

Rank	action	Phi	Phi+	Phi-
1	B-Marrocos	0,3039	0,5449	0,2410
2	F-Portugal	0,0904	0,4434	0,3531
3	E-Egipto	0,0184	0,3898	0,3714
4	D-Espanha	0,0030	0,3377	0,3347
5	C-Bélgica	-0,0381	0,3130	0,3512
6	A-China	-0,3776	0,2245	0,6020

Figura 12-PROMETHEE Table (Fonte: software Visual PROMETHEE)

O resultado do ranking é apresentado na Figura 12 onde é possível constatar que o resultado da alternativa em primeiro lugar no ranking é bem destacado daquela que se encontra em segundo lugar.

Mais uma vez, a alternativa “A-China” surge bem destacada no final do ranking.

## NETWORK

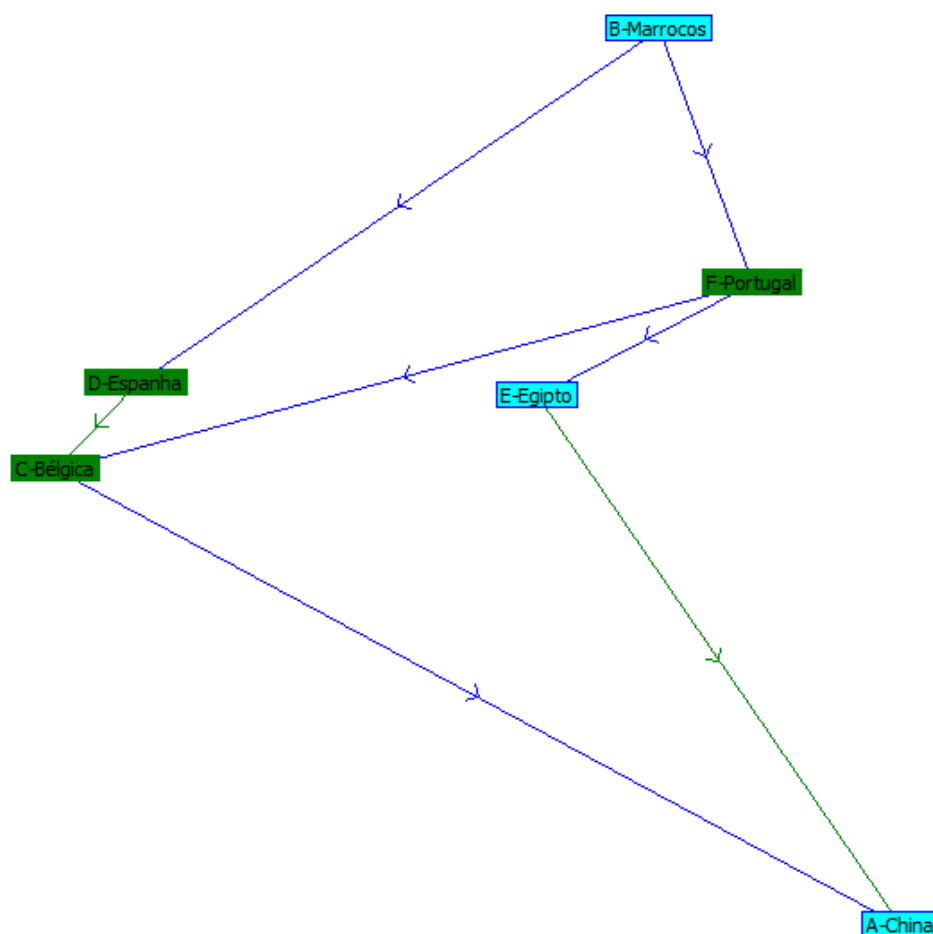


Figura 13-Network (Fonte: software Visual PROMETHEE)

No Network (Figura 13) torna-se graficamente mais evidente a incomparabilidade das alternativas “D-Espanha” e “F-Portugal”, assim com entre “D-Espanha” e “E-Egipto” por exemplo.

Observa-se ainda a preferência de “B-Marrocos” sobre “D-Espanha” e “F-Portugal”, desta sobre “E-Egipto” e sobre “C-Bélgica”. É também visível a preferência, embora pouco significativa, de “D-Espanha” sobre “C-Bélgica” e destas uma significativa preferência relativamente a “A-China”.

### GAIA Plane

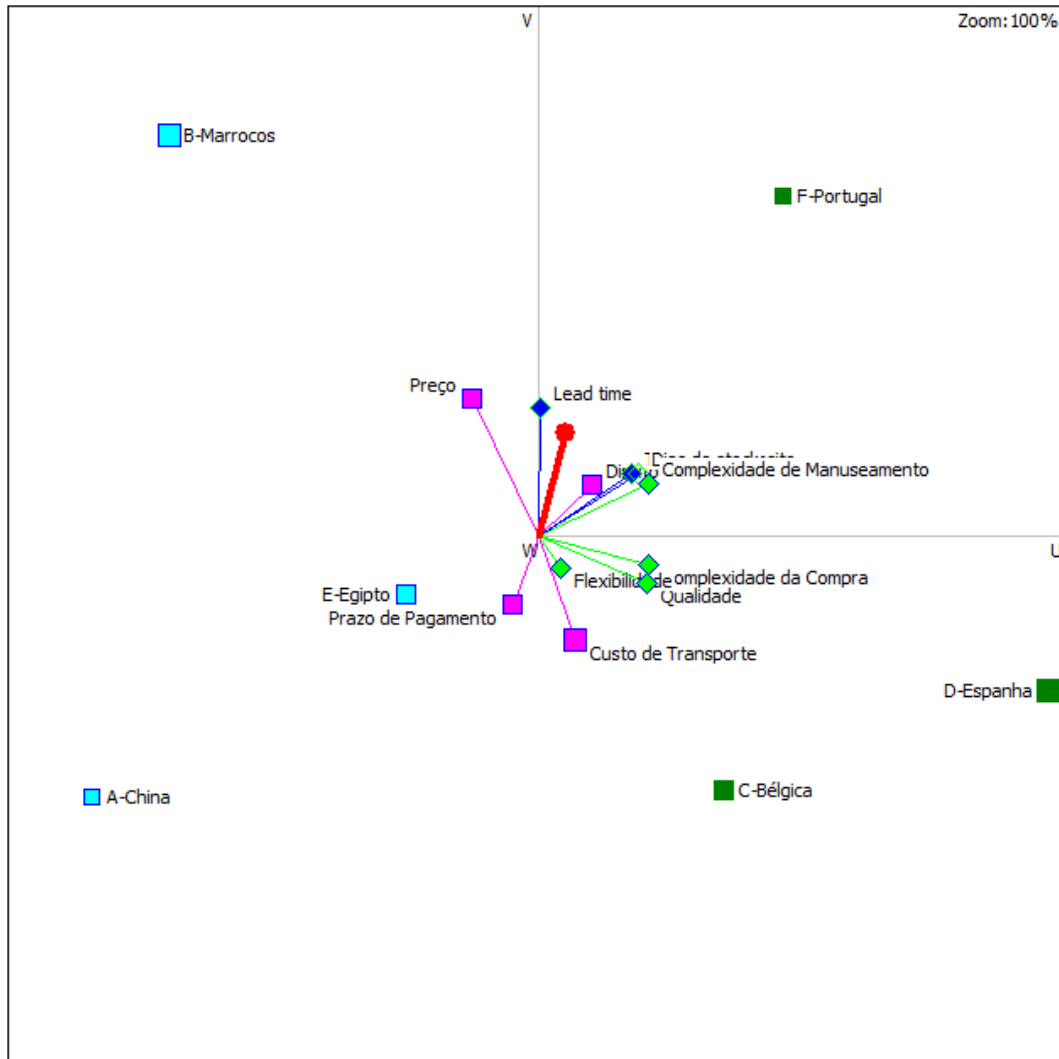


Figura 14-GAIA Plane (Fonte: software Visual PROMETHEE)

Do Gaia Plane (Figura 14) podemos retirar uma quantidade significativa de informação relativamente à relação dos critérios com as diferentes alternativas e identificar alguns possíveis *trade-offs*. “Qualidade” e “Complexidade da Compra” estão muito próximas, de facto, tem pesos

atribuídos muito semelhantes, e dado a função de preferência não ser do tipo parametrizável, são apenas os pesos a exercer influência na comparação.

Outra análise que pode ser feita é o facto dos critérios “Custo de Transporte” e “Prazo de Pagamento” serem os mais distantes da alternativa “F-Portugal” demonstrando assim os pontos fracos desta alternativa. Este facto torna-se mais visível na representação a seguir apresentada na representação *Rainbow*, Figura 15.

## RAINBOW

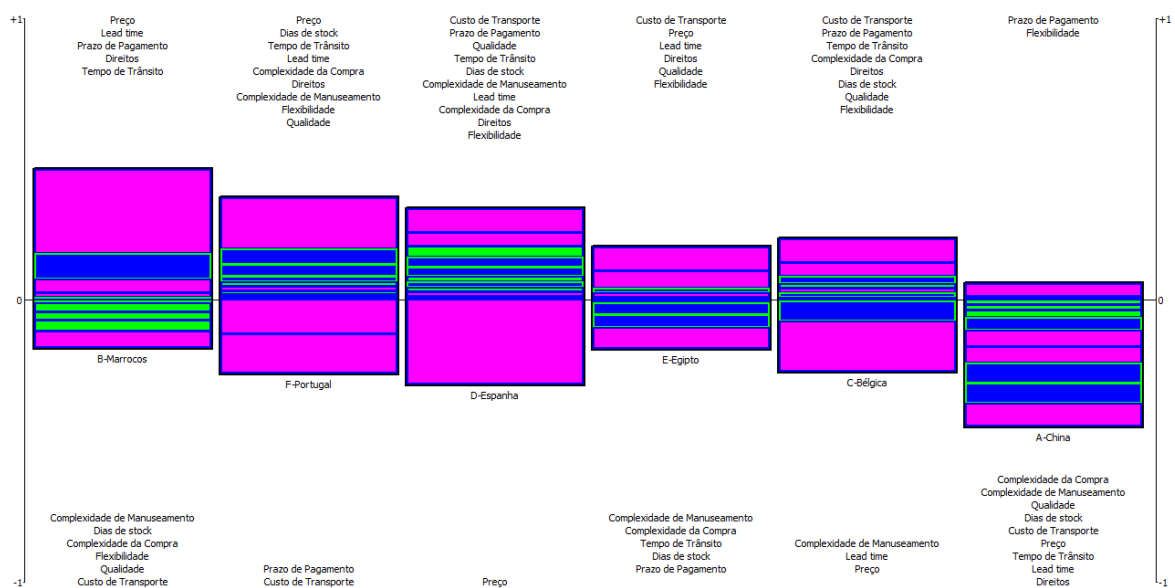


Figura 15-Rainbow (Fonte: software Visual PROMETHEE)

Da Figura 15 destaca-se o resultado da alternativa “D-Espanha”, para a qual o único ponto fraco é o critério “Preço”, este tem, no entanto, um peso significativo, assim o mostra a altura da fatia. Neste cenário, a única alternativa que se poderá considerar como média será a alternativa “E-Egipto”, é aquela em que a altura das fatias é relativamente semelhante.

### 4.5.3 Cenário 3 – Decisor da área da produção

Os pesos atribuídos pelo decisor da área da produção são apresentados na Tabela 17.

CENÁRIO 3	Preço	Custo de Transporte	Direitos	Tempo de Trânsito	Prazo de Pagamento	Lead time	Dias de Stock	Qualidade	Complexidade da Compra	Flexibilidade	Complexidade do Manuseamento
Peso (w)	3	3	3	14	3	15	16	9	12	13	9

Tabela 17-Peso dos critérios (Fonte: própria)

Os pesos relativos atribuídos pelo decisor da área da produção são em tudo coerentes com os indicadores pelos quais é responsável. O seu desempenho é medido pelo cumprimento de entregas dentro dos prazos definidos; é, portanto, natural que na sua perspetiva os custos do material sejam relativamente irrelevantes desde que o material chegue à linha quando necessário, assim como ter garantia que o fornecedor é capaz de responder em tempo útil aos imprevistos inerentes ao processo produtivo. No fundo privilegia o fornecedor eficaz em detrimento de um fornecedor eficiente. A complexidade de compra, cujo efeito se faz sentir diretamente na área de compras, é considerado importante para este decisor na medida em que na sua perspetiva este tem uma relação direta com flexibilidade (Figura 16).

CENÁRIO 3	Preço	Custo de Tra...	Direitos	Tempo de Tr...	Prazo de Pa...	Lead time	Dias de stock	Qualidade	Complexidad...	Flexibilidade	Complexidad...
Unit	€	€	€	Days	Days	Days	Days	Scale 1-5	Scale 1-5	Scale 1-5	Scale 1-5
Cluster/Group											
<b>Preferences</b>											
Min/Max	min	min	min	min	max	min	min	max	min	max	min
Weight	3,00	3,00	3,00	14,00	3,00	15,00	16,00	9,00	12,00	13,00	9,00
Preference Fn.	Linear	Linear	Linear	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	Usual	Usual	Usual	Level
Thresholds	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute
- Q: Indifference	€ 0,04	0,04	0,04	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	1,00
- P: Preference	€ 0,10	0,10	0,10	7,00	60,00	10,00	5,00	n/a	n/a	n/a	2,00
- S: Gaussian	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
<b>Statistics</b>											
Minimum	€ 12,70	0,00	0,00	1,00	30,00	30,00	2,00	2,00	1,00	2,00	1,00
Maximum	€ 14,90	0,15	6,65	45,00	90,00	120,00	30,00	5,00	5,00	4,00	4,00
Average	€ 13,48	0,05	1,11	14,83	75,00	90,00	15,67	3,67	2,50	3,33	2,67
Standard Dev.	€ 0,77	0,06	2,48	16,71	22,91	30,00	10,84	0,94	1,61	0,75	0,94
<b>Evaluations</b>											
<input checked="" type="checkbox"/> A-China	€ 13,20	0,08	6,65	45,00	90,00	120,00	30,00	moderate	high	high	high
<input checked="" type="checkbox"/> B-Marrococ	€ 12,70	0,08	0,00	7,00	90,00	30,00	15,00	low	very high	low	moderate
<input checked="" type="checkbox"/> C-Bélgica	€ 14,10	0,00	0,00	4,00	90,00	120,00	10,00	high	very low	moderate	moderate
<input checked="" type="checkbox"/> D-Espanha	€ 14,90	0,00	0,00	2,00	90,00	90,00	7,00	very high	very low	high	very low
<input checked="" type="checkbox"/> E-Egipto	€ 13,10	0,00	0,00	30,00	60,00	90,00	30,00	high	moderate	moderate	moderate
<input checked="" type="checkbox"/> F-Portugal	€ 12,90	0,15	0,00	1,00	30,00	90,00	2,00	high	very low	high	low

Figura 16-Interface PROMETHEE (Fonte: software Visual PROMETHEE)

## PROMETHEE RANKINGS

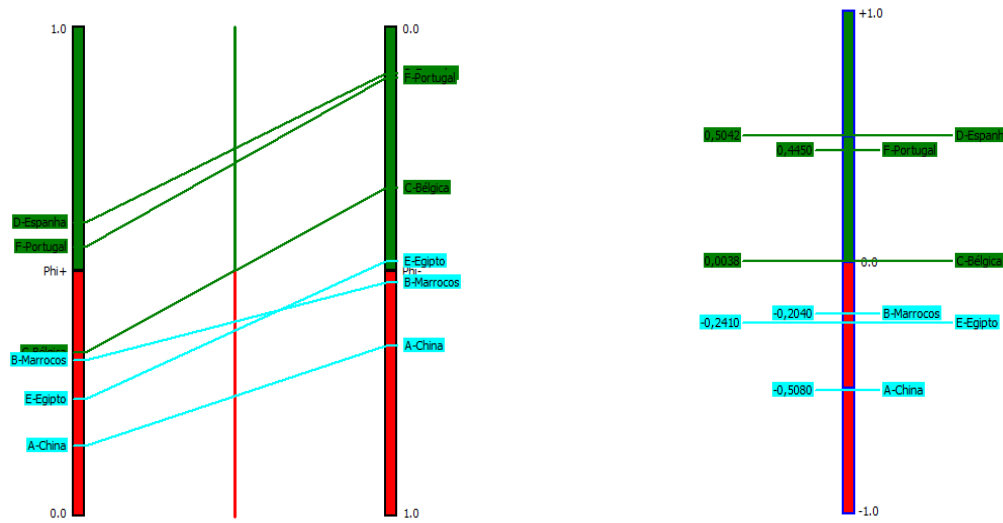


Figura 17-Rankings (Fonte: software Visual PROMETHEE)

Quer no ranking parcial, quer no ranking completo, é evidente a posição da alternativa “D-Espanha” no topo do ranking e “F-Portugal” e “C-Bélgica” em segundo e terceiro lugar respetivamente.

Do ranking parcial observa-se que a alternativa “B-Marrocos” tem um Phi+ maior que “E-Egipto”, mas as posições invertem-se no ranking Phi-, demonstrando assim que as alternativas não são comparáveis. O ranking completo, eliminou as incomparabilidades e “B-Marrocos” surge com melhor classificação Phi comparativamente a “E-Egipto”.

## FLOW TABLE

Rank	action	Phi	Phi+	Phi-
1	D-Espanha	0,5042	0,6002	0,0960
2	F-Portugal	0,4450	0,5500	0,1050
3	C-Bélgica	0,0038	0,3330	0,3292
4	B-Marrocos	-0,2040	0,3180	0,5220
5	E-Egipto	-0,2410	0,2390	0,4800
6	A-China	-0,5080	0,1440	0,6520

Figura 18-Flow Table (Fonte: software Visual PROMETHEE)

Tal como já tinha sido possível observar através dos rankings, a alternativa que surge em melhor posição é “D-Espanha” seguida da “F-Portugal”. Terão contribuído para este resultado os critérios “Tempo de Trânsito”, “Lead Time” e “Dias de stock”, não só por serem as alternativas com melhor performance nestes critérios, mas também porque são os que tem maior peso relativo atribuído pelo decisor da área da produção.

## NETWORK

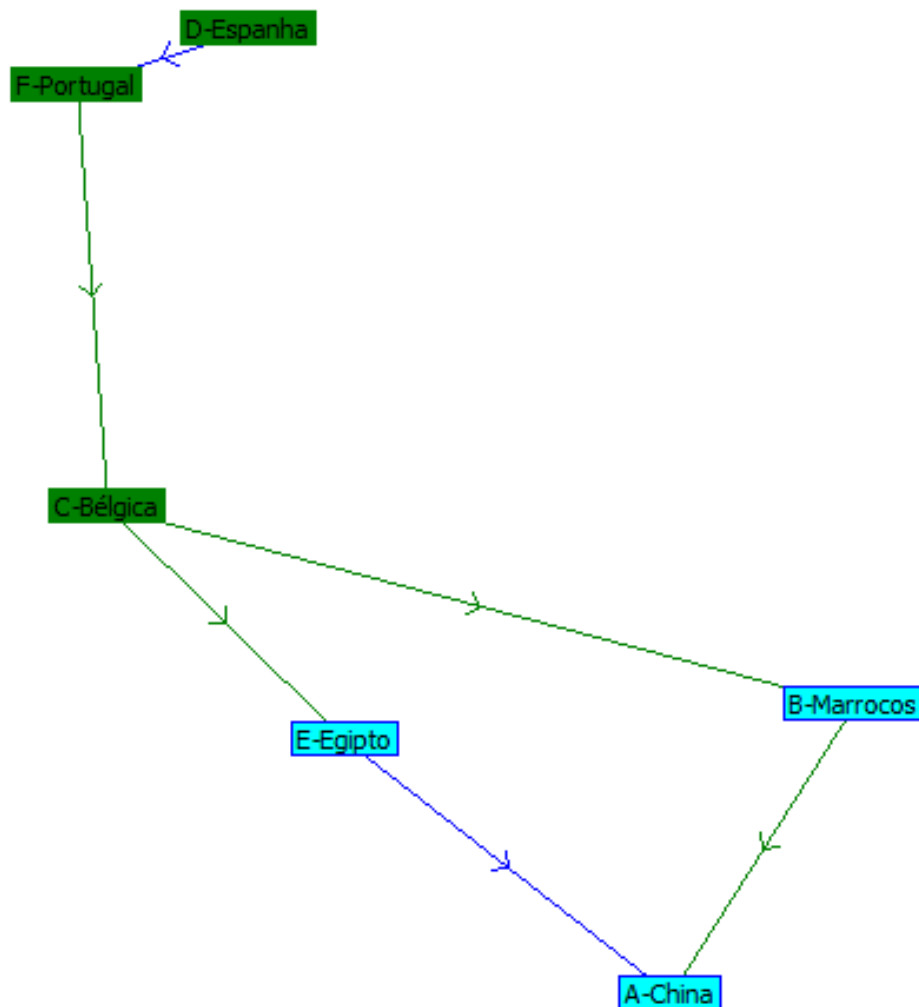


Figura 19-Network (Fonte: Visual PROMETHEE)

Na Figura 19 pode observar-se que a alternativa “D-Espanha” tem uma ligeira preferência sobre a alternativa “F-Portugal” e ambas com uma preferência maior sobre “C-Bélgica”.

É de clara interpretação a incomparabilidade entre as alternativas “B-Marrocos” e “E-Egipto” já referida na análise ao ranking parcial da Figura 18.

## GAIA PLANE

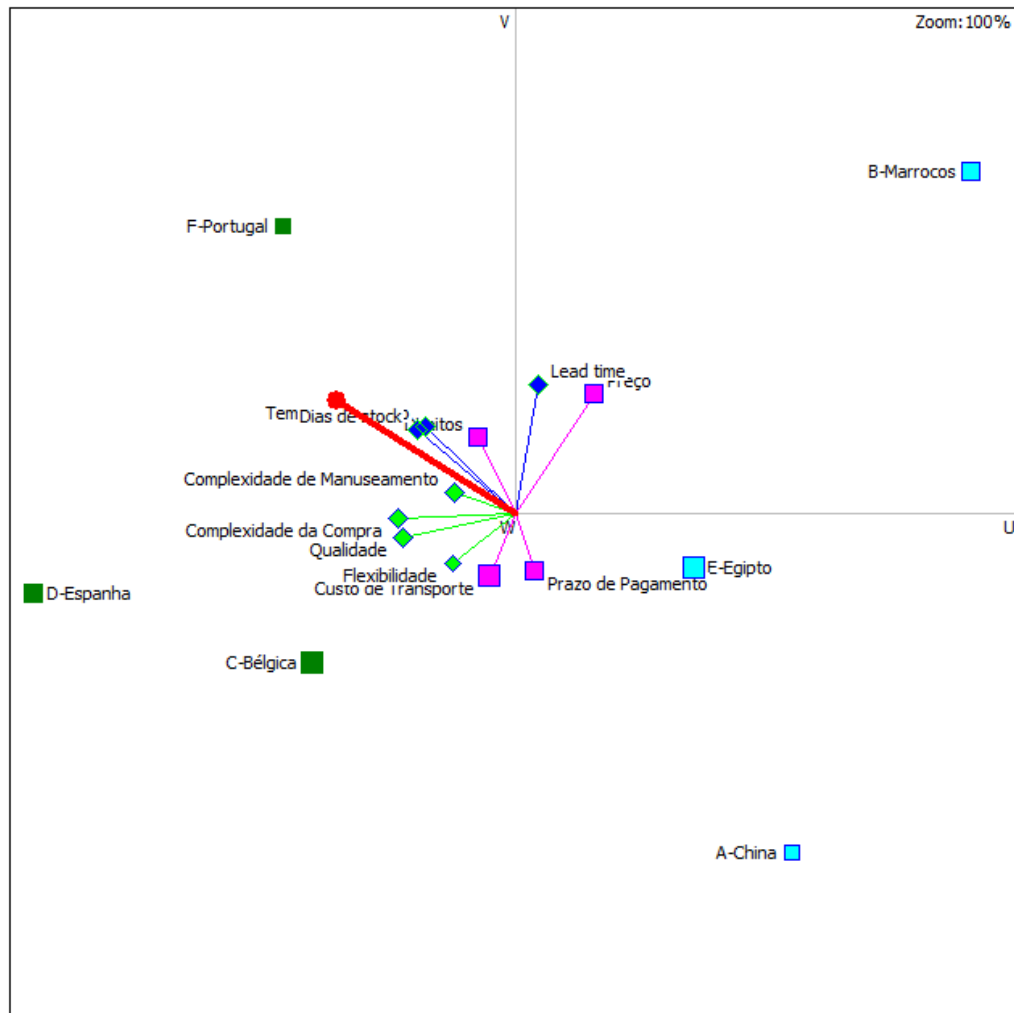


Figura 20-GAIA Plane (Fonte: Visual PROMETHEE)

Do Gaia Plane (Figura 20) podemos retirar que as alternativas “D-Espanha”, “F-Portugal” e “C-Bélgica”, são aquelas melhor posicionadas relativamente à maioria dos critérios com maior peso relativo estabelecido pelo decisor.

Relativamente a relações entre critérios, observa-se uma grande proximidade entre os critérios “Complexidade da Compra” e “Qualidade”. Mais próximos ainda, uma vez que o ângulo aparenta ser o menor, são os critérios “Dias de Stock” e “Tempo de Trânsito”.

Analisando mais detalhadamente o critério com maior peso atribuído, “Dias de Stock”, verifica-se que é a alternativa “F-Portugal” que surge melhor posicionada relativamente à orientação do eixo deste critério, em sentido praticamente oposto o critério “Prazo de Pagamento” é o que se apresenta mais desalinhado com a alternativa “F-Portugal”, identifica-se, portanto, um possível *trade-off* para esta alternativa.

Já relativamente ao critério “Lead Time”, o segundo com maior peso atribuído, é a alternativa “B-Marrocos” a mais alinhada com a orientação do eixo sendo o “Custo de Transporte” um possível *trade-off*.

## RAINBOW

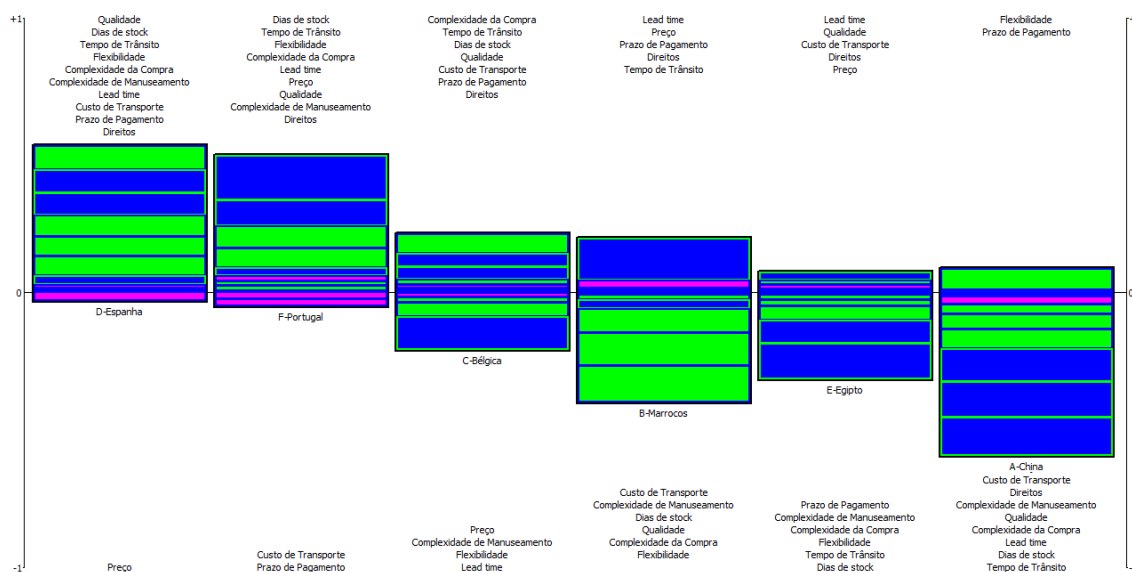


Figura 21-Rainbow (Fonte: Visual PROMETHEE)

Na representação (Figura 21) é possível observar que para este decisor os critérios qualitativos e os relacionados com tempo são os que representam maior importância no problema, uma vez que estes 2 grupos foram agrupados nas cores verde e azul respetivamente. Efetivamente foi a

estes que o decisor aplicou maior peso relativo. Os critérios relacionados com custos diretos, agrupados na cor rosa são pouco visíveis nesta representação, significando que o seu impacto, seja positivo ou negativo, não é significativo. De resto, na alternativa “D-Espanha” o critério “Preço” é o único com contributo negativo, mas de tal forma pouco significativo que não tem influência. Pode ainda destacar-se a importância do critério “Dias de Stock” que é o maior ponto forte da alternativa “D-Portugal”.

Para a alternativa “A-China” observa-se que apenas contribuem de forma positiva os critérios “Prazo de Pagamento” e “Flexibilidade”, sendo este o mais importante. Ainda para esta alternativa destacam-se os maiores pontos fracos, “Lead Time”, “Dias de Stock” e “Tempo de Trânsito”.

#### **4.5.4 Comparação de cenários**

Comparando os resultados dos três cenários resultantes da aplicação do método PROMETHEE, conclui-se que o Cenário 3, relativo ao decisor da área da produção, é o que apresenta maior diferença relativamente aos anteriores. De resto, foi este que inversamente aos restantes, atribuiu maior importância aos critérios que ele considera mais diretamente relacionados com maior garantia de stock e menos probabilidade de paragem de produção por falha de material.

Resulta, no entanto, que em termos de ranking, quer no Cenário 1, em que o decisor atribui maiores pesos aos critérios relacionados com custos diretos, quer no Cenário 3, em que esses critérios foram pouco valorizados, as alternativas em primeiro e segundo lugar são as mesmas, respetivamente “D-Espanha” e “F-Portugal”. A diferença mais significativa tem a ver com a alternativa “C-Bélgica” que nos Cenários 1 e 2 aparece em 5º lugar, mas que no Cenário 3 ocupa o 3º lugar no ranking.

Na interface do Visual PROMETHEE é possível seleccionar todos os cenários em simultâneo, é considerada a ponderação dos cenários de forma a produzir um consenso no ranking PROMETHEE.

Na figura 22, é apresentada uma comparação dos cenários, este *output* serve para comparar os rankings completos PROMETHEE II.

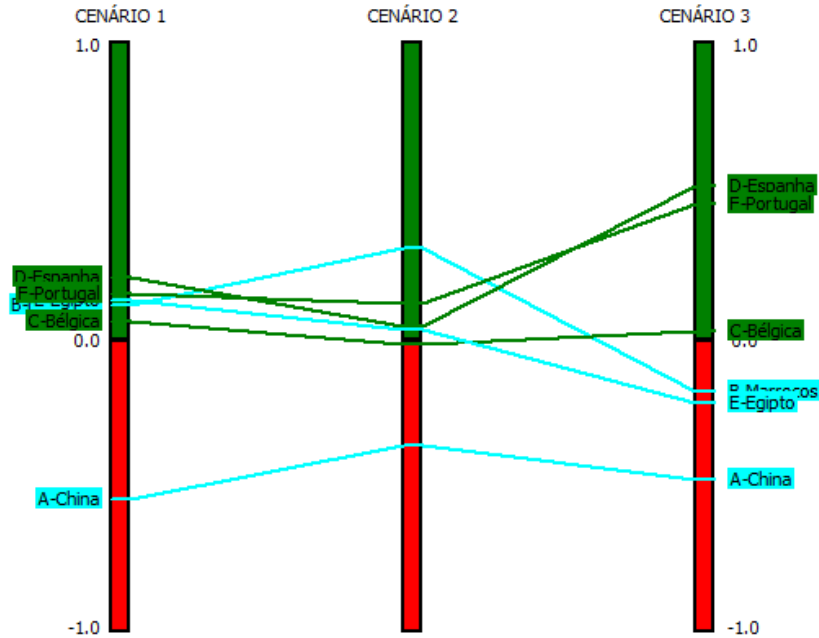


Figura 22-Comparação de Cenários (Fonte: software Visual PROMETHEE")

A análise *Walking Weights* permite alterar o peso de um critério e observar o comportamento das alternativas face a essa alteração.

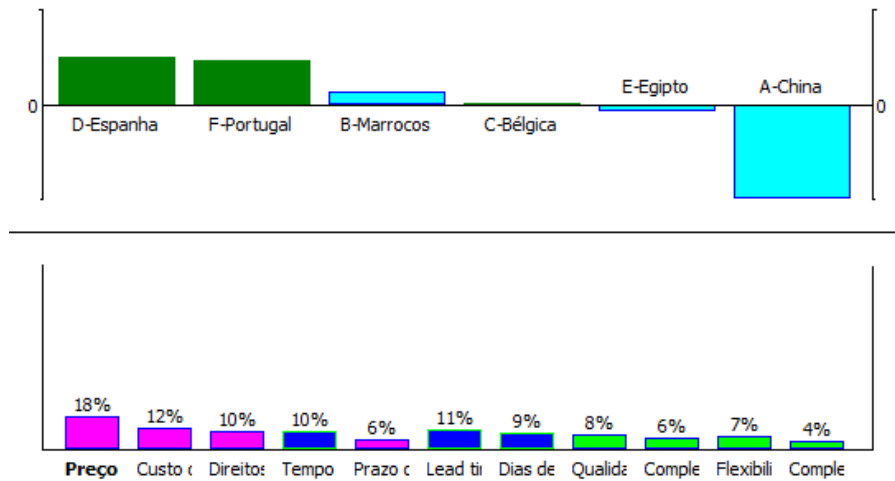


Figura 23- Walking weights para os cenários combinados (Fonte: software Visual PROMETHEE)

Selecionando um determinado critério, pode simular-se um aumento ou diminuição do peso desse critério e verificar qual o impacto na análise. De resto, a possibilidade de fazer simulações com este tipo de ajuda visual, é uma das grandes vantagens do PROMETHEE.

Esta possibilidade de efetuar simulações é particularmente útil no contexto de múltiplos cenários, em que os decisores atribuem pesos distintos e onde certamente será necessário encontrar consensos.

Na Figura 24 é apresentada uma simulação, aumentado o critério “Preço” para 43% a alternativa “B-Marrocos” ultrapassa “F-Portugal” e “D-Espanha” cuja performance diminui consideravelmente.

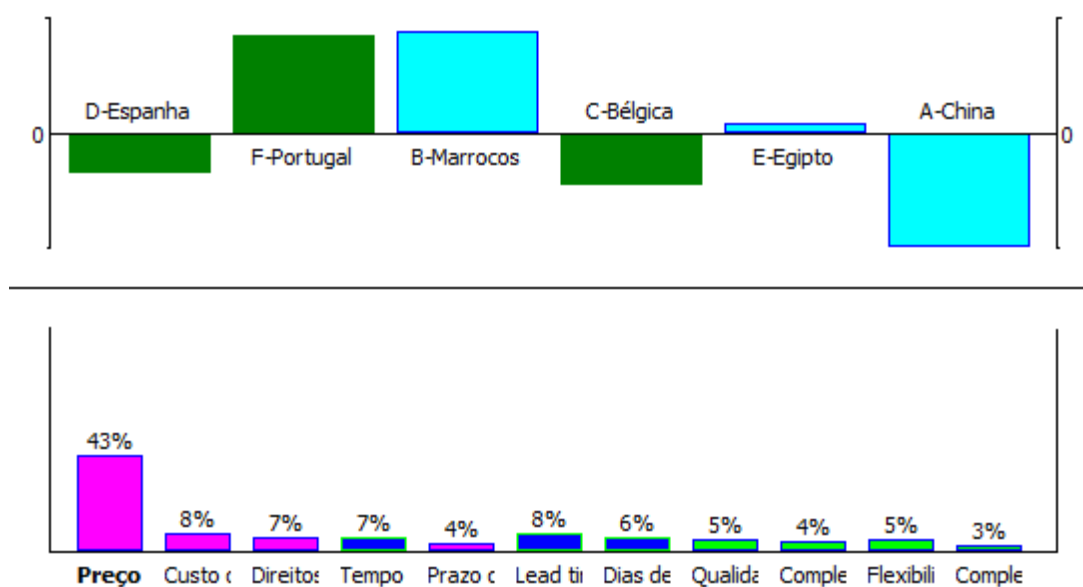


Figura 24 - Walking weights para os cenários combinados com manipulação do critério “Preço” (Fonte: software Visual PROMETHEE)

Outra forma possível de verificar o impacto na análise da alteração do peso de um critério é através da representação dos intervalos de estabilidade, à semelhança do *Walking Weights*, alterando o peso de um critério mostra a forma como o valor do Phi das alternativas é ajustado.

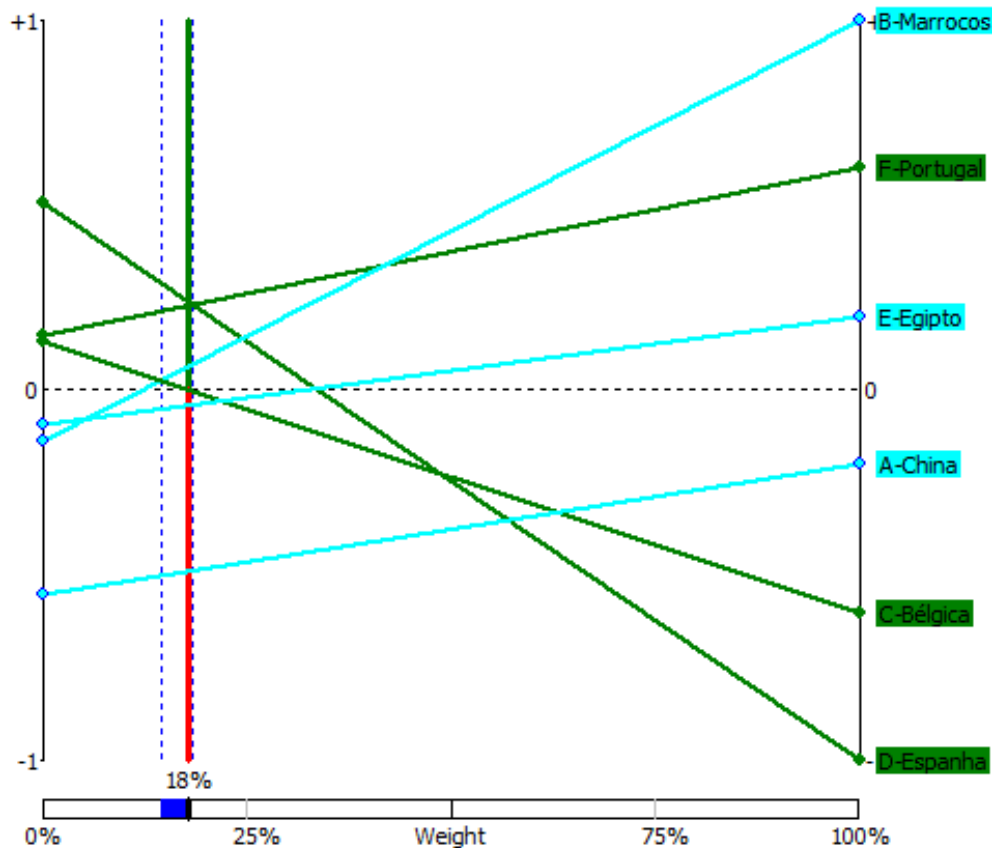


Figura 25- Stability Intervals para todos os cenários - critério "Preço" (Fonte: software Visual PROMETHEE")

A barra vertical verde e vermelha corresponde ao peso atual do critério, a interseção das linhas das alternativas com a barra vertical dá-nos o ranking completo PROMETHEE II.

Por fim, considerando os três cenários simultaneamente, o resultado do Phi das alternativas, que corresponde ao ranking global, é apresentado na Figura 26

Rank	action		Phi	Phi+	Phi-
1	D-Espanha	■	0,2393	0,4562	0,2169
2	F-Portugal	■	0,2262	0,4719	0,2457
3	B-Marrocos	■	0,0621	0,4273	0,3652
4	C-Bélgica	■	0,0014	0,3226	0,3212
5	E-Egipto	■	-0,0390	0,3350	0,3740
6	A-China	■	-0,4900	0,1747	0,6647

Figura 26 - Flow Table- All Scenarios (Fonte: software Visual PROMETHEE)

Resulta da Tabela 26, que as duas escolhas calculadas através deste método, serão “D-Espanha” e “F-Portugal”, em primeiro e segundo lugar respetivamente.

## 4.6 COMPARAÇÃO DE MÉTODOS E ANÁLISE DE RESULTADOS

De forma a facilitar a comparação de cenários nos diferentes métodos, são apresentadas as tabelas 18 e 19

PESOS RELATIVOS			
AHP		PROMETHEE	
<b>CENÁRIO 1</b>		<b>CENÁRIO 1</b>	
	$W_k$		$W_k$
Preço	24,65%	Preço	20,00%
Custo de Transporte	19,32%	Custo de Transporte	18,00%
Direitos	19,04%	Direitos	18,00%
Dias de Stock	9,54%	Qualidade	10,00%
Qualidade	7,67%	Lead time	9,00%
Lead time	4,96%	Tempo de Trânsito	8,00%
Prazo de Pagamento	4,84%	Dias de Stock	5,00%
Complexidade da Compra	3,48%	Complexidade da Compra	4,00%
Flexibilidade	2,57%	Flexibilidade	4,00%
Tempo de Trânsito	2,08%	Prazo de Pagamento	2,00%
Complexidade do Manuseamento	1,84%	Complexidade do Manuseamento	2,00%
<b>CENÁRIO 2</b>		<b>CENÁRIO 2</b>	
	$W_k$		$W_k$
Preço	36,32%	Preço	30,00%
Custo de Transporte	12,62%	Custo de Transporte	14,00%
Prazo de Pagamento	11,07%	Prazo de Pagamento	12,00%
Lead time	9,22%	Lead time	9,00%
Direitos	7,04%	Direitos	8,00%
Tempo de Trânsito	6,07%	Tempo de Trânsito	7,00%
Dias de Stock	4,93%	Dias de Stock	6,00%
Flexibilidade	4,48%	Flexibilidade	5,00%
Qualidade	3,12%	Qualidade	4,00%
Complexidade da Compra	2,72%	Complexidade da Compra	3,00%
Complexidade do Manuseamento	2,41%	Complexidade do Manuseamento	2,00%
<b>CENÁRIO 3</b>		<b>CENÁRIO 3</b>	
	$W_k$		$W_k$
Lead time	22,38%	Dias de Stock	16,00%
Dias de Stock	20,02%	Lead time	15,00%
Tempo de Trânsito	14,06%	Tempo de Trânsito	14,00%
Flexibilidade	11,32%	Flexibilidade	13,00%
Complexidade da Compra	10,34%	Complexidade da Compra	12,00%
Complexidade do Manuseamento	8,17%	Qualidade	9,00%
Qualidade	5,89%	Complexidade do Manuseamento	9,00%
Prazo de Pagamento	1,96%	Preço	3,00%
Preço	1,96%	Custo de Transporte	3,00%
Custo de Transporte	1,96%	Prazo de Pagamento	3,00%
Direitos	1,96%	Direitos	3,00%

Tabela 18-Tabelas comparativas de pesos atribuídos aos critérios por ambos os métodos (Fonte: Própria)

Relativamente ao Cenário 1, a grande maioria dos critérios segue a mesma ordem de importância em ambos os métodos, destacam-se no entanto os resultados do Cenário 2 no que

respeita à coerência deste decisor, os pesos atribuídos diretamente para aplicação do método PROMETHEE e os calculados através da matriz de comparação usando a escala de Saaty para a aplicação do método AHP, resultaram no mesmo nível de importância para todos os critérios e não há grandes diferenças no próprio valor do peso relativo atribuído.

No Cenário 3, é onde se encontram as maiores diferenças, mas ainda assim pouco significativas.

RANKINGS AHP			RANKINGS AHP				
<b>CENÁRIO 1</b>			<b>CENARIO 1</b>	<b>Alternativa</b>	<b>Phi</b>	<b>Phi+</b>	<b>Phi-</b>
1º	D-Espanha	19,44%	1	D-Espanha	0,1907	0,4175	0,2267
2º	F-Portugal	18,95%	2	F-Portugal	0,1331	0,4151	0,2820
3º	B-Marrocos	18,71%	3	E-Egipto	0,1100	0,3800	0,2700
4º	E-Egipto	16,86%	4	B-Marrocos	0,0965	0,4260	0,3295
5º	C-Bélgica	16,85%	5	C-Bélgica	0,0417	0,3239	0,2823
6º	A-China	9,18%	6	A-China	-0,5720	0,1600	0,7320
<b>CENÁRIO 2</b>			<b>CENARIO 2</b>	<b>Alternativa</b>	<b>Phi</b>	<b>Phi+</b>	<b>Phi-</b>
1º	B-Marrocos	23,88%	1	B-Marrocos	0,2938	0,5380	0,2442
2º	F-Portugal	19,93%	2	F-Portugal	0,1006	0,4506	0,3500
3º	D-Espanha	15,97%	3	D-Espanha	0,0230	0,3509	0,3280
4º	E-Egipto	15,64%	4	E-Egipto	0,0140	0,3860	0,3720
5º	C-Bélgica	13,09%	5	C-Bélgica	-0,0414	0,3108	0,3521
6º	A-China	11,49%	6	A-China	-0,3900	0,2200	0,6100
<b>CENÁRIO 3</b>			<b>CENARIO 3</b>	<b>Alternativa</b>	<b>Phi</b>	<b>Phi+</b>	<b>Phi-</b>
1º	F-Portugal	25,52%	1	D-Espanha	0,5042	0,6002	0,0960
2º	D-Espanha	24,69%	2	F-Portugal	0,4450	0,5500	0,1050
3º	B-Marrocos	19,93%	3	C-Bélgica	0,0038	0,3330	0,3292
4º	C-Bélgica	13,94%	4	B-Marrocos	-0,2040	0,3180	0,5220
5º	E-Egipto	9,18%	5	E-Egipto	-0,2410	0,2390	0,4800
6º	A-China	6,74%	6	A-China	-0,5080	0,1440	0,6520

Tabela 19-Tabelas de comparação de Rankings resultantes da aplicação de ambos os métodos (Fonte: própria)

No Cenário 1, os resultados são bastantes aproximados, havendo apenas uma troca de lugares na terceira e quarta posição do ranking, o que não põe em causa a seleção dos 2 melhores fornecedores.

Como seria de esperar, considerando os resultados obtidos na comparação de peso relativo atribuído aos critérios para ambos os métodos, os resultados do ranking de fornecedores encontrado no Cenário 2 é exatamente o mesmo quando aplicados os dois métodos.

No caso do Cenário 3 há uma troca direta de posições entre as alternativas “D-Espanha” e “F-Portugal” nos dois primeiros lugares, assim como entre as alternativas “C-Bélgica” e “B-Marrocos” nos terceiro e quarto lugares. As duas últimas posições do ranking coincidem.

As alternativas “B-Marrocos”, “C-Bélgica” e “E-Egipto” são as que sofrem maiores variações. Em resumo, para cada um dos cenários e simultaneamente para os dois métodos as escolhas dos dois melhores fornecedores resultam da seguinte forma:

Cenário 1: Espanha e Portugal

Cenário 2: Marrocos e Portugal

Cenário 3: Espanha e Portugal

### 5 CONCLUSÃO

A permanente necessidade das empresas reduzirem custos, de forma a não perderem competitividade e gerar lucros, obriga a uma gestão eficiente de recursos que é transversal a todas as áreas da organização. Na maior parte dos casos, o custo das matérias-primas é o mais impactante no total dos custos de uma empresa, razão pela qual a função compras tem um papel fundamental no processo.

A seleção de fornecedores baseada apenas no preço é um conceito há muito ultrapassado, com o surgimento de ferramentas que permitem medir outros parâmetros associados ao fornecimento e traduzi-los em valores mensuráveis, e como o que é possível medir, é possível gerir, permite à gestão considerar um grande número de critérios para avaliação e seleção de fornecedores.

A aplicação de metodologias de apoio à decisão na seleção de dois dos seis possíveis fornecedores de fibra de vidro, uma das principais matérias-primas aplicadas na produção de pás eólicas, permitirá à empresa em estudo obter orientações sobre essa complexa decisão, dado o elevado número de critérios que pretende considerar.

Após análise dos resultados da aplicação dos dois métodos, AHP e PROMETHEE, pode concluir-se que um dos fornecedores que melhor se posiciona face aos critérios definidos, pelos três decisores individualmente, coincide, sendo este “F-Portugal” que surge em segundo lugar no ranking em todos os cenários para ambos os métodos, à exceção de quando aplicado o método AHP no Cenário 3 em que ocupa o primeiro lugar.

Há, no entanto, uma divergência relativamente à segunda opção, uma vez que se pretendem seleccionar dois fornecedores, entre as alternativas “B-Marrocos” e “D-Espanha”.

Numa lógica puramente democrática, seriam “D-Espanha” e “F-Portugal” os seleccionados, mas importa olhar para os resultados do Cenário 2 e refletir sobre a alternativa “B-Marrocos” quando comparada com “D-Espanha”:

- em todos os critérios qualitativos, “D-Espanha” apresenta muito melhores resultados que “B-Marrocos”, os únicos critérios onde esta alternativa supera “D-Espanha” são o “Preço” e o “Lead Time”. Como previamente referido aquando da apresentação dos resultados do Cenário 2, o responsável da área de compras tem como objetivo comprar ao melhor preço e como tal não

será certamente uma decisão fácil a de vir a optar por dois fornecedores que não são os que oferecem o melhor preço.

Importa evidenciar que na perspetiva das áreas financeira e produção, os resultados coincidem no que respeita aos dois fornecedores melhor classificados, pese embora a importância relativa que cada um atribui aos critérios seja praticamente oposta.

Se analisarmos os resultados obtidos pela aplicação do método PROMETHEE, onde os dois primeiros lugares são os mesmos para os dois cenários, verifica-se, porém, que no caso do Cenário 1, quase 60% do peso está distribuído entre os três critérios que medem custos diretos, no entanto, apenas um deles contribui negativamente para a alternativa em primeiro lugar no ranking, no Cenário 3, o total de peso destes mesmos critérios não chega a 10%.

Com é possível verificar, pelas ilustrações do *Rainbow* (Figuras 9 e 21), tanto no Cenário 1 como no 3, a alternativa “D-Espanha” tem apenas o critério “Preço” como ponto fraco, e embora no Cenário 1 tenha um peso relevante, tal como anteriormente referido, não é suficientemente forte para “combater” a performance dos restantes critérios nesta alternativa.

De realçar, que para os decisores do Cenário 1 e 3, o resultado obtido foi fora das suas expectativas iniciais, uma vez que, excluindo a alternativa “A-China”, uma das duas alternativas com o melhor resultado é precisamente aquela com o preço mais alto, “D-Espanha”, tendo ambos atribuído o maior peso relativo a este critério expectavam um resultado diferente.

Na aplicação da metodologia, dois dos decisores tiveram alguma dificuldade em aplicar a escala de Saaty nas alternativas. Para ultrapassar este obstáculo foram feitas tabelas de auxílio com as diferenças dos valores entre alternativas em todos os critérios, desta forma todas as comparações foram feitas sem ter sido encontrada nenhuma inconsistência.

Conforme já referido, a dificuldade de escolher os parâmetros para as funções de preferência foi resolvida com simulações de pequenas variações no valor do critério em questão mostrando qual o impacto na BOM e, no caso do preço, o impacto no volume de compra anual. Deverá ainda ressaltar-se que os diferentes interesses dos decisores poderão ter levado a interpretações distintas de alguns dos critérios qualitativos, nomeadamente da “Complexidade de Compra”.

Salvo as exceções já mencionadas, pode concluir-se que a aplicação de ambos os métodos, com perspetivas distintas por parte de três decisores, resultou numa escolha consensual de um dos fornecedores e um conflito relativamente ao segundo que poderá ser ultrapassado com auxílio dos resultados obtidos na análise de sensibilidade, no caso do AHP ou, por exemplo, através do

*Walking Weights* do PROMETHEE, que permitem simular variações no peso dos critérios reformulando o ranking; de resto, estas metodologias não pretendem ser a solução definitiva para o problema, mas sim identificar pontos fortes e fracos de cada fornecedor e indicar onde se encontram os principais *trade-off*.

#### Estudos futuros

As tabelas de cálculo para aplicação do método AHP ficaram disponíveis e programadas para a qualquer momento atualizar dados e refazer automaticamente os cálculos para obtenção de novo ranking. No que respeita ao PROMETHEE, bastará apenas atualizar os dados na interface do software para obter novos rankings.

De facto, na eventualidade, pouco provável, da alternativa “F-Portugal” não vir a ser qualificada, será necessária uma nova avaliação. Outro dado relevante surgiu durante este estudo, foi iniciada uma investigação por parte da União Europeia relativamente à fibra proveniente de Marrocos, por haver suspeita de não ser originária deste país, mas sim da China, e Marrocos servir apenas de ponto de passagem de forma a evitar as taxas antidumping, dado que este país tem acordos de comércio com Portugal que resultam no não pagamento de direitos sobre trocas comerciais entre estes dois países. A confirmar-se, a alternativa “B-Marrocos” passará certamente a constar em posições muito mais desfavoráveis no ranking das alternativas.

Por fim, referir que este trabalho despertou o interesse pelos métodos utilizados, estando já em perspectiva a sua aplicação na seleção de fornecedores de outros materiais.

## 6 BIBLIOGRAFIA

- Alves, M. A. (2018). *Proposta de Agregação Robusta de Múltiplos Métodos com Incertezas em Problemas de Tomada de Decisão Multicritério*. [https://doi.org/10.5281/zenodo.3762766#.XqDi\\_7eEaDQ.mendeley](https://doi.org/10.5281/zenodo.3762766#.XqDi_7eEaDQ.mendeley)
- Anand, G., & Kodali, R. (2008). Selection of lean manufacturing systems using the PROMETHEE. *Journal of Modelling in Management*, 3(1), 40–70. <https://doi.org/10.1108/17465660810860372>
- Azadfallah, M. (2017). Evaluation and selection of suppliers in the supply chain using the extended group PROMETHEE I procedures. *International Journal of Supply Chain and Operations Resilience*, 3(1), 56. <https://doi.org/10.1504/ijscor.2017.10008070>
- Badri, M. A., & Abdulla, M. H. (2004). Awards of excellence in institutions of higher education: An AHP approach. *International Journal of Educational Management*, 18(4), 224–242. <https://doi.org/10.1108/09513540410538813>
- Bayazit, O. (2006). Use of analytic network process in vendor selection decisions. *Benchmarking*, 13(5), 566–579. <https://doi.org/10.1108/14635770610690410>
- Bottero, M., D’Alpaos, C., & Oppio, A. (2018). Multicriteria evaluation of urban regeneration processes: An application of PROMETHEE method in northern Italy. *Advances in Operations Research*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/9276075>
- Brans, Jean-Pierre, De Smet, Y. (2017). *PROMETHEE methods* (Vol. 3, Issue 2006). <https://doi.org/10.1007/978-1-4939-3094-4>
- Brans, Jean Pierre, Mareschal, B. (2005). PROMETHEE methods. In *International Series in Operations Research and Management Science* (Vol. 78, Issue January). [https://doi.org/10.1007/0-387-23081-5\\_5](https://doi.org/10.1007/0-387-23081-5_5)
- Çebi, F., & Bayraktar, D. (2003). An integrated approach for supplier selection. *Logistics Information Management*, 16(6), 395–400. <https://doi.org/10.1108/09576050310503376>
- Chan, F. T. S., & Kumar, N. (2007). Global supplier development considering risk factors using fuzzy extended AHP-based approach. *Omega*, 35(4), 417–431. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2005.08.004>
- Chen, C. T., Lin, C. T., & Huang, S. F. (2006). A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management. *International Journal of Production Economics*, 102(2), 289–301. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2005.03.009>
- Cheng, E. W. L., & Li, H. (2001). Analytic hierarchy process. *Measuring Business Excellence*, 5(3), 30–37. <https://doi.org/10.1108/eum0000000005864>
- Costa, H. G., Fluminense, U. F., & Sigma, L. S. (2019). *ANÁLISE MULTICRITÉRIO GERAL 2018-October. May*.
- de Boer, L., Labro, E., & Morlacchi, P. (2001). A review of methods supporting supplier

- selection. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 7, 75–89. [https://eg.uc.pt/bitstream/10316/81926/1/Relatório\\_Estágio\\_SandraBrás.pdf](https://eg.uc.pt/bitstream/10316/81926/1/Relatório_Estágio_SandraBrás.pdf)
- Dias, E. M. P. da S. (2015). *Modelo de apoio à decisão multicritério para selecção de fornecedores de azeite*. 66. [https://sigarra.up.pt/fep/pt/pub\\_geral.show\\_file?pi\\_doc\\_id=33344](https://sigarra.up.pt/fep/pt/pub_geral.show_file?pi_doc_id=33344)
- Izadikhah, M. (2012). Group decision making process for supplier selection with TOPSIS method under interval-valued intuitionistic fuzzy numbers. *Advances in Fuzzy Systems*, 2012. <https://doi.org/10.1155/2012/407942>
- Jalalvand, F., Teimoury, E., Makui, A., Aryanezhad, M. B., & Jolai, F. (2011). A method to compare supply chains of an industry. *Supply Chain Management*, 16(2), 82–97. <https://doi.org/10.1108/13598541111115347>
- Katsikeas, C. S., & Leonidou, L. C. (1996). International Supplier Selection: *Journal of Global Marketing*, 9(3), 23–45. [https://doi.org/10.1300/j042v09n03\\_03](https://doi.org/10.1300/j042v09n03_03)
- Levary, R. R. (2007). Ranking foreign suppliers based on supply risk. *Supply Chain Management*, 12(6), 392–394. <https://doi.org/10.1108/13598540710826317>
- Mareschal, B. (2013). *Visual PROMETHEE manual*.
- Mareschal, B. (2018). *Preference functions and thresholds*.
- Michel, I., & Leite, S. (2012). Análise Comparativa dos Métodos de Apoio Multicritério a Decisão: AHP, Electre E Promethee. *Xxxii Encontro Nacional De Engenharia De Producao*, 11.
- Monczka, R., Trent, Robert J., Handfield, R. B. (1998). *Purchasing and Supply Chain Management*. South-Western College Publishing.
- Morais, D. C., & Almeida, A. T. de. (2006). Modelo de decisão em grupo para gerenciar perdas de água. *Pesquisa Operacional*, 26(3), 567–584. <https://doi.org/10.1590/s0101-74382006000300007>
- Neves, O. F. (2018). Métodos Quantitativos - Pesquisa Operacional – Volume 1. In *Métodos Quantitativos - Pesquisa Operacional – Volume 1*. <https://doi.org/10.5935/978-85-93729-88-1.2018b001>
- Perçin, S. (2006). An application of the integrated AHP-PGP model in supplier selection. *Measuring Business Excellence*, 10(4), 34–49. <https://doi.org/10.1108/13683040610719263>
- Pinho, R. R., & Lopes, A. P. (2020). *Multicriteria Decision Support Model for Selection of Tinplate Suppliers*. 111–138. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-2216-5.ch006>
- Podvezko, V. (2009). Application of AHP technique. *Journal of Business Economics and Management*, 10(2), 181–189. <https://doi.org/10.3846/1611-1699.2009.10.181-189>
- Ricardo, V. (2010). Using the Analytic ( Ahp ) To Select and Prioritize Projects. *PMI Global Congress 2010 – North America Washington - DC – EUA – 2010*.

- Saaty, R. W. (1987). The analytic hierarchy process-what it is and how it is used. *Mathematical Modelling*, 9(3–5), 161–176. [https://doi.org/10.1016/0270-0255\(87\)90473-8](https://doi.org/10.1016/0270-0255(87)90473-8)
- Saaty, T. L. (1990). The analytic hierarchy process in conflict management. *International Journal of Conflict Management*, 1(1), 47–68. <https://doi.org/10.1108/eb022672>
- Saaty, T. L. (2005). *Theory and Applications of the Analytic Network Process: Decision Making with Benefits, Opportunities, Costs, and Risks*. RWS Publications.
- Sadraoui, T., & Mchirgui, N. (2014). Supply Chain Management Optimization within Information System Development. *International Journal of Econometrics and Financial Management*, 2(2), 59–71. <https://doi.org/10.12691/ijefm-2-2-2>
- Seuring, S. A. (2006). Supply chain controlling: Summarizing recent developments in German literature. *Supply Chain Management*, 11(1), 10–14. <https://doi.org/10.1108/13598540610642420>
- Sipahi, S., & Timor, M. (2010). The analytic hierarchy process and analytic network process: An overview of applications. *Management Decision*, 48(5), 775–808. <https://doi.org/10.1108/00251741011043920>
- Ting, S. C., & Cho, D. I. (2008). An integrated approach for supplier selection and purchasing decisions. *Supply Chain Management*, 13(2), 116–127. <https://doi.org/10.1108/13598540810860958>
- Tona, R. N., Onias, T., Vilela, A., & Hernandez, C. T. (n.d.). *Aplicação Do Método Ahp Para Gestores Na Escolha Do Tipo De Embalagem No Desenvolvimento De Novas Peças No Setor*.
- Triantaphyllou, Evangelos, Mann, S. H. (1995). USING THE ANALYTIC HIERARCHY PROCESS FOR DECISION MAKING IN ENGINEERING APPLICATIONS: SOME CHALLENGES. *International Journal of Industrial Engineering: Theory, Applications and Practice*, 2(1), 35–44.

# ANEXOS

## ANEXO I – Aplicação do método AHP para as alternativas – CENÁRIO 1

CRITÉRIO: PREÇO

Matriz A						
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal
A - China	1,00	0,50	3,00	5,00	0,50	0,50
B - Marrocos	2,00	1,00	4,00	6,00	2,00	2,00
C - Bélgica	0,33	0,25	1,00	3,00	0,33	0,25
D-Espanha	0,20	0,17	0,33	1,00	0,20	0,17
E-Egipto	2,00	0,50	3,00	5,00	1,00	0,50
F -Portugal	2,00	0,50	4,00	6,00	2,00	1,00
Soma	7,533	2,917	15,334	26,000	6,033	4,417

Tabela 20-Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério “Preço” (Fonte: Própria)

Matriz A normalizada							
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal	$W_k$
A - China	0,133	0,171	0,196	0,192	0,083	0,113	14,80%
B - Marrocos	0,265	0,343	0,261	0,231	0,331	0,453	31,40%
C - Bélgica	0,044	0,086	0,065	0,115	0,055	0,057	7,04%
D-Espanha	0,027	0,057	0,022	0,038	0,033	0,038	3,58%
E-Egipto	0,265	0,171	0,196	0,192	0,166	0,113	18,40%
F -Portugal	0,265	0,171	0,261	0,231	0,331	0,226	24,77%
Soma	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	100,00%

$\lambda_{max}$	6,20344
IC	0,04069
IR	1,24
RC	0,03281 Consistente

Tabela 21-Matriz normalizada e peso da alternativa - critério “Preço” (Fonte: Própria)

CRITÉRIO: CUSTOS DE TRANSPORTE

Matriz B						
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal
A - China	1,00	1,00	0,25	0,25	0,25	3,00
B - Marrocos	1,00	1,00	0,25	0,25	0,25	3,00
C - Bélgica	4,00	4,00	1,00	1,00	1,00	5,00
D-Espanha	4,00	4,00	1,00	1,00	1,00	5,00
E-Egipto	4,00	4,00	1,00	1,00	1,00	5,00
F -Portugal	0,33	0,33	0,20	0,20	0,20	1,00
Soma	14,333	14,333	3,700	3,700	3,700	22,000

Tabela 22-Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério “Custos de Transporte” (Fonte: Própria)

Matriz B normalizada							
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal	$W_k$
A - China	0,070	0,070	0,068	0,068	0,068	0,136	7,98%
B - Marrocos	0,070	0,070	0,068	0,068	0,068	0,136	7,98%
C - Bélgica	0,279	0,279	0,270	0,270	0,270	0,227	26,60%
D-Espanha	0,279	0,279	0,270	0,270	0,270	0,227	26,60%
E-Egipto	0,279	0,279	0,270	0,270	0,270	0,227	26,60%
F -Portugal	0,023	0,023	0,054	0,054	0,054	0,045	4,24%
Soma	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	100,00%

$\lambda_{max}$	6,13283
IC	0,02657
IR	1,24
RC	0,02142 Consistente

Tabela 23- Matriz normalizada e peso da alternativa - critério “Custos de Transporte” (Fonte: Própria)

CRITÉRIO: DIREITOS

Matriz C						
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal
A - China	1,00	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
B - Marrocos	8,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
C - Bélgica	8,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
D-Espanha	8,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
E-Egipto	8,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
F -Portugal	8,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Soma	41,000	5,125	5,125	5,125	5,125	5,125

Tabela 24-Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério "Direitos" (Fonte: Própria)

Matriz C normalizada							
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal	$W_k$
A - China	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	2,44%
B - Marrocos	0,195	0,195	0,195	0,195	0,195	0,195	19,51%
C - Bélgica	0,195	0,195	0,195	0,195	0,195	0,195	19,51%
D-Espanha	0,195	0,195	0,195	0,195	0,195	0,195	19,51%
E-Egipto	0,195	0,195	0,195	0,195	0,195	0,195	19,51%
F -Portugal	0,195	0,195	0,195	0,195	0,195	0,195	19,51%
Soma	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	100,00%

$\lambda_{max}$	6,00000
IC	0,00000
IR	1,24
RC	0,00000 Consistente

Tabela 25- Matriz normalizada e peso da alternativa - critério "Direitos" (Fonte: Própria)

CRITÉRIO: TEMPO DE TRÂNSITO

Matriz D						
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal
A - China	1,00	0,14	0,13	0,13	0,20	0,13
B - Marrocos	7,00	1,00	0,33	0,33	6,00	0,50
C - Bélgica	8,00	3,00	1,00	2,00	6,00	0,50
D-Espanha	8,00	3,00	0,50	1,00	6,00	1,00
E-Egipto	5,00	0,17	0,17	0,17	1,00	0,17
F -Portugal	8,00	2,00	2,00	1,00	6,00	1,00
Soma	37,000	9,310	4,125	4,625	25,200	3,292

Tabela 26-Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério "Tempo de Trânsito" (Fonte: Própria)

Matriz D normalizada							
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal	$W_k$
A - China	0,027	0,015	0,030	0,027	0,008	0,038	2,43%
B - Marrocos	0,189	0,107	0,081	0,072	0,238	0,152	13,99%
C - Bélgica	0,216	0,322	0,242	0,432	0,238	0,152	26,72%
D-Espanha	0,216	0,322	0,121	0,216	0,238	0,304	23,63%
E-Egipto	0,135	0,018	0,040	0,036	0,040	0,051	5,33%
F -Portugal	0,216	0,215	0,485	0,216	0,238	0,304	27,90%
Soma	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	100,00%

$\lambda_{max}$	6,54013
IC	0,10803
IR	1,24
RC	0,08712 Consistente

Tabela 27-Matriz normalizada e peso da alternativa - critério "Tempo de Trânsito" (Fonte: Própria)

CRITÉRIO: PRAZO DE PAGAMENTO

Matriz E						
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal
A - China	1,00	1,00	1,00	1,00	5,00	7,00
B - Marrocos	1,00	1,00	1,00	1,00	5,00	7,00
C - Bélgica	1,00	1,00	1,00	1,00	5,00	7,00
D-Espanha	1,00	1,00	1,00	1,00	5,00	7,00
E-Egipto	0,20	0,20	0,20	0,20	1,00	5,00
F -Portugal	0,14	0,14	0,14	0,14	0,20	1,00
Soma	4,343	4,343	4,343	4,343	21,200	34,000

Tabela 28-Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério "Prazo de Pagamento" (Fonte: Própria)

Matriz E normalizada							
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal	$W_k$
A - China	0,230	0,230	0,230	0,230	0,236	0,206	22,71%
B - Marrocos	0,230	0,230	0,230	0,230	0,236	0,206	22,71%
C - Bélgica	0,230	0,230	0,230	0,230	0,236	0,206	22,71%
D-Espanha	0,230	0,230	0,230	0,230	0,236	0,206	22,71%
E-Egipto	0,046	0,046	0,046	0,046	0,047	0,147	6,31%
F -Portugal	0,033	0,033	0,033	0,033	0,009	0,029	2,84%
Soma	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	100,00%

$\lambda_{max}$	6,20025
IC	0,04005
IR	1,24
RC	0,03230 Consistente

Tabela 29-Matriz normalizada e peso da alternativa - critério "Prazo de Pagamento" (Fonte: Própria)

CRITÉRIO: LEAD TIME

Matriz F						
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal
A - China	1,00	0,14	1,00	0,20	0,20	0,20
B - Marrocos	7,00	1,00	7,00	6,00	6,00	6,00
C - Bélgica	1,00	0,14	1,00	0,20	0,20	0,20
D-Espanha	5,00	0,17	5,00	1,00	1,00	1,00
E-Egipto	5,00	0,17	5,00	1,00	1,00	1,00
F -Portugal	5,00	0,17	5,00	1,00	1,00	1,00
Soma	24,000	1,786	24,000	9,400	9,400	9,400

Tabela 30-Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério "Lead Time" (Fonte: Própria)

Matriz F normalizada							
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal	$W_k$
A - China	0,042	0,080	0,042	0,021	0,021	0,021	3,79%
B - Marrocos	0,292	0,560	0,292	0,638	0,638	0,638	50,97%
C - Bélgica	0,042	0,080	0,042	0,021	0,021	0,021	3,79%
D-Espanha	0,208	0,093	0,208	0,106	0,106	0,106	13,82%
E-Egipto	0,208	0,093	0,208	0,106	0,106	0,106	13,82%
F -Portugal	0,208	0,093	0,208	0,106	0,106	0,106	13,82%
Soma	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	100,00%

$\lambda_{max}$	6,36832
IC	0,07366
IR	1,24
RC	0,05941 Consistente

Tabela 31-Matriz normalizada e peso da alternativa - critério "Lead Time" (Fonte: Própria)

CRITÉRIO: DIAS DE STOCK

Matriz G						
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal
A - China	1,00	0,20	0,17	0,14	1,00	0,13
B - Marrocos	5,00	1,00	0,50	0,33	5,00	0,20
C - Bélgica	6,00	2,00	1,00	1,00	6,00	0,25
D-Espanha	7,00	3,03	1,00	1,00	7,00	0,50
E-Egipto	1,00	0,20	0,17	0,14	1,00	0,14
F -Portugal	8,00	5,00	4,00	2,00	7,00	1,00
Soma	28,002	11,430	6,833	4,616	27,000	2,218

Tabela 32-Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério "Dias de Stock" (Fonte: Própria)

Matriz G normalizada							
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal	$W_k$
A - China	0,036	0,017	0,024	0,031	0,037	0,056	3,37%
B - Marrocos	0,179	0,087	0,073	0,071	0,185	0,090	11,43%
C - Bélgica	0,214	0,175	0,146	0,217	0,222	0,113	18,12%
D-Espanha	0,250	0,265	0,146	0,217	0,259	0,225	22,71%
E-Egipto	0,036	0,017	0,024	0,031	0,037	0,064	3,50%
F -Portugal	0,286	0,437	0,585	0,433	0,259	0,451	40,87%
Soma	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	100,00%

$\lambda_{max}$	6,26177
IC	0,05235
IR	1,24
RC	0,04222 Consistente

Tabela 33-Matriz normalizada e peso da alternativa - critério "Dias de Stock" (Fonte: Própria)

CRITÉRIO: QUALIDADE

Matriz H						
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal
A - China	1,00	3,00	0,33	0,20	0,33	3,00
B - Marrocos	0,33	1,00	0,20	0,14	0,20	0,20
C - Bélgica	3,00	5,00	1,00	0,33	1,00	1,00
D-Espanha	5,00	7,00	3,00	1,00	3,00	3,00
E-Egipto	3,00	5,00	1,00	0,33	1,00	1,00
F -Portugal	0,33	5,00	1,00	0,33	1,00	1,00
Soma	12,667	26,000	6,534	2,343	6,533	9,200

Tabela 34-Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério "Qualidade" (Fonte: Própria)

Matriz H normalizada							
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal	$W_k$
A - China	0,079	0,115	0,051	0,085	0,051	0,326	11,80%
B - Marrocos	0,026	0,038	0,031	0,061	0,031	0,022	3,48%
C - Bélgica	0,237	0,192	0,153	0,142	0,153	0,109	16,44%
D-Espanha	0,395	0,269	0,459	0,427	0,459	0,326	38,92%
E-Egipto	0,237	0,192	0,153	0,142	0,153	0,109	16,44%
F -Portugal	0,026	0,192	0,153	0,142	0,153	0,109	12,93%
Soma	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	100,00%

$\lambda_{max}$	6,59420
IC	0,11884
IR	1,24
RC	0,09584 Consistente

Tabela 35-Matriz normalizada e peso da alternativa - critério "Qualidade" (Fonte: Própria)

CRITÉRIO: COMPLEXIDADE DA COMPRA

Matriz I						
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal
A - China	1,00	3,00	0,17	0,17	0,33	0,17
B - Marrocos	0,33	1,00	0,14	0,14	0,20	0,14
C - Bélgica	6,00	7,00	1,00	1,00	5,00	1,00
D-Espanha	6,00	7,00	1,00	1,00	5,00	1,00
E-Egipto	3,00	5,00	0,20	0,20	1,00	0,20
F -Portugal	6,00	7,00	1,00	1,00	5,00	1,00
Soma	22,336	30,000	3,509	3,510	16,533	3,510

Tabela 36-Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério "Complexidade da Compra" (Fonte: Própria)

Matriz I normalizada							
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal	$W_k$
A - China	0,045	0,100	0,047	0,047	0,020	0,047	5,12%
B - Marrocos	0,015	0,033	0,041	0,041	0,012	0,041	3,04%
C - Bélgica	0,269	0,233	0,285	0,285	0,302	0,285	27,66%
D-Espanha	0,269	0,233	0,285	0,285	0,302	0,285	27,65%
E-Egipto	0,134	0,167	0,057	0,057	0,060	0,057	8,87%
F -Portugal	0,269	0,233	0,285	0,285	0,302	0,285	27,65%
Soma	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	100,00%

$\lambda_{max}$	6,31205
IC	0,06241
IR	1,24
RC	0,05033 Consistente

Tabela 37-Matriz normalizada e peso da alternativa - critério "Complexidade da Compra" (Fonte: Própria)

CRITÉRIO: FLEXIBILIDADE

Matriz J						
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal
A - China	1,00	5,00	3,00	1,00	3,00	1,00
B - Marrocos	0,20	1,00	0,33	0,20	0,33	0,20
C - Bélgica	0,33	3,00	1,00	0,33	1,00	0,33
D-Espanha	1,00	5,00	3,00	1,00	3,00	1,00
E-Egipto	0,33	3,00	1,00	0,33	1,00	0,33
F -Portugal	1,00	5,00	3,00	1,00	3,00	1,00
Soma	3,867	22,001	11,334	3,867	11,334	3,867

Tabela 38-Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério "Flexibilidade" (Fonte: Própria)

Matriz J normalizada							
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal	$W_k$
A - China	0,259	0,227	0,265	0,259	0,265	0,259	25,54%
B - Marrocos	0,052	0,045	0,029	0,052	0,029	0,052	4,32%
C - Bélgica	0,086	0,136	0,088	0,086	0,088	0,086	9,52%
D-Espanha	0,259	0,227	0,265	0,259	0,265	0,259	25,54%
E-Egipto	0,086	0,136	0,088	0,086	0,088	0,086	9,52%
F -Portugal	0,259	0,227	0,265	0,259	0,265	0,259	25,54%
Soma	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	100,00%

$\lambda_{max}$	6,05862
IC	0,01172
IR	1,24
RC	0,00945 Consistente

Tabela 39-Matriz normalizada e peso da alternativa - critério "Flexibilidade" (Fonte: Própria)

CRITÉRIO: COMPLEXIDADE DE MANUSEAMENTO

Matriz K						
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal
A - China	1,00	0,50	0,50	0,25	0,50	0,33
B - Marrocos	2,00	1,00	1,00	0,33	1,00	0,50
C - Bélgica	2,00	1,00	1,00	0,33	1,00	0,50
D-Espanha	4,00	3,00	3,00	1,00	3,00	2,00
E-Egipto	2,00	1,00	1,00	0,33	1,00	0,50
F -Portugal	3,00	2,00	2,00	0,50	2,00	1,00
Soma	14,000	8,500	8,500	2,750	8,500	4,833

Tabela 40-Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério "Complexidade de Manuseamento" (Fonte: Própria)

Matriz K normalizada							
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal	$W_k$
A - China	0,071	0,059	0,059	0,091	0,059	0,069	6,80%
B - Marrocos	0,143	0,118	0,118	0,121	0,118	0,103	12,01%
C - Bélgica	0,143	0,118	0,118	0,121	0,118	0,103	12,01%
D-Espanha	0,286	0,353	0,353	0,364	0,353	0,414	35,37%
E-Egipto	0,143	0,118	0,118	0,121	0,118	0,103	12,01%
F -Portugal	0,214	0,235	0,235	0,182	0,235	0,207	21,81%
Soma	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	100,00%

$\lambda_{max}$	6,03222
IC	0,00644
IR	1,24
RC	0,00520 Consistente

Tabela 41-Matriz normalizada e peso da alternativa - critério "Complexidade de Manuseamento" (Fonte: Própria)

## ANEXO II – Aplicação do método AHP para as alternativas – CENÁRIO 2

CRITÉRIO: PREÇO

Matriz A						
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal
A - China	1,00	0,50	5,00	8,00	0,50	0,40
B - Marrocos	2,00	1,00	6,50	9,00	2,00	2,00
C - Bélgica	0,20	0,15	1,00	3,00	0,20	0,17
D-Espanha	0,13	0,11	0,33	1,00	0,13	0,12
E-Egipto	2,00	0,50	5,00	8,00	1,00	0,50
F -Portugal	2,50	0,50	6,00	8,50	2,00	1,00
<b>Soma</b>	<b>7,825</b>	<b>2,765</b>	<b>23,836</b>	<b>37,503</b>	<b>5,825</b>	<b>4,184</b>

Tabela 42- Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério “Preço” (Fonte: Própria)

Matriz A normalizada							
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal	$W_k$
A - China	0,128	0,181	0,210	0,213	0,086	0,096	15,22%
B - Marrocos	0,256	0,362	0,273	0,240	0,343	0,478	32,52%
C - Bélgica	0,026	0,056	0,042	0,080	0,034	0,040	4,62%
D-Espanha	0,016	0,040	0,014	0,027	0,021	0,028	2,44%
E-Egipto	0,256	0,181	0,210	0,213	0,172	0,119	19,18%
F -Portugal	0,319	0,181	0,252	0,227	0,343	0,239	26,02%
<b>Soma</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>100,00%</b>

$\lambda_{max}$	6,44935
IC	0,08987
IR	1,24
RC	0,07248 Consistente

Tabela 43- Matriz normalizada e peso da alternativa - critério “Preço” (Fonte: Própria)

CRITÉRIO: CUSTOS DE TRANSPORTE

Matriz B						
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal
A - China	1,00	1,00	0,33	0,33	0,33	2,00
B - Marrocos	1,00	1,00	0,33	0,33	0,33	2,00
C - Bélgica	3,00	3,00	1,00	1,00	1,00	4,00
D-Espanha	3,00	3,00	1,00	1,00	1,00	4,00
E-Egipto	3,00	3,00	1,00	1,00	1,00	4,00
F -Portugal	0,50	0,50	0,25	0,25	0,25	1,00
<b>Soma</b>	<b>11,509</b>	<b>11,509</b>	<b>3,916</b>	<b>3,916</b>	<b>3,916</b>	<b>17,000</b>

Tabela 44- Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério “Custos de Transporte” (Fonte: Própria)

Matriz B normalizada							
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal	$W_k$
A - China	0,087	0,087	0,085	0,085	0,085	0,118	9,11%
B - Marrocos	0,087	0,087	0,085	0,085	0,085	0,118	9,11%
C - Bélgica	0,261	0,261	0,255	0,255	0,255	0,235	25,39%
D-Espanha	0,261	0,261	0,255	0,255	0,255	0,235	25,39%
E-Egipto	0,261	0,261	0,255	0,255	0,255	0,235	25,39%
F -Portugal	0,043	0,043	0,064	0,064	0,064	0,059	5,62%
<b>Soma</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>100,00%</b>

$\lambda_{max}$	6,26758
IC	0,05352
IR	1,24
RC	0,04316 Consistente

Tabela 45- Matriz normalizada e peso da alternativa - critério “Custos de Transporte” (Fonte: Própria)

CRITÉRIO: DIREITOS

Matriz C						
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal
A - China	1,00	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
B - Marrocos	9,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
C - Bélgica	9,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
D-Espanha	9,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
E-Egipto	9,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
F -Portugal	9,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Soma	46,005	5,111	5,111	5,111	5,111	5,111

Tabela 46- Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério "Direitos" (Fonte: Própria)

Matriz C normalizada							
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal	$W_k$
A - China	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	2,17%
B - Marrocos	0,196	0,196	0,196	0,196	0,196	0,196	19,57%
C - Bélgica	0,196	0,196	0,196	0,196	0,196	0,196	19,57%
D-Espanha	0,196	0,196	0,196	0,196	0,196	0,196	19,57%
E-Egipto	0,196	0,196	0,196	0,196	0,196	0,196	19,57%
F -Portugal	0,196	0,196	0,196	0,196	0,196	0,196	19,57%
Soma	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	100,00%

$\lambda_{max}$	6,01159
IC	0,00232
IR	1,24
RC	0,00187 Consistente

Tabela 47- Matriz normalizada e peso da alternativa - critério "Direitos" (Fonte: Própria)

CRITÉRIO: TEMPO DE TRÂNSITO

Matriz D						
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal
A - China	1,00	0,17	0,13	0,13	0,25	0,13
B - Marrocos	6,00	1,00	1,00	0,50	4,00	0,50
C - Bélgica	8,00	1,00	1,00	0,50	5,00	1,00
D-Espanha	8,00	2,00	2,00	1,00	5,00	1,00
E-Egipto	4,00	0,25	0,20	0,20	1,00	0,20
F -Portugal	8,00	2,00	1,00	1,00	5,00	1,00
Soma	35,002	6,417	5,325	3,325	20,250	3,825

Tabela 48- Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério "Tempo de Trânsito" (Fonte: Própria)

Matriz D normalizada							
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal	$W_k$
A - China	0,029	0,026	0,023	0,038	0,012	0,033	2,68%
B - Marrocos	0,171	0,156	0,188	0,150	0,198	0,131	16,56%
C - Bélgica	0,229	0,156	0,188	0,150	0,247	0,261	20,52%
D-Espanha	0,229	0,312	0,376	0,301	0,247	0,261	28,75%
E-Egipto	0,114	0,039	0,038	0,060	0,049	0,052	5,88%
F -Portugal	0,229	0,312	0,188	0,301	0,247	0,261	25,62%
<b>Soma</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>100,00%</b>

$\lambda_{max}$	6,18168
IC	0,03634
IR	1,24
RC	0,02930 Consistente

Tabela 49- Matriz normalizada e peso da alternativa - critério "Tempo de Trânsito" (Fonte: Própria)

CRITÉRIO: PRAZO DE PAGAMENTO

Matriz E						
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal
A - China	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00
B - Marrocos	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00
C - Bélgica	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00
D-Espanha	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00
E-Egipto	0,33	0,33	0,33	0,33	1,00	3,00
F -Portugal	0,20	0,20	0,20	0,20	0,33	1,00
<b>Soma</b>	<b>4,533</b>	<b>4,533</b>	<b>4,533</b>	<b>4,533</b>	<b>13,333</b>	<b>24,000</b>

Tabela 50- Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério "Prazo de Pagamento" (Fonte: Própria)

Matriz E normalizada							
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal	$W_k$
A - China	0,221	0,221	0,221	0,221	0,225	0,208	21,93%
B - Marrocos	0,221	0,221	0,221	0,221	0,225	0,208	21,93%
C - Bélgica	0,221	0,221	0,221	0,221	0,225	0,208	21,93%
D-Espanha	0,221	0,221	0,221	0,221	0,225	0,208	21,93%
E-Egipto	0,074	0,074	0,074	0,074	0,075	0,125	8,24%
F -Portugal	0,044	0,044	0,044	0,044	0,025	0,042	4,05%
<b>Soma</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>100,00%</b>

$\lambda_{max}$	6,03926
IC	0,00785
IR	1,24
RC	0,00633 Consistente

Tabela 51- Matriz normalizada e peso da alternativa - critério "Prazo de Pagamento" (Fonte: Própria)

CRITÉRIO: LEAD TIME

Matriz F						
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal
A - China	1,00	0,13	1,00	0,17	0,17	0,17
B - Marrocos	8,00	1,00	8,00	7,00	7,00	7,00
C - Bélgica	1,00	0,13	1,00	0,17	0,17	0,17
D-Espanha	6,00	0,14	6,00	1,00	1,00	1,00
E-Egipto	6,00	0,14	6,00	1,00	1,00	1,00
F -Portugal	6,00	0,14	6,00	1,00	1,00	1,00
<b>Soma</b>	<b>28,007</b>	<b>1,679</b>	<b>28,007</b>	<b>10,333</b>	<b>10,333</b>	<b>10,333</b>

Tabela 52- Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério "Lead Time" (Fonte: Própria)

Matriz F normalizada							
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal	$W_k$
A - China	0,036	0,074	0,036	0,016	0,016	0,016	3,24%
B - Marrocos	0,286	0,596	0,286	0,677	0,677	0,677	53,32%
C - Bélgica	0,036	0,074	0,036	0,016	0,016	0,016	3,24%
D-Espanha	0,214	0,085	0,214	0,097	0,097	0,097	13,40%
E-Egipto	0,214	0,085	0,214	0,097	0,097	0,097	13,40%
F -Portugal	0,214	0,085	0,214	0,097	0,097	0,097	13,40%
Soma	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	100,00%

$\lambda_{max}$	6,48504
IC	0,09701
IR	1,24
RC	0,07823 Consistente

Tabela 53- Matriz normalizada e peso da alternativa - critério "Lead Time" (Fonte: Própria)

### CRITÉRIO: DIAS DE STOCK

Matriz G						
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal
A - China	1,00	0,17	0,14	0,13	1,00	0,13
B - Marrocos	6,00	1,00	0,50	0,25	6,00	0,17
C - Bélgica	7,00	2,00	1,00	0,50	7,00	0,25
D-Espanha	8,00	4,00	2,00	1,00	8,00	0,50
E-Egipto	1,00	0,17	0,14	0,13	1,00	0,13
F -Portugal	8,00	6,00	4,00	2,00	8,00	1,00
Soma	31,005	13,336	7,786	4,000	31,000	2,167

Tabela 54- Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério "Dias de Stock" (Fonte: Própria)

Matriz G normalizada							
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal	$W_k$
A - China	0,032	0,012	0,018	0,031	0,032	0,058	3,07%
B - Marrocos	0,194	0,075	0,064	0,063	0,194	0,077	11,10%
C - Bélgica	0,226	0,150	0,128	0,125	0,226	0,115	16,17%
D-Espanha	0,258	0,300	0,257	0,250	0,258	0,231	25,89%
E-Egipto	0,032	0,012	0,018	0,031	0,032	0,058	3,07%
F -Portugal	0,258	0,450	0,514	0,500	0,258	0,462	40,69%
Soma	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	100,00%

$\lambda_{max}$	6,36468
IC	0,07294
IR	1,24
RC	0,05882 Consistente

Tabela 55- Matriz normalizada e peso da alternativa - critério "Dias de Stock" (Fonte: Própria)

### CRITÉRIO: QUALIDADE

Matriz H						
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal
A - China	1,00	3,00	0,33	0,25	0,33	0,33
B - Marrocos	0,33	1,00	0,25	0,20	0,25	0,25
C - Bélgica	3,00	4,00	1,00	0,33	1,00	1,00
D-Espanha	4,00	5,00	3,00	1,00	3,00	3,00
E-Egipto	3,00	4,00	1,00	0,33	1,00	1,00
F -Portugal	3,00	4,00	1,00	0,33	1,00	1,00
Soma	14,340	21,000	6,586	2,450	6,583	6,583

Tabela 56- Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério "Qualidade" (Fonte: Própria)

Matriz H normalizada							
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal	$W_k$
A - China	0,070	0,143	0,051	0,102	0,051	0,051	7,77%
B - Marrocos	0,023	0,048	0,038	0,082	0,038	0,038	4,44%
C - Bélgica	0,209	0,190	0,152	0,136	0,152	0,152	16,52%
D-Espanha	0,279	0,238	0,456	0,408	0,456	0,456	38,21%
E-Egipto	0,209	0,190	0,152	0,136	0,152	0,152	16,53%
F -Portugal	0,209	0,190	0,152	0,136	0,152	0,152	16,53%
Soma	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	100,00%

$\lambda_{max}$	6,20393
IC	0,04079
IR	1,24
RC	0,03289 Consistente

Tabela 57- Matriz normalizada e peso da alternativa - critério "Qualidade" (Fonte: Própria)

#### CRITÉRIO: COMPLEXIDADE DA COMPRA

Matriz I						
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal
A - China	1,00	3,00	0,17	0,17	0,33	0,17
B - Marrocos	0,33	1,00	0,14	0,14	0,20	0,14
C - Bélgica	6,00	7,00	1,00	1,00	5,00	1,00
D-Espanha	6,00	7,00	1,00	1,00	5,00	1,00
E-Egipto	3,00	5,00	0,20	0,20	1,00	0,20
F -Portugal	6,00	7,00	1,00	1,00	5,00	1,00
Soma	22,341	30,008	3,509	3,509	16,533	3,509

Tabela 58- Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério "Complexidade da Compra" (Fonte: Própria)

Matriz I normalizada							
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal	$W_k$
A - China	0,045	0,100	0,047	0,047	0,020	0,047	5,12%
B - Marrocos	0,015	0,033	0,041	0,041	0,012	0,041	3,04%
C - Bélgica	0,269	0,233	0,285	0,285	0,302	0,285	27,66%
D-Espanha	0,269	0,233	0,285	0,285	0,302	0,285	27,66%
E-Egipto	0,134	0,167	0,057	0,057	0,060	0,057	8,87%
F -Portugal	0,269	0,233	0,285	0,285	0,302	0,285	27,66%
Soma	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	100,00%

$\lambda_{max}$	6,31188
IC	0,06238
IR	1,24
RC	0,05030 Consistente

Tabela 59- Matriz normalizada e peso da alternativa - critério "Complexidade da Compra" (Fonte: Própria)

#### CRITÉRIO: FLEXIBILIDADE

Matriz J						
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal
A - China	1,00	4,00	3,00	1,00	3,00	1,00
B - Marrocos	0,25	1,00	0,33	0,25	0,33	0,25
C - Bélgica	0,33	3,00	1,00	0,33	1,00	0,33
D-Espanha	1,00	4,00	3,00	1,00	3,00	1,00
E-Egipto	0,33	3,00	1,00	0,33	1,00	0,33
F -Portugal	1,00	4,00	3,00	1,00	3,00	1,00
Soma	3,917	19,006	11,339	3,916	11,336	3,916

Tabela 60- Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério "Flexibilidade" (Fonte: Própria)

Matriz J normalizada							
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal	$W_k$
A - China	0,255	0,210	0,265	0,255	0,265	0,255	25,09%
B - Marrocos	0,064	0,053	0,029	0,064	0,029	0,064	5,05%
C - Bélgica	0,085	0,158	0,088	0,085	0,088	0,085	9,83%
D-Espanha	0,255	0,210	0,265	0,255	0,265	0,255	25,10%
E-Egipto	0,085	0,158	0,088	0,085	0,088	0,085	9,83%
F -Portugal	0,255	0,210	0,265	0,255	0,265	0,255	25,10%
Soma	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	100,00%

$\lambda_{max}$	6,11348
IC	0,02270
IR	1,24
RC	0,01830 Consistente

Tabela 61- Matriz normalizada e peso da alternativa - critério "Flexibilidade" (Fonte: Própria)

CRITÉRIO: COMPLEXIDADE DE MANUSEAMENTO

Matriz K						
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal
A - China	1,00	0,33	0,33	0,20	0,33	0,25
B - Marrocos	3,00	1,00	1,00	0,25	1,00	0,33
C - Bélgica	3,00	1,00	1,00	0,25	1,00	0,33
D-Espanha	5,00	4,00	4,00	1,00	4,00	3,00
E-Egipto	3,00	1,00	1,00	0,25	1,00	0,33
F -Portugal	4,00	3,00	3,00	0,33	3,00	1,00
Soma	19,009	10,336	10,336	2,283	10,336	5,249

Tabela 62- Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério "Complexidade de Manuseamento" (Fonte: Própria)

Matriz K normalizada							
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal	$W_k$
A - China	0,053	0,032	0,032	0,088	0,032	0,048	4,74%
B - Marrocos	0,158	0,097	0,097	0,109	0,097	0,063	10,35%
C - Bélgica	0,158	0,097	0,097	0,109	0,097	0,063	10,35%
D-Espanha	0,263	0,387	0,387	0,438	0,387	0,572	40,56%
E-Egipto	0,158	0,097	0,097	0,109	0,097	0,063	10,35%
F -Portugal	0,210	0,291	0,291	0,146	0,291	0,191	23,64%
Soma	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	100,00%

$\lambda_{max}$	6,19994
IC	0,03999
IR	1,24
RC	0,03225 Consistente

Tabela 63- Matriz normalizada e peso da alternativa - critério "Complexidade do Manuseamento" (Fonte: Própria)

### ANEXO III – Aplicação do método AHP para as alternativas – CENÁRIO 3

CRITÉRIO: PREÇO

Matriz A						
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal
A - China	1,00	0,50	4,00	6,00	1,00	0,50
B - Marrocos	2,00	1,00	5,00	7,00	2,00	2,00
C - Bélgica	0,25	0,20	1,00	4,00	0,25	0,25
D-Espanha	0,17	0,14	0,25	1,00	0,17	0,17
E-Egipto	1,00	0,50	4,00	6,00	1,00	0,50
F -Portugal	2,00	0,50	4,00	6,00	2,00	1,00
Soma	6,417	2,843	18,250	30,000	6,417	4,417

Tabela 64- Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério “Preço” (Fonte: Própria)

Matriz A normalizada							
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal	$W_k$
A - China	0,156	0,176	0,219	0,200	0,156	0,113	17,00%
B - Marrocos	0,312	0,352	0,274	0,233	0,312	0,453	32,25%
C - Bélgica	0,039	0,070	0,055	0,133	0,039	0,057	6,55%
D-Espanha	0,026	0,050	0,014	0,033	0,026	0,038	3,12%
E-Egipto	0,156	0,176	0,219	0,200	0,156	0,113	17,00%
F -Portugal	0,312	0,176	0,219	0,200	0,312	0,226	24,08%
Soma	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	100,00%

$\lambda_{max}$	6,24369
IC	0,04874
IR	1,24
RC	0,03930 Consistente

Tabela 65 - Matriz normalizada e peso da alternativa - critério “Preço” (Fonte: Própria)

CRITÉRIO: CUSTOS DE TRANSPORTE

Matriz B						
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal
A - China	1,00	1,00	0,25	0,25	0,25	3,00
B - Marrocos	1,00	1,00	0,25	0,25	0,25	3,00
C - Bélgica	4,00	4,00	1,00	1,00	1,00	4,00
D-Espanha	4,00	4,00	1,00	1,00	1,00	4,00
E-Egipto	4,00	4,00	1,00	1,00	1,00	4,00
F -Portugal	0,33	0,33	0,25	0,25	0,25	1,00
Soma	14,333	14,333	3,750	3,750	3,750	19,000

Tabela 66- Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério “Custos de Transporte” (Fonte: Própria)

Matriz B normalizada							
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal	$W_k$
A - China	0,070	0,070	0,067	0,067	0,067	0,158	8,29%
B - Marrocos	0,070	0,070	0,067	0,067	0,067	0,158	8,29%
C - Bélgica	0,279	0,279	0,267	0,267	0,267	0,211	26,14%
D-Espanha	0,279	0,279	0,267	0,267	0,267	0,211	26,14%
E-Egipto	0,279	0,279	0,267	0,267	0,267	0,211	26,14%
F -Portugal	0,023	0,023	0,067	0,067	0,067	0,053	4,99%
Soma	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	100,00%

$\lambda_{max}$	6,21315
IC	0,04263
IR	1,24
RC	0,03438 Consistente

Tabela 67- Matriz normalizada e peso da alternativa - critério “Custos de Transporte” (Fonte: Própria)

CRITÉRIO: DIREITOS

Matriz C						
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal
A - China	1,00	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
B - Marrocos	9,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
C - Bélgica	9,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
D-Espanha	9,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
E-Egipto	9,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
F -Portugal	9,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Soma	46,005	5,111	5,111	5,111	5,111	5,111

Tabela 68- Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério “Direitos” (Fonte: Própria)

Matriz C normalizada							
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal	$W_k$
A - China	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	2,17%
B - Marrocos	0,196	0,196	0,196	0,196	0,196	0,196	19,57%
C - Bélgica	0,196	0,196	0,196	0,196	0,196	0,196	19,57%
D-Espanha	0,196	0,196	0,196	0,196	0,196	0,196	19,57%
E-Egipto	0,196	0,196	0,196	0,196	0,196	0,196	19,57%
F -Portugal	0,196	0,196	0,196	0,196	0,196	0,196	19,57%
Soma	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	100,00%

$\lambda_{max}$	6,00000
IC	0,00000
IR	1,24
RC	0,00000 Consistente

Tabela 69- Matriz normalizada e peso da alternativa - critério “Direitos” (Fonte: Própria)

CRITÉRIO: TEMPO DE TRÂNSITO

Matriz D						
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal
A - China	1,00	0,13	0,11	0,11	0,20	0,11
B - Marrocos	8,00	1,00	0,33	0,33	7,00	0,33
C - Bélgica	9,00	3,00	1,00	1,00	7,00	0,33
D-Espanha	9,00	3,00	1,00	1,00	7,00	1,00
E-Egipto	5,00	0,14	0,14	0,14	1,00	0,14
F -Portugal	9,01	3,00	3,00	1,00	7,14	1,00
Soma	41,010	10,274	5,590	3,587	29,343	2,917

Tabela 70- Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério “Tempo de Trânsito” (Fonte: Própria)

Matriz D normalizada							
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal	$W_k$
A - China	0,024	0,012	0,020	0,031	0,007	0,038	2,20%
B - Marrocos	0,195	0,097	0,060	0,093	0,239	0,114	13,29%
C - Bélgica	0,219	0,292	0,179	0,279	0,239	0,114	22,03%
D-Espanha	0,219	0,292	0,179	0,279	0,239	0,343	25,85%
E-Egipto	0,122	0,014	0,026	0,040	0,034	0,048	4,72%
F -Portugal	0,220	0,292	0,537	0,279	0,243	0,343	31,90%
Soma	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	100,00%

$\lambda_{max}$	6,58394
IC	0,11679
IR	1,24
RC	0,09418 Consistente

Tabela 71- Matriz normalizada e peso da alternativa - critério “Tempo de Trânsito” (Fonte: Própria)

CRITÉRIO: PRAZO DE PAGAMENTO

Matriz E						
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal
A - China	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00
B - Marrocos	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00
C - Bélgica	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00
D-Espanha	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00
E-Egipto	0,33	0,33	0,33	0,33	1,00	3,00
F -Portugal	0,20	0,20	0,20	0,20	0,33	1,00
Soma	4,533	4,533	4,533	4,533	13,333	24,000

Tabela 72- Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério “Prazo de Pagamento” (Fonte: Própria)

Matriz E normalizada							
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal	$W_k$
A - China	0,221	0,221	0,221	0,221	0,225	0,208	21,93%
B - Marrocos	0,221	0,221	0,221	0,221	0,225	0,208	21,93%
C - Bélgica	0,221	0,221	0,221	0,221	0,225	0,208	21,93%
D-Espanha	0,221	0,221	0,221	0,221	0,225	0,208	21,93%
E-Egipto	0,074	0,074	0,074	0,074	0,075	0,125	8,24%
F -Portugal	0,044	0,044	0,044	0,044	0,025	0,042	4,05%
Soma	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	100,00%

$\lambda_{max}$	6,03926
IC	0,00785
IR	1,24
RC	0,00633 Consistente

Tabela 73- Matriz normalizada e peso da alternativa - critério “Prazo de Pagamento” (Fonte: Própria)

CRITÉRIO: LEAD TIME

Matriz F						
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal
A - China	1,00	0,11	1,00	0,17	0,17	0,17
B - Marrocos	9,00	1,00	9,00	7,00	7,00	7,00
C - Bélgica	1,00	0,11	1,00	0,25	0,25	0,25
D-Espanha	6,00	0,14	4,00	1,00	1,00	1,00
E-Egipto	6,00	0,14	4,00	1,00	1,00	1,00
F -Portugal	6,00	0,14	4,00	1,00	1,00	1,00
Soma	29,002	1,651	23,000	10,417	10,417	10,417

Tabela 74- Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério “Lead Time” (Fonte: Própria)

Matriz F normalizada							
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal	$W_k$
A - China	0,034	0,067	0,043	0,016	0,016	0,016	3,22%
B - Marrocos	0,310	0,606	0,391	0,672	0,672	0,672	55,39%
C - Bélgica	0,034	0,067	0,043	0,024	0,024	0,024	3,62%
D-Espanha	0,207	0,087	0,174	0,096	0,096	0,096	12,59%
E-Egipto	0,207	0,087	0,174	0,096	0,096	0,096	12,59%
F -Portugal	0,207	0,087	0,174	0,096	0,096	0,096	12,59%
Soma	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	100,00%

$\lambda_{max}$	6,33550
IC	0,06710
IR	1,24
RC	0,05411 Consistente

Tabela 75- Matriz normalizada e peso da alternativa - critério “Lead Time” (Fonte: Própria)

CRITÉRIO: DIAS DE STOCK

Matriz G						
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal
A - China	1,00	0,13	0,13	0,13	1,00	0,13
B - Marrocos	8,00	1,00	0,50	0,20	7,00	0,14
C - Bélgica	8,00	2,00	1,00	0,50	8,00	0,20
D-Espanha	8,00	5,00	2,00	1,00	8,00	0,33
E-Egipto	1,00	0,14	0,13	0,13	1,00	0,13
F -Portugal	8,00	7,00	5,00	3,00	8,00	1,00
Soma	34,000	15,271	8,750	4,950	33,000	1,926

Tabela 76- Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério “Dias de Stock” (Fonte: Própria)

Matriz G normalizada							
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal	$W_k$
A - China	0,029	0,008	0,014	0,025	0,030	0,065	2,87%
B - Marrocos	0,235	0,065	0,057	0,040	0,212	0,074	11,41%
C - Bélgica	0,235	0,131	0,114	0,101	0,242	0,104	15,46%
D-Espanha	0,235	0,327	0,229	0,202	0,242	0,173	23,48%
E-Egipto	0,029	0,009	0,014	0,025	0,030	0,065	2,89%
F -Portugal	0,235	0,459	0,571	0,606	0,242	0,519	43,88%
Soma	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	100,00%

$\lambda_{max}$	6,67142
IC	0,13428
IR	1,24
RC	0,10829 Consistente

Tabela 77- Matriz normalizada e peso da alternativa - critério “Dias de Stock” (Fonte: Própria)

CRITÉRIO: QUALIDADE

Matriz H						
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal
A - China	1,00	5,00	0,20	0,14	0,20	0,20
B - Marrocos	0,20	1,00	0,14	0,13	0,14	0,14
C - Bélgica	5,00	7,00	1,00	0,20	1,00	1,00
D-Espanha	7,00	8,00	5,00	1,00	5,00	5,00
E-Egipto	5,00	7,00	1,00	0,20	1,00	1,00
F -Portugal	5,00	7,00	1,00	0,20	1,00	1,00
Soma	23,203	35,008	8,343	1,868	8,343	8,343

Tabela 78- Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério “Qualidade” (Fonte: Própria)

Matriz H normalizada							
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal	$W_k$
A - China	0,043	0,143	0,024	0,076	0,024	0,024	5,57%
B - Marrocos	0,009	0,029	0,017	0,067	0,017	0,017	2,59%
C - Bélgica	0,215	0,200	0,120	0,107	0,120	0,120	14,70%
D-Espanha	0,302	0,229	0,599	0,535	0,599	0,599	47,73%
E-Egipto	0,215	0,200	0,120	0,107	0,120	0,120	14,70%
F -Portugal	0,215	0,200	0,120	0,107	0,120	0,120	14,70%
Soma	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	100,00%

$\lambda_{max}$	6,58367
IC	0,11673
IR	1,24
RC	0,09414 Consistente

Tabela 79- Matriz normalizada e peso da alternativa - critério “Qualidade” (Fonte: Própria)

CRITÉRIO: COMPLEXIDADE DA COMPRA

Matriz I						
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal
A - China	1,00	3,00	0,20	0,20	0,33	0,20
B - Marrocos	0,33	1,00	0,17	0,17	0,25	0,17
C - Bélgica	5,00	6,00	1,00	1,00	4,00	1,00
D-Espanha	5,00	6,00	1,00	1,00	4,00	1,00
E-Egipto	3,00	4,00	0,25	0,25	1,00	0,25
F -Portugal	5,00	6,00	1,00	1,00	4,00	1,00
Soma	19,334	26,007	3,617	3,617	13,583	3,617

Tabela 80- Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério "Complexidade da Compra" (Fonte: Própria)

Matriz I normalizada							
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal	$W_k$
A - China	0,052	0,115	0,055	0,055	0,025	0,055	5,96%
B - Marrocos	0,017	0,038	0,046	0,046	0,018	0,046	3,54%
C - Bélgica	0,259	0,231	0,277	0,277	0,294	0,277	26,89%
D-Espanha	0,259	0,231	0,277	0,277	0,294	0,277	26,89%
E-Egipto	0,155	0,154	0,069	0,069	0,074	0,069	9,83%
F -Portugal	0,259	0,231	0,277	0,277	0,294	0,277	26,89%
Soma	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	100,00%

$\lambda_{max}$	6,24725
IC	0,04945
IR	1,24
RC	0,03988 Consistente

Tabela 81- Matriz normalizada e peso da alternativa - critério "Complexidade da Compra" (Fonte: Própria)

CRITÉRIO: FLEXIBILIDADE

Matriz J						
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal
A - China	1,00	5,00	3,00	1,00	3,00	1,00
B - Marrocos	0,20	1,00	0,33	0,20	0,33	0,20
C - Bélgica	0,33	3,00	1,00	0,33	1,00	0,33
D-Espanha	1,00	5,00	3,00	1,00	3,00	1,00
E-Egipto	0,33	3,00	1,00	0,33	1,00	0,33
F -Portugal	1,00	5,00	3,00	1,00	3,00	1,00
Soma	3,867	22,001	11,334	3,867	11,334	3,867

Tabela 82- Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério "Flexibilidade" (Fonte: Própria)

Matriz J normalizada							
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal	$W_k$
A - China	0,259	0,227	0,265	0,259	0,265	0,259	25,54%
B - Marrocos	0,052	0,045	0,029	0,052	0,029	0,052	4,32%
C - Bélgica	0,086	0,136	0,088	0,086	0,088	0,086	9,52%
D-Espanha	0,259	0,227	0,265	0,259	0,265	0,259	25,54%
E-Egipto	0,086	0,136	0,088	0,086	0,088	0,086	9,52%
F -Portugal	0,259	0,227	0,265	0,259	0,265	0,259	25,54%
Soma	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	100,00%

$\lambda_{max}$	6,05862
IC	0,01172
IR	1,24
RC	0,00945 Consistente

Tabela 83- Matriz normalizada e peso da alternativa - critério "Flexibilidade" (Fonte: Própria)

CRITÉRIO: COMPLEXIDADE DE MANUSEAMENTO

Matriz K						
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal
A - China	1,00	0,33	0,33	0,14	0,33	0,20
B - Marrocos	3,00	1,00	1,00	0,20	1,00	0,33
C - Bélgica	3,00	1,00	1,00	0,20	1,00	0,33
D-Espanha	7,00	5,00	5,00	1,00	5,00	3,00
E-Egipto	3,00	1,00	1,00	0,20	1,00	0,33
F -Portugal	5,00	3,00	3,00	0,33	3,00	1,00
Soma	22,012	11,336	11,336	2,076	11,333	5,199

Tabela 84- Matriz de comparações entre pares de alternativas - critério "Complexidade de Manuseamento" (Fonte: Própria)

Matriz K normalizada							
Alternativa	A - China	B - Marrocos	C - Bélgica	D-Espanha	E-Egipto	F -Portugal	$W_k$
A - China	0,045	0,029	0,029	0,069	0,029	0,038	4,01%
B - Marrocos	0,136	0,088	0,088	0,096	0,088	0,064	9,36%
C - Bélgica	0,136	0,088	0,088	0,096	0,088	0,064	9,36%
D-Espanha	0,318	0,441	0,441	0,482	0,441	0,577	45,00%
E-Egipto	0,136	0,088	0,088	0,096	0,088	0,064	9,36%
F -Portugal	0,227	0,265	0,265	0,161	0,265	0,192	22,91%
Soma	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	100,00%

$\lambda_{max}$	6,12471
IC	0,02494
IR	1,24
RC	0,02011 Consistente

Tabela 85- Matriz normalizada e peso da alternativa - critério "Complexidade de Manuseamento" (Fonte: Própria)

# ANEXO IV – Aplicação do método AHP para os critérios – calculador online

## CENÁRIO 1



Figura 27- Índice de Consistência da matriz dos critérios- Cenário 1 (Fonte: Calculador Online)

## CENÁRIO 3

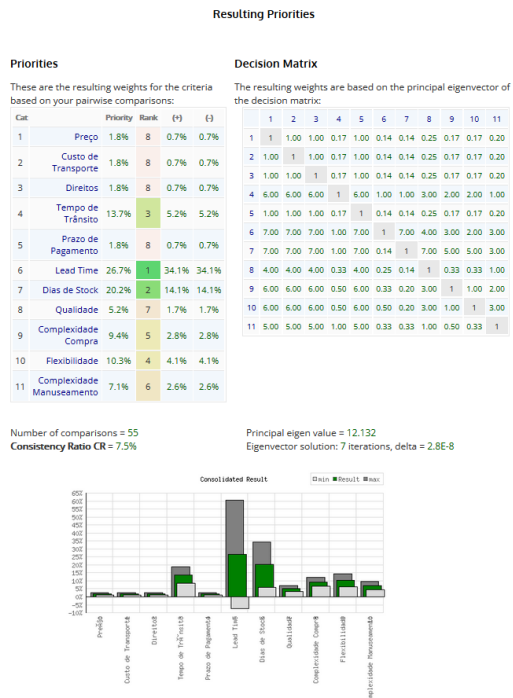


Figura 28 - Índice de Consistência da matriz dos critérios- Cenário 3 (Fonte: www. )

## ANEXO V – Análise de sensibilidade para os critérios

### CENÁRIO 1

#### Análise de sensibilidade: Preço

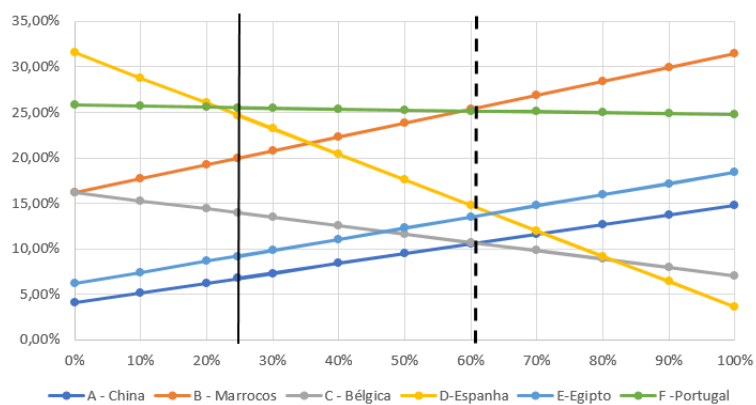


Gráfico 1-Análise de sensibilidade para o critério "Preço" (Fonte: própria)

#### Análise de sensibilidade: Custo de Transporte

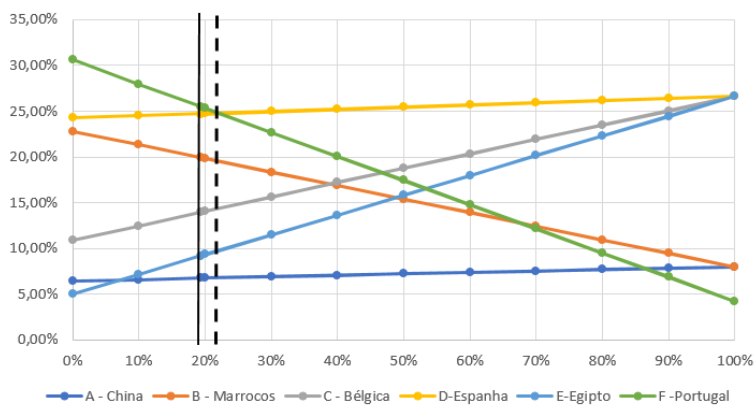


Gráfico 2-Análise de sensibilidade para o critério "Custo de Transporte" (Fonte: própria)

#### Análise de sensibilidade: Direitos

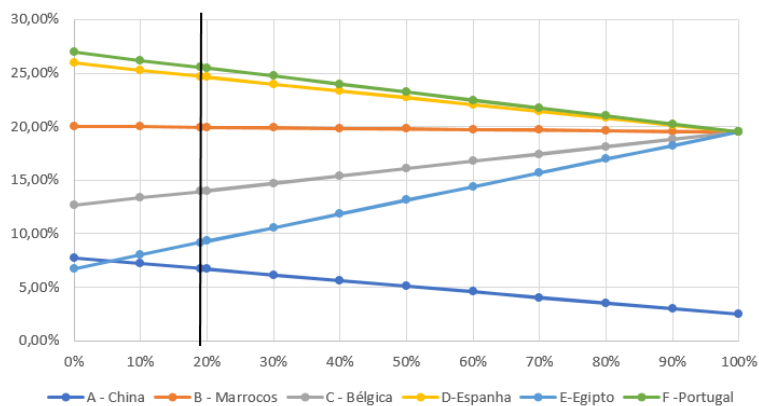


Gráfico 3-Análise de sensibilidade para o critério "Direitos" (Fonte: própria)

Análise de sensibilidade: Tempo de Trânsito

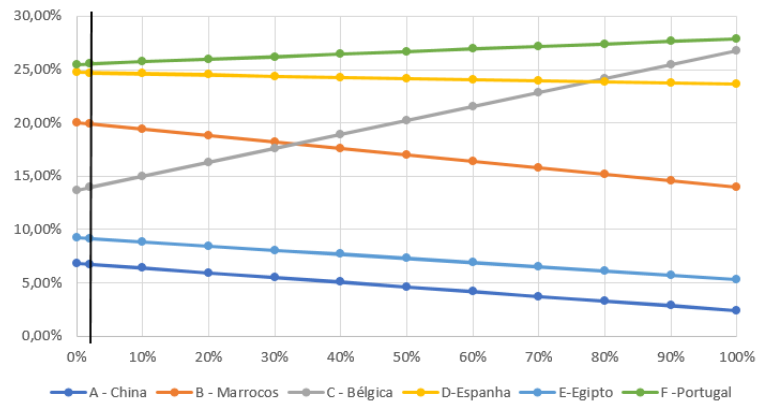


Gráfico 4-Análise de sensibilidade para o critério "Tempo de Trânsito" (Fonte: própria)

Análise de sensibilidade: Prazo de Pagamento

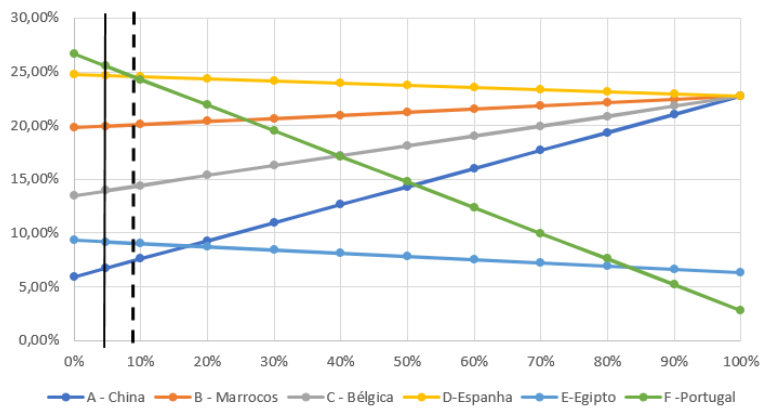


Gráfico 5-Análise de sensibilidade para o critério "Prazo de Pagamento" (Fonte: própria)

Análise de sensibilidade: Lead Time

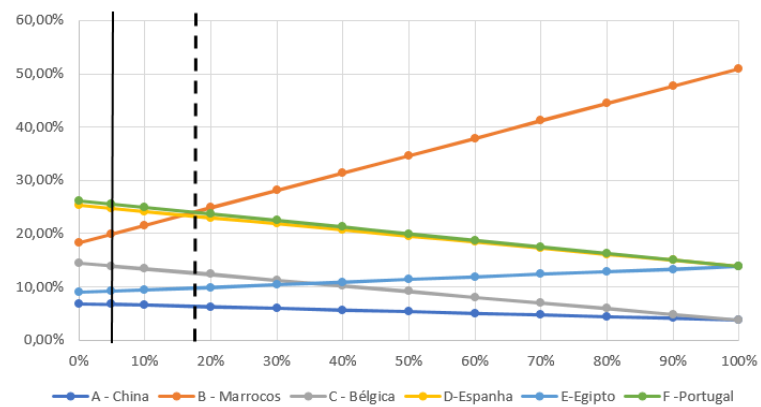


Gráfico 6-Análise de sensibilidade para o critério "Lead Time" (Fonte: própria)

### Análise de sensibilidade: Dias de Stock

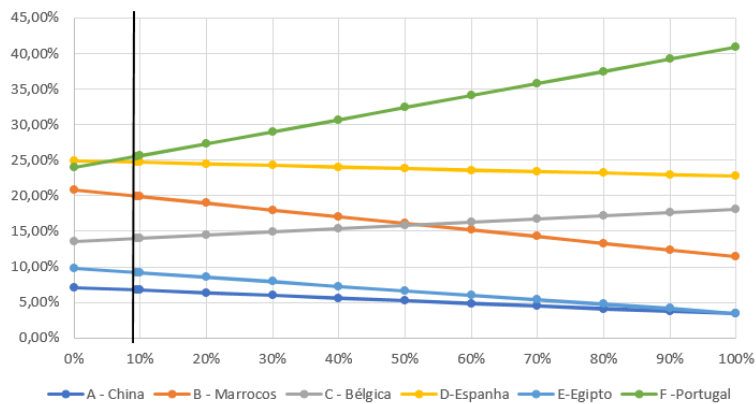


Gráfico 7-Análise de sensibilidade para o critério "Dias de Stock" (Fonte: própria)

### Análise de sensibilidade: Qualidade

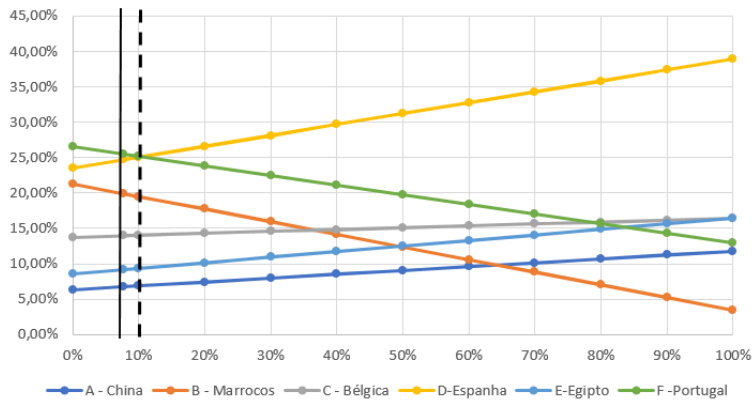


Gráfico 8-Análise de sensibilidade para o critério "Qualidade" (Fonte: própria)

### Análise de sensibilidade: Complexidade da Compra

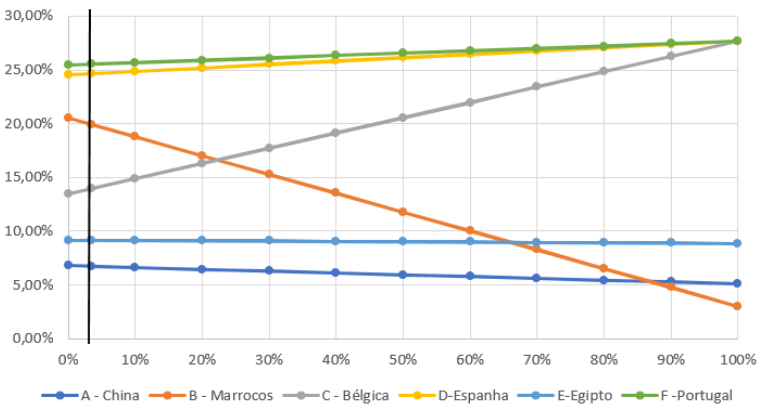


Gráfico 9-Análise de sensibilidade para o critério "Complexidade da Compra" (Fonte: própria)

Análise de sensibilidade: Flexibilidade

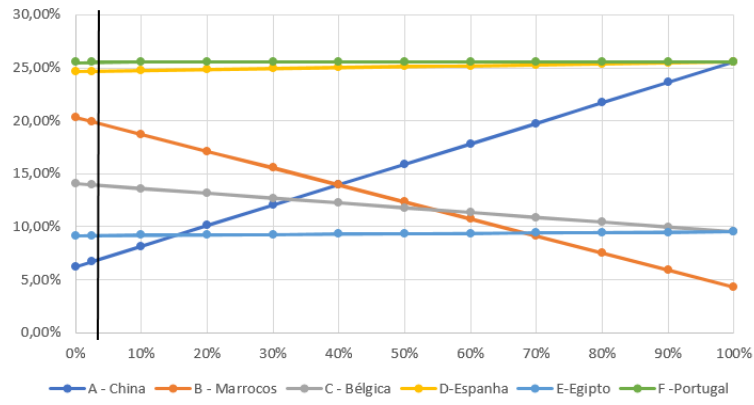


Gráfico 10-Análise de sensibilidade para o critério "Flexibilidade" (Fonte:própria)

Análise de sensibilidade: Complexidade de Manuseamento

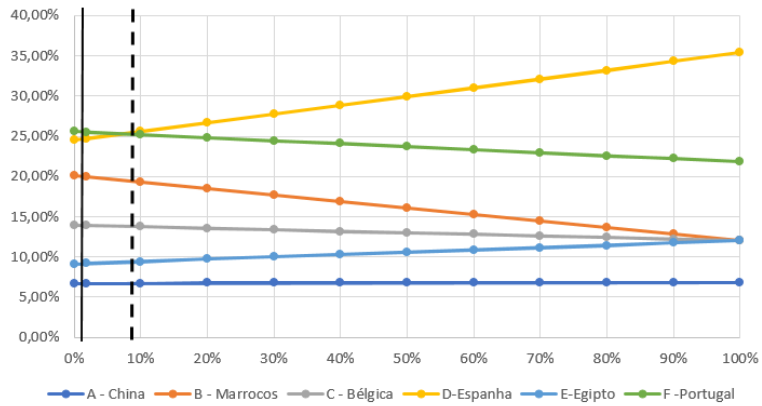
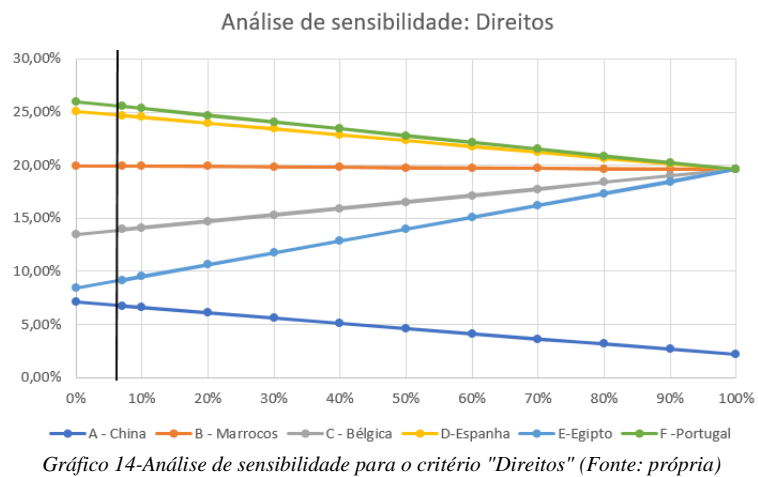
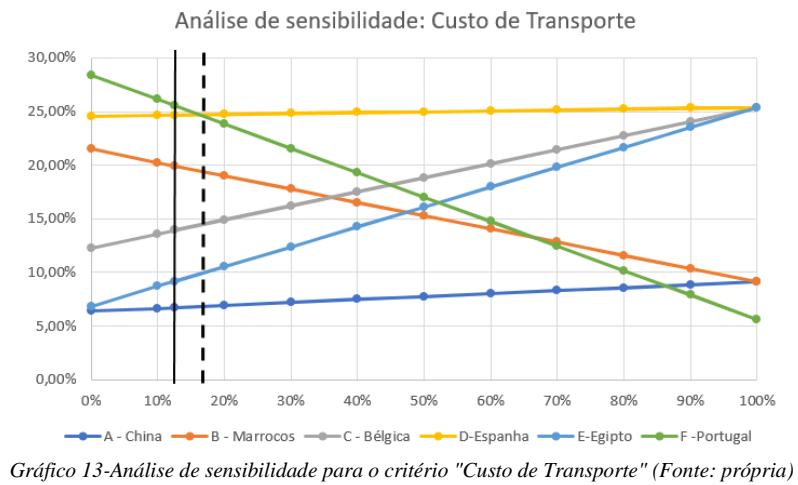
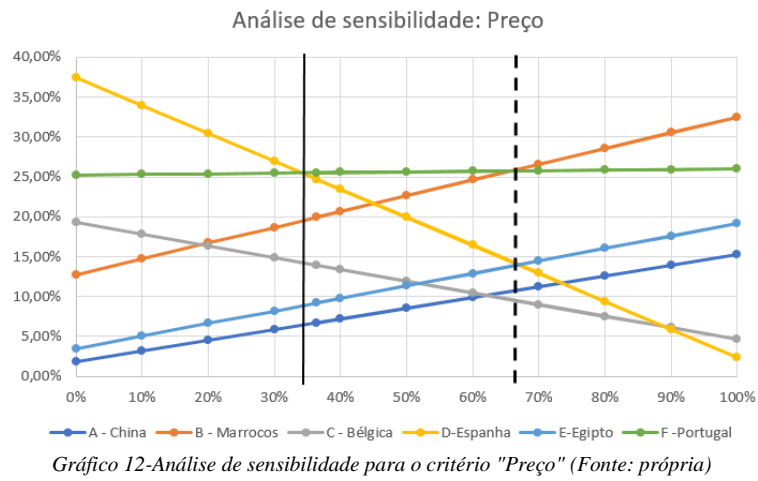


Gráfico 11-Análise de sensibilidade para o critério "Complexidade de Manuseamento" (Fonte: própria)

## CENÁRIO 2



Análise de sensibilidade: Tempo de Trânsito

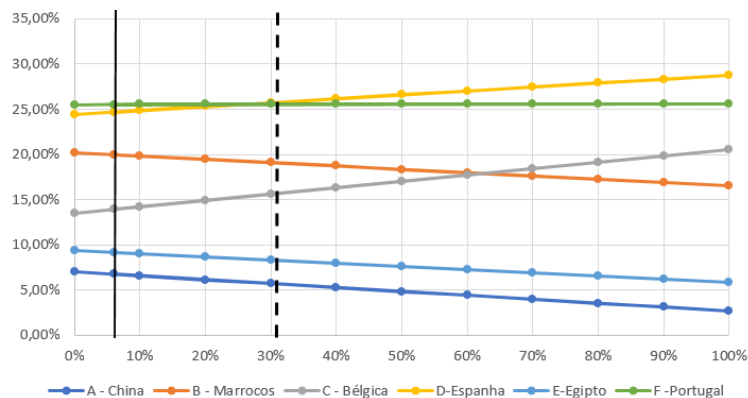


Gráfico 15-Análise de sensibilidade para o critério "Tempo de Trânsito" (Fonte: própria)

Análise de sensibilidade: Prazo de Pagamento

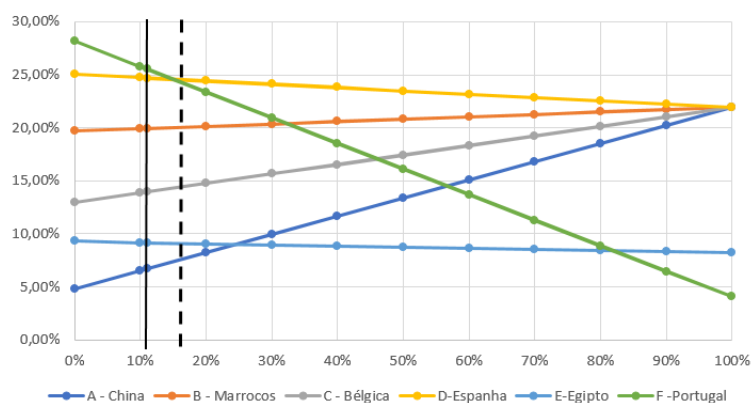


Gráfico 16-Análise de sensibilidade para o critério "Prazo de Pagamento" (Fonte: própria)

Análise de sensibilidade: Lead Time

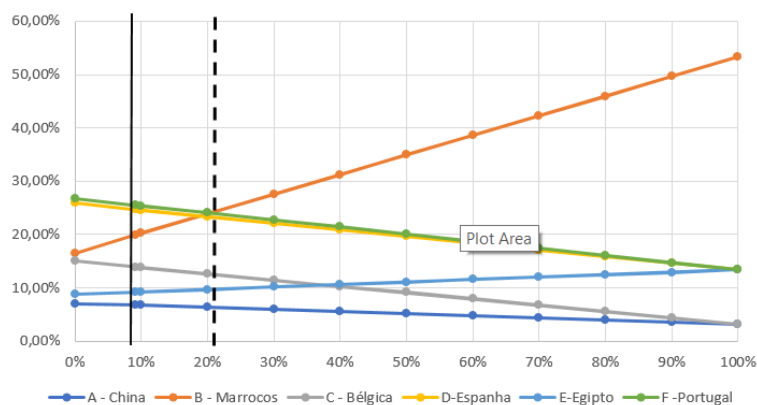


Gráfico 17-Análise de sensibilidade para o critério "Lead Time" (Fonte: própria)

### Análise de sensibilidade: Dias de Stock

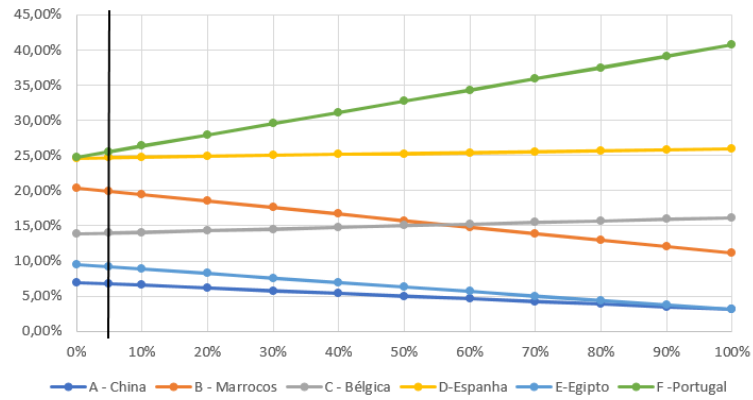


Gráfico 18-Análise de sensibilidade para o critério "Dias de Stock" (Fonte: própria)

### Análise de sensibilidade: Qualidade

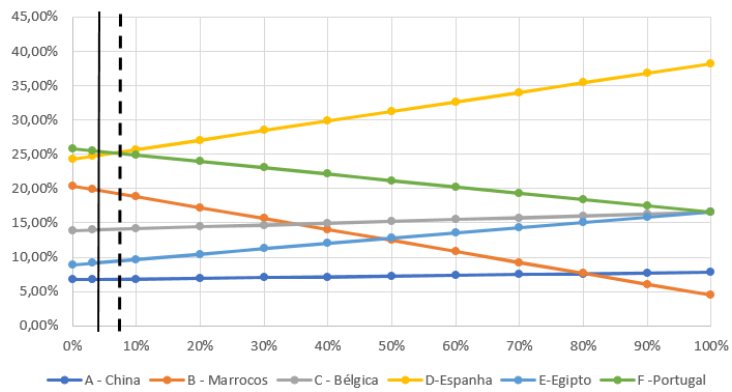


Gráfico 19-Análise de sensibilidade para o critério "Qualidade" (Fonte: própria)

### Análise de sensibilidade: Complexidade da Compra

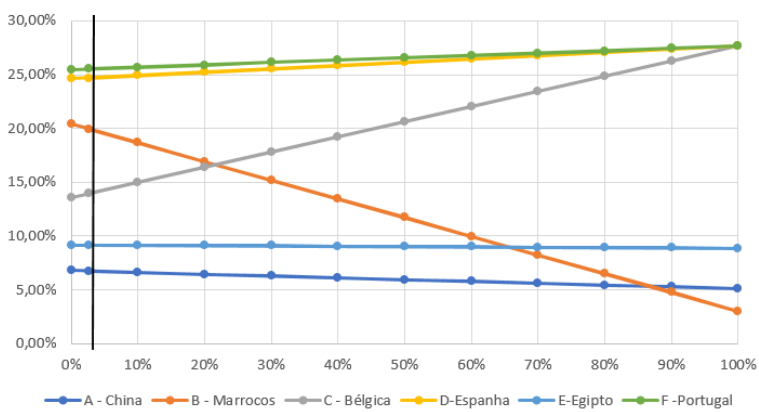


Gráfico 20-Análise de sensibilidade para o critério "Complexidade da Compra" (Fonte: própria)

### Análise de sensibilidade: Flexibilidade

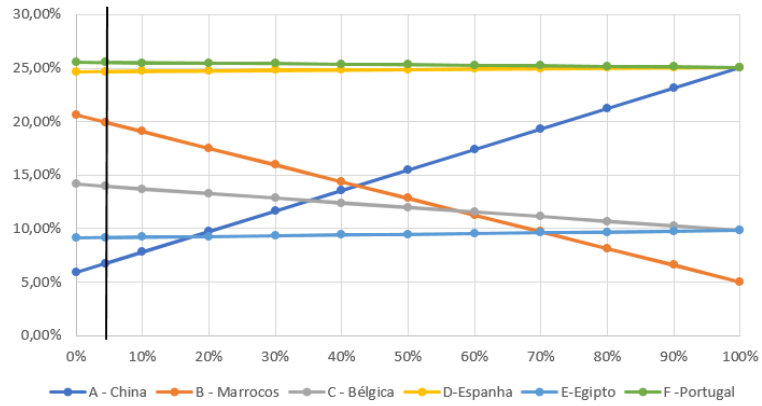


Gráfico 21-Análise de sensibilidade para o critério "Flexibilidade" (Fonte: própria)

### Análise de sensibilidade: Complexidade de Manuseamento

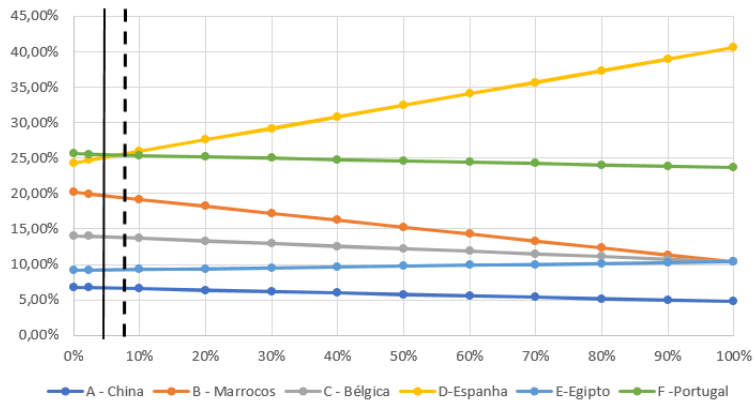


Gráfico 22-Análise de sensibilidade para o critério "Complexidade de Manuseamento" (Fonte: própria)

### CENÁRIO 3

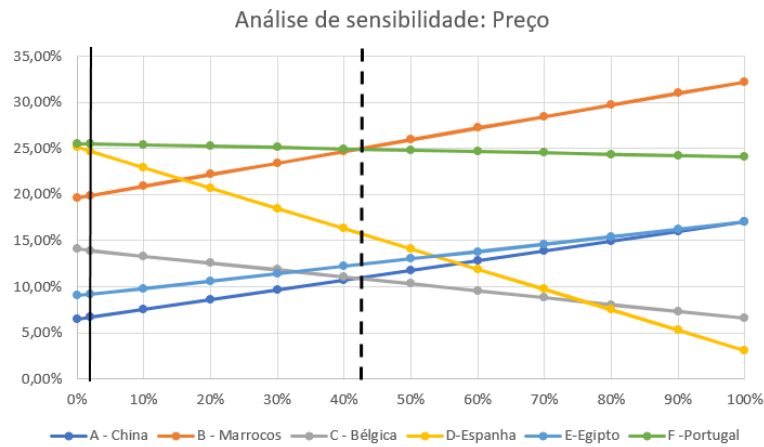


Gráfico 23-Análise de sensibilidade para o critério "Preço" (Fonte: própria)

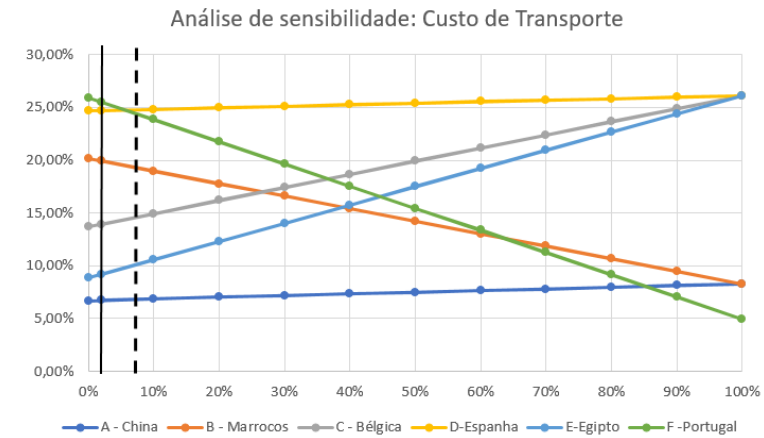


Gráfico 24-Análise de sensibilidade para o critério "Custo de Transporte" (Fonte: própria)

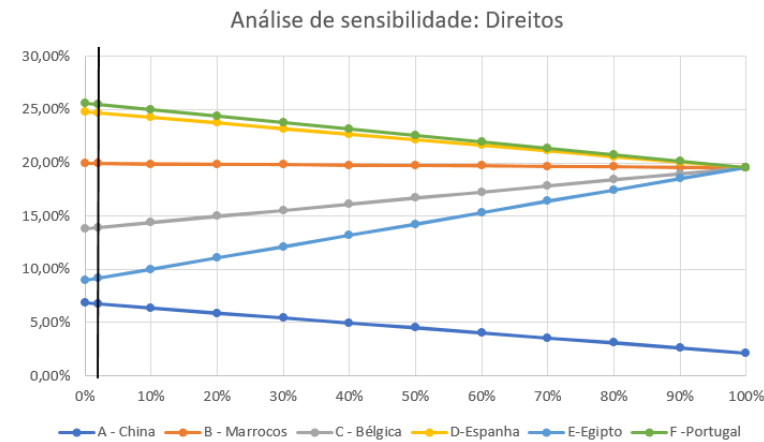


Gráfico 25-Análise de sensibilidade para o critério "Direitos" (Fonte: própria)

+

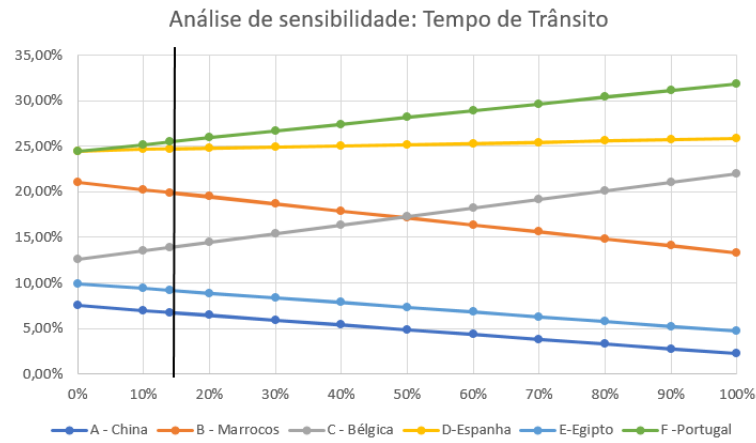


Gráfico 26-Análise de sensibilidade para o critério "Tempo de Trânsito" (Fonte: própria)

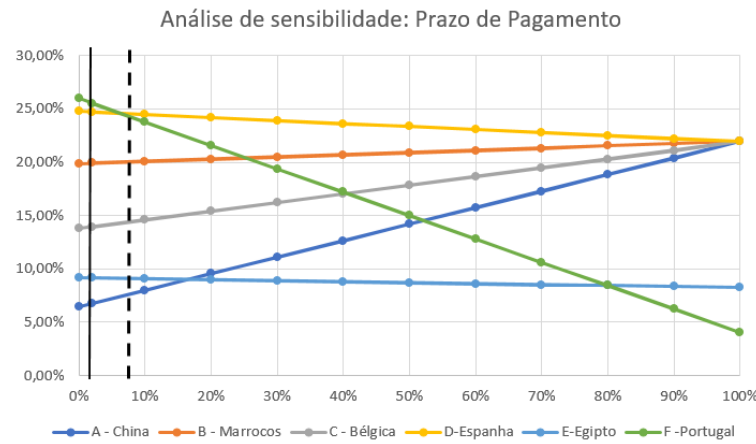


Gráfico 27-Análise de sensibilidade para o critério "Prazo de Pagamento" (Fonte: própria)

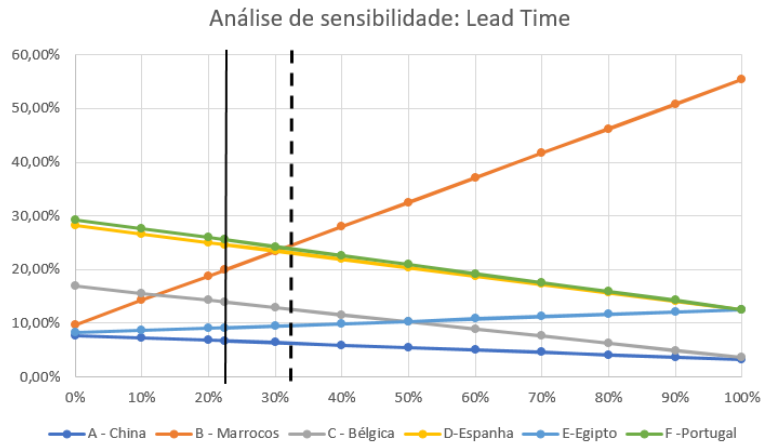


Gráfico 28-Análise de sensibilidade para o critério "Lead Time" (Fonte: própria)

Análise de sensibilidade: Dias de Stock

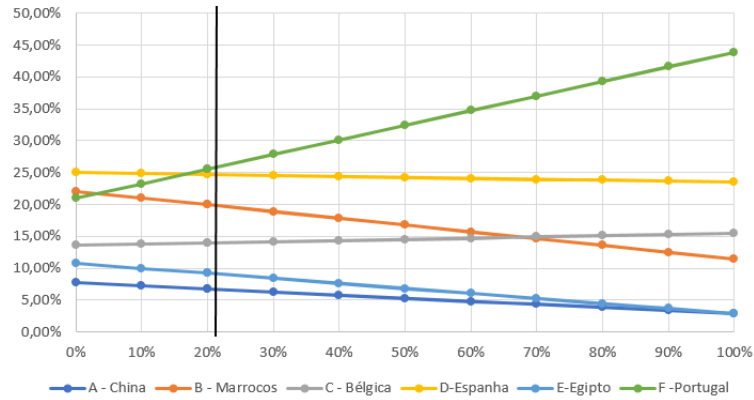


Gráfico 29-Análise de sensibilidade para o critério "Dias de Stock" (Fonte: própria)

Análise de sensibilidade: Qualidade

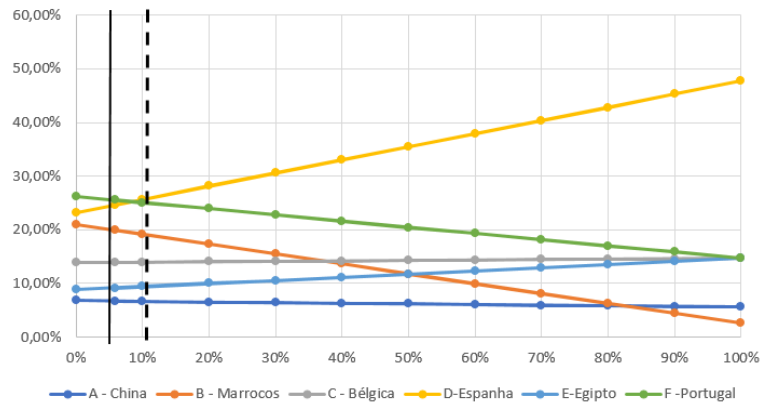


Gráfico 30-Análise de sensibilidade para o critério "Qualidade" (Fonte: própria)

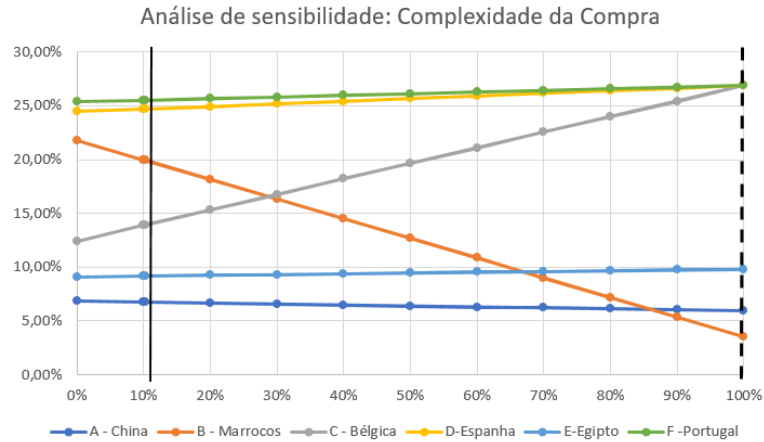


Gráfico 31-Análise de sensibilidade para o critério "Complexidade da Compra" (Fonte: própria)

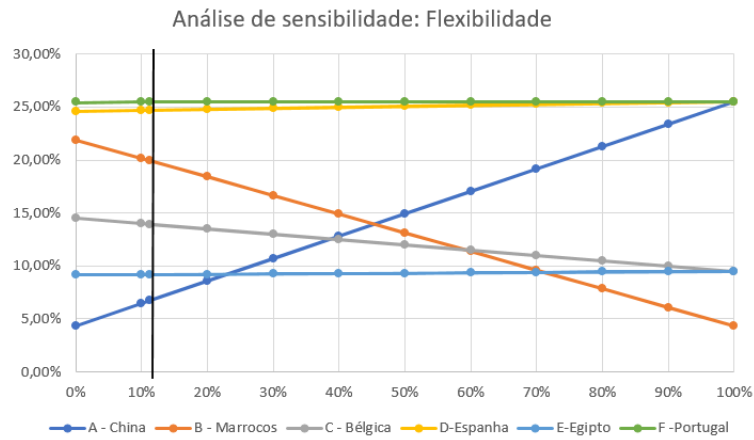


Gráfico 32-Análise de sensibilidade para o critério "Flexibilidade" (Fonte: própria)

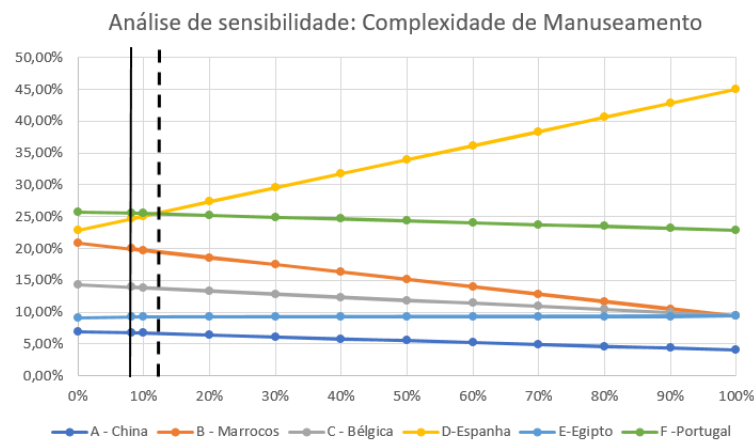
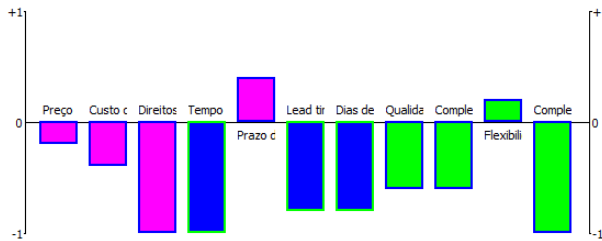


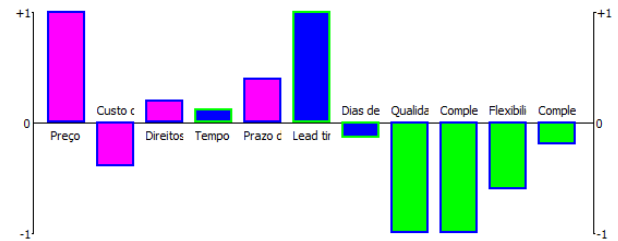
Gráfico 33-Análise de sensibilidade para o critério "Complexidade de Manuseamento" (Fonte: própria)

# ANEXO VI - ACTION PROFILE

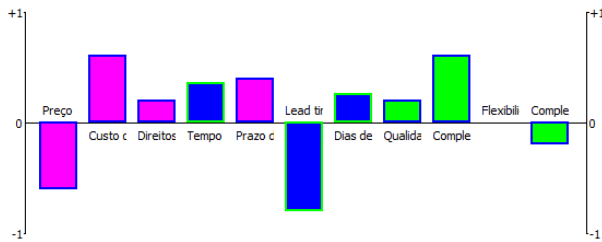
## CENÁRIO 1



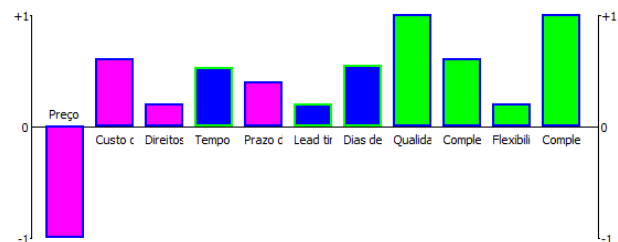
A-China



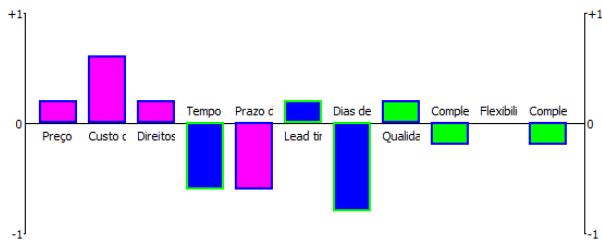
B-Marrocos



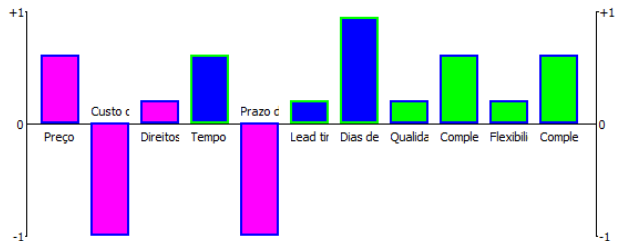
C-Bélgica



D-Espanha



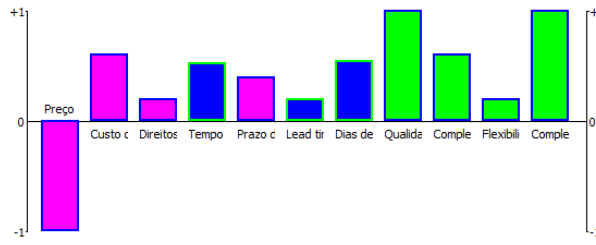
E-Egipto



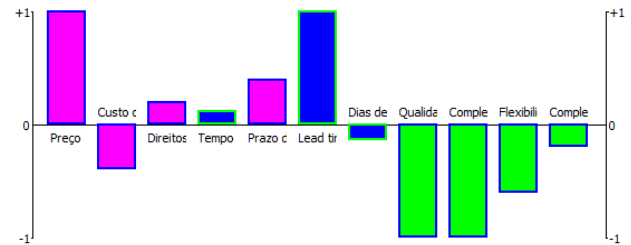
D-Portugal

Figura 29-Action profile para as alternativas -Cenário 1 (Fonte: software Visual PROMETHEE)

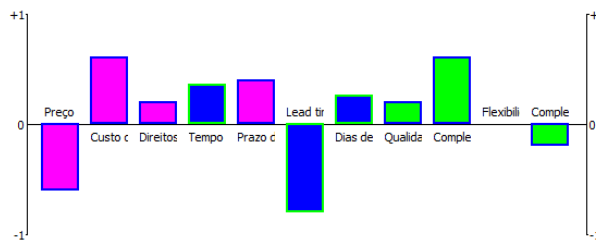
## CENÁRIO 2



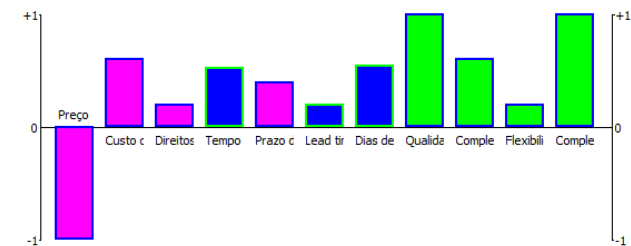
A-China



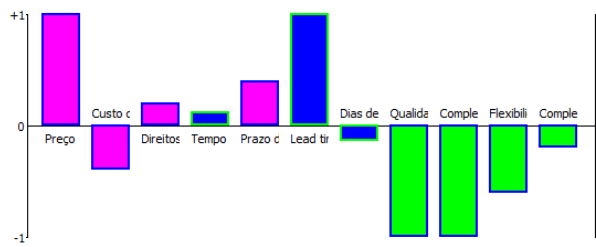
B-Marrocos



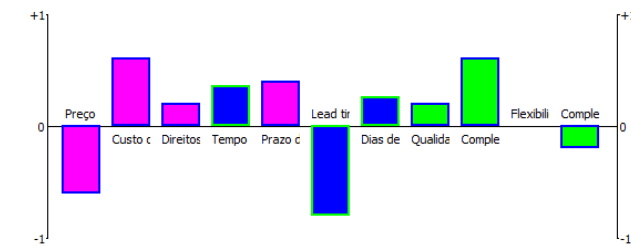
C-Bélgica



D-Espanha



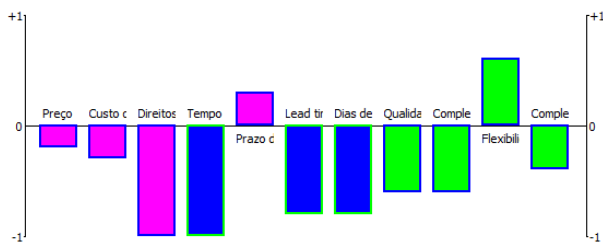
E-Egipto



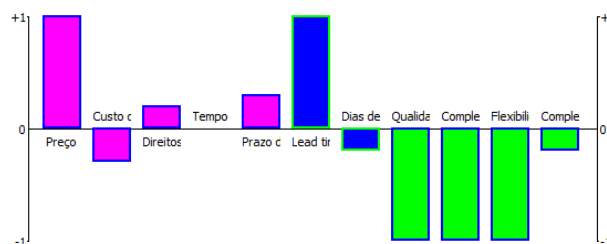
D-Portugal

Figura 30-Action profile das Alternativas-cenário 2 (Fonte:software Visual PROMETHEE)

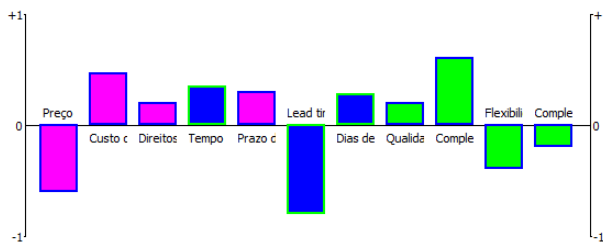
### CENÁRIO 3



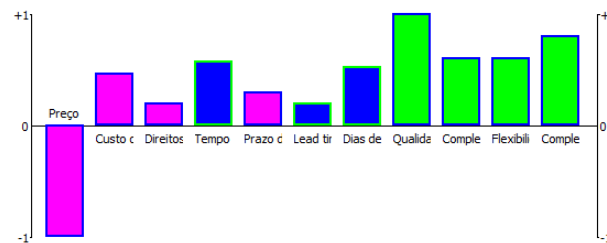
A-China



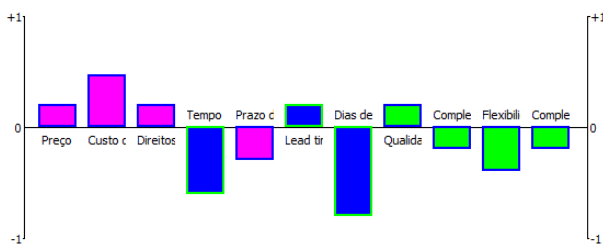
B-Marrocos



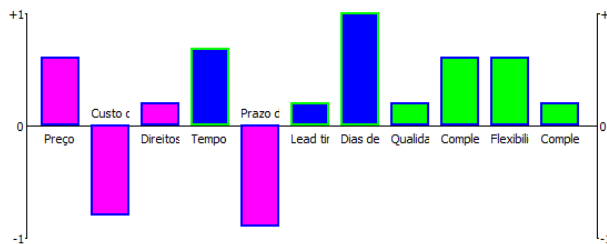
C-Bélgica



D-Espanha



E-Egipto



D-Portugal

Figura 31- Action Profile para as alternativas - cenário 3 (Fonte: software Visual PROMETHEE)