



**Rita Duarte Sardinha**

Licenciada em Ciências de Engenharia e Gestão Industrial

**Seleção de Estratégia de *Sourcing* em Atividades de  
Manutenção num Parque Eólico:  
Uma Análise Multicritério**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial

Orientador: Professor Doutor António Carlos Bárbara Grilo, Professor Auxiliar,  
DEMI FCT-UNL

Júri:

Presidente: Professor Doutor José Fernandes Gomes Requeijo

Arguente: Professor Doutor Izunildo Fernandes Cabral

Vogal: Professor Doutor António Carlos Bárbara Grilo



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

março, 2017



## **Seleção de Estratégia de *Sourcing* em Atividades de Manutenção num Parque Eólico: Uma Análise Multicritério**

Copyright © Rita Duarte Sardinha, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.



# AGRADECIMENTOS

---

Ao Professor António Grilo por todo o conhecimento, conselhos e sinceridade transmitida durante a elaboração da presente dissertação.

À Administração da Generg, em especial ao Engenheiro Hélder Serranho, pela possibilidade de desenvolver este trabalho na empresa.

Ao Engenheiro João Miranda, orientador na Generg, pelo acompanhamento, ajuda, por todo o conhecimento transmitido e por toda a paciência com que o fez.

Ao Engenheiro João Sardo, Engenheiro Vitor Oliveira e Engenheiro Humberto Loureiro pela colaboração na realização desta dissertação e por todos os conselhos dados.

Aos restantes colaboradores da Generg, pela fantástica integração que me proporcionaram e por tudo o que me ensinaram, tendo contado sempre com a simpatia de todos.

A todos os meus colegas e amigos, em especial à Rita, à Teresa e à Isabel, por terem feito parte do meu percurso académico e por terem sido as pessoas que tornaram estes anos ainda melhores.

À minha tia Cristina, por ter estado sempre presente e por me ter apoiado na execução desta etapa!

Aos meus pais e à minha irmã por me terem possibilitado sempre as condições necessárias para que finalizasse a minha formação académica com sucesso. Por terem sido a minha força nos momentos maus e por terem festejado comigo todos os momentos bons. A vocês vos devo tudo, obrigada.

Ao João, que partilha comigo o culminar desta etapa e que esteve sempre a meu lado quando mais precisei. Sem ti, isto não teria tido metade da “piada”. Obrigada.

A todos os que contribuíram para que pudesse chegar aqui, muito obrigada!



# RESUMO

---

A crescente competitividade existente no mundo empresarial leva as empresas a procurarem meios para rentabilizar recursos e otimizar custos. O setor das energias renováveis não é exceção. Apesar do aumento da potência instalada em todo o país e do excelente posicionamento do setor face ao panorama Europeu, os incentivos ao desenvolvimento deste setor sofreram grandes mudanças.

Assim, as estratégias de *sourcing* começam a ganhar importância e visibilidade numa era onde é importante perceber quem deve executar o quê. Torna-se difícil acompanhar o crescente desenvolvimento da tecnologia, sendo o *outsourcing* cada vez mais uma escolha estratégica por parte das empresas. No entanto, é necessário avaliar até que ponto é realmente benéfico delegar noutros atividades que fazem parte de um negócio. A escolha de uma estratégia deve ser cautelosa e ter em consideração critérios importantes, previamente definidos.

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma proposta de modelo multicritério de apoio à decisão para a seleção de uma estratégia de *sourcing* em atividades de manutenção em parques eólicos. Para tal, foi escolhida a metodologia *Analytic Hierarchy Process* numa abordagem de benefícios, oportunidades e riscos, que permitiram a estruturação de dois modelos genéricos e possíveis de adaptar a qualquer empresa deste setor.

Por último, e para a validação dos mesmos, foi ainda testada a sua aplicação numa empresa portuguesa que se dedica à construção e exploração de aproveitamentos de energia a partir de fontes renováveis.

**Palavras-chave:** *Outsourcing*, energias renováveis, AHP, BOCR, metodologias multicritério de apoio à decisão



# ABSTRACT

---

The growing competitiveness in the business world leads companies to seek ways to optimize costs and monetize resources. The renewable energy sector is no exception. Despite the increase in installed capacity throughout the country and the excellent positioning of the sector facing the European situation, the incentives for the development of this sector have undergone great changes.

Thus, sourcing strategies begin to gain importance and visibility in an era where it is important to realize who should perform what. It becomes difficult to keep up with the growing development of technology, where outsourcing increasingly becomes a strategic choice for companies. Besides this, it is important to evaluate if it is really beneficial to delegate to others, activities that are part of a business. Choosing a strategy should be a cautious task, taking into account important and previously defined criteria.

This paper aims to present a proposal for a multicriteria decision support model for the selection of a sourcing strategy for maintenance activities in wind farms. To this end, the Analytic Hierarchy Process methodology was chosen in terms of benefits, opportunities and risks, which allowed the construction of two generic and possible models to adapt by any company in this sector.

Finally, and for the validation of these models, was also tested its application in a Portuguese company that is dedicated to the construction and exploitation of renewable energy uses.

**Keywords:** Outsourcing, renewable energies, AHP, BOCR, multicriteria decision making methods



# ÍNDICE

---

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.1	ENQUADRAMENTO.....	1
1.2	OBJETIVOS.....	2
1.3	METODOLOGIA.....	2
1.4	ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO.....	3
<b>2</b>	<b>ENERGIAS RENOVÁVEIS</b> .....	<b>5</b>
2.1	A ENERGIA.....	5
2.2	ENERGIA RENOVÁVEL EM PORTUGAL.....	6
2.2.1	REMUNERAÇÃO GARANTIDA.....	7
2.3	ENERGIA EÓLICA.....	7
2.3.1	AS TURBINAS EÓLICAS.....	8
2.3.2	CUSTOS DA ENERGIA EÓLICA.....	10
2.3.3	OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO.....	11
2.4	MANUTENÇÃO.....	12
<b>3</b>	<b>SOURCING E O PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO</b> .....	<b>15</b>
3.1	PROCESSO DE COMPRA.....	15
3.2	ESTRATÉGIAS DE <i>SOURCING</i> .....	16
3.3	O CONCEITO DE <i>OUTSOURCING</i> .....	18
3.3.1	O <i>OUTSOURCING</i> ENQUANTO ESTRATÉGIA EMPRESARIAL.....	19
3.3.2	VANTAGENS E DESVANTAGENS DO <i>OUTSOURCING</i> .....	20
3.4	O PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO.....	21
3.5	OS MÉTODOS MULTICRITÉRIO DE TOMADA DE DECISÃO.....	24
3.6	<i>ANALYTIC HIERARCHY PROCESS</i> .....	26
3.7	<i>ANALYTIC NETWORK PROCESS</i> .....	31
3.8	ANÁLISE DE BENEFÍCIOS, OPORTUNIDADES, CUSTOS E RISCOS.....	33
<b>4</b>	<b>PROPOSTA DE MODELO DE DECISÃO DE ESTRATÉGIA DE <i>SOURCING</i></b> .....	<b>35</b>
4.1	DEFINIÇÃO DE ALTERNATIVAS.....	36
4.2	DEFINIÇÃO DE CRITÉRIOS DE SELEÇÃO E ESTRUTURAÇÃO DE MODELOS	37
4.3	APLICAÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE MULTICRITÉRIO PROPOSTO.....	39
4.3.1	INTERVENÇÕES DE MANUTENÇÃO.....	40
4.3.2	OBTENÇÃO DE DADOS.....	43
4.3.3	AGREGAÇÃO DE DADOS.....	43
4.3.4	SUPERDECISIONS.....	46
4.4	APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS.....	48
4.5	ANÁLISE DE SENSIBILIDADE.....	52
4.5.1	INSPEÇÕES A EQUIPAMENTO PRINCIPAL.....	52
4.5.2	MANUTENÇÃO DE TRANSFORMADORES PRINCIPAIS.....	53

4.5.3	REABILITAÇÃO DE ACESSOS E DRENAGENS, LIMPEZA DE FAIXA DE PREVENÇÃO DE INCÊNDIOS E MANUTENÇÃO DE AR CONDICIONADO .....	54
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>55</b>
<b>6</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>59</b>
<b>7</b>	<b>ANEXOS</b> .....	<b>65</b>
	ANEXO I .....	65
	ANEXO II .....	71
	ANEXO III .....	73

# LISTA DE TABELAS

---

Tabela 3.1 Resumo dos métodos de tomada de decisão .....	25
Tabela 3.2 Escala Fundamental de Saaty .....	28
Tabela 3.3 Índice Aleatório (RI) .....	30
Tabela 4.1 Atividades de Manutenção e possibilidade de estratégia de <i>sourcing</i> .....	40
Tabela 4.2 Síntese dos modelos e atividades a avaliar .....	42
Tabela 4.3 Matriz de agregação de comparações de critérios .....	44
Tabela 4.4 Matriz de agregação de comparações arredondadas por defeito .....	44
Tabela 4.5 Comparação das alternativas face ao critério Diminuição de Custos .....	45
Tabela 4.6 Comparação das alternativas face ao critério Sustentação Técnica.....	45
Tabela 4.7 Comparação das alternativas face ao critério Adequação de Meios .....	45
Tabela 4.8 Comparação das alternativas face ao critério Aumento de Qualidade .....	46
Tabela 4.9 Matriz Não Ponderada da hierarquia benefícios na atividade de manutenção Inspeções a Equipamento Principal.....	48
Tabela 4.10 Matriz Ponderada da hierarquia benefícios na atividade de manutenção Inspeções a Equipamento Principal.....	48
Tabela 4.11 Matriz Limite da hierarquia benefícios na atividade de manutenção Inspeções a Equipamento Principal.....	49
Tabela 4.12 Síntese dos resultados obtidos .....	51



# LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Evolução da potência instalada em renováveis por tecnologia (MW).....	6
Figura 2.2 Curva de potência típica de uma turbina eólica .....	9
Figura 2.3 Representação esquemática de uma turbina eólica .....	10
Figura 3.1 Etapas do processo de compra .....	15
Figura 3.2 Processo de tomada de decisão.....	22
Figura 3.3 Hierarquia genérica.....	27
Figura 3.4 - Representação genérica de uma matriz de comparações.....	29
Figura 3.5 - Diferenças estruturais entre o AHP (a) e o ANP (b). .....	32
Figura 4.1 Representação esquemática dos tipos de <i>sourcing</i> a considerar neste estudo .....	36
Figura 4.2 Hierarquia do modelo 1.....	38
Figura 4.3 Hierarquia do modelo 2.....	39
Figura 4.4 Hierarquia principal do modelo, estruturada automaticamente pelo <i>software Super Decisions</i> .46	
Figura 4.5 Hierarquia benefícios do Modelo 1 .....	47
Figura 4.6 Hierarquia riscos do Modelo 1 .....	47
Figura 4.7 Hierarquia oportunidades do Modelo 1 .....	47
Figura 4.8 Prioridade das alternativas segundo os benefícios da atividade inspeções a equipamento principal.....	49
Figura 4.9 Prioridade das alternativas segundo as oportunidades da atividade inspeções a equipamento principal.....	50
Figura 4.10 Prioridade das alternativas segundo os riscos da atividade inspeções a equipamento principal .....	50
Figura 4.11 Prioridade final das alternativas da atividade de manutenção inspeções a equipamento principal.....	50
Figura 4.12 Gráfico de sensibilidade para a variável independente benefícios, na atividade inspeções a equipamento principal .....	52
Figura 4.13 Gráfico de sensibilidade para a variável independente oportunidades, na atividade inspeções a equipamento principal .....	52
Figura 4.14 Gráfico de sensibilidade para a variável independente riscos, na atividade inspeções a equipamento principal .....	53
Figura 4.15 Gráfico de sensibilidade para a variável independente riscos, na atividade manutenção de transformadores principais .....	53
Figura 4.16 Gráfico de sensibilidade para a variável independente oportunidades, na atividade manutenção de transformadores principais.....	53
Figura 4.17 Gráfico de sensibilidade para a variável independente benefícios, na atividade manutenção de transformadores principais .....	53
Figura 4.18 Gráfico de sensibilidade para a variável independente riscos no modelo 2.....	54
Figura 4.19 Gráfico de sensibilidade para a variável independente oportunidades no modelo 2 .....	54
Figura 4.20 Gráfico de sensibilidade para a variável independente benefícios no modelo 2.....	54
Figura 7.1 Hierarquia oportunidades do modelo 2 .....	71
Figura 7.2 Hierarquia benefícios do modelo 2 .....	71
Figura 7.3 Hierarquia riscos do modelo 2 .....	71
Figura 7.4 Prioridade das alternativas segundo os benefícios da atividade manutenção de transformadores principais .....	73
Figura 7.5 Prioridade das alternativas segundo as oportunidades da atividade manutenção de transformadores principais .....	73

Figura 7.6 Prioridade das alternativas segundo os riscos na atividade manutenção de transformadores principais .....	73
Figura 7.7 Prioridade final das alternativas da atividade manutenção de transformadores principais .....	74
Figura 7.8 Prioridade das alternativas segundo os benefícios das atividades de manutenção avaliadas pelo modelo 2.....	74
Figura 7.9 Prioridade das alternativas segundo as oportunidades das atividades de manutenção avaliadas pelo modelo 2.....	74
Figura 7.10 Prioridade das alternativas segundo os riscos das atividades de manutenção avaliadas pelo modelo 2.....	75
Figura 7.11 Prioridade final das alternativas das atividades de manutenção avaliadas pelo modelo 2.....	75

# LISTA DE ABREVIATURAS

---

AHP - *Analytic Hierarchy Process*  
ANP - *Analytic Network Process*  
APREN - Associação Portuguesa de Energias Renováveis  
BOCR - Benefícios, Oportunidades, Custos e Riscos  
CBR - *Cased-Based Reasoning*  
CI – Índice de Consistência  
CR – Rácio de Consistência  
DEA - *Data Envelopment Analysis*  
DGEG - Direção Geral de Energia e Geologia  
DL – Decreto-Lei  
ELECTRE - *Elimination and Choice Expressing the Reality*  
EUA – Estados Unidos da America  
EWEA – *Wind Energy European Association*  
GP - *Goal Programming*  
GWh - Gigawat hora  
IRENA – *The International Renewable Energy Agency*  
IT – *Information Technology*  
JIT – *Just in time*  
MADM - *Multiple Attribute Decision Making Methods*  
MAUT - *Multi-Attribute Utility Theory*  
MCDA - *Multiple Criteria Decision Analysis*  
MCDM – *Multiple Criteria Decision Making Methods*  
MODM - *Multiple Objective Decision Making Methods*  
MW - Megawatt  
O&M – Operação e Manutenção  
PIB – Produto Interno Bruto  
PROMETHEE - *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations*  
RI – *Random Index*  
SCADA - *Supervisory Control and Data Acquisition*  
SMART - *Simple Multi-Attribute Rating Technique*  
TOPSIS - *Technique for Order Preferences by Similarity to Ideal Solutions*

# 1 INTRODUÇÃO

---

## 1.1 ENQUADRAMENTO

Num mercado em crescimento e cada vez mais competitivo, torna-se vital às empresas o aumento da eficiência dos seus processos produtivos bem como a otimização dos seus custos, com o objetivo de manter uma vantagem competitiva face aos seus competidores. O sucesso de uma empresa num ambiente competitivo depende da existência de vantagens em termos de custos ou na existência de vantagens em termos de valor (Christopher, 1998). Esta crescente necessidade de encontrar vantagens competitivas face aos seus competidores estimula as empresas a avaliarem as áreas do seu negócio para que estas possam ser melhoradas.

Nos últimos anos tem-se assistido a um aumento considerável de energia produzida a partir de fontes renováveis. Segundo a DGEG (Direção Geral de Energia e Geologia) em março de 2016 foram contabilizados 28 546 GWh de produção anual de energia elétrica a partir de fontes renováveis. Num contraste muito acentuado, em 2007 haviam sido produzidos apenas 16 593 GWh. A tecnologia hídrica continua na frente da produção de energia, seguida pela eólica, tendo sido esta última, a tecnologia a com maior crescimento de potência instalada em todo o país. Portugal garantiu no ano de 2014, o 3º lugar no ranking dos países da União Europeia com a maior incorporação de energias renováveis na produção de energia elétrica.

No entanto, e apesar dos grandes avanços na produção energética renovável, a crise económica que se instalou na Europa levou a um corte nos incentivos à produção deste setor. Com o Decreto-Lei nº 215-B/2012, de 8 de outubro, surge uma nova estratégia de mercado livre tendo sido legislada a aplicação de uma lógica de livre iniciativa dos promotores, sem dependência de instrumentos de subsídio, remuneração garantida e de mitigação do risco. Ainda não existindo certezas de como o mercado estará a atuar na altura, mas estimando-se que o preço por MW produzido diminua consideravelmente, cabe às empresas deste setor protegerem a sua situação económica e otimizarem processos.

Sendo a manutenção uma área chave para uma produção eficiente e rentável, esta deve ter uma especial atenção por parte dos responsáveis. Nos parques eólicos a manutenção dos aerogeradores, bem como de toda a instalação e acessos envolventes, deve ser estudada e implementada de forma eficiente. Estando dependentes de um recurso natural endógeno, a produção de energia através de um aerogerador pode variar bastante face ao previsto. Assim, é necessário que estas máquinas e todos os recursos envolventes estejam na sua melhor condição para que possam estar aptas a aproveitar o vento quando este existe.

Acompanhando o aumento de sofisticação e complexidade da tecnologia, a manutenção está a tornar-se nos últimos anos numa área cada vez mais importante em termos de aumentos da

disponibilidade, do desempenho, da eficiência, do ambiente e dos requisitos de segurança. Os trabalhos de manutenção podem assim ser efetuados internamente ou podem ser subcontratados a empresas especializadas num determinado tipo de serviço. No entanto, se uma estratégia de *sourcing* não for bem planeada, poderá acarretar grandes prejuízos para a empresa. Tendo em conta que a procura de energia tende a crescer a um ritmo acelerado nos próximos anos, torna-se essencial o planeamento e a gestão de fornecimentos.

A escolha de qual a estratégia de *sourcing* a utilizar deve ser realizada de uma forma cautelosa e tendo em conta vários critérios importantes. Estando o *outsourcing* a tornar-se uma temática cada vez mais importante e em foco nas organizações e devido à falta de estudos mais objetivos, surge a necessidade de estudar a adoção de estratégias de *sourcing* por parte de uma empresa deste setor.

## 1.2 OBJETIVOS

O principal objetivo da presente dissertação é apresentar uma proposta de modelo multicritério de apoio à decisão para a seleção de uma estratégia de *sourcing* em atividades de manutenção em parques eólicos. Este trabalho decorre da necessidade de seleção de uma estratégia de *sourcing* de atividades de manutenção, aplicada ao setor das energias renováveis. Assim, procura-se uma ferramenta prática que permita melhorar o processo de tomada de decisão e que auxilie na escolha de uma estratégia de *sourcing*. Para tal, será necessário atingir os objetivos específicos deste trabalho:

- Identificar métodos multicritério de apoio à tomada de decisão adequados ao problema em estudo;
- Criar um modelo de apoio à seleção de estratégia de *sourcing* para atividades de manutenção em parques eólicos;
- Analisar os resultados obtidos e concluir acerca de qual a melhor alternativa a escolher e considerando a situação atual da empresa no caso de estudo.

## 1.3 METODOLOGIA

Tendo como meta os objetivos traçados anteriormente, a metodologia utilizada para a realização da presente dissertação dividiu-se em várias fases. Em primeiro lugar foi essencial recolher e analisar toda a informação relevante para o desenvolvimento deste trabalho, começando com uma revisão da bibliografia que permitisse um maior conhecimento do setor, bem como dos métodos de apoio à decisão a escolher.

Depois de realizada a revisão da literatura e escolhido o método de apoio à decisão a utilizar, foi analisado o orçamento de operação e manutenção do portfólio eólico da empresa em estudo. Esta análise permitiu chegar a uma lista de atividades de manutenção a estudar neste trabalho, bem como às alternativas a escolher para cada situação específica. Seguidamente fo-

ram definidos os critérios que se consideraram importantes comparar para a resolução do problema, permitindo assim a estruturação dos modelos em estudo, de acordo com a metodologia escolhida. Estas análises e escolhas tiveram sempre de base reuniões de *brainstorming*, onde foram transmitidos conhecimentos e debatidas escolhas. A recolha das opiniões dos quatro elementos decisores foi feita através de questionário e agregados depois os resultados, para a sua estruturação e análise através *software Super Decisions*.

#### 1.4 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação encontra-se estruturada da seguinte forma:

Capítulo 1 – Apresentação do problema e estruturação da dissertação, através dos seus objetivos e metodologia.

Capítulo 2 – Enquadramento literário sobre as energias renováveis, em particular da energia eólica, bem como da atividade de manutenção.

Capítulo 3 – Revisão da literatura relativa ao processo de compra, estratégias de *sourcing* e ao conceito de *outsourcing*. Estudo do processo de tomada de decisão e dos métodos multicritério existentes para o auxílio deste processo.

Capítulo 4 – Proposta de modelo de decisão de estratégia de *sourcing* em parques eólicos, utilizando como metodologia o *Analytic Hierarchy Process* numa perspetiva de benefícios, oportunidades e riscos. Aplicação prática do caso de estudo e análise dos dados obtidos através do *software Super Decisions*.



## 2 ENERGIAS RENOVÁVEIS

---

### 2.1 A ENERGIA

A energia está disponível no planeta Terra em dois tipos de fontes distintas: as não renováveis (carvão, petróleo, gás natural) e as renováveis (solar, eólica, hídrica, das ondas) (Sahin, 2004). Esta desempenha um papel fundamental na sociedade moderna: consegue satisfazer as necessidades de aquecimento, arrefecimento, iluminação e mobilidade, bem como um vasto leque de aplicações como o fornecimento de energia e calor a sistemas produtivos (Strantzali e Aravossis, 2016)

A invenção do motor a vapor e o seu desenvolvimento durante o século XIX permitiu a existência da revolução industrial, através do fornecimento de energia elétrica a custos reduzidos. O baixo custo de produção aliado à não dependência nos recursos endógenos permitiram que esta forma de produção de energia elétrica ganhasse um peso substancial na nossa sociedade (IRENA, 2012). No entanto, o seu potencial limitado, as atuais taxas de exploração, o aquecimento global e as alterações climáticas levaram a um aumento da consciencialização dos seres humanos na preservação do planeta, mudando o foco do desenvolvimento industrial para as energias renováveis (Lee *et al.*, 2012).

Segundo a APREN (Associação Portuguesa de Energias Renováveis) pode definir-se:

*“Fontes de energia renovável são as fontes de energia provenientes de recursos naturais que se renovam constantemente, de um modo sustentável, mesmo depois de serem usadas para gerar eletricidade ou calor. São exemplos a água da chuva, o vento, a biomassa, o sol, as ondas e o calor da Terra.*

*Estas fontes evitam que se importem combustíveis fósseis, como o carvão e gás natural para gerar eletricidade, poupando dinheiro e evitando a emissão de gases com efeito de estufa.”*

As consequências da utilização dos combustíveis fósseis são alarmantes. A poluição do ar, as chuvas ácidas, o efeito de estufa e a crescente falta destes recursos causada pela sua sobre-exploração levaram a que seja necessário reduzir a sua utilização, estando nas mãos de cada país melhorar a qualidade das suas fontes de energia. Os recentes avanços tecnológicos tornaram assim, o setor renovável numa alternativa viável. Dentro das várias opções, a energia eólica destaca-se das restantes, sendo uma das mais utilizadas em todo o mundo (Sahin, 2004).

## 2.2 ENERGIA RENOVÁVEL EM PORTUGAL

Nos últimos 20 anos, Portugal tem vindo a sofrer uma reconversão energética. Sendo uma economia claramente dependente dos recursos fósseis e sem acesso à produção de energia por centrais nucleares, o Governo Português tomou iniciativa e começou a fornecer incentivos à produção de eletricidade a partir de fontes renováveis. Estes incentivos favoreceram assim o desenvolvimento dos portfólios eólico e solar em Portugal (Gomes *et al.*, 2014).

Com o objetivo de analisar a evolução do setor renovável em Portugal, a APREN promoveu em 2014 a realização de um estudo pela *Deloitte*, fazendo também uma perspectiva do setor para 2020 e 2030. Nesta análise foram avaliados os impactos na economia e na geração de riqueza do país (PIB), na criação de emprego, na redução da emissão de gases de efeito de estufa, na redução de importações, entre outros. Segundo este estudo, assumindo uma posição cada vez mais relevante para o país, as energias renováveis têm vindo a contribuir positivamente para o desenvolvimento sustentável, para a criação de riqueza e geração de emprego. Prevê-se que em 2030, a potência instalada em todas as tecnologias renováveis duplique, face aos números de 2010 (Figura 2.1).

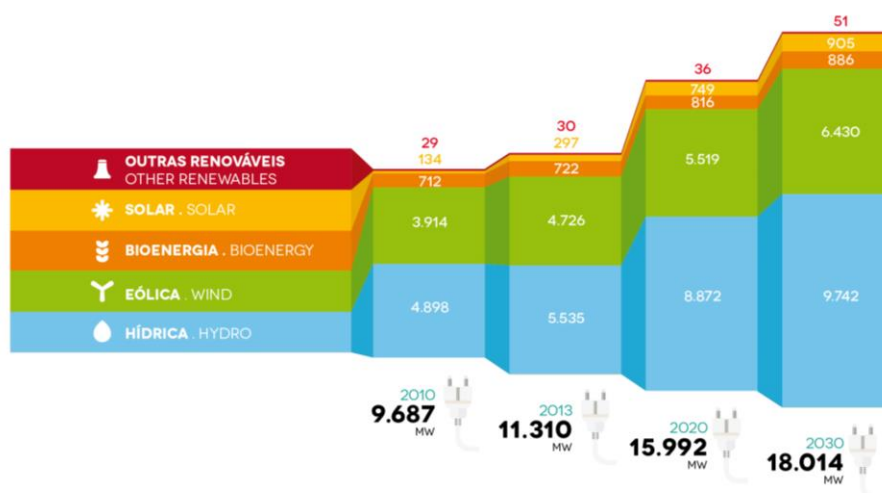


Figura 2.1 - Evolução da potência instalada em renováveis por tecnologia (MW)

Adaptado de Associação Portuguesa de Energias Renováveis (2014)

Deste estudo surgiu também a conclusão de que as tecnologias com maior impacto na criação de riqueza para o país são a solar e a eólica devido à existência de fábricas em território português de fabrico de componentes para estas tecnologias. O aumento de potência instalada e de produção de energia através dos aproveitamentos renováveis irão gerar um aumento de emprego direto e indireto, prevendo-se 66.900 novos postos de trabalho em 2030 (APREN, 2014).

### 2.2.1 REMUNERAÇÃO GARANTIDA

Segundo o Decreto-Lei (DL) nº 35/2013 a política energética em Portugal tem vindo a tomar um rumo de preservação ambiental, sustentabilidade e inovação tecnológica, crescendo assim no que diz respeito às tecnologias de aproveitamento de fontes de energia renovável.

A 16 de fevereiro de 2005 foi aprovado o DL nº 33-A/2005 que decretou a remuneração garantida da energia elétrica produzida por um período de 15 anos, procurando assim adequar a estratégia de promoção de produção de energia à necessidade de reduzir custos. Este Decreto-Lei de 2005 veio também prever a remuneração da eletricidade produzida e entregue na rede com base nos preços de mercado, findo o período de 15 anos.

No entanto, a 28 de fevereiro de 2013 foi publicado em Diário da República o DL nº 35/2013 que veio legislar novos regimes remuneratórios alternativos a vigorar após os períodos de remuneração garantida. Aos centros electroprodutores eólicos foi dada a possibilidade de garantirem um regime remuneratório alternativo durante um período adicional ao já existente, de 5 ou 7 anos com a obrigatoriedade de uma contribuição compensatória para a sustentabilidade do Sistema Elétrico Nacional.

A adesão a um dos regimes remuneratórios alternativos por um período de 5 ou 7 anos irá implicar uma remuneração de valor correspondente ao preço de mercado tendo como valores de referência os limites mínimos e máximos de 74€ MWh e 98€ MWh, respetivamente. Outra opção será a aplicação, pelo mesmo período de 5 ou 7 anos, de uma tarifa correspondente ao preço de mercado, mas apenas com um valor mínimo de referência de 60€ MWh. Com esta decisão, os produtores eólicos ficam vinculados a uma compensação anual ao Sistema Elétrico Nacional durante um período de 8 anos de 5 000€ por MW de potência instalada no regime de 5 anos. Já no regime de 7 anos, essa compensação será de 5 800€ por MWh de potência instalada.

Findo o período suplementar de remuneração, a eletricidade produzida passará a ser vendida em regime de mercado, sendo esta transição definitiva.

### 2.3 ENERGIA EÓLICA

Em 1979 teve início uma nova era na produção de energia. Vários fabricantes dinamarqueses como a *Vestas* e a *Nordtank* deram início a uma produção em massa de turbinas eólicas, tendo sido pioneiros na indústria eólica de hoje (IRENA, 2012).

O rápido desenvolvimento da tecnologia associada à produção de energia eólica nos últimos anos tem feito desta uma alternativa muito promissora face aos sistemas de energia convencionais (Lee *et al.*, 2009a). Existe atualmente uma grande variedade de tipos de turbinas, em termos de tamanho, estilo, tecnologia e localização (IRENA, 2012).

No ano de 2015 foram instalados cerca de 13 800 MW de potência eólica por toda a Europa representando este valor, um aumento de 6,3% face a 2014 e a maior instalação de potência do conjunto das tecnologias disponíveis. A Alemanha e a Polónia estão na linha da frente neste setor com as maiores percentagens de potência instalada da Europa, tendo a energia eólica instalada na Europa dado resposta a 11% nas necessidades energéticas no ano 2015 (EWEA, 2016).

As condições de operação de um parque eólico são bastante diferentes das tradicionais estações de produção de energia. Uma característica da energia eólica é o comportamento estocástico da velocidade do vento, que determina a energia produzida e que influencia a degradação dos equipamentos (Tar e Szegedi, 2011) No entanto, a energia eólica tem provado ser uma das tecnologias de aproveitamento energético com maior potencial no futuro. As metas estabelecidas, em conjunto com o interesse de entidades na criação e desenvolvimento de projetos com visibilidade e retorno financeiro, permitirão implementar fontes de produção de energia renovável em economias em desenvolvimento.

Um dos benefícios mais importantes do investimento na energia eólica é a redução da exposição da economia à volatilidade dos preços do petróleo (IRENA, 2012). No entanto, existem outros como a criação de emprego, o aumento da qualidade do ar e a redução das emissões de CO<sub>2</sub> para a atmosfera (Lee *et al.*, 2012).

Atualmente, a dispersão geográfica de parques eólicos é bastante elevada abrangendo grande parte do território nacional.

### 2.3.1 AS TURBINAS EÓLICAS

O princípio de funcionamento de uma turbina eólica é a extração da energia cinética de massas de ar em movimento e a sua conversão em eletricidade através do conjunto das pás que estão conectadas com um gerador elétrico por um sistema de transmissão (EWEA, 2009).

O tamanho e o tipo de turbina a utilizar em determinada situação estão, por norma, relacionados. Hoje em dia é comum as turbinas terem três pás, o diâmetro de varrimento entre os 80 e os 100 metros e uma capacidade de produção entre os 0,5 MW e os 3MW. Estas começam a produzir energia a velocidades de vento entre os 3 e os 5 m/s e desligam-se automaticamente, por questões de segurança e conservação do equipamento, a uma velocidade de 25m/s (chamada velocidade de *cut out*) (IRENA, 2012).

As turbinas eólicas, incluindo os custos associados às pás, torre, transporte e instalação, representam cerca de 75% do custo total da construção de um parque eólico. Estas possuem uma certificação do fabricante em como, por um período de cerca de 20 anos, estarão abrangidas por garantias contratuais e aptas a cumprir o objetivo para que foram concebidas (EWEA, 2009).

A quantidade de energia que consegue ser produzida depende, de entre outros fatores, da quantidade de vento disponível naquela zona. Assim, uma das ferramentas mais utilizadas para a verificação e controlo da produção de cada turbina é a curva de potência, pois estas não são igualmente eficientes a diferentes velocidades de vento. Normalmente, as turbinas mais recentes conseguem extrair uma maior quantidade de energia com velocidades de vento de cerca de 8m/s (EWEA, 2009).

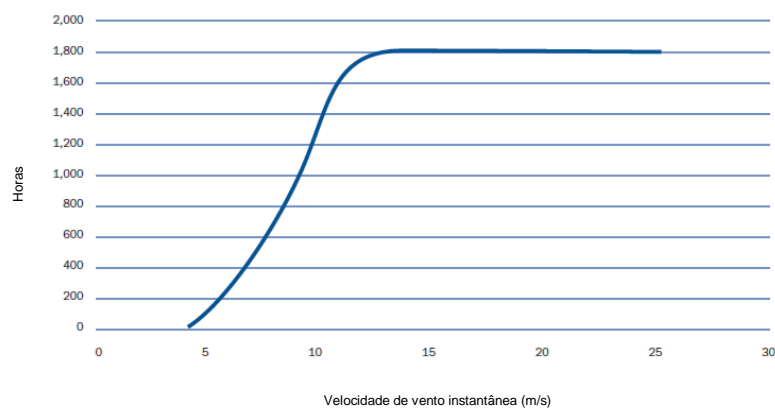


Figura 2.2 Curva de potência típica de uma turbina eólica

Adaptado de EWEA, (2009)

Segundo a EWEA (2009) uma turbina eólica típica pode conter até 8 000 componentes diferentes, podendo ser dividida nos seguintes grandes grupos:

- **Torre** – com alturas entre os 40 e os 100 metros, é geralmente construída em aço laminado podendo existir outras opções mais económicas.
- **Pás** – são geralmente três, e podem atingir comprimentos superiores a 60 metros. São construídas em fibra de vidro apesar de já existirem outros materiais capazes de desempenhar a mesma função
- **Cubo** – Construído em ferro fundido, o cubo segura as pás enquanto estas rodam.
- **Nacelle** – Estrutura em fibra de vidro que aloja grande parte dos componentes da turbina desde o gerador, ao veio de transmissão, caixa de velocidades, etc.
- **Caixa de Velocidades** – multiplica as baixas rotações transmitidas pelas pás ao veio, até valores suficientemente elevados, necessários para o funcionamento do gerador.
- **Gerador** – Converte a energia mecânica em energia elétrica.
- **Transformador** – Converte a corrente fornecida diretamente do gerador, para corrente alternada, apta a ser exportada para a rede de energia.

A torre e a fundação representam a estrutura da turbina. O cubo liga as pás ao veio principal estando estas desenhadas para transmitir energia rotacional ao veio que por sua vez está ligado à caixa de velocidades. A caixa de velocidades transforma as baixas rotações por minuto transmitidas das pás, para altas rotações. Estas são necessárias para que o gerador possa transformar a energia mecânica em energia elétrica. Existem também alguns sistemas que permitem um aumento da eficiência na produção de energia. O Sistema *Pitch* controla a potência aerodinâmica alterando o ângulo das pás face ao cubo enquanto o Sistema de *Yaw* faz rodar todo o conjunto *Nacelle*, Cubo e Pás de forma a estes estarem orientados na melhor direção, face ao vento (Carlos *et al.*, 2013).

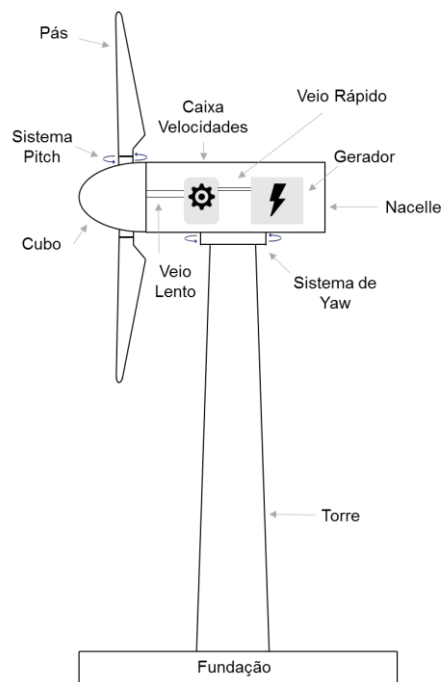


Figura 2.3 Representação esquemática de uma turbina eólica

### 2.3.2 CUSTOS DA ENERGIA EÓLICA

Produzir e vender eletricidade a partir do vento não é diferente de qualquer outro negócio. Para ser economicamente viável, o custo de produção de eletricidade tem de ser inferior ao preço de venda (Sahin, 2004).

Para gerar eletricidade, um parque eólico tem associados três tipos de custos: custos de investimento, custos de operação e os custos de financiamento. Os primeiros estão associados à construção do parque e à sua ligação à rede; os custos de operação incluem a operação e manutenção do parque; os custos de financiamento incluem os custos de adquirir os recursos necessários para construção e funcionamento do parque (Lee *et al.*, 2012).

Na energia eólica não existem custos com combustível logo, assim que o investimento realizado num projeto tiver sido recuperado, as únicas despesas existentes são as de operação e manutenção (Sahin, 2004).

Aproximadamente, 75% do total do custo da energia de uma turbina eólica está relacionada com custos diretos tais como o custo da turbina, fundações, equipamento elétrico, ligação à rede, etc. No entanto, os custos associados a este tipo de projetos dependem também de vários fatores como a localização do projeto, o tamanho das turbinas, a distância à rede e dos custos dos terrenos onde será instalado o projeto (EWEA, 2009).

O rápido desenvolvimento global da capacidade de energia eólica tem tido uma grande influência no custo da energia nos últimos 20 anos (IRENA, 2012). A sua relação custo-benefício em termos de custos por kWh de energia gerada torna esta alternativa para produção de energia mais competitiva face à produção com o recurso a carvão e gás natural (Sahin, 2004).

O custo de produção das turbinas diminuiu nas últimas duas décadas devido ao desenvolvimento de técnicas de produção mais avançadas bem como a massificação e automatização deste setor (Valentine, 2011)

Numa turbina, os componentes que representam a maior parte dos custos são as pás, a torre e a caixa de velocidades pois juntos, representam cerca de 50 a 60% do custo total da turbina (EWEA, 2009). A caixa de velocidades representa também um dos maiores custos de Operação e Manutenção (O&M) pois é um componente que requer uma manutenção exaustiva. Todos estes custos variam consoante o país onde irá ser implementado o projeto, os requisitos necessários para a construção naquele local e a competitividade no setor. Uma análise a diferentes mercados de diferentes países concluiu que existe uma variação significativa no preço destes componentes nos vários mercados. Dos vários países desenvolvidos os Estados Unidos e Portugal são os que praticam preços mais baixos para as turbinas. Isto pode justificar-se pelos baixos custos de mão de obra, o grau de competitividade nestes mercados ser mais baixa, o poder de negociação dos intervenientes no mercado e a natureza e estrutura de políticas de incentivo à energia eólica (IRENA, 2012).

Os custos de trabalhos de construção civil incluem o transporte e instalação das turbinas, torres, construção das fundações e a construção de acessos e outras estruturas necessárias para o funcionamento do parque. O transporte e instalação das turbinas representam a maioria destes custos. Para conectar os parques à rede elétrica são necessários transformadores que consigam elevar a tensão elétrica. Se o ponto de distribuição não estiver longe do parque, basta realizar uma conexão de corrente alterna. Mas, no caso de a distância ser elevada, será benéfico utilizar uma ligação de corrente contínua para evitar uma maior perda de energia (IRENA, 2012).

### 2.3.3 OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

Como qualquer outro equipamento industrial, as turbinas eólicas requerem O&M que constitui uma grande parte dos custos totais anuais de um projeto (Blanco, 2009). Num negócio como o

da energia eólica a fiabilidade é um fator crítico de sucesso. Baixas fiabilidades dos equipamentos irão afetar diretamente o valor das receitas produzidas de duas maneiras: o aumento dos custos relacionados com a O&M e a diminuição da disponibilidade das máquinas para produzir, gerando perdas de produção diretas (Waldorf, 2006).

Segundo Walford (2006), os custos de um projeto desta natureza podem ser divididos em várias categoriais, sendo necessário compreendê-los para que se possa pensar na sua redução. Assim, torna-se essencial dividir os vários custos de O&M nas categorias Operação, Manutenção Preventiva e Manutenção Corretiva. Esta última categoria é a mais difícil de prever e acarreta cerca de 30% a 60% dos custos totais de O&M. As operações estão relacionadas com as atividades do dia a dia que são realizadas como a monitorização das turbinas e de todo o parque envolvente. Atualmente existe um sistema que permite monitorizar à distância uma turbina, iniciar ou parar e também recolher informação acerca do seu desempenho: o SCADA – Supervisory Control and Data Acquisition.

As intensidades de vento variáveis a que uma turbina eólica está sujeita, influenciam o processo de degradação dos equipamentos. Assim, é necessário planear a manutenção das turbinas de forma a minimizar os efeitos da degradação ao máximo. Além disso, o plano de manutenção deve ser determinado tendo em consideração as condições meteorológicas do local. Para garantir a segurança dos trabalhadores, as atividades de manutenção não devem ser realizadas em condições adversas, sendo mais vantajoso efetuá-las com velocidades de vento inferiores a 5 m/s, evitando também assim perdas de produção de energia. Como é difícil que esta situação aconteça, as intervenções devem ser planeadas, tentando maximizar a energia produzida e minimizar os custos (Carlos *et al.* 2013)

Os custos de O&M têm vindo a diminuir desde 1980, podendo esta descida de preço estar relacionada com a melhoria e sofisticação os equipamentos em utilização, aumentando assim o seu fator de capacidade o que implica em custos de O&M por unidade de energia produzida, mais reduzidos. Outro fator importante que deve ser tido em conta é um aumento de falhas com um aumento do tempo de vida do equipamento. Tendencialmente estas falhas começam a surgir quando as máquinas já não estão abrangidas pelas garantias contratuais com fabricantes, passando assim a estar ao encargo da empresa exploradora (EWEA, 2009)

Os custos de O&M fixos incluem geralmente os seguros, trabalho administrativo, taxas fixas de acesso à rede e contratos de manutenções programadas. Os custos variáveis incluem as manutenções não programadas e as programadas não abrangidas por contrato com o fabricante, bem como a substituição de peças e outros materiais necessários ao bom funcionamento dos equipamentos (EWEA, 2009).

## 2.4 MANUTENÇÃO

Ao longo dos anos a manutenção tem ganho importância estando cada vez mais no foco empresarial, contribuindo positivamente para o crescimento das organizações.

São vários os autores que têm proposto conceitos e definições de manutenção.

Segundo o *European Standards*, a manutenção é definida como a combinação de ações técnicas, administrativas e de gestão durante o ciclo de vida de um equipamento de forma a mantê-lo ou a recuperá-lo com o objetivo de cumprir com a função para o qual foi concebido. No seguimento, a gestão da manutenção é definida como as atividades de gestão que determinam os objetivos da manutenção, prioridades, estratégias e responsabilidades.

Para Cabral (1998) a manutenção pode ser definida como:

“...combinação das ações de gestão, técnicas e económicas, aplicadas aos bens para otimização dos seus ciclos de vida, entendendo-se por bem o produto concebido para assegurar uma determinada função.”

Este conjunto de ações destinadas a assegurar o bom funcionamento das máquinas e das instalações, garantem que elas são intervencionadas nas oportunidades e com o alcance certos, por forma a evitar que avariem ou baixem o seu rendimento. No caso de tal acontecer, devem ser repostas em boas condições de operacionalidade com a maior brevidade e a um custo global otimizado (Cabral, 1998).

Para Pintelon e Gelders (1992) as atividades de manutenção são definidas como “*todas as atividades necessárias para restaurar equipamentos ou para os manter em específicas condições de funcionamento*”.

Para estes autores, os objetivos principais da gestão da manutenção são:

- Maximizar a capacidade de produção através da disponibilidade e fiabilidade dos equipamentos;
- Permitir um aumento da segurança dos trabalhadores no ambiente de trabalho.

Uma estratégia de manutenção descreve que tipos de eventos desencadeiam que tipo de ação de manutenção (inspeção, reparação ou substituição) (Alsyouf, 2007). Esta depende de vários fatores tais como os objetivos da manutenção, a natureza da instalação, o equipamento a manter, os padrões de trabalho e o ambiente de trabalho (Pintelon e Gelders, 1992).

Com as constantes alterações nas condições do mercado, estas são afetadas pelas necessidades dos clientes que cada vez mais querem qualidade elevada, curtos prazos de entrega, elevados níveis de serviço e baixos preços (Christopher, 1998). Assim, para atingir níveis de excelência em termos de desempenho, as empresas sentem a necessidade de reunir esforços para melhorar a sua qualidade e produtividade, conseguindo assim reduzir custos (Swanson, 2001).

O impacto da manutenção na produtividade e rentabilidade, como fatores de desempenho do negócio, tem vindo a aumentar cada vez mais. As perdas causadas por uma paragem não planeada irão originar custos adicionais a serem suportados pela empresa (Alsyouf, 2006). Como tal, torna-se essencial a avaliação das atividades de manutenção permitindo o aumento da dis-

ponibilidade dos equipamentos e mantendo as suas boas condições de funcionamento (Swanson, 2001).

A manutenção tem vindo a sofrer algumas alterações ao longo dos tempos. Até à Segunda Guerra Mundial, a indústria era pouco mecanizada, os equipamentos eram simples e operados até falharem, sendo posteriormente reparados ou substituídos (Pintelon e Gelders, 1992). Depois da Guerra a indústria sofreu um aumento da mecanização, impulsionado pela falta de mão de obra que havia morrido na guerra. Assim, a complexidade das fábricas começou a aumentar, passando a estar em causa a disponibilidade, longevidade e custo dos equipamentos para se atingir o sucesso (Sherwin, 2000). Durante a década dos anos 70, a complexidade continuou a crescer passando a ser considerados outros fatores que ainda hoje subsistem na gestão da manutenção: fiabilidade, disponibilidade e manutibilidade, segurança, qualidade e ambiente. Hoje em dia, e devido à globalização, as empresas têm tentado criar parcerias internas e externas que as permitam melhorar os seus processos (Alsayouf, 2007).

Com o desenvolvimento da manutenção, foram sendo modificadas as abordagens a esta temática. Inicialmente a manutenção era uma condição necessária, só havendo intervenção quando a máquina deixava de realizar as suas funções (Pintelon e Gelders, 1992). Assim, estaríamos perante uma estratégia de manutenção reativa, onde o equipamento estaria em funcionamento até falhar. Depois este era reparado ou substituído (Paz e Leigh, 1994). Este tipo de manutenção permite às empresas um menor número de trabalhadores e dinheiro investido para manter o equipamento em funcionamento (Vanzile e Otis, 1992). No entanto, existem desvantagens associadas a este tipo de manutenção pois torna-se imprevisível a capacidade de produção, aumentam os níveis de produtos não conformes e a quantidade de sucata. A tudo isto acresce um aumento de custos de manutenção para reparar estas graves falhas.

Mais recentemente, com o aumento da tecnologia e a crescente sofisticação do setor, as empresas começaram por apostar numa estratégia mais proactiva, evitando assim que os equipamentos atinjam o ponto de rutura (Swanson, 2001). As falhas nos equipamentos são evitadas através da monitorização dos equipamentos e realizadas pequenas intervenções para restaurar as suas condições ideais

A maior parte das organizações não reconhece a manutenção como uma atividade nuclear do negócio. Aliando este facto ao constante aumento da complexidade dos equipamentos, que cada vez mais requerem ferramentas e pessoas especializadas para efetuar tarefas de manutenção e reparação. Geralmente, torna-se economicamente mais viável a subcontratação destas atividades (Murthy *et al.*, 2015).

# 3 SOURCING E O PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO

## 3.1 PROCESSO DE COMPRA

O papel das compras tem tomado uma posição cada vez mais importante nas empresas (Carvalho *et al.*, 2012) devendo ser encaradas como atividades estratégicas (Johnson *et al.*, 1998).

Para Van Weele (2002), o termo “compras” faz referência à obtenção de produtos ou serviços a entidades externas, necessários para a gestão e suporte da organização. O sourcing torna-se assim a atividade que assegura, dentro de uma empresa, a existência de produtos e serviços necessários para o funcionamento interno da mesma (Bedey *et al.*, 2008).

As várias etapas do processo de compras definidas por Carvalho *et al.*, (2012) estão representadas na Figura 3.1.

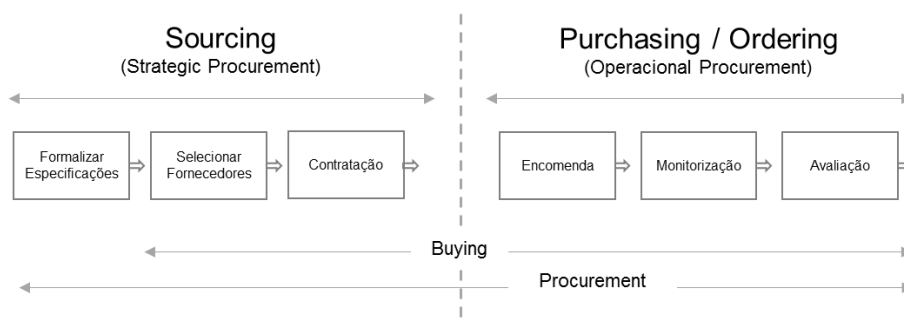


Figura 3.1 Etapas do processo de compra

Fonte: Carvalho *et al.*, 2012

As etapas apresentadas permitem uma estruturação do processo de tomada de decisão, podendo traduzir-se em reduções de custos de aquisição de bens e serviços e em custos organizacionais (Van Weele, 2002). Para garantir que os custos de operação não tornam o negócio inviável, as empresas devem alinhar estratégias no sentido de aumentar receitas, ou diminuir/controlar custos sendo para isso necessário aumentar os preços ou volumes de vendas. No entanto, a crescente globalização e competitividade no mundo empresarial, torna difícil a implementação de tais medidas. Assim, resta então apostar na redução de custos (Carvalho *et al.*, 2012).

### 3.2 ESTRATÉGIAS DE SOURCING

A crescente complexidade de conhecimentos e recursos tecnológicos também afeta diretamente a forma como as empresas conseguem realizar os seus processos e produzir os seus bens e serviços, tendo deixado a vantagem competitiva de se basear apenas na sua capacidade de conseguirem ofertas competitivas. Aliando este facto à crescente necessidade de maior eficiência nas operações, assistimos cada vez mais à externalização de atividades, aumentando a dependência de recursos e capacidades. Assim, na década de 1980 as estratégias de compras começaram a ganhar importância, tornando-se com o passar do tempo numa fonte de vantagem competitiva para as empresas (Bedey *et al.*, 2008). Vários autores definiram estratégias de *sourcing*, apresentadas a seguir.

- **Global Sourcing**

A estratégia de Global Sourcing surgiu da necessidade de encontrar alternativas às ineficiências dos vários fornecedores locais, relativamente aos custos praticados. Assim, é possível tirar partido das eficiências globais no processo de compra, onde um fornecedor internacional tem um papel fundamental na competitividade entre empresas. Para além do custo inicial mais baixo, esta estratégia permite às empresas ganhar novos conhecimentos, acesso a novos recursos não disponíveis localmente, possibilidade de conhecer potenciais mercados e estimular a competitividade entre fornecedores locais. No entanto, existem alguns riscos que devem ser pesados, na hora de escolher a estratégia a adotar. A possível dificuldade em conjugar esta estratégia com outras como por exemplo o Just in Time (JIT), um possível aumento de custos de transporte e os chamados “custos escondidos” derivados das diferenças de cultura, fusos horários, diferentes economias e políticas podem tornar esta estratégia uma escolha não viável. Deve também ser considerado sempre o risco associado a alterações climáticas que podem impedir o fornecimento de produtos no tempo estipulado (Bedey *et al.*, 2008)

- **Single Sourcing / Multiple Sourcing**

A possibilidade de uma maior flexibilidade obtida na resposta a necessidades existentes bem como o maior poder de negociação, tornam o *Multiple Sourcing* (obter recursos e serviços de mais do que um fornecedor) a estratégia mais adotada por parte das empresas, em comparação com o *Single Sourcing*. No entanto, esta estratégia tem a desvantagem de exigir maior coordenação e capacidades de gestão de contratos deste tipo (Bedey *et al.*, 2008).

- **Partnership Sourcing**

Alguns profissionais acreditam que uma gestão das relações com fornecedores podem tornar-se em vantagens competitivas para os vários parceiros envolvidos, tanto a montante como a jusante na cadeia. Esta estratégia é normalmente definida com base num único fornecedor e deve estar sempre alinhada com o foco em fatores de custo (Bedey *et al.*, 2008).

Cavinato e Kauffman (1999) definiram um conjunto de passos a tomar para a implementação desta estratégia:

- 1- Determinação de necessidades estratégicas do negócio;
- 2- Criação de infraestruturas para suporte ao desenvolvimento;
- 3- Identificação de oportunidades de alianças;
- 4- Identificação de possíveis candidatos às oportunidades identificadas;
- 5- Início de contacto com candidatos;
- 6- Avaliação dos candidatos;
- 7- Negociação;
- 8- Caso ambas as partes cheguem a um consenso, fomentar e estimular o desenvolvimento da parceria.

- **Outsourcing**

O recurso ao *outsourcing* é cada vez mais uma tendência adotada pelas empresas. Com o aumento da competitividade económica nas empresas na última metade do século XX, surgiu a necessidade de encontrar respostas às questões que põem em causa a sua subsistência. Estando definido como a delegação de um ou mais processos a um fornecedor externo, os principais objetivos desta estratégia englobam poupar dinheiro à empresa, partilhar o risco do negócio e melhorar a competitividade existente no setor, sendo estes fatores determinantes na tomada de decisão estratégica de *outsourcing* (Rekik *et al.*, 2013).

- **Insourcing**

O *insourcing* é um conceito que surge em oposição ao *outsourcing* e que pode ser definido como a realização de determinada atividade internamente no seio da empresa, desenvolvendo e adquirindo recursos com capacidades para desempenhar as tarefas necessárias (Bedey *et al.*, 2008).

### 3.3 O CONCEITO DE *OUTSOURCING*

O termo *outsourcing* surge da abreviação da expressão “*outside resource using*” (Kopplemann, 1996) e existem várias definições possíveis sendo assim necessário apresentar as que melhor enquadram o desenvolvimento do trabalho.

O *outsourcing* é definido por Dolgui e Proth (2013) como o ato de obter produtos semi acabados, produtos acabados e serviços, a partir de uma empresa externa, sempre que estas atividades sejam tradicionalmente realizadas internamente. Esta definição pode não ser a mais correta para caracterizar o *outsourcing* em todas as situações. Existem casos onde certas atividades são realizadas logo desde início em *outsourcing* por serem claramente atividades não nucleares.

Ho *et al.* (2004) argumentaram que o termo *outsourcing* surgiu na década de 1970 e descreve um acordo entre duas organizações, no qual uma fornece serviços previamente realizados pela outra.

Para Belcourt (2006) o *outsourcing* refere-se a uma relação contratual do fornecimento de atividades de negócio por parte de um fornecedor externo ou, de uma forma mais simples, é o pagamento por parte de uma empresa a outra para efetuar algum tipo de trabalho.

De uma forma generalizada, o *outsourcing* é quando uma empresa subcontrata uma parte da sua atividade interna a outra empresa (McCarthy e Anagnostou 2004). Para Promsaka Na Sakolnakorn (2011), este conceito surge a partir da necessidade de uma organização mover postos de trabalho em áreas para outras organizações consideradas especialistas.

Como referido anteriormente, as empresas podem contratar fornecedores e escolher desempenhar uma função com a ajuda de uma entidade externa ou fazê-lo sozinha. No caso de optar por realizar a tarefa sozinha estará a optar pelo *insourcing*.

Há autores que consideram que o *outsourcing* deva ser utilizado apenas para suprir pequenas e pontuais necessidades e não como forma de resolver problemas internos de uma organização (Harland *et al.*, 2005). No entanto, Fill e Visser (2000) defendem que o *outsourcing* pode ser definido tanto como uma contratação pontual ou como uma relação estratégica integrada e de longa duração.

Para Dolgui e Proth (2013) existem vários conceitos desta área que são facilmente confundidos entre eles:

- *Offshore Outsourcing* – Consiste na adjudicação de serviços a fornecedores localizados em países diferentes da empresa contratante;
- *Off-shoring* – Consiste na realocação total da empresa num país que não o de origem;
- Subcontratação - Parte do trabalho é transferido para outra empresa que tem competências e recursos que lhe permitem realizar as tarefas em melhores condições. Por outras palavras, um subcontratado trabalha para o comprador dentro de limites específicos.

O conceito de *outsourcing* facilmente se confunde com a subcontratação existindo uma ténue diferença entre estes dois conceitos. A subcontratação é na maioria das vezes aplicada quando existe uma incapacidade temporária de suprir necessidades, seja esta de tempo, quantidade ou recursos, enquanto o *outsourcing* representa um contrato de longo prazo ou permanente. A prestação de serviços temporária evita assim grandes investimentos por parte da empresa contratante (Santos, 1998).

### 3.3.1 O OUTSOURCING ENQUANTO ESTRATÉGIA EMPRESARIAL

Tendo ganho notoriedade nos anos 90, esta estratégia surge principalmente da necessidade das empresas reduzirem custos. No entanto, existem outras razões para que o *outsourcing* seja tomado como estratégia organizacional. Para Promsaka Na Sakolnakorn (2011) as empresas optam pelo *outsourcing* quando necessitam de aumentar a sua capacidade produtiva, sem que se justifique o investimento em novas instalações, máquinas e pessoas; ou quando parte da produção sai fora do *core business* (competências nucleares) do negócio. Assim, tentando assegurar a sua competitividade, as empresas devem maximizar recursos de acordo com a estratégia que consideram mais vantajosa.

O desenvolvimento organizacional numa empresa permite do aumento da eficácia e viabilidade dos seus processos, possibilitando a aplicação conhecimentos e comportamentos que a prepare para desafios internos e externos que podem pôr em causa a sua subsistência (Schermerhorn *et al.*, 2004). Para Kang *et al.*, (2012), o *outsourcing* transformou-se assim na arma estratégica à qual as organizações recorrem cada vez com maior frequência.

Harvey e Brown (1992) sugeriram que o desenvolvimento de uma organização é uma resposta à mudança. É uma estratégia complexa que pretende mudar convicções, atitudes, valores e a estrutura da organização (novas tecnologias, marketing e estratégias para ir ao encontro de novos desafios). Assim, existem características que devem ser inerentes às empresas para que possam atingir o sucesso tendo Draft (1994) sugerido oito:

- 1- Maior preocupação com as operações de trabalho do que com a documentação;
- 2- Preocupação com a satisfação do cliente;
- 3- Gestão com *team-building* e facilidade em mudar;
- 4- Preocupação com os recursos humanos na sua gestão;
- 5- Existência de valores inerentes à organização que a ajudaram a atingir objetivos pretendidos;
- 6- Operação de acordo com as competências/experiência da empresa;
- 7- Boa estrutura organizacional;
- 8- Flexibilidade

Assim, as estratégias de outsourcing são princípios administrativos utilizados por várias organizações com o fim do seu desenvolvimento permitindo que a organização consiga gerir o ambiente empresarial e as mudanças no setor suavemente (Promsaka Na Sakolnakorn, 2011). O preço de um contrato de *outsourcing* deixou de ser o único aspeto a ter em consideração quando é necessário tomar uma decisão e vários aspetos devem ser identificados e avaliados antes de se ponderar a escolha desta estratégia.

### 3.3.2 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO *OUTSOURCING*

Quando uma empresa decide realizar em *outsourcing* específicos serviços ou produtos do seu negócio, espera obter algumas vantagens. Existem vários argumentos na literatura que apoiam o *outsourcing*. Santos (1998), apresenta um conjunto de vantagens normalmente atribuídas ao *outsourcing*:

- Criação de vantagens competitivas através do foco dos recursos em atividades nucleares da organização e libertação das atividades não críticas;
- Acesso a novas tecnologias e recursos existentes no mercado e ainda não detidos pela organização;
- Acesso a novos mercados e indústrias;
- Redimensionamento da estrutura organizacional permitindo uma maior flexibilidade e rapidez de adaptação às alterações do meio envolvente;
- Transformação de custos fixos em custos variáveis e uma gestão eficiente de recursos;
- Redução de custos operacionais, existindo um melhor controlo e orçamentação através, por exemplo, da fixação contratual de condições de pagamento
- Diminuição das necessidades de investimento e a sua melhor afetação, bem como a partilha do risco com a empresa subcontratada.

No entanto, existem também alguns pontos negativos que devem ser salientados. Estes surgem muitas vezes pela má seleção do prestador de serviço ou por negociações contratuais menos corretas do ponto de vista de incentivos e penalizações (Santos, 1998):

- Perda de controlo da execução das atividades;
- Perda de confidencialidade;
- Níveis de qualidade de produto ou serviço mais baixos, implicando a satisfação de clientes e colaboradores;
- Dependência excessiva em relação ao parceiro;
- Possibilidade de existência de custos mais elevados;
- Perda de competência internas e recursos com *know-how* nas atividades em subcontratação;
- Depois de subcontratadas as atividades, os custos para a realização das mesmas internamente serão muito maiores;

- Custos elevados com a gestão e avaliação de desempenho da parceria.

Pesando, para cada situação específica, todas as vantagens e desvantagens do *outsourcing*, torna-se essencial ter sempre presente que este não pode ser encarado como uma resposta para todos os problemas de uma organização, mas sim como um mecanismo que irá permitir uma melhoria de processos de uma empresa.

### 3.4 O PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO

A tomada de decisão é o processo de identificação e seleção, dentro de um conjunto possível de soluções, as que se adequam ao problema e aos requisitos da situação, resultando numa escolha consciente de comportamento ou pensamento numa determinada direção. (Al-Tarawneh, 2012).

Segundo Saaty (2008) todos tomamos decisões, estando conscientes desse processo ou não. Toda a informação que reunimos serve para nos ajudar a compreender os acontecimentos à nossa volta, criar juízos de valor e tomar decisões sobre esses acontecimentos. À medida que a raça humana foi evoluindo, a complexidade na sociedade aumentou e este rápido crescimento tornou cada vez mais reduzido o tempo para tomar decisões. Quem toma as decisões passou assim a ser uma figura sobrecarregada de informação irrelevante e com a responsabilidade de tomar decisões de risco e com grandes consequências (Bhushan e Rai, 2004). Com as grandes mudanças nos negócios e nas organizações, o processo de tomada de decisão tornou-se uma parte integrante das operações e da gestão das atividades, com o objetivo de conseguir um processo sistemático e melhores resultados (Akdere, 2011). Quando o ambiente é complexo, o processo de tomada de decisão pode tornar-se difícil pois envolve dados difíceis de interpretar, com vários critérios e objetivos a ter em conta. Assim, a decisão pode ser caracterizada como um processo de análise e escolha entre alternativas disponíveis, essencial no planeamento estratégico nas organizações (Akdere, 2011).

Como tal, surgiu a necessidade de se desenvolver algo que possibilite uma análise rápida da situação que consiga captar a intuição, julgamento e experiência de quem está a tomar a decisão, definindo assim os problemas, desenvolvendo soluções e implementando-as eficientemente (Bhushan e Rai, 2004).

As melhores decisões são geralmente atingidas quando os intervenientes têm uma noção clara e definida do processo de tomada de decisão. Uma tomada de decisão transparente e disciplinada através da aplicação de métodos de avaliação credíveis vai permitir uma abordagem a problemas complexos, consistência nas decisões tomadas, objetividade e facilidade de compreensão, evitando assim problemas que ponham em causa a validade das análises realizadas. (Baker *et al.*, 2001)

Apesar da sua popularidade, os processos de tomada de decisão requerem ainda muita investigação para se conseguir chegar a uma abordagem ideal. Para Baker *et al.*, (2001) o processo

de tomada de decisão pode ser estruturado segundo uma sequência de passos que permitem resolver o problema de uma forma correta e fundamentada. Inicialmente deve ser definida a equipa. Assim, serão evitados problemas com a não concordância na definição do problema, nos requisitos, objetivos e critérios.

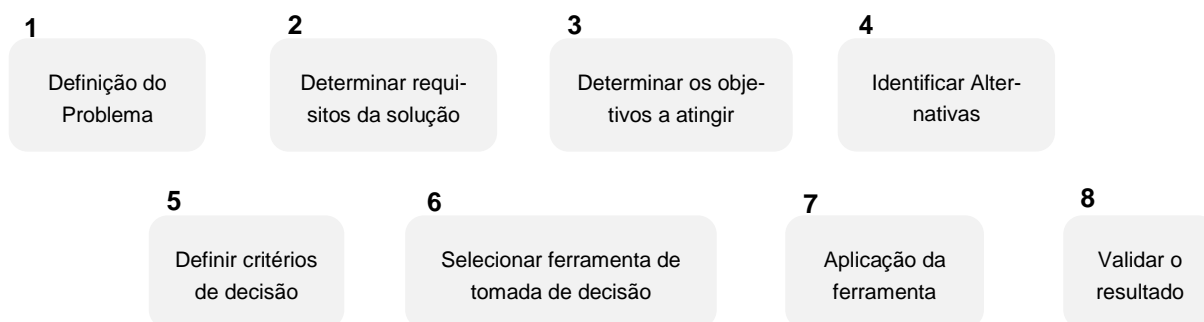


Figura 3.2 Processo de tomada de decisão

Adaptado de Baker *et al.*, 2001

### **1 – Definição do problema**

Passo crucial para conseguir tomar uma boa decisão. O objetivo é expressar a situação clara e sucintamente descrevendo as condições iniciais e as condições desejadas.

### **2 – Determinar requisitos da solução**

Requisitos são condições que quaisquer umas das alternativas que seja aceite na resolução do problema devem possuir.

### **3 – Determinar objetivos a atingir**

São intenções e desejos, estando para além dos requisitos. Devem ser identificados positivamente. Não é necessário resolver possíveis conflitos entre diferentes objetivos.

### **4 – Identificar alternativas**

As alternativas permitem diferentes abordagens ao problema para alterar a condição inicial para a condição desejada. A equipa de decisão avalia os requisitos e os objetivos e propõe alternativas que irão ao encontro dos requisitos e que satisfazem o maior número de objetivos. A descrição de cada alternativa deve claramente mostrar como é que resolve o problema e como é que se destaca das outras alternativas.

### **5 – Definir critérios de decisão**

Regra geral, nenhuma alternativa irá ser a melhor para todos os objetivos. A melhor alternativa será aquela que estará mais perto de atingir todos os objetivos. Os critérios de decisão que irão distinguir entre alternativas devem ser baseados nos objetivos. É necessário determinar esses

critérios como medidas objetivas dos objetivos para medir o quão bem uma alternativa consegue corresponder aos objetivos traçados.

Os critérios devem ser capazes de distinguir entre alternativas, completos, significantes para o tomador de decisão, não redundantes e não devem ser em número elevado para ser possível manter o problema operacional.

#### **6 – Selecionar a ferramenta de tomada de decisão**

A seleção do método a aplicar deve ter por base a complexidade do problema e a experiência da equipa.

#### **7 – Aplicação da ferramenta**

Alternativas podem ser avaliadas por métodos quantitativos, qualitativos ou a combinação dos dois. Os critérios podem ser ponderados e utilizados para priorizar as alternativas. Análises de sensibilidade de incerteza podem ser utilizadas para aumentar a qualidade do processo de seleção.

#### **8 – Validar o resultado**

Depois do processo de priorização e seleção de alternativas, a solução escolhida deve ser verificada para garantir que esta resolve o problema em questão.

Para Bhushan e Rai (2004), e de uma forma mais sintetizada, um problema genérico de tomada de decisão pode consistir nas seguintes atividades:

- Estudar a situação
- Organizar os vários critérios
- Aferir os vários critérios
- Avaliar alternativas com base nos critérios definidos anteriormente
- Priorizar alternativas
- Incorporar os julgamentos de vários especialistas

As técnicas de análise de decisão são procedimentos racionais para a junção do pensamento crítico, a informação, dados e experiências com o objetivo de tomar uma decisão quando esta não é clara, face às alternativas existentes (Baker *et al.*, 2001). Assim, no ponto seguinte serão apresentados vários métodos de tomada de decisão apresentados na literatura.

### 3.5 OS MÉTODOS MULTICRITÉRIO DE TOMADA DE DECISÃO

Os Métodos Multicritério de Tomada de Decisão (MCDM – *Multiple Criteria Decision Making Methods*) são um termo genérico que identifica todos os métodos que existem para ajudar na tomada de decisão, em casos onde há mais do que um critério. Outro termo utilizado frequentemente nesta matéria é Análise de Decisão Multicritério (MCDA – *Multiple Criteria Decision Analysis*). Este é frequentemente utilizado para dar ênfase de que os métodos devem auxiliar quem toma as decisões a fazê-lo corretamente (Loken, 2007).

Segundo Poherkar e Ramachandran (2004), a classe dos MCDM pode ser dividida em duas subclasses: os MODM (*Multiple Objective Decision Making Methods*) e os MADM (*Multiple Attribute Decision Making Methods*). Podem existir combinações dos vários métodos e todas estas metodologias partilham características comuns como critérios contraditórios, unidades incomparáveis e dificuldade em selecionar alternativas.

Nas decisões em que estão em causa vários objetivos, as alternativas não são predeterminadas, sendo a função objetivo otimizada face a uma serie de restrições. Nas decisões múltiplo atributo, um pequeno número de alternativas é avaliado com base numa série de atributos que são geralmente difíceis de quantificar. A melhor alternativa é geralmente selecionada com base em comparações entre alternativas com respeito a cada um dos atributos.

Estes métodos permitem uma melhor compreensão das características dos problemas de decisão, promovem o envolvimento dos participantes no processo de tomada de decisão, facilitam o compromisso e as decisões coletivas. Estes ajudam a aumentar a qualidade das decisões tornando-as mais explícitas, racionais e eficientes (Pohekar e Ramachandran, 2004).

Para escolher o método mais adequado, há fatores que devem ser tidos em conta. O mais importante é perceber se o método é válido, ou seja, se consegue medir o que é suposto medir, se fornece toda a informação necessária a quem toma a decisão e, por fim, deve ser de fácil compreensão e aplicação (Loken, 2007).

Velasquez e Hester (2013) realizaram uma revisão de literatura analisando os métodos múltiplo critério publicados em vários estudos. Desta revisão, retiraram onze métodos multicritério utilizados nas mais diversas áreas e sumarizaram todas as vantagens e desvantagens, bem como as suas áreas de aplicação.

Tabela 3.1 Resumo dos métodos de tomada de decisão

<b>Método</b>	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>	<b>Áreas onde já foi aplicado</b>
Multi-Attribute Utility Theory (MAUT)	Tem em consideração a incerteza; pode incluir preferências	Necessita de muita informação; preferências têm que ser precisas.	Economia, finanças, atuarial, gestão de água, gestão energética, agricultura
Analytic Hierarchy Process (AHP)	Fácil de usar; mensurável; a estrutura em hierarquia pode facilmente ajustar-se a vários tipos de problemas: não requer muita informação.	Problemas com a interdependência entre os critérios e as alternativas; pode levar a problemas com inconsistências e priorização dos critérios.	Problemas de desempenho, gestão de recursos, estratégia e política empresarial, política pública, estratégia política e planeamento.
Cased-Based Reasoning (CBR)	Não requer muita informação; requer pouca manutenção; pode ser melhorado com o tempo; pode adaptar-se a alterações de ambiente.	Sensível a informação inconsistente; requer muitos casos.	Negócio, seguradoras de veículos, medicina e engenharia de <i>design</i> .
Data Envelopment Analysis (DEA)	Capaz de lidar com vários <i>inputs</i> e <i>outputs</i> ; eficiência pode ser analisada e quantificada.	Não consegue lidar com informação imprecisa; assume que todos os <i>inputs</i> e <i>outputs</i> são conhecidos.	Economia, medicina, utilitários, segurança na estrada, agricultura, retalho e negócio.
Fuzzy Set Theory	Permite <i>inputs</i> imprecisos; tem em consideração informação insuficiente.	Difícil de desenvolver; pode requerer várias simulações antes de ser utilizado.	Engenharia, economia, ambiente, social, medicina e gestão.
Simple Multi-Attribute Rating Technique (SMART)	Simples, permite qualquer tipo de técnica de ponderação; menor esforço por parte de quem toma a decisão.	O procedimento pode não ser conveniente, considerando o <i>framework</i> .	Ambiente, construção, transporte e logística, militar, problemas de produção e montagem.
Goal Programming (GP)	Capaz de lidar com problemas de larga-escala; pode produzir um número infinito de alternativas.	Normalmente necessita da combinação de um outro MCDM para pesar coeficientes.	Planeamento da produção, saúde, seleção de projetos, planeamento energético, gestão vida selvagem.
ELECTRE	Tem em consideração incerteza e imprecisão.	O processo e os resultados podem ser difíceis de explicar em termos leigos.	Energia, economia, ambiente, gestão de águas, problemas de transporte.
PROMETHEE	Fácil de aplicar; não necessita da suposição que os critérios são proporcionais.	Não identifica um processo claro de atribuir pesos.	Ambiente, gestão de águas, gestão, química, logística, energia e agricultura.
Technique for Order Preferences by Similarity to Ideal Solutions (TOPSIS)	Processo simples de aplicar; o número de passos a realizar é independente do número de atributos.	A aplicação das distâncias Euclidianas, não considera a correlação entre atributos; difícil de pesar e manter consistência no julgamento.	Gestão da Cadeia de Abastecimento, logística, manufatura, gestão e marketing, recursos humanos e gestão de recursos de água.

Adaptado de Velasquez e Hester (2013)

Um dos métodos múltiplo critério mais populares é o AHP, com uma aplicação em mais de 1300 artigos e 100 teses de doutoramento (Subramanian e Ramanathan, 2012)

Este método assenta na comparação de pares com base no julgamento de especialistas para obter uma priorização das várias alternativas disponíveis. No entanto, esta técnica tem alguns problemas que foram colmatados com a criação do ANP (*Analytic Network Process*), um método semelhante que veio generalizar a aplicabilidade do AHP. Subramanian e Ramathan (2012) realizaram uma revisão de literatura onde classificaram as várias aplicações do AHP em cinco categorias. Uma destas categorias é a aplicação do AHP à Gestão da Cadeia de Abastecimento, englobando a logística, o *outsourcing* e a gestão de stocks. Dentro do *outsourcing*, foram encontrados dezanove artigos com os mais variados temas, desde a avaliação de fornecedores, à seleção de *software* e à decisão de *outsourcing* em atividades de *Information Technology* (IT). Os modelos multicritério têm sido amplamente utilizados também no setor do planeamento energético, especialmente para escolher/priorizar estratégias energéticas ou tecnologias (Loken, 2007).

Segundo Lee *et al.*, (2009a) a avaliação de recursos renováveis tem vindo a ganhar cada vez mais importância nos dias de hoje. Estes autores apresentaram um modelo multicritério de apoio à decisão com a incorporação do AHP e dos benefícios, oportunidades, custos e riscos (conceito BOCR) na seleção do projeto de parque eólico mais adequado.

O AHP e o ANP possuem um elevado número de benefícios sobre os outros métodos multicritério tais como (Zamori, 2010):

- Possibilitam uma descrição realista do problema;
- Suportam a tomada de decisão de grupo;
- Estruturam o processo de tomada de decisão;
- Têm em consideração fatores qualitativos e quantitativos;
- Expressam claramente a importância relativa dos fatores;
- Permitem a quem toma a decisão, focar-se em pequenas partes do problema;
- Facilitam a avaliação de cenários alternativos pela utilização de análises de sensibilidade;

### 3.6 ANALYTIC HIERARCHY PROCESS

Na grande maioria das vezes, a tarefa mais problemática no processo de tomada de decisão é a escolha dos fatores a considerar para aquela decisão (Saaty, 1990).

Desenvolvido por Thomas L. Saaty, o AHP (*Analytic Hierarchy Process*) é uma técnica multicritério cujo desenvolvimento teve como base a experiência deste autor em projetos de investigação no Departamento de Defesa do EUA. A sua criação teve como fator impulsionador a falta de uma metodologia comum, perceptível e fácil de implementar que permitisse a tomada de decisão complexa (Bhushan e Rai, 2004).

Organizando percepções, sentimentos e juízos de valor, o AHP é um método de comparação quantitativo utilizado para selecionar a alternativa mais adequada, através da comparação destas e tendo em conta o seu desempenho face aos critérios definidos. Este método é um procedimento sistemático para representar os elementos de um problema hierarquicamente e alinha-se com a capacidade dos seres humanos produzirem julgamentos relativos mais precisos do que julgamentos absolutos (Baker *et al.* 2001).

Vários autores definiram um conjunto de passos a seguir, onde é possível explicar o processo de aplicação do AHP: GÖrener (2012) e Saaty (2008).

1- O problema deve ser em primeiro lugar decomposto numa hierarquia onde esteja representado o objetivo, os critérios, subcritérios e alternativas. Na Figura 3.3 é possível observar a representação esquemática genérica deste primeiro passo.

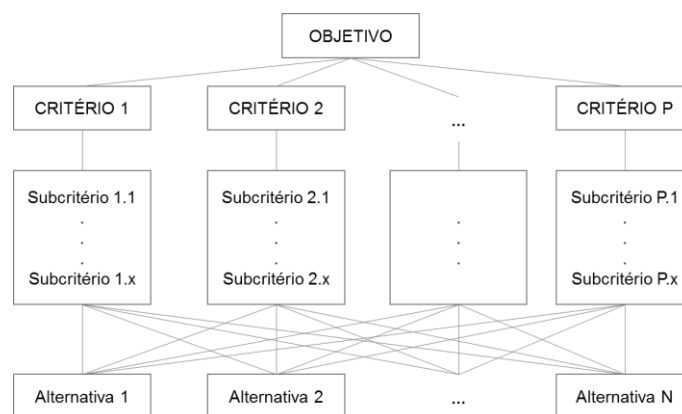


Figura 3.3 Hierarquia genérica

*Adaptado de Bushan e Rai (2004)*

Este é um dos passos mais importantes e criativos do processo de tomada de decisão. No desenvolvimento desta estruturação é possível obter a percepção das relações existentes nos elementos que compõe cada situação específica (Saaty, 1990).

Para Saaty (1990), as hierarquias devem incluir um nível de detalhe suficiente para:

- Representar o problema detalhadamente, mas não excessivamente para evitar perder sensibilidade à mudança de elementos;
- Considerar o ambiente que envolve o problema;
- Identificar os atributos que contribuem para a solução;
- Identificar os participantes associados com o problema.

Assim é possível decompor o problema em partes cada vez mais pequenas e guiar a equipa de decisão através de uma série de comparações par a par para expressar o impacto dos vários elementos na hierarquia. Para Saaty (1990), a maneira mais eficiente de concentrar julgamentos é selecionar dois elementos e compará-los face a uma única propriedade, sem ter em conta

a existência de mais características ou elementos (Saaty, 1990). Assim, os elementos de uma hierarquia devem ser comparados aos pares do mesmo nível, relativamente ao elemento do nível superior.

2- A informação recolhida sobre as comparações entre elementos da hierarquia representa a opinião de um ou mais indivíduos que irão ter um papel determinante na tomada de decisão. Esta opinião dá origem às comparações por via da escala apresentada na Tabela 3.2 e determina o grau de importância que um elemento tem sobre o outro. Segundo Saaty (1990), uma escala é constituída por três elementos: um conjunto de objetos, um conjunto de números e uma correlação entre os objetos e os números. Para realizar as comparações dos vários critérios, é então necessária a utilização de uma escala que indique quantas vezes mais importante ou dominante um elemento é sobre o outro, respeitante ao critério com o qual está a ser comparado (Saaty, 2008). Por exemplo, uma comparação entre dois elementos a que seja atribuída uma importância de 5 significa que um elemento é fortemente mais importante que o outro.

Tabela 3.2 Escala Fundamental de Saaty

Adaptado de Saaty (1990)

Intensidade da Importância	Definição	Explicação
1	Importância Igual	Dois elementos contribuem igualmente para o objetivo
2	Fraca	
3	Importância Moderada	Experiência e julgamento favorecem ligeiramente um elemento face ao outro
4	Mais Moderada	
5	Importância Forte	Experiência e julgamento favorecem fortemente um elemento face ao outro
6	Mais Forte	
7	Importância Muito Forte ou Demonstrada	Um elemento é favorecido muito fortemente face a outro; a sua dominância é demonstrada na prática
8	Muito Muito Forte	
9	Importância Extrema	A evidência que favorece um elemento face a outro é da mais alta ordem possível de afirmação.
<b>Recíprocos</b>	Se ao elemento i é atribuído um dos valores acima mencionados quando comparado com j, então a j será atribuído o valor inverso quando comparado com i	

3- As comparações obtidas do ponto anterior são convertidas nos números correspondentes na tabela e inseridas numa matriz quadrada. Nesta matriz as linhas e colunas são preenchidas com as comparações entre elementos do mesmo nível, face ao nível seguinte. Por exemplo, os critérios num primeiro nível da hierarquia são comparados entre si em relação ao objetivo da hierarquia; em seguida, os subcritérios são comparados relativamente ao critério correspondente do nível acima e assim sucessivamente até se chegar ao último nível de comparações; as alternativas são comparadas face aos subcritérios do nível imediatamente acima. Estes três níveis de comparações originam matrizes distintas, estando uma delas representada genericamente na Figura 3.4.

$$\mathbf{A} = \begin{matrix} & \begin{matrix} j \\ \backslash \\ i \end{matrix} & \mathbf{E}_1 & \mathbf{E}_2 & \dots & \mathbf{E}_n \\ \mathbf{E}_1 & & 1 & a_{12} & & \\ \mathbf{E}_2 & & a_{21} & 1 & & \\ \vdots & & & & \dots & \\ \mathbf{E}_n & & & & & 1 \end{matrix}$$

Figura 3.4 - Representação genérica de uma matriz de comparações

*Elaboração própria*

Nesta matriz, representam-se por  $i$  as linhas e por  $j$  as colunas, sendo o valor  $a_{ij}$  a importância relativa atribuída. A diagonal da matriz será sempre preenchida com o valor numérico 1, pois qualquer elemento é igualmente importante a si próprio. Um aspeto muito importante que deve ser tido em conta na comparação dos elementos é a sua reciprocidade (Saaty e Vargas, 2006). Se um elemento numa linha  $i$  é mais importante que um elemento numa coluna  $j$ , então o elemento da coluna é subentendido como a unidade e a matriz é preenchida com um valor numérico  $a_{ij}$  superior a 1 e de acordo com a correspondência da tabela. Quando a comparação inversa é realizada, o elemento mais importante é subentendido como a unidade e ao elemento menos importante é atribuído o valor recíproco de  $1/a_{ij}$ .

4- Em seguida, é calculado o vetor prioridade da matriz que permite determinar qual a importância relativa de cada elemento em comparação. Este vetor representa os pesos relativos dos elementos no resultado total do objetivo e é obtido através na normalização da matriz de comparação. Para normalizar a matrizes e chegar ao vetor prioridade devem ser seguidos os seguintes passos:

- 4.1 Soma dos valores de cada coluna da matriz de comparações;
- 4.2 Divisão de cada elemento de uma coluna pelas respectivas somas obtidas em 4.1
- 4.3 Soma dos elementos em cada linha normalizada e divisão dessa soma pelo número de elementos nessa linha. Estes valores finais fornecem uma estimativa das prioridades relativas dos elementos em comparação face ao seu critério de controlo respetivo. Os vetores prioridade ou vetores próprios devem ser determinados para todas as matrizes de comparação existentes.

5- As opiniões dadas são subjetivas, sendo assim necessário verificar a inconsistência as avaliações. Caso o Rácio de Consistência (CR) seja superior a 0,1, as opiniões deverão ser revistas e todo o processo realizado novamente.

Este rácio é calculado pela equação (1):

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (1)$$

RI, (*Random Index* ou Índice Aleatório) representa o índice de consistência de uma matriz gerada com aleatoriedade, dando origem aos seguintes valores:

Tabela 3.3 Índice Aleatório (RI)

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49

Adaptado de Saaty e Vargas (2006)

O Índice de Consistência (CI) de uma matriz é definido pela equação (2):

$$CI = \frac{(\lambda_{max} - N)}{(N - 1)} \quad (2)$$

Sendo  $\lambda_{max}$  o vetor próprio da matriz e  $N$  a sua dimensão, ou seja, o número de critérios, subcritérios ou alternativas em análise.

Para se obter o  $\lambda_{max}$ , devem ser seguidos os seguintes passos:

- 5.1 Calcular um vetor, denominado vetor das somas ponderadas, através multiplicação de cada coluna da matriz de comparação pelo respetivo peso do vetor de prioridades;
- 5.2 Os elementos do vetor das somas ponderadas, obtido em 5.1, devem ser divididos pelo respetivo peso de cada critério obtido em 4.3;
- 5.3 Calcular a média dos valores obtidos.

Quando existe a necessidade de tomar uma decisão, esta é muitas vezes tomada por mais do que um indivíduo. Um dos grandes desafios desta temática é conseguir agregar julgamentos individuais de um grupo, num só julgamento representativo das várias opiniões (Saaty, 2008). Com diferentes visões, crenças e valores entre os vários elementos do grupo, torna-se necessário estruturar todo processo de tomada de decisão. O AHP tem as características que fazem dele a uma ferramenta possível para esta necessidade. Segundo a literatura (Ramanathan e Ganesh, 1994) existem duas maneiras de analisar as opiniões de vários elementos, para o mesmo problema:

- Agregação de opiniões individuais – é construída uma nova matriz para o grupo, que irá agregar as várias opiniões individuais através da média geométrica. A partir da construção desta matriz, o processo de determinação de prioridades é o explicado anteriormente.
- Agregação de prioridades individuais – os vetores prioridade individuais são agregados através da média geométrica, para se obter o vetor de prioridade do grupo.

Apesar de ser possível utilizar a média aritmética para a agregação de valores, a média geométrica é mais consistente com o significado intrínseco aos julgamentos e prioridades neste método multicritério. Conclui-se também que se podem agregar os julgamentos individuais (AIJ) ou as prioridades finais individuais (AIP), mas nunca os dois ao mesmo tempo (Costa e Belderrain, 2009).

### 3.7 ANALYTIC NETWORK PROCESS

O *Analytic Network Process* é uma ferramenta multicritério baseada no *Analytic Hierarchy Process* para lidar com o processo de tomada de decisão, sem fazer suposições sobre as relações de dependência de níveis hierárquicos superiores e inferiores (Saaty, 1999). Proposta em 1996 e tendo como conceito chave a influência, esta técnica foi desenvolvida com o objetivo de colmatar as limitações existentes no AHP. Uma delas é a independência necessária entre elementos dentro de cada nível hierárquico (Salomon e Montevechi, 2001). Outra limitação da estruturação hierárquica de uma decisão é a necessidade de interação e dependência de elementos de níveis superiores com elementos de níveis inferiores. Por vezes, não conta apenas determinar a importância das alternativas através dos critérios, mas também determinar a importância dos critérios pelas alternativas (Saaty e Vargas, 2006). O ANP veio assim colmatar estas limitações, lidando com a dependência entre os vários elementos (dependência interna) e entre os vários conjuntos de elementos (dependência externa), possibilitando a representação de uma decisão sem determinar uma ordem para a apresentação dos elementos (Saaty, 1999).

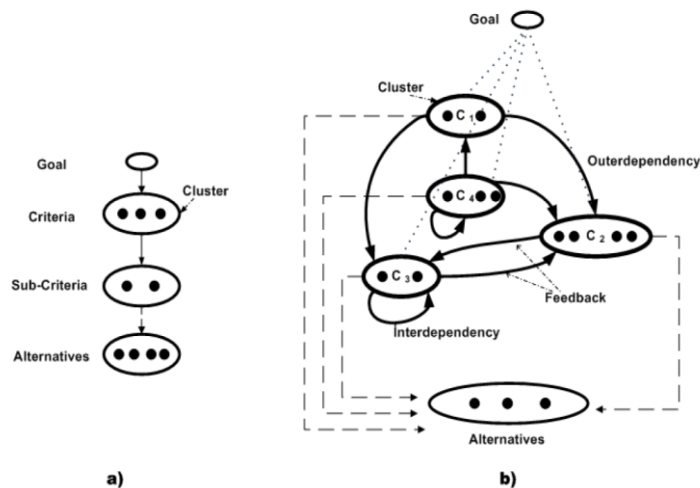


Figura 3.5 - Diferenças estruturais entre o AHP (a) e o ANP (b).

Adaptado de Görener, 2012

A estruturação do ANP assenta em quatro passos fundamentais, descritos em 1996 por Saaty, e mais tarde por outros autores (Chung *et al.*, 2005):

- 1- **Construção do modelo e estruturação do problema:** O problema deve ser apresentado de forma clara e decomposto numa estrutura de rede, sendo necessário identificar os vários clusters (objetivo, critérios, subcritérios e alternativas) e as suas possíveis interações.
- 2- **Comparações de pares e vetores prioridade:** Tal como no AHP e utilizando a mesma escala Fundamental de Saaty, os pares de *clusters* devem ser comparados com respeito à sua importância face ao seu critério de controlo. Ou seja, devem ser realizadas várias comparações de pares nos quais dois clusters são comparados em termos da sua contribuição para o respetivo critério de controlo. Adicionalmente, se existirem interdependências internas entre critérios de um *cluster*, estas devem ser analisadas. A influência de cada elemento por outros elementos pode ser representada por um vetor próprio.  
As comparações de pares são realizadas numa matriz e o vetor de prioridades local pode ser determinado para estimar a importância relativa dos elementos em comparação. Aqui, o processo para determinação deste vetor de prioridades segue os mesmos passos que o AHP.
- 3- **Criação da supermatriz:** Para se obter as prioridades globais num sistema com influências entre elementos, os vetores de prioridade locais são inseridos nas colunas apropriadas da matriz. Como resultado, a supermatriz é dividida em várias matrizes, onde cada secção representa a relação entre cada dois *clusters* do sistema.

**Os vetores de prioridade são agrupados e colocados nas posições adequadas da matriz que se baseia nos fluxos de influência entre elementos.** Esta é chamada a Matriz Não Ponderada. Para obter uma Matriz Ponderada devem ser multiplicados os valores da primeira matriz pelos pesos dos *clusters* associados.

- 4- **Síntese das prioridades dos critérios e alternativas e seleção da melhor alternativa:** as ponderações de priorização dos critérios e das alternativas podem ser encontradas na Matriz Limite.

O ANP é uma técnica composta por duas partes distintas. A primeira consiste numa hierarquia de controlo ou uma rede de critérios e subcritérios que controlam as interações. A segunda é uma rede de influências entre os elementos e os *clusters*. No final, as matrizes criadas para cada critério de controlo são ponderadas consoante a prioridade de cada critério de controlo e os resultados são sintetizados através da junção de todos os critérios de controlo. (Saaty, 1999). Ao contrário do AHP, os componentes do sistema são representados por nós e estes conectados por uma seta, se existir uma interação entre eles. A direção da seta indica a direção na influência.

Esta técnica é menos explorada que o AHP pois o seu questionário é, normalmente, demasiado complexo, existindo o risco da consistência do julgamento ser afetada (Lee, 2009b). No entanto, é amplamente utilizada por vários autores citados por Görener (2012): Chung *et al.* (2005) aplicaram o ANP para constituir um *mix planning* de produto na fabricação de semicondutores; Greda (2009) utilizou o ANP para selecionar a opção mais eficiente para o sistema de gestão de qualidade da indústria alimentar; Yang *et al.*, (2009) desenvolveram um modelo de avaliação do sistema produtivo através de uma abordagem à indústria de fabricação de hotéis. Hsu e Kuo (2011) aplicaram o ANP para selecionar o melhor serviço prestado por agências de publicidade; e Agarwal e Vijayvargy (2011) apresentaram um modelo para avaliação e seleção de fornecedores na indústria alimentar.

### 3.8 ANÁLISE DE BENEFÍCIOS, OPORTUNIDADES, CUSTOS E RISCOS

Para Saaty (2008), é possível olhar para o processo de tomada de decisão segundo vários pontos de vista. Um destes pontos de vista requiere a avaliação do rácio entre os aspetos positivos e negativos envolvidos, permitindo uma combinação dos benefícios (B), oportunidades (O), custos (C) e riscos (R) associados a uma decisão (Lee, 2009b).

Assim, surge a análise BOCR que avalia a tomada de decisão segundo os benefícios que a decisão pode trazer, as oportunidades que são criadas, os custos que a decisão pode trazer bem como os seus riscos. Esta análise permite uma análise mais rica pois é baseada na natu-

reza bipolar dos atributos em relação aos objetivos em termos de apoiar ou rejeitar a opção (Saaty, 2005).

As comparações efetuadas pretendem avaliar qual é que é a alternativa mais benéfica ou que permite as melhores oportunidades dentro dos critérios e subcritérios em estudo. Comparativamente, os aspetos negativos avaliam qual a alternativa que acarreta mais riscos ou custos considerando os critérios e subcritérios previamente selecionados. Assim, a melhor alternativa tem a maior ponderação para as sub-redes B e O, enquanto a pior alternativa tem a maior ponderação para as sub-redes C e R. (Lee, 2009b).

Os valores obtidos dentro das sub-redes B, O, C e R podem ser combinados para obter um valor final para cada alternativa. Segundo (Lee, 2009b) existem cinco formas de combinar os resultados:

1- Aditiva

$$\text{Prioridade Relativa para Alternativas} = bB + oO + c(1/C) + r(1/R)$$

Onde B, O, C, R representa os resultados sintetizados e b, o, c, r são pesos normalizados para as quatro sub-redes, respetivamente.

2- Aditiva Probabilística

$$\begin{aligned} \text{Prioridade Relativa para Alternativas} \\ = bB + oO + c(1 - C)_{\text{Normalizado}} + r(1 - R)_{\text{Normalizado}} \end{aligned}$$

3- Subtrativa

$$\text{Prioridade Relativa para Alternativas} = bB + oO - cC - rR$$

4- Multiplicativa de Prioridade em Potência

$$\text{Prioridade Relativa para Alternativas} = B^b O^o [(1/C)_{\text{Normalizado}}]^c [(1/R)_{\text{Normalizado}}]^r$$

5- Multiplicativa

$$\text{Prioridade Relativa para Alternativas} = BO/CR$$

O BOCR é normalmente aplicado conjuntamente com o ANP, no entanto, pode também ser aplicado com o AHP, sendo feita a substituição das sub-redes por hierarquias (Lee, 2009b).

## 4 PROPOSTA DE MODELO DE DECISÃO DE ESTRATÉGIA DE SOURCING

---

Com as alterações a nível legislativo e com o aumento da competitividade no setor das energias renováveis, surge a necessidade de avaliar uma alteração de estratégias de *sourcing*, tentando assim otimizar custos e aumentar a capacidade de negociação com fabricantes de equipamentos. O *outsourcing* é cada vez mais uma estratégia adotada pelas empresas, pelas vantagens que traz. No entanto, é necessário pesar também as desvantagens que esta estratégia pode acarretar, pois uma aplicação mal calculada poderá trazer consequências graves para a subsistência das empresas. Como apresentado no capítulo 1, este estudo tem como objetivo desenvolver um modelo de decisão multicritério que permita determinar qual a estratégia de *sourcing* que deve ser adotada para a execução de atividades de O&M em parques de produção de energia renovável.

Neste trabalho foi utilizado o AHP como método multicritério para auxiliar na tomada de decisão, tendo como fatores de decisão os benefícios, oportunidades e riscos associados à decisão de se optar por uma das estratégias de *sourcing* em estudo. Pela revisão da literatura podemos verificar que este método é um dos mais utilizados pois possui determinadas características que se consideram vantajosas face aos restantes métodos. A análise dos benefícios, oportunidades, e riscos foi aplicada com o método AHP e não com o ANP pela maior simplicidade do processo. Como referido na literatura, o questionário criado a partir da metodologia ANP pode tornar-se demasiado extenso e confuso, o que pode levar a desinteresse por parte dos elementos decisores. Assim, para facilitar a compreensão do processo e não levar a questionários com respostas pouco fiéis à realidade, foi escolhido o AHP para o desenvolvimento deste trabalho. Neste trabalho, não foram considerados os custos da decisão de se optar por uma das estratégias de *sourcing* apresentadas. Sendo o *outsourcing* e o *insourcing* duas estratégias distintas e com significados que se podem considerar opostos, não seria lógico considerar custos de ambas as estratégias. Assim, todos os fatores negativos foram considerados como riscos.

Pretende-se que neste estudo se possa desenvolver um modelo para as várias empresas do setor da produção de energia renovável, permitindo uma análise coerente e racional sobre qual a estratégia de *sourcing* a escolher para diferentes atividades de manutenção.

Com base na revisão de literatura efetuada, bem como com recursos à informação recolhida através de reuniões de *brainstorming* com elementos da empresa presente no caso de estudo a analisar neste trabalho foram, numa primeira fase, escolhidas as alternativas que se adequam ao problema, definidos os critérios e estruturados os dois modelos a avaliar. Numa se-

gunda fase, foi testada a aplicação dos dois modelos ao caso particular da empresa do setor das energias renováveis.

#### 4.1 DEFINIÇÃO DE ALTERNATIVAS

Este projeto reflete o processo de seleção de estratégia de *sourcing* de atividades de manutenção num ambiente de exploração de energia eólica. Neste caso prático serão considerados três tipos de *sourcing*, definidos para este estudo e representantes da realidade das empresas deste setor. Estes conceitos foram definidos, por não terem sido encontrados na literatura termos que se adequassem ao contexto do estudo.

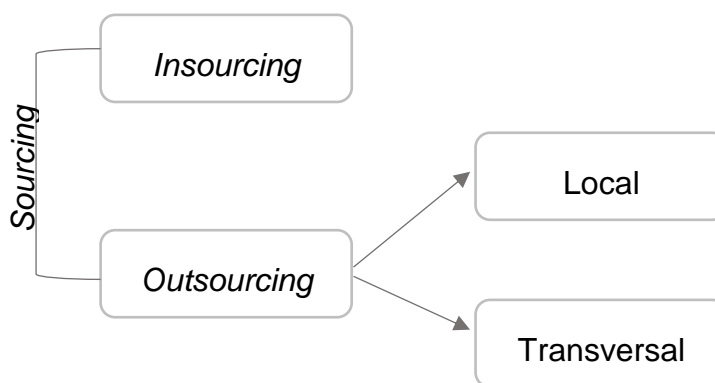


Figura 4.1 Representação esquemática dos tipos de *sourcing* a considerar neste estudo

**Insourcing** – Realização de atividades através da utilização de recursos internos à empresa;

**Outsourcing** – contratação de uma atividade específica a uma empresa independente e externa à organização;

**Transversal** – contratação de uma atividade específica, transversal a vários parques, de empresas com capacidade para efetuar intervenções em vários parques geograficamente dispersos;

**Local** – contratação local para a realização da atividade, por uma empresa localizada nas proximidades de um parque eólico e com capacidade para suprir necessidades daquele parque apenas.

Estas duas hipóteses de *outsourcing* irão assim variar no tipo de contrato que pode ser realizado com o fornecedor do serviço.

## 4.2 DEFINIÇÃO DE CRITÉRIOS DE SELEÇÃO E ESTRUTURAÇÃO DE MODELOS

Para a construção do modelo foi necessário definir também os vários critérios a considerar para a ponderação das alternativas identificando quais os benefícios, oportunidades e riscos que a decisão de optar por estas alternativas poderiam trazer. Assim foram definidos:

### BENEFÍCIOS

- **Diminuição de Custos (DC)**  
Redução de custos operacionais e diminuição de investimento através da redução de custos com pessoal, equipamento, tecnologia ou formação;
- **Sustentação Técnica (ST)**  
Benefício obtido com a partilha de responsabilidade e pedido de opinião a entidades externas. Capacidade de argumentação técnica perante terceiros;
- **Adequação de Meios (AM)**  
Capacidade de alocar meios como resposta a necessidades urgentes e a sua adaptação a possíveis ajustes de calendarização;
- **Aumento de Qualidade (AQ)**  
Aumento do desempenho dos equipamentos com possível consequente aumento da eficiência na produção de energia;
- **Gestão Centralizada (GC)**  
Centralização da informação, através da existência de apenas um interlocutor e coordenador das atividades em curso.

### RISCOS

- **Não Atualização de Competências e Recursos Internos (NACRI)**  
Dificuldade na atualização de competências e equipamentos internos pela externalização do serviço ou devido à falta de disponibilidade e capacidade para obter essa atualização;
- **Incumprimento Normativo e Legislativo (INL)**  
Não conformidade com leis, normas e certificações vigentes na empresa, em Portugal ou na Europa;
- **Risco Financeiro (RF)**  
Risco financeiro envolvido na implementação de uma estratégia de sourcing. No caso da subcontratação, existe o risco associado à estabilidade financeira da empresa e que pode não assegurar um fornecimento de serviço duradouro;

## OPORTUNIDADES

- **Acesso a Competências e Recursos (ACR)**  
Acesso ao conjunto de competências e recursos desenvolvidos no setor que permitirão aumentar a vantagem competitiva da empresa;
- **Competitividade Económica do Setor (CES)**  
Possibilidade de aproveitamento da competitividade económica existente no setor, permitindo melhores condições (económicas, qualidade) para realização de trabalhos;
- **Conformidade com Especificações (CE)**  
Possibilidade de manter as máquinas em conformidade com as especificações que determinam o bom funcionamento dos equipamentos;
- **Prestação de Serviços (PS)**  
Oportunidade de criação de uma nova área de negócio na empresa para a prestação de serviços de manutenção.

Considerando as alternativas indicadas no ponto 4.1 e, tendo por base um Orçamento de Operação e Manutenção para os parques eólicos da empresa do caso de estudo, foram estruturados dois modelos que diferem nas alternativas a considerar e nos benefícios que esta tomada de decisão pode trazer. Foram estruturados estes dois modelos pois as várias atividades de manutenção presentes neste orçamento, consideradas atividades genéricas para qualquer parque eólico, podem ser realizadas segundo diferentes estratégias de *sourcing*: *insourcing* ou *outsourcing* transversal e *outsourcing* transversal ou *outsourcing* local.

- **Modelo 1**

Este modelo avalia a seleção de uma estratégia de *outsourcing* transversal ou de *insourcing*.

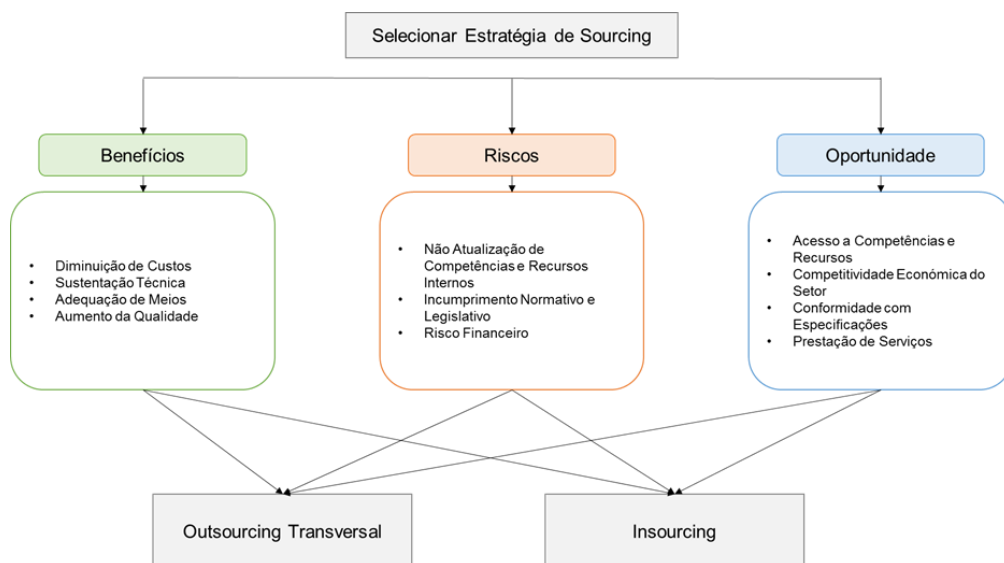


Figura 4.2 Hierarquia do modelo 1

- **Modelo 2**

Este modelo avalia a seleção de uma das duas estratégias de *sourcing*: *outsourcing* local e *outsourcing* transversal.

Neste modelo, ao contrário do modelo 1, não foi considerado o benefício da sustentação técnica pois a definição do critério está intimamente ligada com a estratégia de *insourcing*. Por sua vez, foi considerado o benefício da Gestão Centralizada que permite avaliar as duas estratégias de *outsourcing* em estudo.

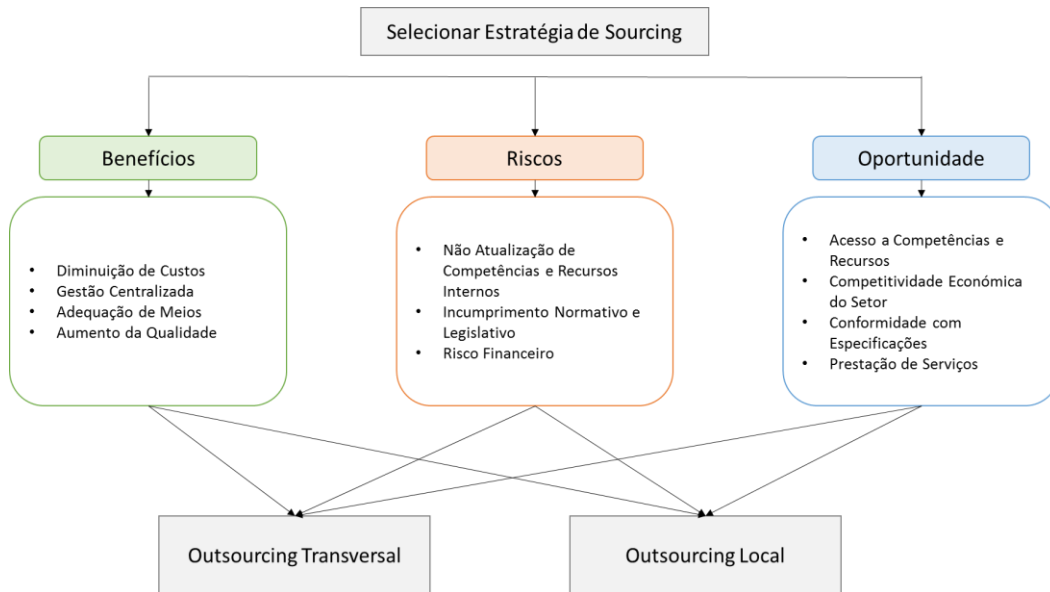


Figura 4.3 Hierarquia do modelo 2

#### 4.3 APLICAÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE MULTICRITÉRIO PROPOSTO

Depois da criação dos modelos, surge a necessidade de testar a validade dos mesmos. Este estudo foi desenvolvido em contexto real de uma empresa portuguesa de construção e exploração de aproveitamentos de energia elétrica a partir de fontes renováveis. Esta empresa detém um vasto portfólio de aproveitamentos com diferentes tecnologias associadas. Neste caso, tendo em consideração a importância deste tipo de aproveitamentos para a empresa, e cada vez mais para o setor, entrarão apenas em estudo os parques pertencentes ao portfólio eólico.

Este estudo foi possível através de um estágio curricular integrado no Departamento de Produção da empresa, sendo este um departamento chave no desenvolvimento deste trabalho. No Departamento de Produção são elaborados os planos de manutenção para os vários parques e adjudicada a sua operacionalização ao Departamento de Engenharia ou a entidades externas.

Este departamento tem também a responsabilidade de assegurar a disponibilidade e desempenho dos equipamentos permitindo assim o cumprimento do orçamento anual previamente definido.

### 4.3.1 INTERVENÇÕES DE MANUTENÇÃO

No início deste trabalho foi analisado um Orçamento de Operação e Manutenção, no qual estão previstas todas as intervenções de manutenção referentes ao ano em questão. A grande parte das intervenções realizadas em todo o portfólio eólico da empresa estão, neste momento, cobertas por garantias contratuais com fabricantes. Assim, a escolha das intervenções a analisar teve por base dois critérios importantes: não estar abrangida por nenhuma garantia contratual e representar um maior custo para a empresa.

Em seguida foram identificadas as várias possibilidades de realização das mesmas, estando esta informação representada na Tabela 4.1. Por exemplo, para as inspeções a equipamento principal sabe-se, por conhecimento do mercado em questão, que estas podem ser realizadas em *Insourcing* e em *Outsourcing* Transversal. Ou seja, não existe oferta local suficientemente robusta e com capacidade para desempenhar uma tarefa cujo peso para o orçamento da empresa é consideravelmente elevado.

Tabela 4.1 Atividades de Manutenção e possibilidade de estratégia de *sourcing*

ATIVIDADE	<i>INSOURCING</i>	<i>OUTSOURCING</i> LOCAL	<i>OUTSOURCING</i> TRANSVERSAL
<b>Equipamento Principal</b>			
Inspeções	X		X
<b>Obra Civil</b>			
Reabilitação de Acessos e Drenagens		X	X
Limpeza de faixa de prevenção de incêndios		X	X
<b>Intervenção em Instalação Elétrica</b>			
Manutenção de Transformadores Principais	X		X
<b>Outras Intervenções</b>			
Manutenção de ar condicionado		X	X

- **Inspeções a Equipamento Principal**

Com o objetivo de assegurar a conformidade de máquinas e equipamentos face a obrigações legais e ao bom desempenho dos parques, possibilitando assim uma maior eficiência, devem ser realizadas inspeções técnicas periódicas para verificação e certificação do estado de funcionamento destes. Pelo facto desta intervenção estar diretamente ligada ao equipamento principal (turbinas eólicas), esta é de elevada importância. Caso as máquinas não estejam nas melhores condições de funcionamento poderão existir perdas de produção que se traduzem diretamente em perdas de receita. Para prevenir tais perdas, é imputada ao fabricante uma remuneração por perdas de produção caso a disponibilidade do equipamento (a percentagem de tempo que, sabendo que as condições de funcionamento estão asseguradas, a máquina não está parada por motivos imputáveis ao fabricante) seja inferior a determinado valor.

É preciso considerar também que todas as restantes intervenções de manutenção necessárias realizar numa turbina, estão ainda abrangidas pelo período de manutenção contratual com o fabricante. Assim, caso uma inspeção detete alguma não conformidade, será reportada ao fabricante e este deverá atuar o mais rápido possível. Estão fora desta realidade algumas exceções previstas em contrato, como por exemplo a danificação de pás por descargas elétricas.

Neste caso particular, a realização desta intervenção é através de recursos internos. A empresa integra na sua equipa um assessor técnico que realiza todas estas inspeções e verifica o estado das máquinas. No entanto, esta atividade pode ser também realizada através de uma estratégia de *outsourcing*, que poderá ser vantajosa em casos onde não exista concordância entre a opinião do assessor técnico e do representante do fabricante. Um parecer independente permitirá uma maior facilidade em obter uma decisão técnica, pois terá um nível de influência muito menor do que um parecer de um auditor interno.

- **Reabilitação de acessos e drenagens / Limpeza de faixa de prevenção de incêndios**

A localização de um parque eólico pode variar consoante a orografia do terreno onde se estudou ser vantajoso construir. Desde zonas de montanha, a cumeadas ou falésias, os parques são normalmente construídos em zonas de difícil acesso. Assim, é necessário, aquando da construção do parque, criar acessos para possibilitar a passagem de todo o equipamento e máquinas necessários. No entanto, é frequente a necessidade de reparação destes acessos ao nível do pavimento, devido às condições climáticas e ao tipo de terreno associado, mantendo assim as suas condições de segurança asseguradas. A limpeza de faixa de prevenção de incêndios é também uma atividade que deve ser realizada para garantir a segurança de todos os equipamentos e pessoas. Ao reduzir a vegetação mais inflamável e reparando os acessos, será possível, em caso de incêndio, que os meios de socorro se consigam deslocar mais facilmente ao longo de todo o terreno e chegar a pontos de difícil acesso, combatendo assim a

propagação das chamas. No caso da empresa em estudo, estas atividades são realizadas por empresas especializadas e localizadas nas proximidades dos parques, não só pela maior facilidade na deslocação de recursos, mas também na maior capacidade de resposta em casos de emergência.

- **Manutenção de Ar Condicionado**

Em todos os parques existe um edifício de apoio, equipado com ar condicionado. Fazer uma manutenção adequada a estes aparelhos é um fator muito importante para a qualidade do ar que se respira, bem como para a preservação do equipamento. Em Portugal existe inclusive legislação que determina várias condições associadas à utilização e manutenção destes equipamentos. Segundo legislação portuguesa, todos os sistemas energéticos de edifícios e frações autónomas devem ser mantidos em condições adequadas de operação para garantir o respetivo funcionamento otimizado. Este regulamento indica também que deve existir um plano de manutenção preventiva que estabeleça claramente as ações previstas. Este plano deve ser elaborado e atualizado por um técnico qualificado e com as competências técnicas para o exercício desta atividade. No caso de estudo, a empresa realiza a manutenção de equipamentos de ar condicionado com recursos a equipas externas e localizadas nas proximidades dos parques.

Na Tabela 4.2 é apresentado um resumo de quais as atividades de manutenção que cada um dos modelos vai permitir avaliar. As atividades analisadas através do modelo 2 são analisadas em conjunto, pois foram consideradas atividades pouco técnicas onde a ponderação dos critérios seria semelhante.

Tabela 4.2 Síntese dos modelos e atividades a avaliar

MODELO	ATIVIDADE DE MANUTENÇÃO
<b>Modelo 1</b>	Inspeções a Equipamento Principal
	Manutenção de Transformadores Principais
<b>Modelo 2</b>	Reabilitação de Acessos e Drenagens
	Limpeza de faixa de prevenção de incêndios
	Manutenção de ar condicionado

### 4.3.2 OBTENÇÃO DE DADOS

O processo de recolha de dados é muitas vezes um dos fatores chave na execução de projetos como o aqui está apresentado. Como já referido anteriormente, a clareza da informação e dos dados que vão ser recolhidos deve ser aliada a um modelo construído de uma forma simples e direta para que, a ocorrência de erros de interpretação e de aplicação seja baixa e para que a fiabilidade das respostas produzidas possa ser elevada.

Neste estudo foram recolhidas as opiniões de quatro elementos decisores e colaboradores da empresa em estudo neste trabalho. Estes elementos formaram a equipa de decisão por serem considerados especialistas e terem uma opinião concreta e coerente desta área de estudo. As opiniões foram dadas através de questionário onde, segundo a metodologia AHP numa perspectiva de benefícios, oportunidades e riscos, foram comparados os critérios entre si e os critérios com as alternativas. Foi entregue a cada um dos elementos um ficheiro onde foram colocados os valores das comparações nas células indicadas e gerados automaticamente os rácios de consistência das várias matrizes. Este rácio de consistência assegura a coerência dos julgamentos efectuados e o seu valor deve ser inferior a 0,1. Caso este valor fosse superior, é sempre necessário rever as comparações efectuadas.

Numa fase inicial os dados recolhidos foram agregados utilizando a média geométrica referida na literatura através da aplicação Excel do *software* Microsoft Office Excel. Posteriormente, os cálculos e representações gráficas foram realizados através do *software* *Super Decisions* v.2.0.8, um *open software* desenvolvido pela *Creative Decisions Foundation* com o auxílio de Tomas L. Saaty., criador do *Analytic Hierarchy Process* e do *Analytic Network Process*.

### 4.3.3 AGREGAÇÃO DE DADOS

Os quatro elementos decisores preencheram as tabelas apresentadas no formulário do ANEXO I e deram a sua opinião relativamente à comparação entre critérios e entre critérios e alternativas para cada uma das perspectivas do BOR. Tendo sido impossível chegar a uma matriz consensual entre todos os elementos, e como já referido anteriormente, os resultados foram agregados utilizando a média geométrica dos valores. Na perspectiva dos benefícios e para as comparações entre critérios, foi colocada a seguinte questão:

- **Para seleccionar uma das duas estratégias de *sourcing*, qual a importância relativa dos seguintes critérios na tomada de decisão, em termos de benefícios?**

Tabela 4.3 Matriz de agregação de comparações de critérios

	DC	ST	AM	AQ
DC	1,00	0,19	0,58	0,24
ST	5,21	1,00	4,40	1,16
AM	1,73	0,23	1,00	0,25
AQ	5,21	0,86	3,95	1,00

A Tabela 4.3 representa a matriz de agregação das quatro opiniões através da média geométrica, relativamente às comparações entre os vários critérios definidos na hierarquia benefícios. Para simplificar a análise da matriz, bem como possibilitar a sua inserção no *software Super Decisions*, foi realizado um arredondamento dos valores por defeito, utilizando a função ARRED.DEFEITO da aplicação *Excel* do *software Microsoft Office*. Esta função permite um arredondamento dos valores no sentido do zero, até ao múltiplo de significância mais próximo. Como visto na literatura, cada par de comparações possui dois valores: o valor inteiro e o seu inverso. Assim, ao realizar o arredondamento, todas as comparações com valores menores que um serão consideradas zero. Apesar da Escala Fundamental de Saaty não ter em conta este valor, o mesmo foi apresentado na Tabela 4.4. apenas para representação, não tendo influência na determinação dos *rankings* finais.

Tabela 4.4 Matriz de agregação de comparações arredondadas por defeito

	DC	ST	AM	AQ
DC	1	0	0	0
ST	<u>5</u>	1	<u>4</u>	<u>1</u>
AM	<u>1</u>	0	1	0
AQ	<u>5</u>	0	<u>3</u>	1

Como as quatro matrizes originais são consistentes, considerou-se que a matriz de agregação das opiniões também o é. À semelhança do que é feito no caso de existir apenas um decisor, para cada par de comparações foi escolhido o maior valor dos dois possíveis. Determinou-se assim, qual o critério, apresentado nas linhas, que será o mais importante na comparação. Assim, por exemplo, o critério ST relativamente ao DC, contribui fortemente na tomada de decisão

para selecionar uma estratégia de *sourcing*; já o critério AM possui o mesmo grau de importância que o critério DC.

O mesmo procedimento foi realizado para as matrizes de comparação de critérios face às alternativas, tendo sido realizada a questão seguinte:

- **Em relação a cada um dos critérios apresentados, em qual das duas estratégias é obtido um maior benefício?**

As matrizes seguintes representam qual a importância atribuída a cada uma das alternativas, face ao critério em estudo. Por exemplo, na Tabela 4.5, o critério Diminuição de Custos apresenta maiores benefícios, segundo a opinião dos decisores, na estratégia de *Insourcing*. Por outras palavras, é possível obter uma maior diminuição de custos optando por uma estratégia de *Insourcing*.

Tabela 4.5 Comparação das alternativas face ao critério Diminuição de Custos

	<i>OUTSOURCING</i> TRANSVERSAL	<i>INSOURCING</i>
<i>OUTSOURCING</i> TRANSVERSAL	1	0
<i>INSOURCING</i>	6	1

Tabela 4.6 Comparação das alternativas face ao critério Sustentação Técnica

	<i>OUTSOURCING</i> TRANSVERSAL	<i>INSOURCING</i>
<i>OUTSOURCING</i> TRANSVERSAL	1	5
<i>INSOURCING</i>	0	1

Tabela 4.7 Comparação das alternativas face ao critério Adequação de Meios

	<i>OUTSOURCING</i> TRANSVERSAL	<i>INSOURCING</i>
<i>OUTSOURCING</i> TRANSVERSAL	1	0
<i>INSOURCING</i>	1	1

Tabela 4.8 Comparação das alternativas face ao critério Aumento de Qualidade

	<i>OUTSOURCING</i> TRANSVERSAL	<i>INSOURCING</i>
<i>OUTSOURCING</i> TRANSVERSAL	1	0
<i>INSOURCING</i>	2	1

O mesmo procedimento foi realizado para cada uma das perspetivas e modelos restantes, tendo sido obtidas as matrizes referentes às comparações solicitadas.

#### 4.3.4 SUPERDECISIONS

Depois de definido o problema, foi necessário estruturá-lo no *software Super Decisions* para posterior análise dos dados obtidos.

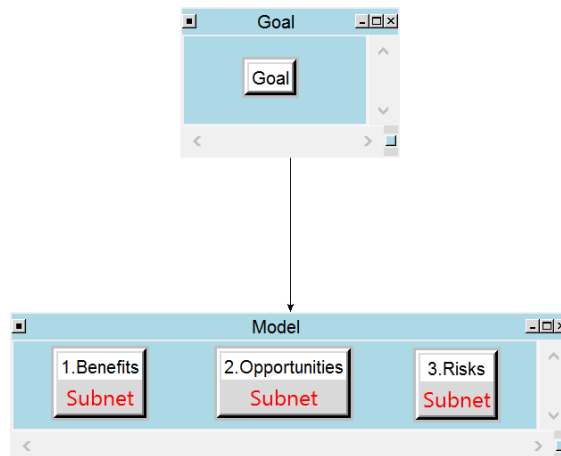


Figura 4.4 Hierarquia principal do modelo, estruturada automaticamente pelo *software Super Decisions*

Em primeiro lugar foi estruturada automaticamente pelo *Super Decisions*, a hierarquia principal do problema, através da criação de um novo ficheiro e da indicação de quais as perspetivas e alternativas do problema a considerar (Figura 4.4). Em seguida, foram construídas as hierarquias referentes a cada uma das perspetivas dos BOR. Para a perspetiva benefícios, podemos observar na Figura 4.5 as relações existentes entre os *clusters* criados. O objetivo está relacionado com os quatro critérios, DC (Diminuição de Custos), ST (Sustentação Técnica), AM (Adequação de Meios) e AQ (Aumento de Qualidade). Por sua vez, cada um destes critérios está relacionado com cada uma das alternativas apresentadas.

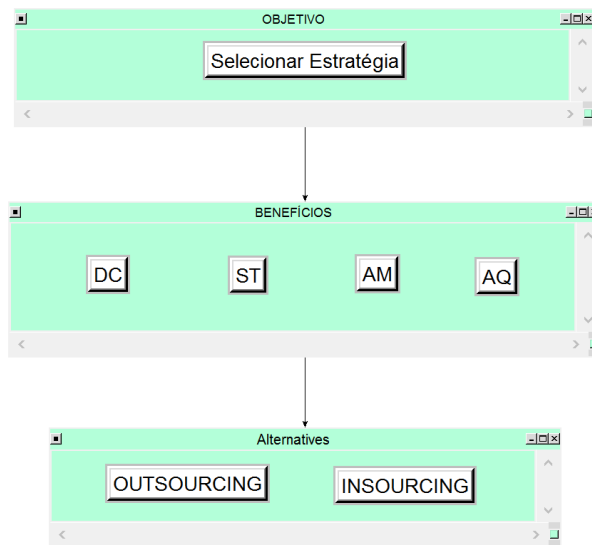


Figura 4.5 Hierarquia benefícios do Modelo 1

Analogamente, foram criadas as hierarquias para as Oportunidades e Riscos, relacionando da mesma forma objetivo, critérios e alternativas, representadas na Figura 4.7 e Figura 4.6, respectivamente.

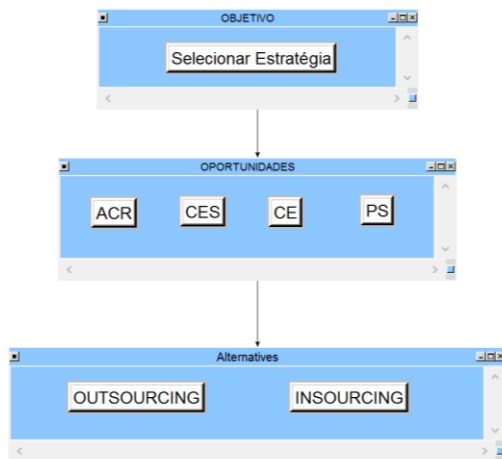


Figura 4.7 Hierarquia oportunidades do Modelo 1

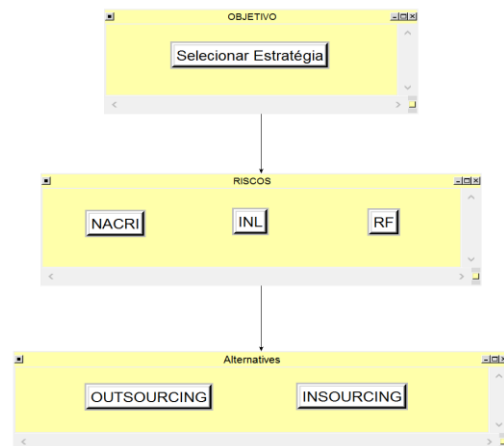


Figura 4.6 Hierarquia riscos do Modelo 1

Foram também estruturadas as hierarquias benefícios, oportunidades e riscos do Modelo 2, apresentadas no ANEXO II.

#### 4.4 APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

Em primeiro lugar são apresentados os resultados obtidos da comparação dos critérios e alternativas, considerando a atividade de manutenção inspeções a equipamento principal. Esta atividade, como já indicado anteriormente, foi avaliada segundo o Modelo 1. Tendo por base um modelo AHP com uma análise de benefícios, oportunidades e riscos, o *Super Decisions* gera, para cada uma das hierarquias do problema, três matrizes de dados: a Matriz Não Ponderada, a Matriz Ponderada e a Matriz Limite.

Tabela 4.9 Matriz Não Ponderada da hierarquia benefícios na atividade de manutenção Inspeções a Equipamento Principal

CLUSTER NODE LABELS		ALTERNATIVES			BENEFÍCIOS			OBJETIVO
		INSOURCING	OUTSOURCING	AM	AQ	DC	ST	SELECIONAR ESTRATÉGIA
ALTERNATIVES	INSOURCING	0	0	0.5	0.667	0.857	0.167	0
	OUTSOURCING	0	0	0.5	0.333	0.143	0.833	0
BENEFÍCIOS	AM	0	0	0	0	0	0	0.106
	AQ	0	0	0	0	0	0	0.389
	DC	0	0	0	0	0	0	0.088
	ST	0	0	0	0	0	0	0.415
OBJETIVO	SELECIONAR ESTRATÉGIA	0	0	0	0	0	0	0

A Matriz Não Ponderada contém as prioridades locais obtidas pelas comparações efetuadas na hierarquia benefícios, como apresentado na Tabela 4.9. Nesta matriz são apresentadas as prioridades locais de cada um dos critérios face ao objetivo e às alternativas.

Tabela 4.10 Matriz Ponderada da hierarquia benefícios na atividade de manutenção Inspeções a Equipamento Principal

CLUSTER NODE LABELS		ALTERNATIVES			BENEFÍCIOS			OBJETIVO
		INSOURCING	OUTSOURCING	AM	AQ	DC	ST	SELECIONAR ESTRATÉGIA
ALTERNATIVES	INSOURCING	0	0	0.5	0.667	0.857	0.167	0
	OUTSOURCING	0	0	0.5	0.333	0.143	0.833	0
BENEFÍCIOS	AM	0	0	0	0	0	0	0.106
	AQ	0	0	0	0	0	0	0.389
	DC	0	0	0	0	0	0	0.088
	ST	0	0	0	0	0	0	0.415
OBJETIVO	SELECIONAR ESTRATÉGIA	0	0	0	0	0	0	0

A Matriz Ponderada é obtida através da multiplicação da Matriz Não Ponderada pelo peso dos critérios. Como neste caso estamos perante uma hierarquia e não uma rede, onde os vários *clusters* não são ponderados, as duas matrizes são iguais. Esta matriz está representada na Tabela 4.10.

A Matriz Limite é obtida multiplicando a Matriz Ponderada por ela própria, um número de vezes suficiente até esta estabilizar, ou seja, até todas as colunas terem os mesmos valores. Estes

valores representam as prioridades locais dos vários elementos (no *Super Decisions* são designados nós) nas linhas à esquerda da Tabela 4.11. No entanto, existem casos em que tal não ocorre, sendo um dos exemplos uma hierarquia. Uma hierarquia pode ser considerada uma rede com conexões insuficientes, significando isto que existem nós que não são comparados com outros nós. Assim, as prioridades finais para as alternativas estão respetivamente na coluna do objetivo.

Tabela 4.11 Matriz Limite da hierarquia benefícios na atividade de manutenção Inspeções a Equipamento Principal

CLUSTER NODE LABELS		ALTERNATIVES		BENEFÍCIOS				OBJETIVO
		INSOURCING	OUTSOURCING	AM	AQ	DC	ST	SELECIONAR ESTRATÉGIA
ALTERNATIVES	INSOURCING	1	0	0.5	0.667	0.857	0.167	0.458
	OUTSOURCING	0	1	0.5	0.333	0.143	0.833	0.542
BENEFÍCIOS	AM	0	0	0	0	0	0	0
	AQ	0	0	0	0	0	0	0
	DC	0	0	0	0	0	0	0
	ST	0	0	0	0	0	0	0
OBJETIVO	SELECIONAR ESTRATÉGIA	0	0	0	0	0	0	0

Selecionando o comando *Computations/Synthesize* é possível obter as prioridades para as alternativas na hierarquia, como se pode observar na Figura 4.8.

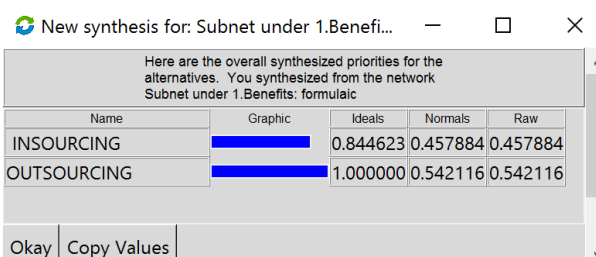


Figura 4.8 Prioridade das alternativas segundo os benefícios da atividade inspeções a equipamento principal

A coluna *Normals* apresenta os resultados das prioridades finais. A coluna *Ideals* é obtida através da divisão de cada um dos valores da coluna *Normals*, pelo maior valor da coluna. Na coluna *Raw* podemos observar os valores que são apresentados na matriz Limite. Num problema hierárquico, como o aqui apresentado, os valores das colunas *Raw* e *Normals* são iguais. Segundo Saaty (1996, 1999), na maioria das vezes, expressa-se os resultados finais em termos dos seus valores *Normals*.

Assim, os resultados indicam que a alternativa que se traduz em maiores benefícios é o *outsourcing* transversal. De forma análoga foram realizados todos cálculos para as perspetivas restantes: as oportunidades e os riscos. Nas Figura 4.9 e Figura 4.10 estão apresentadas as prioridades para as alternativas na hierarquia das Oportunidades e dos Riscos, respetivamente.

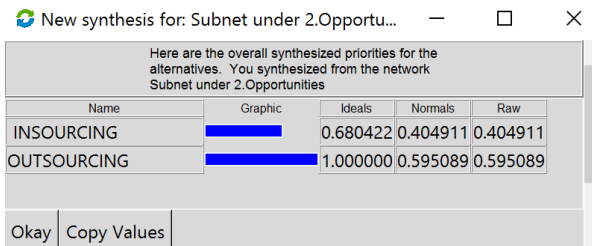


Figura 4.9 Prioridade das alternativas segundo as oportunidades da atividade inspeções a equipamento principal

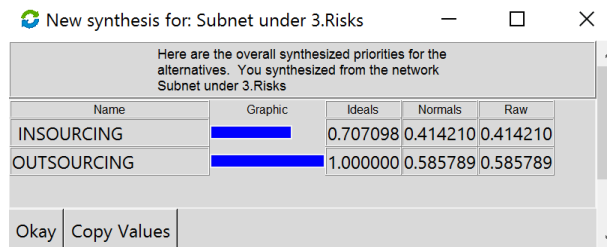


Figura 4.10 Prioridade das alternativas segundo os riscos da atividade inspeções a equipamento principal

Pela observação dos valores obtidos, a estratégia que potencia mais as oportunidades em análise, bem como a que se traduz num maior risco é o *Outsourcing* Transversal.

Depois de calculadas as prioridades locais para as alternativas, como sugerido por Saaty (2005), será utilizada a fórmula subtrativa para o cálculo das prioridades finais. Esta fórmula será aplicada com uma ponderação igual para qualquer uma das perspetivas BOR e permitirá, mais à frente neste estudo, realizar uma análise de sensibilidade ao problema em questão.

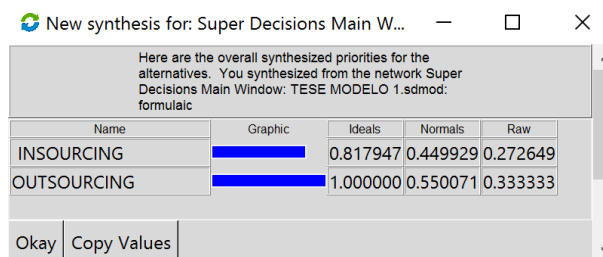


Figura 4.11 Prioridade final das alternativas da atividade de manutenção inspeções a equipamento principal

A estratégia que, considerando os seus benefícios, oportunidades e riscos, deve ser escolhida para realizar as inspeções em equipamento principal é o *outsourcing* transversal.

O mesmo procedimento foi realizado para as restantes atividades de manutenção. Para evitar a sobrecarga deste capítulo com imagens e tabelas semelhantes, que podem tornar confusa a

interpretação dos dados, foram colocadas no ANEXO III todas as matrizes referentes a cada uma das avaliações restantes: transformadores principais, reabilitação de acessos e drenagens, limpeza de faixa de prevenção de incêndios e manutenção de ar condicionado.

Na manutenção dos transformadores principais, a alternativa *insourcing* é a alternativa que apresenta mais benefícios e onde podem ser melhor aproveitadas as oportunidades apresentadas. O *insourcing* apresenta também menos riscos na resolução do problema. Analogamente, a alternativa que ficou em segundo lugar no ranking, apresenta menos benefícios e oportunidades e, maiores riscos se for escolhida.

No caso das três atividades avaliadas simultaneamente pelo modelo 2, a alternativa *outsourcing* local é a que apresenta maiores riscos, enquanto o *outsourcing* transversal tem um melhor aproveitamento das oportunidades e maiores benefícios, tornando-se esta última a alternativa que deve ser escolhida.

Em síntese, na Tabela 4.12 estão indicadas as prioridades finais para cada uma das alternativas, relativamente a cada um dos modelos e atividade de manutenção. A última coluna tem também a indicação de qual a melhor alternativa, ou seja, a alternativa que ocupa o primeiro lugar do *ranking*.

Tabela 4.12 Síntese dos resultados obtidos

MODELO	ATIVIDADE DE MANUTENÇÃO	PRIORIDADES			MELHOR ALTERNATIVA
		INSOURCING	OUTSOURCING TRANSVERSAL	OUTSOURCING LOCAL	
1	Inspeções a equipamento principal	0,4499	<u>0,5501</u>	-	OUTSOURCING TRANSVERSAL
	Transformadores principais	<u>0,7675</u>	0,2325	-	INSOURCING
2	Reabilitação de acessos e drenagens / Limpeza de faixa de prevenção de incêndios / Manutenção de ar condicionado	-	<u>0,8363</u>	0,1636	OUTSOURCING TRANSVERSAL

Assim, e sintetizando os resultados obtidos é possível afirmar que o *outsourcing* transversal é a melhor alternativa para a realização das atividades inspeções a equipamento principal, reabilitação de acessos e drenagens, limpeza de faixa de prevenção de incêndios e manutenção de ar condicionado. Na manutenção de transformadores principais, a estratégia de *insourcing* assume o primeiro lugar do *ranking*.

## 4.5 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

O *Super Decisions* permite aos seus utilizadores realizarem uma análise de sensibilidade aos seus problemas através do comando *Computations Sensitivity*, percebendo assim quais as alterações verificadas no ranking final, caso sejam alteradas as prioridades dos benefícios, oportunidades e riscos. Neste subcapítulo serão analisadas as variações no *ranking* final das alternativas, se a ponderação atribuída a cada uma das perspetivas do BOR fosse diferente do originalmente considerado: uma importância igual entre si, ou seja, 0,333. Nos gráficos apresentados nos subcapítulos seguintes, os benefícios, oportunidades e riscos serão considerados a variável independente e as prioridades das alternativas, serão as variáveis dependentes.

### 4.5.1 INSPEÇÕES A EQUIPAMENTO PRINCIPAL

Pelo gráfico da Figura 4.12 é possível observar que a alternativa *outsourcing* transversal representa sempre maiores benefícios face à alternativa *insourcing*, seja qual for a importância atribuída a esta perspetiva. No entanto os valores das ponderações das alternativas aproximam-se para valores superiores a aproximadamente 0,16. No caso das oportunidades, representado na Figura 4.13, é possível observar que próximo do valor 0,18, as alternativas trocam de lugar no *ranking*. Para valores inferiores, o *insourcing* detém o primeiro lugar do *ranking* e para valores superiores o *outsourcing* transversal toma o seu lugar.

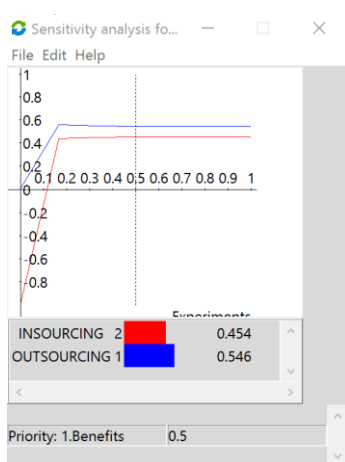


Figura 4.12 Gráfico de sensibilidade para a variável independente benefícios, na atividade inspeções a equipamento principal

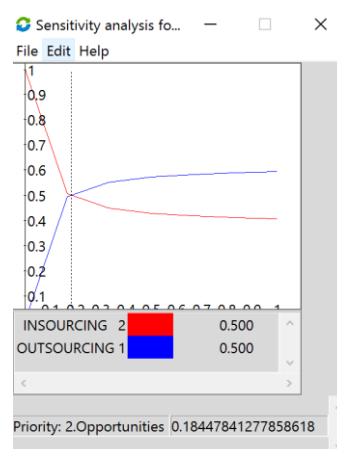


Figura 4.13 Gráfico de sensibilidade para a variável independente oportunidades, na atividade inspeções a equipamento principal

Para a variável riscos, representada na Figura 4.14, escolher a melhor alternativa implica escolher a que representa menores riscos. Desde que a prioridade atribuída a esta variável se mantenha abaixo de aproximadamente 0,35, o *outsourcing* transversal é a estratégia que deve ser escolhida. As duas alternativas invertem a sua posição no *ranking* para valores superiores a aproximadamente 0,35, passando o *Insourcing* a ser a melhor alternativa.

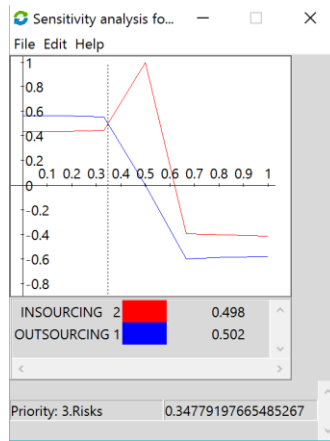


Figura 4.14 Gráfico de sensibilidade para a variável independente riscos, na atividade inspeções a equipamento principal

#### 4.5.2 MANUTENÇÃO DE TRANSFORMADORES PRINCIPAIS

Para esta atividade de manutenção, o *ranking* de alternativas obtido indicou que a estratégia de *insourcing* é a melhor alternativa para realizar a manutenção dos transformadores principais. Pelas figuras seguintes, é possível verificar que, qualquer que seja a ponderação atribuída a cada uma das variáveis independentes, a melhor alternativa manter-se-á o *insourcing*.

No caso das oportunidades, Figura 4.16, os valores das prioridades das alternativas aproximam-se caso seja atribuído a esta variável independente um valor próximo de 1.

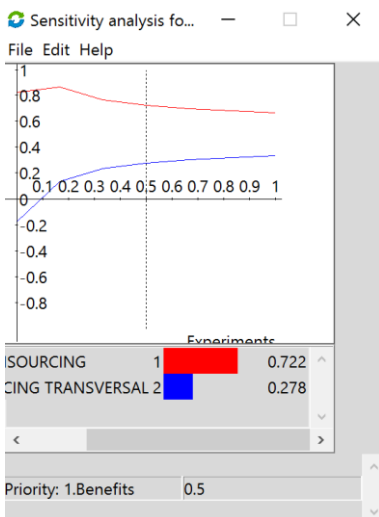


Figura 4.17 Gráfico de sensibilidade para a variável independente benefícios, na atividade manutenção de transformadores principais

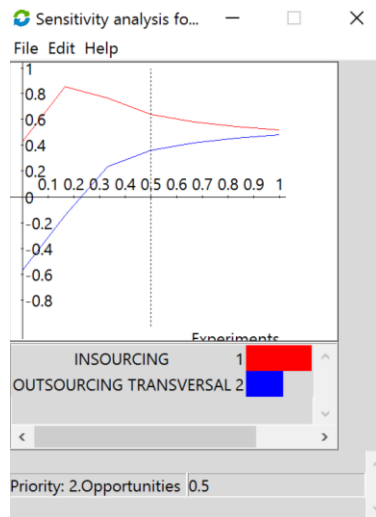


Figura 4.16 Gráfico de sensibilidade para a variável independente oportunidades, na atividade manutenção de transformadores principais

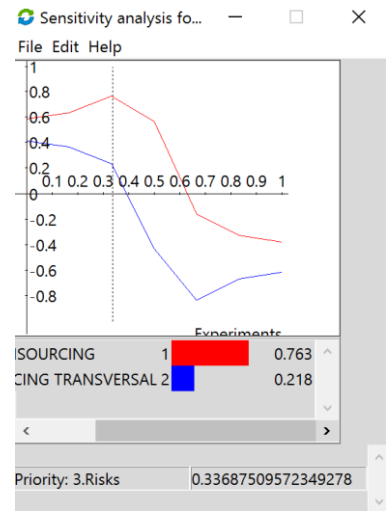


Figura 4.15 Gráfico de sensibilidade para a variável independente riscos, na atividade manutenção de transformadores principais

### 4.5.3 REABILITAÇÃO DE ACESSOS E DRENAGENS, LIMPEZA DE FAIXA DE PREVENÇÃO DE INCÊNDIOS E MANUTENÇÃO DE AR CONDICIONADO

No caso das atividades avaliadas pelo modelo 2, as variáveis benefícios, oportunidades e riscos têm comportamentos semelhantes. Qualquer que seja a prioridade atribuída a cada uma destas perspetivas, o *outsourcing* transversal será sempre a melhor alternativa a escolher em relação ao *outsourcing* local. A Figura 4.18, Figura 4.19 e Figura 4.20 representam a variação das prioridades finais das alternativas, com a variação da prioridade atribuída aos benefícios, oportunidades e riscos, respetivamente.

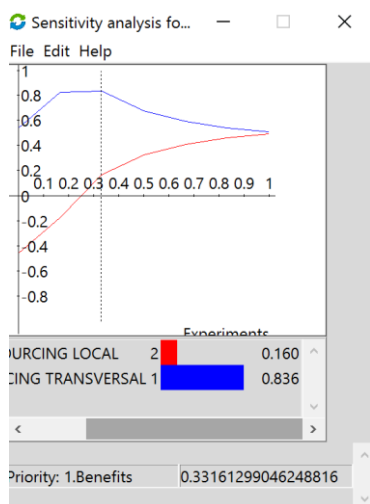


Figura 4.20 Gráfico de sensibilidade para a variável independente benefícios no modelo 2

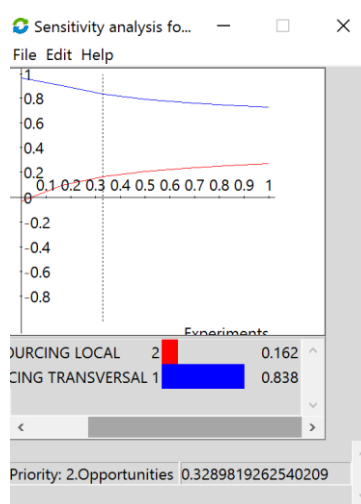


Figura 4.19 Gráfico de sensibilidade para a variável independente oportunidades no modelo 2

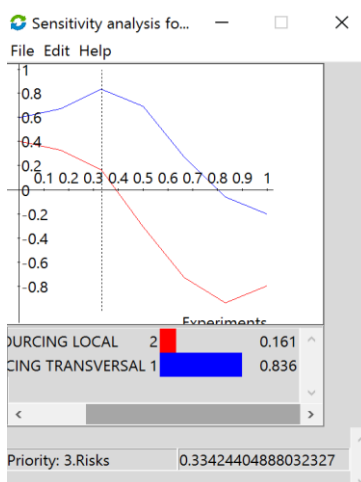


Figura 4.18 Gráfico de sensibilidade para a variável independente riscos no modelo 2

## 5 Conclusões

---

Vivemos numa sociedade cada vez mais mecanizada, onde a tecnologia se desenvolve rapidamente e toma conta dos mais pequenos processos do dia-a-dia. As empresas sentem necessidade de acompanhar estes avanços para se manterem competitivas no mercado em que atuam. A procura da otimização de custos e do aumento da rentabilidade dos negócios levou as empresas a focarem-se no que melhor sabem fazer, deixando de lado as atividades que não fazem parte do seu *core business*. Assim, o *outsourcing* ganha cada vez mais importância enquanto estratégia de negócio nos vários setores de atividade empresarial. No entanto, a correta seleção de uma estratégia de *sourcing* tornou-se um fator decisivo no sucesso das empresas. Avançar para uma estratégia de *sourcing* sem pesar os seus aspetos positivos e negativos pode pôr em causa a sustentabilidade do negócio. O ponto de partida para a realização deste estudo foi a publicação do decreto-lei que legisla o fim da remuneração garantida no setor das energias renováveis, e que veio impor mudanças na forma como as empresas deste setor gerem as suas atividades. A incerteza associada ao preço da energia num futuro próximo implica uma ação sobre a racionalização de custos, onde as atividades de Operação & Manutenção (O&M) representam não só uma grande percentagem, como estão diretamente ligadas à fiabilidade dos equipamentos e conseqüentemente à receita obtida por produção de energia.

Surgiu assim a necessidade de criar um modelo multicritério de apoio à tomada de decisão que auxilie na determinação de qual a melhor estratégia de *sourcing* a adotar em determinadas situações, sendo este o objetivo principal desta dissertação. Dos vários métodos de apoio à decisão apresentados na literatura foi selecionado o AHP pois, através da sua aplicação, é possível ter em consideração fatores quantitativos e qualitativos e expressar claramente a importância relativa entre os vários fatores de decisão. A aplicação do ANP foi desconsiderada, pela sua dificuldade em criar um questionário simples e que fomente a fiabilidade das respostas por parte dos decisores.

Depois de uma análise à literatura existente e tendo por base reuniões de *brainstorming*, foram definidas as alternativas e os critérios a avaliar. Com base nesta informação, foram construídos dois modelos multicritério de apoio à tomada de decisão, genéricos e que permitem a sua implementação em qualquer empresa deste setor. Para validação destes dois modelos, foi analisado o caso prático de uma empresa dedicada à construção e exploração de aproveitamentos de energia elétrica a partir de fontes renováveis. Analisando o orçamento de O&M foram selecionadas cinco das várias atividades de manutenção previstas. Depois de elaborado um questionário com as comparações necessárias para a obtenção de um *ranking* final das alternativas, as quatro opiniões dos decisores foram recolhidas e agregadas dando origem aos *rankings* das alternativas para cada uma das atividades de manutenção em estudo.

No caso da atividade inspeções a equipamento principal, a estratégia de *sourcing* a escolher deve ser o *outsourcing* transversal. Na análise desta atividade é possível perceber que os valores das prioridades finais das alternativas estão muito próximos: 0,4499 para o *insourcing* e 0,5501 para o *outsourcing* transversal. Neste caso, uma ligeira alteração na importância atribuída aos critérios pode alterar o *ranking* obtido. A análise de sensibilidade veio comprovar a instabilidade deste *ranking*. Caso seja atribuída uma prioridade superior a aproximadamente 0,34 à perspectiva dos riscos, o *insourcing* passa a ser a opção a ocupar o primeiro lugar, com o maior valor de prioridade. Esta instabilidade denota que a linha ténue que separa as duas alternativas é facilmente ultrapassada e que esta não deve ser a única análise a ser realizada nesta situação em específico. Uma análise completa e rigorosa a propostas de fornecimento concretas permitirá uma decisão mais sustentada. No caso da empresa em estudo, a estratégia utilizada atualmente passa pela utilização de recursos internos. Assim, a empresa deve avaliar a possível alocação do recurso interno a outras atividades e delegar a realização das inspeções a recursos externos.

No caso da manutenção dos transformadores principais é predominante a escolha da estratégia de *insourcing*. Com uma prioridade de 0,7675 a estratégia de *insourcing* ocupa o primeiro lugar no *ranking*. Pela análise de sensibilidade é possível perceber que, para as ponderações dos critérios atribuídas, qualquer que seja a ponderação dos benefícios, oportunidades e riscos, o *insourcing* apresenta-se sempre como a melhor opção. Neste caso, a empresa em estudo realiza esta atividade com recurso à subcontratação de recursos externos que realizam a manutenção dos transformadores principais. Assim, a empresa deve avaliar a possibilidade de formar as suas equipas para a realização destas manutenções preventivas.

No caso das três últimas atividades, avaliadas conjuntamente pelo modelo 2, foi colocada a hipótese de estas serem realizadas segundo uma estratégia mais global, em que uma só empresa ficaria encarregue de realizar estas intervenções em todos os parques da empresa, ou de uma forma mais local, em que várias empresas localizadas nas proximidades dos parques ficariam encarregues dessas atividades. Neste caso, o *outsourcing* local foi a alternativa que apresentou menos benefícios e aproveitamento das oportunidades e também a que poderia incorrer em maiores riscos. Assim, fica justificada a prioridade de 0,8363 obtida para a estratégia *outsourcing* transversal que ocupa o primeiro lugar no *ranking*, em oposição do valor de 0,1636 atribuído ao *outsourcing* local. No caso real da empresa em estudo, estas atividades são realizadas a nível de *outsourcing* local estando, mais uma vez, a estratégia desalinhada com os resultados obtidos pela opinião dos decisores. Será importante avaliar a possibilidade da realização destas atividades com recurso a uma só empresa que permita a centralização da informação dos vários parques.

Conclui-se assim que cada atividade de manutenção tem um impacto diferente na estratégia a adotar pela empresa, sendo essencial que este tipo de atividades sejam avaliados individualmente e para cada situação específica.

A utilização do *software Super Decisions* com a metodologia AHP, possibilitou uma análise de dados rápida e sólida, com toda a informação necessária para a obtenção de respostas às questões deste trabalho. No entanto, este *software* possui ainda algumas limitações como a não agregação de várias respostas à mesma comparação, como foi o caso deste trabalho. É permitida a introdução de apenas uma resposta às comparações do modelo, não estando contemplada a possibilidade de existir mais do que um decisor. Assim, neste trabalho foi necessário o auxílio de outra aplicação, o *Microsoft Office Excel* que permitiu a agregação e arredondamento dos valores. No entanto, o aumento do número de interfaces a utilizar pode incrementar a probabilidade de erro humano e influenciar os resultados finais do estudo.

Num futuro próximo, este setor poderá estar muito diferente daquilo que é hoje, em termos de número de atividades de manutenção a realizar. Assim, considera-se que este é apenas o início de uma análise que se provará necessária no fim da validade das garantias contratuais que abrangem grande parte dos equipamentos destes parques, em que todas as restantes atividades de manutenção poderão ser analisadas de forma semelhante.

Relativamente a propostas de trabalho futuro, existem alguns caminhos que podem ainda ser explorados.

Em primeiro lugar, e como forma de complementar e sustentar o trabalho desenvolvido, seria importante obter propostas reais e concretas para a realização das atividades aqui avaliadas. Propostas concretas de fornecedores permitem obter custos e condições de execução de trabalho que, principalmente no caso das inspeções a equipamento principal, podem ser determinantes na escolha da estratégia a adotar.

A utilização do *Super Decisions* facilita a análise dos dados obtidos com rápido acesso a matrizes, prioridades e valores de consistência de opiniões. No entanto, apesar de ser um *software* de livre acesso, este possui um tempo limitado para a licença de utilização. Assim, a construção de uma ferramenta prática através de um *software* como o *Microsoft Office Excel*, acessível à grande maioria das pessoas, permitirá uma utilização mais fácil, apelativa e adotável a cada situação específica.



## 6 BIBLIOGRAFIA

---

- Akdere, M. (2011). An analysis of decision-making process in organizations: Implications for quality management and systematic practice. *Total Quality Management & Business Excellence*, 22(12), 1317-1330.
- Alsyouf, I. (2007). The role of maintenance in improving companies' productivity and profitability. *International Journal of Production Economics*, 105(1), 70-78.
- Al-Tarawneh, H. A. (2012). The main factors beyond decision making. *Journal of Management Research*, 4(1).
- Associação Portuguesa de Energias Renováveis (2014). Impacto macroeconómico do setor da eletricidade de origem renovável em Portugal. APREN.
- Associação Portuguesa de Energias Renováveis (não disponível). Energias Renováveis – O que são?. Associação Portuguesa de Energias Renováveis *Web site*. Acedido Junho 20, 2016, em <http://www.apren.pt/pt/energias-renovaveis/o-que-sao/>.
- Baker, D., Bridges, D., Hunter, R., Johnson, G., Krupa, J., Murphy, J., & Sorenson, K. (2002). Guidebook to decision-making methods. *Department of Energy, USA*.
- Bedey, L., Eklund, S., Najafi, N., Wahrén, W., & Westerlund, K. (2009). Purchasing management. Chalmers, Department of Technology Management and Economics.
- Belcourt, M. (2006). Outsourcing—The benefits and the risks. *Human resource management review*, 16(2), 269-279.
- Bhushan, N., & Rai, K. (2007). *Strategic decision making: applying the analytic hierarchy process*. Springer Science & Business Media.
- Blanco, M. I. (2009). The economics of wind energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13(6), 1372-1382.
- Cabral, J.S. (1998). *Organização e Gestão da Manutenção: dos conceitos à prática*. LIDEL
- Carlos, S., Sánchez, A., Martorell, S., & Marton, I. (2013). Onshore wind farms maintenance optimization using a stochastic model. *Mathematical and Computer Modelling*, 57(7), 1884-1890.
- Carvalho, J.C., (2012). *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento*. Edições Silabo
- Cavinato, J. L., & Kauffman, R. G. (1999). *The purchasing handbook*. McGraw-Hill.
- Christopher, M. (1999). *Logistics and Supply Chain Management: Strategies for Reducing Cost and Improving Service*. Financial Times/Pitman
- Chung, S. H., Lee, A. H., & Pearn, W. L. (2005). Analytic network process (ANP) approach for product mix planning in semiconductor fabricator. *International journal of production economics*, 96(1), 15-36.
- Costa, T. C., & Belderrain, M. C. N. (2009). Decisão em Grupo em Métodos Multicritério de Apoio à Decisão.

- Costa, T. C., & Belderrain, M. C. N. (2009). Decisão em Grupo em Métodos Multicritério de Apoio à Decisão. Anais do 15º Encontro de Iniciação Científica e Pós-Graduação do ITA – XV ENCITA.
- Decreto-Lei n.º 215-A/2012 de 8 de outubro. Diário da República N.º 194 – I Série. Ministério da Economia e do Emprego.
- Decreto-Lei n.º 33-A/2005 de 16 de fevereiro. Diário da República N.º 33 – I Série. Ministério das Atividades Económicas e do Trabalho.~
- Decreto-Lei n.º 35/2013 de 28 fevereiro. Diário da República N.º42 – I Série. Ministério da Economia e do Emprego
- Direção Geral de Energia e Geologia (2016). Renováveis – Estatísticas Rápidas, nº 137. DGEG.
- Dolgui, A., & Proth, J. M. (2010). *Supply chain engineering: useful methods and techniques*. Springer Science & Business Media.
- Dolgui, A., & Proth, J. M. (2013). Outsourcing: definitions and analysis. *International Journal of Production Research*, 51(23-24), 6769-6777.
- EN 13306:2001. (2001). Maintenance Terminology. European Standard. CEN (European Committee for Standardization), Brussels.
- Fill, C., & Visser, E. (2000). The outsourcing dilemma: a composite approach to the make or buy decision. *Management decision*, 38(1), 43-50.
- Gomes, C. A., Franco, R., & Calado, D. (2014). Energias renováveis em Portugal: evolução e perspectivas. *e-Pública: Revista Eletrónica de Direito Público*, 1(1), 365-398.
- Gomes, C. A., Franco, R., & Calado, D. (2014). Energias renováveis em Portugal: evolução e perspectivas. *e-Pública: Revista Eletrónica de Direito Público*, 1(1), 365-398.
- Görener, A. (2012). Comparing AHP and ANP: an application of strategic decisions making in a manufacturing company. *International Journal of Business and Social Science*, 3(11).
- Harland, C., Knight, L., Lamming, R., & Walker, H. (2005). Outsourcing: assessing the risks and benefits for organisations, sectors and nations. *International Journal of Operations & Production Management*, 25(9), 831-850.
- Ho, L., Atkins, A., & Eardley, A. (2004). The growth of outsourcing and application of strategic framework techniques. In *Tunis, Tunisia: European and Mediterranean Conference on Information Systems*.
- International Renewable Energy Agency (2012). Renewable energy technologies: Cost analysis series – Wind Power. Volume 1: Power Sector. IRENA
- Johnson, P. F., Leenders, M. R., & Fearon, H. E. (1998). The influence of organizational factors on purchasing activities. *International Journal of Purchasing and Materials Management*, 34(2), 10-19.
- Kang, M., Wu, X., Hong, P., & Park, Y. (2012). Aligning organizational control practices with competitive outsourcing performance. *Journal of Business Research*, 65(8), 1195-1201.

- Lee, A. H. (2009b). A fuzzy AHP evaluation model for buyer–supplier relationships with the consideration of benefits, opportunities, costs and risks. *International Journal of Production Research*, 47(15), 4255-4280.
- Lee, A. H., Chen, H. H., & Kang, H. Y. (2009a). Multi-criteria decision making on strategic selection of wind farms. *Renewable Energy*, 34(1), 120-126.
- Lee, A. H., Hung, M. C., Kang, H. Y., & Pearn, W. L. (2012). A wind turbine evaluation model under a multi-criteria decision making environment. *Energy Conversion and Management*, 64, 289-300.
- Løken, E. (2007). Use of multicriteria decision analysis methods for energy planning problems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 11(7), 1584-1595.
- McCarthy, I., & Anagnostou, A. (2004). The impact of outsourcing on the transaction costs and boundaries of manufacturing. *International journal of production economics*, 88(1), 61-71.
- Meade, L. M., & Sarkis, J. (1999). Analyzing organizational project alternatives for agile manufacturing processes: an analytical network approach. *International Journal of Production Research*, 37(2), 241-261.
- Murthy, D. N. P., & Asgharizadeh, E. (1999). Optimal decision making in a maintenance service operation. *European Journal of Operational Research*, 116(2), 259-273.
- Murthy, D. N. P., Karim, M. R., & Ahmadi, A. (2015). Data management in maintenance outsourcing. *Reliability Engineering & System Safety*, 142, 100-110.
- Paz, N. M., & Leigh, W. (1994). Maintenance scheduling: issues, results and research needs. *International Journal of Operations & Production Management*, 14(8), 47-69.
- Pintelon, L. M., & Gelders, L. F. (1992). Maintenance management decision making. *European journal of operational research*, 58(3), 301-317.
- Pohekar, S. D., & Ramachandran, M. (2004). Application of multi-criteria decision making to sustainable energy planning—a review. *Renewable and sustainable energy reviews*, 8(4), 365-381.
- Promsaka Na Sakolnakorn, T. (2011). Economic and social development by management using outsourcing and subcontracting strategy. *The International Journal of Environmental, Cultural, Economic & Social Sustainability*, 7(5), 273-286.
- Ramanathan, R., & Ganesh, L. S. (1994). Group preference aggregation methods employed in AHP: An evaluation and an intrinsic process for deriving members' weightages. *European Journal of Operational Research*, 79(2), 249-265.
- Rekik, M., Boukadi, K., & Abdallah, H. B. (2013). A decision method for business process outsourcing based on enterprise context. *Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises*, 324-329.
- Saaty, T. L. (1990). How to make a decision: the analytic hierarchy process. *European journal of operational research*, 48(1), 9-26.

- Saaty, T. L. (1996). *Decision making with dependence and feedback: The analytic network process* (Vol. 4922). Pittsburgh: RWS publications.
- Saaty, T. L. (1999). Fundamentals of the analytic network process. In *Proceedings of the 5th international symposium on the analytic hierarchy process*.
- Saaty, T. L. (2005). *Theory and applications of the analytic network process: decision making with benefits, opportunities, costs, and risks*. RWS publications.
- Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International journal of services sciences*, 1(1), 83-98.
- Saaty, T. L., & Vargas, L. G. (2006). *Decision making with the analytic network process. Economic, Political, Social and Technological Applications with Benefits, Opportunities, Costs and Risks*. Springer US.
- Şahin, A. D. (2004). Progress and recent trends in wind energy. *Progress in energy and combustion science*, 30(5), 501-543.
- Salomon, V. A., & Montevechi, J. A. B. (2001). A compilation of comparisons on the analytic hierarchy process and others multiple criteria decision making methods: some cases developed in Brazil. In *6th International Symposium on the Analytic Hierarchy Process*.
- Santos, A. (1998). Outsourcing e flexibilidade: Uma ferramenta de gestão para o Séc. XXI. *Texto Editora*.
- Schermerhorn, J. R., Hunt, J. G., Osborn, R., & Osborn, R. (2004). *Core concepts of organizational behavior*. Hoboken, NJ: Wiley.
- Sherwin, D. (2000). A review of overall models for maintenance management. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 6(3), 138-164.
- Shiue, Y. C., & Lin, C. Y. (2012). Applying analytic network process to evaluate the optimal recycling strategy in upstream of solar energy industry. *Energy and Buildings*, 54, 266-277.
- Strantzali, E., & Aravossis, K. (2016). Decision making in renewable energy investments: a review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 55, 885-898.
- Subramanian, N., & Ramanathan, R. (2012). A review of applications of Analytic Hierarchy Process in operations management. *International Journal of Production Economics*, 138(2), 215-241.
- Swanson, L. (2001). Linking maintenance strategies to performance. *International journal of production economics*, 70(3), 237-244.
- Tar, K., & Szegedi, S. (2011). A statistical model for estimating electricity produced by wind energy. *Renewable energy*, 36(2), 823-828.
- The European Wind Energy Association (2009). *The Economics of Wind Energy*. EWEA.
- The European Wind Energy Association (2016). Wind in power, 2015 European statistics. EWEA.
- Valentine, S. V. (2011). Understanding the variability of wind power costs. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(8), 3632-3639.

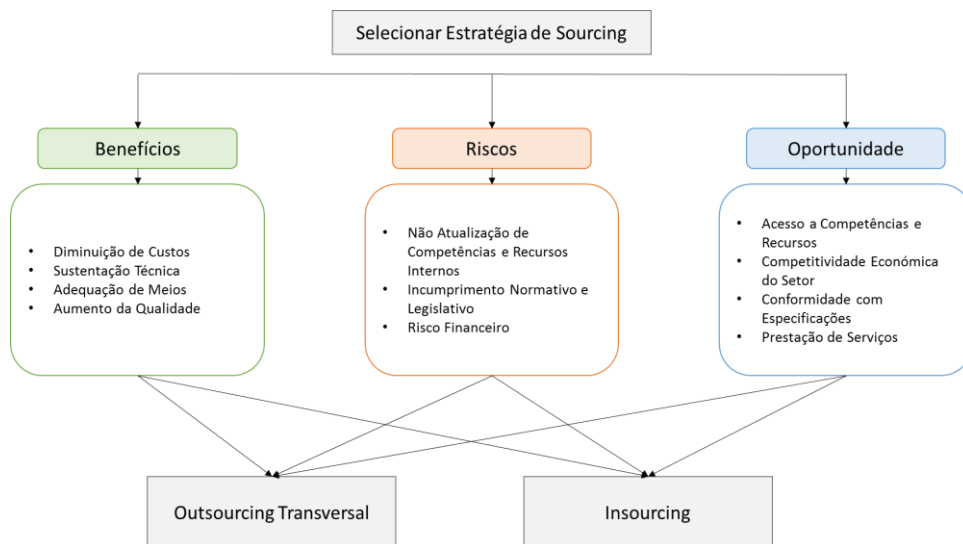
- Van Weele, A. J. (2009). *Purchasing & supply chain management: analysis, strategy, planning and practice*. Cengage Learning.
- Vanzile, D., & Otis, I. (1992). Measuring and controlling machine performance. *Handbook of Industrial Engineering*, John Wiley, New York, NY.
- Velasquez, M., & Hester, P. T. (2013). An analysis of multi-criteria decision making methods. *International Journal of Operations Research*, 10(2), 56-66.
- Walford, C. A. (2006). *Wind turbine reliability: understanding and minimizing wind turbine operation and maintenance costs*. United States. Department of Energy.
- Welch, J. A., & Nayak, P. R. (1992). Strategic sourcing: a progressive approach to the make-or-buy decision. *Academy of Management Perspectives*, 6(1), 23-31.
- Zammori, F. (2010). The analytic hierarchy and network processes: Applications to the US presidential election and to the market share of ski equipment in Italy. *Applied Soft Computing*, 10(4), 1001-1012.



## ANEXO I

Neste anexo será apresentado um dos formulários que foi entregue aos quatro decisores para a realização das comparações de critérios e critérios e alternativas. Este formulário apresenta o Modelo 1, utilizado para avaliar as atividade de manutenção Inspeções em Equipamento Principal e Manutenção de Transformadores Principais.

### Atividade de manutenção em estudo: Inspeções a Equipamento Principal



### Definição de Critérios:

- **Diminuição de Custos (DC):** Redução de custos operacionais e diminuição de investimento através da redução de custos com pessoal, equipamento, tecnologia ou formação.
- **Sustentação Técnica (ST):** Benefício obtido com a partilha de responsabilidade e pedido de opinião a entidades externas. Capacidade de argumentação técnica perante terceiros.
- **Adequação de Meios (AM):** Capacidade de alocar meios como resposta a necessidades urgentes e a sua adaptação a possíveis ajustes de calendarização.
- **Aumento de Qualidade (AQ):** Aumento do desempenho dos equipamentos com possível consequente aumento da eficiência na produção de energia.
- **Não Atualização de Competências e Recursos Internos (NACRI):** Dificuldade na atualização de competências e equipamentos internos pela externalização do serviço ou devido à falta de disponibilidade e capacidade para obter essa atualização.

- **Incumprimento Normativo e Legislativo (INL):** Não conformidade com leis, normas e certificações vigentes na empresa, em Portugal ou na Europa.
- **Risco Financeiro (RF):** Risco financeiro envolvido na implementação de uma estratégia de sourcing. No caso da subcontratação, existe o risco associado à estabilidade financeira da empresa e que pode não assegurar um fornecimento de serviço duradouro.
- **Acesso a Competências e Recursos (ACR):** Acesso ao conjunto de competências e recursos desenvolvidos no setor que permitirão aumentar a vantagem competitiva da empresa.
- **Competitividade Económica do Setor (CES):** Possibilidade de aproveitamento da competitividade económica existente no setor, permitindo melhores condições (económicas, qualidade) para realização de trabalhos.
- **Conformidade com Especificações (CE):** Possibilidade de manter as máquinas em conformidade com as especificações que determinam o bom funcionamento dos equipamentos.
- **Prestação de Serviços (PS):** Oportunidade de criação de uma nova área de negócio na empresa, para a prestação de serviços de manutenção.

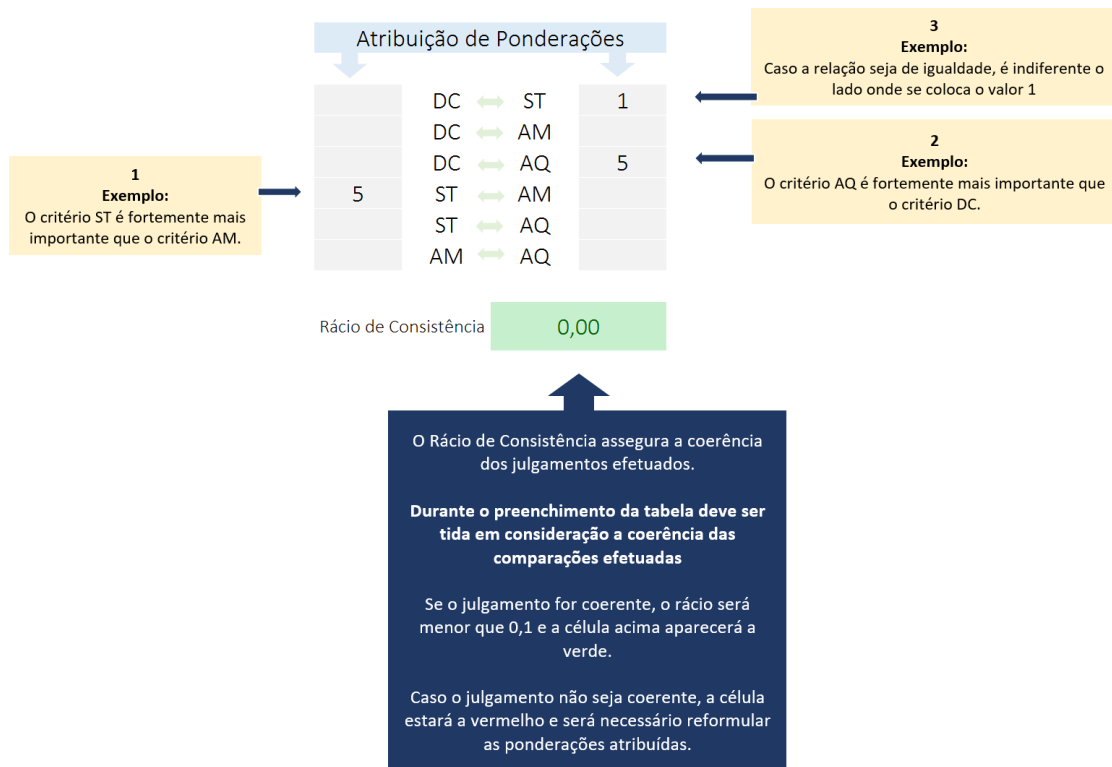
#### ESCALA FUNDAMENTAL DE SAATY

1	Importância Igual	Os dois fatores contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância Moderada	A experiência e o julgamento favorecem levemente um fator em relação ao outro
5	Importância Forte	A experiência e o julgamento favorecem fortemente um fator em relação ao outro
7	Importância Muito Forte ou Demonstrada	Um fator é muito fortemente favorecido em relação a outro; a sua importância é demonstrada na prática
9	Importância Extrema	A evidência favorece um fator em relação a outro com o mais alto grau de grandeza
2, 4, 6, 8		Valores Intermediários

A fim de avaliar a seleção de uma estratégia de sourcing, solicita-se a devolução das tabelas preenchidas de acordo com sua experiência e percepções, tendo em consideração a atividade de manutenção Inspeções a Equipamento Principal. Para indicar as relações existentes entre os vários critérios, a tabela apresentada deve ser preenchida da seguinte forma:

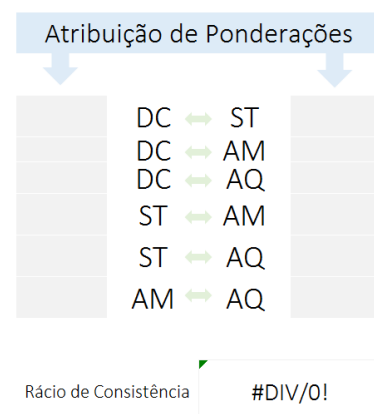
- Atribuir a ponderação segundo a Escala Fundamental de Saaty, relacionando sempre os critérios dois a dois;

- Caso o critério da esquerda seja o mais importante no par em estudo, atribuir a ponderação na célula cinzenta da esquerda. Caso contrário, preencher o lado direito;
- Deve ser tida em conta a consistência do julgamento.
- Caso o Rácio de Consistência seja superior a 0,1 as comparações devem ser revistas e alteradas.



## BENEFÍCIOS

Para selecionar uma das duas estratégias de *sourcing*, qual a importância relativa dos seguintes critérios na tomada de decisão, em termos de benefícios?

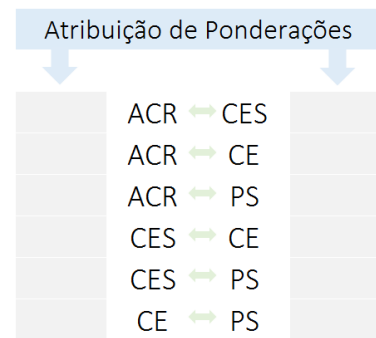


Em relação a cada um dos critérios apresentados, em qual das duas estratégias é obtido um maior benefício?



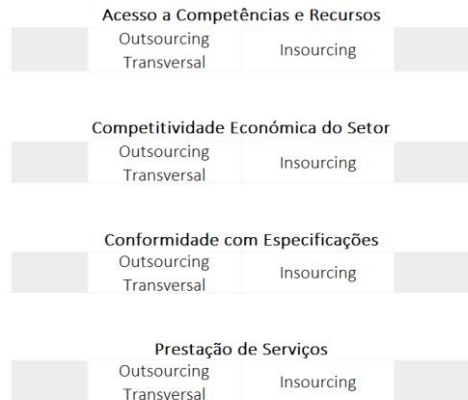
### OPORTUNIDADES

Para seleccionar uma das duas estratégias de sourcing, qual a importância relativa dos seguintes critérios na tomada de decisão, em termos de oportunidades?



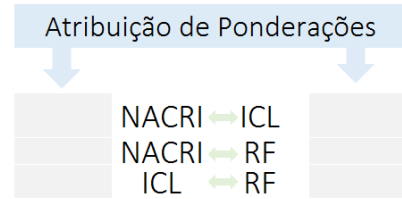
Rácio de Consistência #DIV/0!

Qual das duas estratégias potencia mais o aproveitamento das oportunidades a seguir apresentadas?



## RISCOS

Para selecionar uma das duas estratégias de sourcing, qual a importância relativa dos seguintes critérios na tomada de decisão, em termos de Riscos?



Rácio de Consistência

#DIV/0!

Em relação a cada um dos critérios apresentados, em qual das duas estratégias se incorre em maiores riscos?

Não Atualização de Competências e Recursos Internos

	Outsourcing Transversal	Insourcing	
--	----------------------------	------------	--

Incumprimento Normativo e Legislativo

	Outsourcing Transversal	Insourcing	
--	----------------------------	------------	--

Risco Financeiro

	Outsourcing Transversal	Insourcing	
--	----------------------------	------------	--



## ANEXO II

Neste anexo são apresentadas, à semelhança do Modelo 1, as hierarquias do Modelo 2 estruturadas no *Super Decisions*

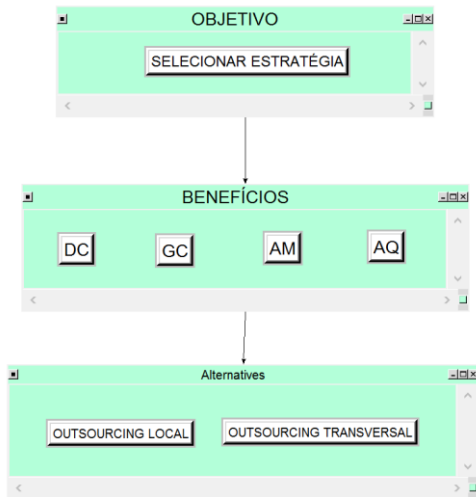


Figura 7.2 Hierarquia benefícios do modelo 2

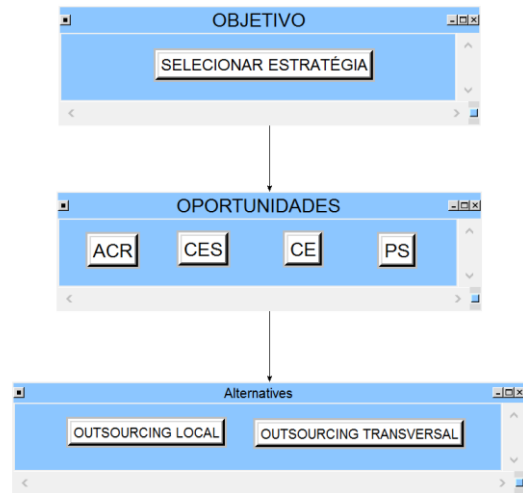


Figura 7.1 Hierarquia oportunidades do modelo 2

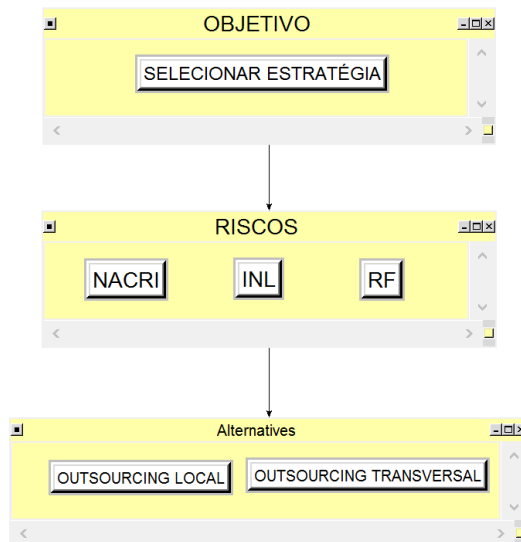


Figura 7.3 Hierarquia riscos do modelo 2



## ANEXO III

Neste anexo são apresentadas as matrizes e figuras referentes às prioridades das alternativas obtidas pela comparação dos vários critérios e alternativas, nas atividades de manutenção seguintes: transformadores principais, reabilitação de acessos e drenagens, limpeza de faixa de prevenção de incêndios e manutenção de ar condicionado.

O procedimento para a obtenção destas matrizes foi o mesmo que o descrito no capítulo 4.4, estando os valores finais sintetizados na Tabela 4.12.

### Manutenção de transformadores principais

Esta atividade foi avaliada segundo o modelo 1, ou seja, tendo como alternativas o *outsourcing* transversal e o *insourcing*. As figuras seguintes apresentam as prioridades obtidas nas hierarquias benefícios, oportunidades e riscos, pelo comando *Synthesize* do Super Decisions.

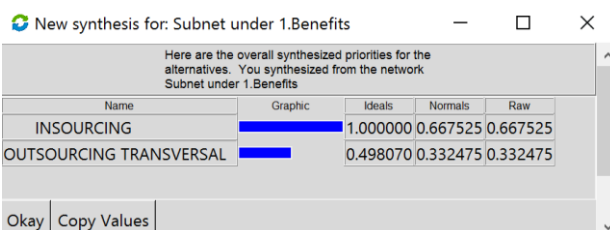


Figura 7.4 Prioridade das alternativas segundo os benefícios da atividade manutenção de transformadores principais

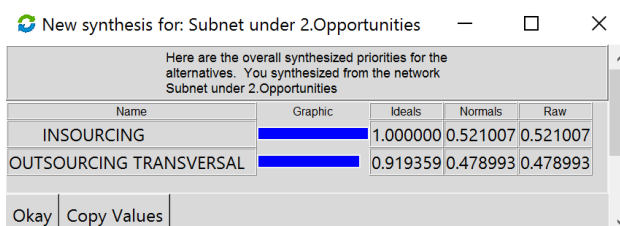


Figura 7.5 Prioridade das alternativas segundo as oportunidades da atividade manutenção de transformadores principais

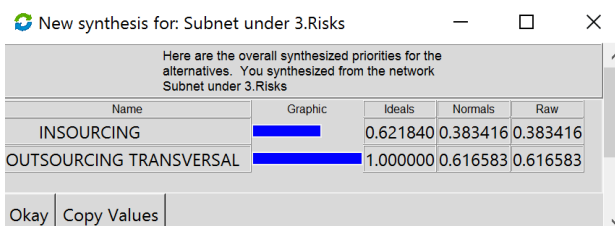


Figura 7.6 Prioridade das alternativas segundo os riscos na atividade manutenção de transformadores principais

O *insourcing* representa maiores benefícios, um melhor aproveitamento das oportunidades e menores riscos no caso de ser a estratégia escolhida para a realização da manutenção dos transformadores. Assim, e como se pode verificar pela Figura 7.7, o *insourcing* ocupa o primeiro lugar do ranking.

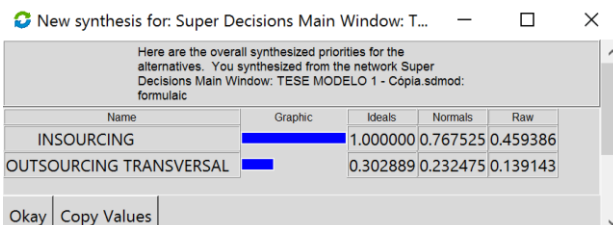


Figura 7.7 Prioridade final das alternativas da atividade manutenção de transformadores principais

### Reabilitação de Acessos e Drenagens, Limpeza de Faixa de Prevenção de Incêndios e Manutenção de Ar Condicionado

Estas atividades foram avaliadas conjuntamente pelo modelo 2, ou seja, tendo como alternativas o *outsourcing* transversal e o *outsourcing* local.

Mais uma vez, selecionando o comando *Computations Synthesize*, é possível obter as prioridades para as alternativas nas hierarquias benefícios, oportunidades e riscos, representadas respetivamente na Figura 7.8, Figura 7.9 e Figura 7.10.

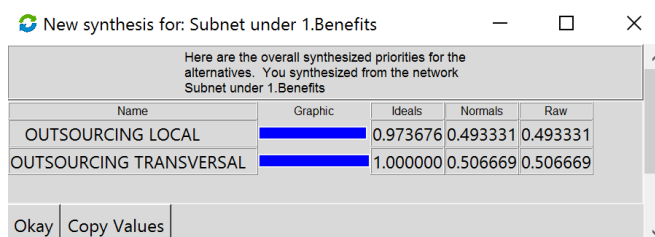


Figura 7.8 Prioridade das alternativas segundo os benefícios das atividades de manutenção avaliadas pelo modelo 2

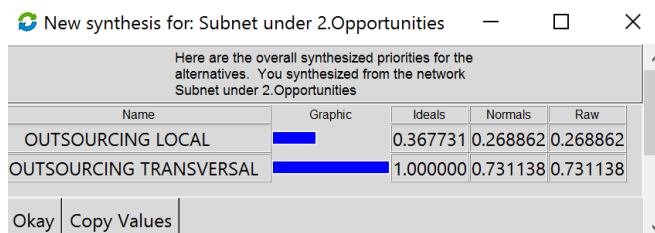


Figura 7.9 Prioridade das alternativas segundo as oportunidades das atividades de manutenção avaliadas pelo modelo 2

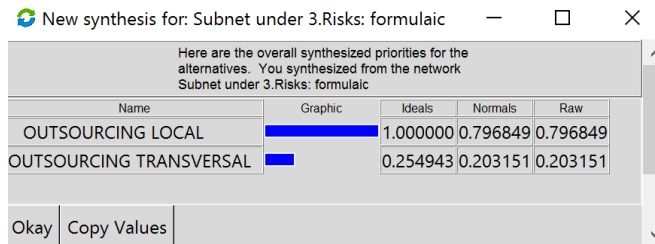


Figura 7.10 Prioridade das alternativas segundo os riscos das atividades de manutenção avaliadas pelo modelo 2

A estratégia *outsourcing* transversal representa mais benefícios e oportunidades para o problema, enquanto o *outsourcing* local incorre em maiores riscos. Utilizando novamente a fórmula subtrativa, os resultados finais para o modelo 2 são os apresentados na Figura 7.11.

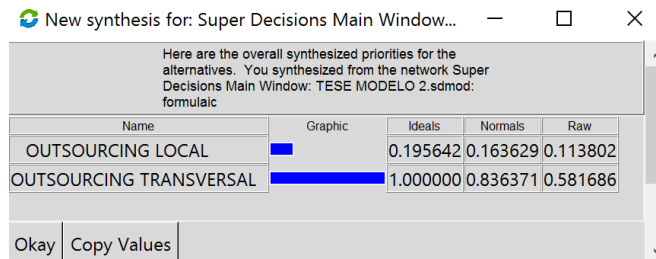


Figura 7.11 Prioridade final das alternativas das atividades de manutenção avaliadas pelo modelo 2

Com uma prioridade de aproximadamente 0,8363 o *outsourcing* transversal é classificado como a melhor alternativa a escolher para o problema em questão.