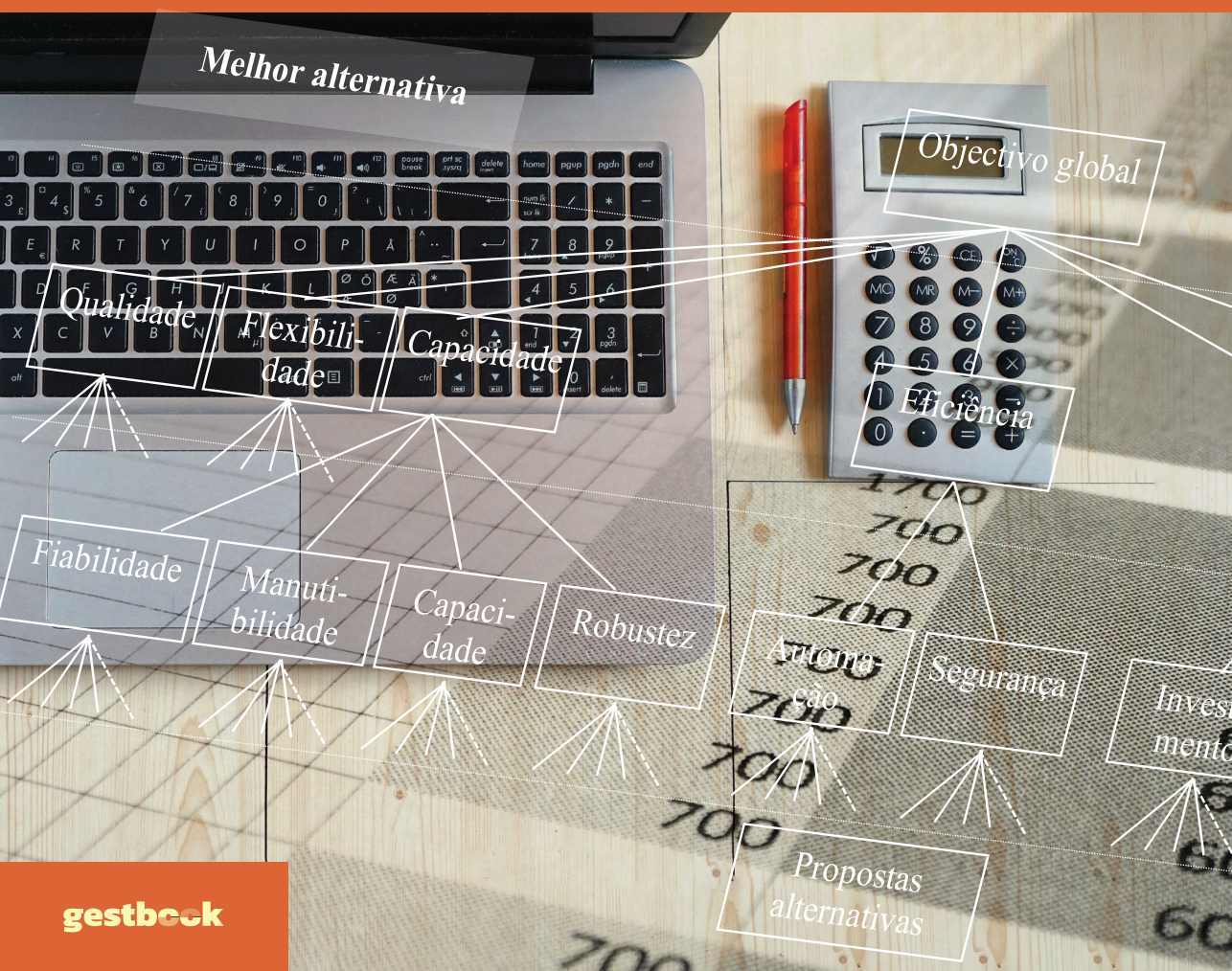


# AVALIAÇÃO MULTICRITÉRIO DE ALTERNATIVAS DE DECISÃO E DESEMPENHO DA GESTÃO

## 18 CASOS RESOLVIDOS COM O APOIO DO EXCEL®

Rui Assis

INCLUI FICHEIROS DE APOIO ONLINE\*  
SOFTWARE E EXEMPLOS PRÁTICOS



AUTOR  
**RUI ASSIS**

TÍTULO  
**AValiação MULTICRITÉRIO DE ALTERNATIVAS DE DECISÃO E DESEMPENHO DA GESTÃO  
– 18 CASOS RESOLVIDOS COM O APOIO DO EXCEL®**

EDIÇÃO  
Quântica Editora – Conteúdos Especializados, Lda.  
Tel. 220 939 053 · E-mail: geral@quanticaeditora.pt · www.quanticaeditora.pt  
Praça da Corujeira n.º 38 · 4300-144 PORTO

CHANCELA  
Gestbook – Conteúdos de Economia e Gestão

DISTRIBUIÇÃO  
Booki – Conteúdos Especializados  
Tel. 220 104 872 · E-mail: info@booki.pt · www.booki.pt

DESIGN DE CAPA  
Luciano Carvalho  
Delineatura, Design de Comunicação · www.delineatura.pt

IMPRESSÃO  
Abril, 2026

DEPÓSITO LEGAL  
561846/26



A **cópia ilegal** viola os direitos dos autores.  
Os prejudicados somos todos nós.

Copyright © 2026 | Todos os direitos reservados a Quântica Editora – Conteúdos Especializados, Lda.  
A reprodução desta obra, no todo ou em parte, por fotocópia ou qualquer outro meio, seja eletrónico, mecânico ou outros, sem prévia autorização escrita do Editor e do Autor, e ilícita e passível de procedimento judicial contra o infrator.

Este livro encontra-se em conformidade com o novo Acordo Ortográfico de 1990, respeitando as suas indicações genéricas e assumindo algumas opções específicas.

CDU  
005.3 – Atividades de Gestão  
005.31 – Investigação operacional (IO)  
005.5 – Operações de gestão. Direção  
004.67 – Sistemas para dados numéricos

ISBN  
Papel: 9789899305281  
E-book: 9789899305298

Catálogo da publicação  
Família: Gestão  
Subfamília: Gestão Industrial

# Índice

	<b>Páginas</b>
<b>Capítulo 1 – Avaliação de Alternativas de Decisão.....</b>	<b>11</b>
1.1 Introdução.....	12
1.2 Métodos de análise.....	13
1.3 Normalização.....	13
1.3.1 Normalização de atributos objectivos.....	14
1.3.2 Normalização de atributos subjectivos.....	16
1.3.3 Normalização de critérios.....	17
1.3.4 Modelo de Brown-Gibson.....	19
1.3.5 Análise de sensibilidade.....	20
1.4 O Método Hierárquico Multicritério.....	21
1.5 Construção de uma hierarquia.....	21
1.6 Definição de termos em MHMc.....	23
1.7 Normalização em MHMc.....	23
1.8 Matriz de comparação “dois a dois” ou “entre pares”.....	24
1.9 Cálculo do vector de prioridades.....	26
1.10 Priorização de medidas de acção.....	27
1.11 Determinação da coerência dos julgamentos.....	28
1.12 Determinação da coerência global dos julgamentos.....	30
1.13 Incerteza na atribuição de preferências.....	31
1.14 Casos de aplicação.....	33
1.1 Automação de uma linha de fabrico.....	35
1.2 Selecção de um local para armazém.....	47
1.3 Selecção de um local para escritório.....	52
1.4 Selecção de um sistema de informação (SI).....	58
1.5 Selecção de um equipamento de produção.....	62
1.6 Selecção de um regime de trabalho num hospital.....	69
1.7 Priorização de projectos de investimento.....	75
ANEXO I – Método de Delphi.....	81
ANEXO II – Características do MHMc.....	83
ANEXO III – Matriz 10x10 de comparação entre pares.....	85
ANEXO IV – Repetidor.....	87
<b>Capítulo 2 - Avaliação Contínua do Desempenho da Gestão.....</b>	<b>91</b>
2.1 Introdução.....	92
2.2 Conceitos de desempenho/ <i>performance</i> .....	93
2.2.1 Qualidade.....	94
2.2.2 Flexibilidade.....	94
2.2.3 Previsibilidade.....	94
2.2.4 Capacidade.....	95
2.2.5 Eficácia.....	95
2.2.6 Eficiência.....	95
2.2.7 Produtividade.....	95
2.2.8 Rentabilidade.....	100
2.2.9 Rendimento económico.....	100
2.2.10 Rendimento físico.....	101
2.3 Organização, Objectivos e Controlo.....	101
2.3.1 Estruturas organizacionais actuais.....	102
2.3.2 Objectivos técnicos, organizacionais e estruturantes.....	104

2.3.3	Indicadores na análise do desempenho.....	105
2.3.4	Variação métrica-mérito.....	106
2.3.5	Avaliação multiobjectivo do mérito.....	109
	Caso 2.1 – Desempenho de uma linha de produção.....	110
	Caso 2.2 – Qualificação de Fornecedores.....	117
2.3.6	Priorização de medidas de melhoria.....	126
	Caso 2.3 – Desempenho de uma linha de produção (cont.).....	127
	Caso 2.4 – Priorização de medidas de melhoria.....	131
2.4	Melhorias contínuas.....	136
2.5	Monitorização.....	137
	Caso 2.5 – Monitorização do desempenho.....	138
2.6	Modelos de Previsão do Valor de um Indicador.....	141
2.6.1	Estabilidade e resposta de uma previsão.....	141
2.6.2	Erro de uma previsão.....	142
2.6.3	Método das médias móveis.....	142
	Caso 2.6 – Previsão de uma métrica (médias móveis).....	143
2.6.4	Método de regressão linear.....	145
	Caso 2.7 – Previsão de uma métrica (regressão linear).....	147
2.6.5	Método de alisamento exponencial.....	148
	Caso 2.8 – Previsão de uma métrica (alisamento exponencial)...	150
2.7	Indicadores de desempenho funcional e operacional.....	152
	Caso 2.9 – Simulador do desempenho funcional.....	155
	Caso 2.10 – Simulador do desempenho operacional e funcional..	159
	Caso 2.11 – Desempenho de um parque de turbinas eólicas.....	168
	ANEXO I – O <i>Balanced Score Card</i> (BSC).....	171
	ANEXO II – O <i>Activity Based Costing</i> (ABC).....	173
	ANEXO III – Centros de Responsabilidade.....	177
	ANEXO IV – Análise em frequência de dados.....	185
	ANEXO V – Analisar e redesenhar um processo.....	191
	Bibliografia sugerida e, em parte, referenciada.....	196
	Índice remissivo.....	197
	Siglas e Acrónimos.....	199

**Nota:** Nesta obra, uso o método de avaliação multicritério mais popular AHP (*Analytic Hierarchy Process*). Contudo, outros métodos existem como o TOPSIS, ELECTRE e PROMETHEE igualmente populares. Outros métodos mencionados na literatura são o MACBETH, COPRAS, DELPHI, DEMATEL, VIKOR e TODIM.

### 1.3.1 Normalização de atributos objectivos

O atributo de uma alternativa à luz de determinado critério de natureza quantitativa  $A_i$  pode ser considerado “quanto maior melhor” ou, pelo contrário, “quanto maior pior”. Assim, teremos duas formas diferentes de o normalizar (ou de obter a sua medida objectiva  $MO_i$ ):

**Quanto maior melhor**

- 1) Se a métrica for do tipo “quanto maior melhor” ou “quanto menor pior”, então a medida objectiva  $MO_i$  é dada por:

**Expressão 1.1**

$$MO_i = A_i \cdot \left( \sum_{n=1}^N A_n \right)^{-1}$$

Em que:  $N$  – Número de alternativas;  
 $A_i$  – Atributo de uma alternativa à luz do critério  $i$ ;  
 $A_n$  – Atributo de cada alternativa à luz do critério  $i$  ( $1 \leq n \leq N$ )

**Quanto menor melhor**

- 2) Quando a métrica é do tipo “quanto menor melhor” ou “quanto maior pior”, a medida objectiva  $MO_j$  pode ser calculada também pela Expressão 1.1, mas aplicada ao inverso de cada métrica (Expressão 1.2).

**Expressão 1.2**

$$MO_i = \frac{1}{A_i \cdot S} \quad S = \sum_{n=1}^N \frac{1}{A_n}$$

Notar que, os atributos do tipo “quanto maior pior” podem ser convertidos em “quanto maior melhor” se calcularmos os seus inversos. Neste caso, em vez de usarmos a Expressão 1.2 para normalizarmos os atributos, usamos apenas a Expressão 1.1 com aqueles inversos.

#### EXEMPLO 1.1



Os custos anuais equivalentes e as fiabilidades proporcionadas pela operação de três equipamentos alternativos são os seguintes:

**TABELA 1.1** – Valores dos atributos das três alternativas

Alternativas	Fiabilidade (MTBF em horas)	Custos (anuidade €/ano)
Equipamento I	900	120.000
Equipamento II	600	150.000
Equipamento III	300	170.000

**À luz do critério “Fiabilidade”**

À luz do critério “Fiabilidade”, medido pelo atributo tempo médio entre falhas (MTBF) em horas, temos, de acordo com a Expressão 1.1:

$$\Sigma A_n = 900 + 600 + 300 = 1.800$$

Logo:

$$MO_I = 900 / 1.800 = 0,500$$

$$MO_{II} = 600 / 1.800 = 0,333$$

$$MO_{III} = 300 / 1.800 = \underline{0,167}$$

1,000

TABELA 1.11 – Vector próprio dos critérios

A	0,2883
B	0,4891
C	0,0858
D	0,0414
E	0,0954
$\Sigma =$	1,0000

## 1.10 Priorização de investimentos

Muitas vezes, enfrentamos o dilema de ter de decidir entre vários projectos alternativos, contribuindo para vantagens competitivas várias (melhoria do ambiente, da qualidade dos produtos/serviço, da produtividade, etc.) mas com um orçamento limitado. Isto acontece em muitas empresas que usam as chamadas “caixas de sugestões”. Nestas circunstâncias não basta estarmos de acordo quanto ao mérito global, pois surge uma segunda questão: cada projecto, pode requerer custos de investimento significativos, e pode requerer também prazos relativamente longos para que os resultados benéficos esperados surjam. Nesta circunstância, pretendemos saber como priorizar aquelas medidas de melhoria, desta vez à luz de mais dois critérios, perfazendo três. São eles:

1. Grau de impacto (ou ganho)  $G$  de cada projecto no aumento esperado da vantagem competitiva  $i$ ;
2. Investimento financeiro  $I$  necessário para obter os resultados práticos esperados na melhoria da vantagem competitiva  $i$ ;
3. Prazo  $P$  necessário para começar a obter os resultados previstos do investimento visando cada vantagem competitiva  $i$ .

E os indicadores adequados como critérios para o processo de apoio à decisão poderão ser os três seguintes:

1. Relação “Ganho / Investimento”  $G/I$ ;
2. Relação “Ganho / Prazo”  $G/P$ ;
3. Relação “Ganho / (Investimento x Prazo)”  $G/(I.P)$ ;

A Figura 1.6 mostra, de acordo com o MHMc, a estrutura de critérios para avaliação do grau de impacto das medidas de melhoria no mérito global. A estrutura é bastante simples, sendo constituída por apenas três níveis: o mérito global normalizado a um primeiro nível, os critérios de avaliação  $G$ ,  $I$  e  $P$  de prioridade a um segundo nível, e as medidas de acção (investimentos) de melhoria que se pretendem priorizar a um terceiro nível.

Na perspectiva do mérito, o critério Ganho ( $G$ ) traduz um benefício e os dois outros um custo. Assim,  $G$  é um critério do tipo “quanto maior melhor”,  $I$  e  $P$  são critérios do tipo “quanto menor melhor”. Enquanto os valores do Investimento ( $I$ ) e do Prazo ( $P$ ) são fáceis de conhecer, o mesmo já não acontece com o Grau de impacto ( $G$ ).

“Caixas de sugestões”

Critérios de priorização

Indicadores prováveis

Hierarquia de critérios

Se repetirmos o mesmo tipo de cálculo aplicado às matrizes de comparação “dois a dois” dos três projectos à luz de cada um dos três critérios qualitativos, e, simultaneamente, calcularmos a sua coerência, encontramos:

<b>Segundo o GI</b>				
	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>Pesos</b>
<b>P1</b>	1	1/3	1	0,211
<b>P2</b>	3	1	2	0,548
<b>P3</b>	1	1/2	1	0,241

$$\begin{vmatrix} 1 & 1/3 & 1 \\ 3 & 1 & 2 \\ 1 & 1/2 & 1 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} 0,211 \\ 0,548 \\ 0,241 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0,634 \\ 1,662 \\ 0,726 \end{vmatrix}$$

$$[D] = |3,012 \quad 3,030 \quad 3,013|$$

$$\lambda_{\max} = 3,018$$

$$IC = 0,009159; IA = 0,58$$

$$RC = 0,015792 < 0,1 \Rightarrow \text{coerência aceitável}$$

**Coerência das preferências dos projectos à luz do critério GI**

<b>Segundo o PZ</b>				
	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>Pesos</b>
<b>P1</b>	1	3	3	0,6000
<b>P2</b>	1/3	1	1	0,2000
<b>P3</b>	1/3	1	1	0,2000

$$\begin{vmatrix} 1 & 3 & 3 \\ 1/3 & 1 & 1 \\ 1/3 & 1 & 1 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} 0,600 \\ 0,200 \\ 0,200 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1,800 \\ 0,600 \\ 0,600 \end{vmatrix}$$

$$[D] = |3,000 \quad 3,000 \quad 3,000|$$

$$\lambda_{\max} = 3,000$$

$$IC = 0,000; IA = 0,58$$

$$RC = 0,000 \Rightarrow \text{perfeitamente coerente}$$

**Coerência das preferências dos projectos à luz do critério PZ**

<b>Segundo a DP</b>				
	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>Pesos</b>
<b>P1</b>	1	3	4	0,6232
<b>P2</b>	1/3	1	2	0,2395
<b>P3</b>	1/4	1/2	1	0,1373

$$RC = 0,0158 < 0,1 \Rightarrow \text{aceitável}$$

$$\begin{vmatrix} 1 & 3 & 4 \\ 1/3 & 1 & 2 \\ 1/4 & 1/2 & 1 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} 0,623 \\ 0,239 \\ 0,137 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1,891 \\ 0,722 \\ 0,413 \end{vmatrix}$$

$$[D] = |3,034 \quad 3,014 \quad 3,007|$$

$$\lambda_{\max} = 3,018$$

$$IC = 0,009169; IA = 0,58$$

$$RC = 0,015808 < 0,1 \Rightarrow \text{coerência aceitável}$$

**Coerência das preferências dos projectos à luz do critério DP**

No caso de se verificar alguma incoerência, isto é, se o valor do rácio de coerência de uma matriz resultar superior a 0,10, o decisor deverá rever os julgamentos e procurar intransitividades na matriz. Se a fonte de incoerência não for aparente, é possível que a hierarquia tenha sido mal definida.

**Hipótese de incoerência**

$$M_{AS} = 0,32782; M_{AA} = 0,38852$$

Concluimos que a alternativa AA é a melhor.

Sexto passo e conclusões

**Passo 6:** Comparamos a melhor alternativa com as restantes.

- A alternativa AA é melhor do que a alternativa AM em:  $(0,38852 - 0,28365) / 0,28365 \times 100 = 37\%$
- A alternativa AA é melhor que a alternativa AS em:  $(0,38852 - 0,32782) / 0,32782 \times 100 = 19\%$



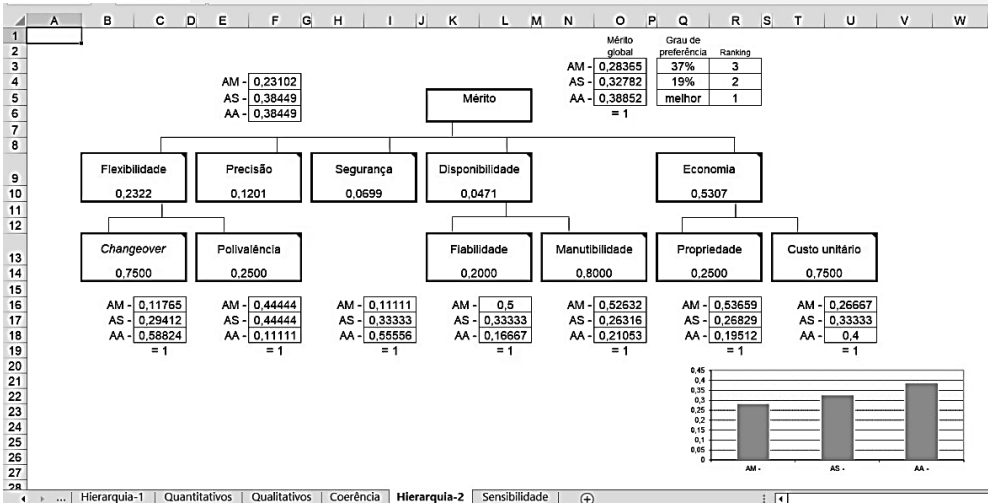
**Resolução com o apoio do EXCEL**

- Importamos a aplicação “**Seleção equipamento**”. Esta aplicação possui sete folhas: “**Acolhimento**”, “**Hierarquia-1**”, “**Quantitativos**”, “**Qualitativos**”, “**Coerência**”, “**Hierarquia-2**” e “**Sensibilidade**”.
- A folha “**Hierarquia-1**” mostra a estrutura de critérios e, nas células com fundo azul-claro, os atributos quantitativos de cada uma das alternativas (AM, AS e AA) à luz de cada critério e subcritério.
- Na folha “**Quantitativos**” normalizamos os atributos quantitativos de cada critério e subcritério (Tabelas 1.51 e 1.52).
- Na folha “**Qualitativos**” calculamos as preferências dos vários critérios e subcritérios.
- A folha “**Coerência**” calcula o RC (rácio de coerência) da comparação “dois a dois” dos critérios (ponto 1.7). O campo H6:I12 reproduz a Tabela 1.12. A conclusão é de que existe suficiente coerência na comparação entre pares pois  $RC = 0,0739 < 0,1$ .
- A folha “**Hierarquia-2**” calcula os méritos das três alternativas à luz do conjunto dos critérios (Figura 1.27).

Auxiliar de cálculo

Coerência

Resultados



**FIGURA 1.27** – Méritos das três alternativas à luz do conjunto dos critérios e subcritérios



### Folha “Ponderação critérios”

## Resolução com o apoio do EXCEL

Abrimos a aplicação “**Priorização projectos investimento**”, a qual possui quatro folhas: “**Acolhimento**”, “**Ponderação critérios**”, “**Ponderação projectos**” e “**Atributos e resultados**”.

Entramos na folha “**Ponderação critérios**” (Figura 1.32)

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2							
3			PD	IV	PR		
4		Produtividade (PD)	1	3	3		
5		Investimento (IV)		1	2		
6		Prazo (PR)			1		
7							
8							
9		Produtividade (PD)	1	3	3		
10		Investimento (IV)	0,333333333	1	2		
11		Prazo (PR)	0,333333333	0,5	1		
12		Somatório =	1,666666667	4,5	6		
13							
14						<b>Pesos</b>	
15		Produtividade (PD)	0,6	0,666666667	0,5	0,588888889	
16		Investimento (IV)	0,2	0,222222222	0,333333333	0,251851852	
17		Prazo (PR)	0,2	0,111111111	0,166666667	0,159259259	
18		Somatório =	1	1	1	= 1	
19							
20							

FIGURA 1.32 – Comparação entre pares dos critérios

- No campo C4:E6 realizamos a comparação entre pares dos três critérios usando os valores da tabela da escala de preferências do MHMc.
- O campo C9:E11 calcula os recíprocos dos valores entrados no campo anterior C4:E6 e o campo C12:E12 calcula a soma das três colunas.
- O campo C15:E17 normaliza a matriz C9:E11 e o campo C18:E18 valida a soma de cada uma das três colunas que devem totalizar 1.
- O campo F15:F17 calcula os pesos de cada um dos três critérios e a célula F18 valida o resultado da soma dos pesos que deve totalizar 1.
- O campo H15:I24 (Figura 1.33) verifica a coerência da comparação entre pares dos três critérios realizada no campo C4:E6 (Figura 1.32).

	G	H	I	J	K	L	M
12							
13							
14		<b>Prod.Matr.</b>	<b>PM/P</b>		<b>N</b>	<b>IA</b>	
15		1,822222222	3,094339623		1	0	
16		0,766666667	3,044117647		2	0	
17		0,481481481	3,023255814		3	0,58	
18							
19							
20		Nº critérios =	3				
21							
22		Lambda =	3,053904361				
23		IC =	0,026952181				
24		RC =	0,046469277	Logo, a coerência é aceitável, pois RC < 0,1			
25							

FIGURA 1.33 – Verificação da coerência da comparação entre pares dos critérios

## 2.1 Introdução

O âmbito do Controlo de Gestão é “conseguir realizar a estratégia da empresa através do recurso a instrumentos práticos de *management*, concebidos com os Gestores e para os Gestores” [7], [9].

### Governança e Gestão

Neste âmbito existem hoje dois termos “Governança” e “Gestão” que podem gerar equívocos, pelo que os distinguiremos seguidamente:

- A “Governança” estabelece as regras (emanadas pelos accionistas por intermédio da Administração);
- A “Gestão” é responsável pelo seu cumprimento, organizando e fazendo o trabalho necessário.

### Objectivos estratégicos e operacionais

A Governança estabelece objectivos estratégicos a atingir e a Gestão traduz estes objectivos estratégicos em objectivos operacionais alinhados com aqueles. Os objectivos estratégicos são muitas vezes traduzidos qualitativamente (conquistar um determinado mercado, concretizar o lançamento de um novo produto...), enquanto os objectivos operacionais são (ou devem ser) maioritariamente quantitativos (nível mínimo de serviço aos clientes 98%, p.ex., nível máximo de rejeições numa linha 2%, p.ex.).

### Influenciar comportamentos

O Controlo de Gestão é o esforço permanentemente realizado pelos principais responsáveis da empresa para atingirem os objectivos fixados. Influenciar o comportamento organizacional dos Gestores significa conceber instrumentos orientados para a motivação e o empenho dos Gestores no cumprimento dos objectivos. A definição de uma adequada estrutura organizacional e a flexibilização do funcionamento interno, constituem factores-chave para desenvolver o espírito empreendedor do Gestor e orientá-los no sentido da implementação da estratégia.

### Instrumentos de controlo da acção

O Controlo de Gestão deve proporcionar a todos os responsáveis, os instrumentos para controlar os planos de acção e tomar as decisões adequadas que assegurem o futuro pretendido da empresa. Orientar o presente no sentido da estratégia, significa conceber um conjunto de instrumentos orientados para o futuro. Tal requer o diagnóstico das realidades passadas e presentes e definição de um domínio de actuação para o futuro. A fixação de objectivos, a construção de planos de acção e a concepção de relatórios de acompanhamento e de apoio à decisão, constituem actividades fundamentais para gerir esse futuro.

### Acção, decisão e responsabilidade pelos resultados

Podemos assim dizer que o Controlo de Gestão é o conjunto de instrumentos que motivam os responsáveis descentralizados a atingirem os objectivos estratégicos da empresa, privilegiando a acção e a tomada de decisão em tempo útil e favorecendo a delegação de autoridade e de responsabilidade.

### Tableau de bord

Não me parece suficiente a prática generalizada de apresentação dos diversos indicadores (KPI – *Key Performance Indicators*), sob a forma de um simples *tableau de bord* ou representados graficamente sob a forma de mostradores analógicos. Proponho mais adiante e, em alternativa, um novo

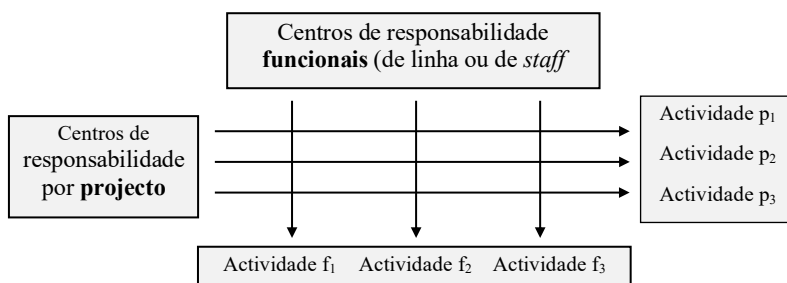
pretendemos pôr em marcha a concretização de projectos estruturantes, como é o caso de transformações organizacionais ou a alteração de linhas de produção (os chamados trabalhos novos), os quais se caracterizam por serem longos e exigentes em termos de cumprimento de prazos e de custos, torna-se apropriada e desejável a conciliação de uma gestão simultaneamente orientada por áreas funcionais (departamentos) e por projectos (actividades).

Uma organização com estas características (Figura 2.4) mobiliza a acção dos Gestores da seguinte forma:

- O Gestor de cada função (estrutura vertical) empenha-se activamente em acções que visam a contenção dos custos dentro dos níveis orçamentados, a melhoria contínua da produtividade e qualidade das actividades desenvolvidas;
- O Gestor de cada projecto (estrutura horizontal) empenha-se activamente em acções que visam a satisfação do cliente (cumprimento dos prazos e dos níveis de qualidade estabelecidos) e a contenção dos custos dentro dos níveis orçamentados.

**Gestão de funções**

**Gestão de projectos**



**FIGURA 2.4** – Estrutura matricial na qual coexistem actividades de linha (hierárquicas) e actividades orientadas por projecto

De acordo com esta perspectiva, o Gestor de cada projecto contrata internamente serviços que são prestados pelos Gestores funcionais (responsáveis pelos Centros de Responsabilidade<sup>44</sup> [9], de linha ou de *staff*). Todas as acções desenvolvidas, quer as que visam o cumprimento de contratos (exploração corrente) quer aquelas que visam pequenas ou grandes mudanças estruturais (produtividade, expansão/contração, diversificação/concentração, etc.) devem poder enquadrar-se nos objectivos tácticos dos CR (funcionais ou por projecto). Estes, por sua vez, devem enquadrar-se nos objectivos estratégicos da empresa, de forma a constituir um todo harmonioso. Assim, toda a acção deve ser precedida de fases de avaliação (enquadramento nos objectivos) e de planeamento de realização.

**Objectivos tácticos alinhados com os estratégicos**

<sup>44</sup> Ver o Anexo III do presente Capítulo

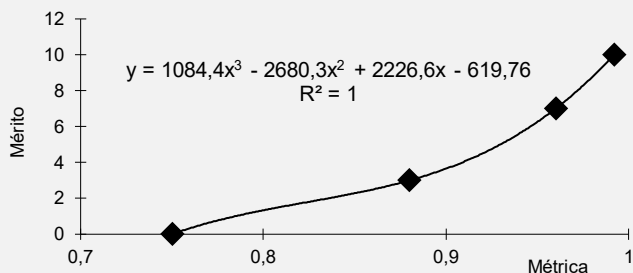
**TABELA 2.6** – Correspondência entre as métricas dos critérios e o mérito

Escala de mérito	Qualidade	Incumprimento dos prazos
0	0,75	3
3	0,88	2,3
7	0,96	0,8
10	0,992	0,05

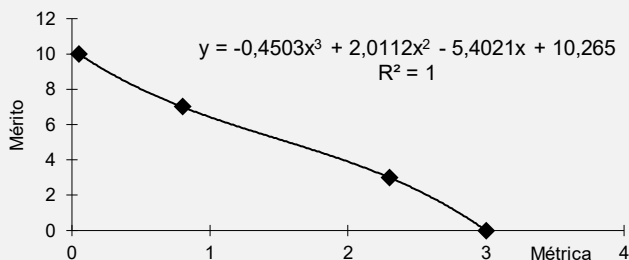
Nesta Tabela, podemos ver que o mérito 0 corresponde ao pior valor da métrica que consideramos possível ser atingido (0,75 no caso da “Qualidade” e 3 no caso do “Incumprimento”) e o mérito 10 corresponde ao melhor valor da métrica que consideramos possível ser atingido no curto prazo negociado com os três fornecedores (0,992 no caso da “Qualidade” e 0,05 no caso do “Incumprimento”). Constatamos também que a métrica do critério “Qualidade” é do tipo “quanto maior melhor” e que a métrica do critério “Incumprimento” é do tipo “quanto menor melhor”.

Os valores intermédios 0,88 no caso da “Qualidade” e 2,3 no caso do “Incumprimento” fizeram-se corresponder ao valor 3 na escala de mérito e os valores intermédios 0,96 no caso da “Qualidade” e 0,8 no caso do “Incumprimento” fizeram-se corresponder ao valor 7 na escala de mérito.

Posteriormente, a equipa deduziu a função polinomial de 3º grau de melhor ajustamento a cada uma daquelas duas relações métrica-mérito. O andamento destas curvas traduz a convicção de que o mérito (ou esforço necessário para melhorar) não evoluirá linearmente com a melhoria da métrica, mas, antes, exigirá incrementos variáveis de esforço em fases diferentes da melhoria, logo, premiado com maior gradiente de mérito se bem-sucedido.



**FIGURA 2.17** – Relação métricas-mérito do critério “Qualidade”



**FIGURA 2.18** – Relação métricas-mérito do critério “Incumprimento”

**Valores extremos do mérito**

**Correspondência entre métricas e mérito**

**Função “métrica-mérito”**

**Relação “métrica-mérito” crescente e não linear**

**Relação “métrica-mérito” decrescente e não linear**

## 2.4 Melhorias contínuas

Conforme referido anteriormente, a Gestão Operacional procura continuamente atingir ou manter níveis de desempenho elevados.

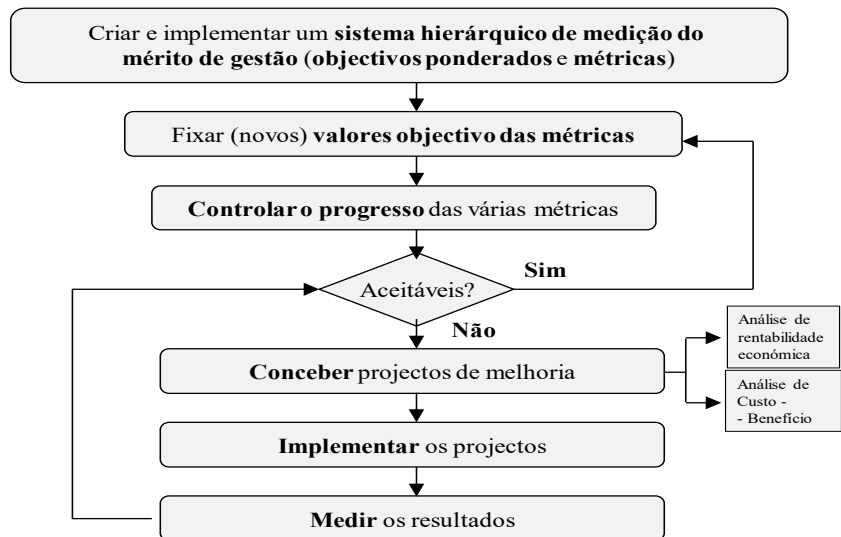
**Elevar a fasquia após um esforço de gestão**

Quando o mérito de um qualquer critério de avaliação atinge o seu valor máximo (10), a atenção da Gestão deverá focar-se na sua manutenção. Contudo, se for técnica e humanamente possível “puxar” pela métrica (elevar a “fasquia”), um novo acordo com o responsável pelos resultados deverá ser firmado. Por exemplo, se supusermos que, a uma métrica de valor 0,7 à qual tinha sido atribuído o mérito de 10, será viável atingir 0,8 no curto prazo, poderemos atribuir o mérito de 10 a este novo valor, como alvo a atingir. Esta alteração pode não implicar quaisquer custos económicos.

**Elevar a fasquia após uma medida estruturante**

Noutras ocasiões, para conseguirmos melhorar (elevar o valor da métrica correspondente ao mérito 10), torna-se necessária uma qualquer medida estruturante – seja uma reorganização da cadeia de produção, seja uma alteração do *layout*, seja a automatização de um posto de trabalho, seja ainda a adopção de uma nova tecnologia de fabrico.

Nestas condições, justificar-se-á eventualmente elevar alguns dos objectivos, significando que os valores das métricas correspondentes ao mérito 10, deverão ser ajustados em correspondência (elevar a “fasquia”). Porém, nestas condições, deveremos investigar se se justifica economicamente realizar o investimento necessário [4], ou realizar simplesmente uma análise custo-benefício, de modo a conseguir aquela vantagem (o custo económico não poderá ser superior ao benefício económico resultante). A Figura 2.27 anterior mostra a lógica deste raciocínio.



**FIGURA 2.27** – Logigrama para avaliação da viabilidade de projectos de investimento em melhoria contínua

## Caso 2.7 – Previsão de uma métrica (regressão linear)

Importamos a aplicação “2.7 Previsão regressão linear”, a qual possui quatro folhas: “Acolhimento”, “Dados determinísticos”, “Dados aleatórios” e “Exemplos”.

- Entramos na folha “**Dados determinísticos**”.
- Na coluna C inscrevemos os períodos por ordem cronológica dos quais dispomos de informação (podem ser interpolados).
- Na coluna D introduzimos os valores do indicador (métricas) verificados naqueles períodos.
- Na célula H5 introduzimos a ordem do período para o qual queremos prever o valor do indicador.
- Na célula H6 introduzimos o número de períodos com base nos quais pretendemos construir a recta de tendência.
- Na célula H8 introduzimos o valor do indicador que consideramos máximo admissível verificar-se (Limite Superior de Controlo LSC).
- Na célula H9 introduzimos o valor do indicador que consideramos mínimo admissível verificar-se (Limite Inferior de Controlo LIC).
- Deixamos em branco a célula cujo limite não interessa para efeitos de controlo ou não faz sentido.
- A célula H11 mostra o valor da ordenada na origem da recta de tendência.
- Na célula H12 surge o valor da declividade da recta de tendência.
- Na célula H13 surge o *output* desejado, ou seja, o valor previsto do indicador no período cuja ordem foi introduzida na célula H5.
- Quanto mais distante no tempo se localizar o período cujo valor do indicador pretendemos prever, tanto maior será a probabilidade de o LSC ser atingido (e, logo, de a célula H13 se tornar vermelha) ou de o LIC ser atingido (e, logo, de a célula H13 se tornar verde);
- Quanto maior for o número de períodos de base, tanto maior será a estabilidade da previsão, menor a resposta a variações recentes e maior a frequência com que a célula H13 se torna vermelha ou verde.
  
- Entramos na folha “**Dados aleatórios**”.
- Nesta folha, os dados são gerados aleatoriamente na coluna D a partir de uma função de probabilidade Normal, cujos parâmetros são: média = 100 e desvio padrão = 10. Premindo de cada vez a tecla de função F9, as três curvas no gráfico assumem diferentes formas e poderemos observar os diferentes efeitos nas respostas (incluindo as diferentes formas assumidas pelo gráfico).
  
- Entramos na folha “**Exemplos**”. Esta folha possui três exemplos. O leitor poderá importar os dados de cada um dos exemplos para a folha “**Dados determinísticos**” e comprovar os valores da previsão (célula H13) proporcionadas pelos exemplos (células E27, H28 e K29).



Folha “**Dados determinísticos**”

Observação

Influência da distância do período de previsão no tempo

Estabilidade *versus* resposta

Folha “**Dados aleatórios**”

Folha “**Exemplos**”

**Dados de temperatura** (Figura 2.40)

- A coluna C fixa os intervalos de 5 minutos ao longo dos 7 dias. As células de cor de fundo verde representam os períodos em que a sala está operacional.
- A coluna D identifica a ordem dos 2026 intervalos de tempo.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1																
2	Período de análise =	168	horas						Tolerância (+/-) °C =	2						
3	Período de análise =	2016	intervalos						OOL(+)							
					Temperatura				OOL(-)							
4		Hora:minuto	Ordem do intervalo de cada 5 minutos		Serpoint (°C)	Ambiente (°C)			Amplitude da deriva (+) °C							
5		10:20	2016		17	23			4							
6		10:25	2015		17	19										
7		10:30	2014		17	18										
8		10:35	2013		17	20			1							
9		10:40	2012		21	21										
10		10:45	2011		21	21										
11		10:50	2010		21	20										
12		10:55	2009		21	18				1						
13		11:00	2008		21	23										
14		11:05	2007		21	19										
15		11:10	2006		21	23										
16		11:15	2005		21	24			1							
17		11:20	2004		21	23										
18		11:25	2003		21	20										
19		11:30	2002		21	20										
20		11:35	2001		21	23										
21		11:40	2000		21	23										
22		11:45	1999		17	23			4							
23		11:50	1998		17	23			4							
24		11:55	1997		17	20			1							
25		12:00	1996		17	23			4							
26		12:05	1995		17	21			2							
27		12:10	1994		17	23			4							
28		12:15	1993		17	18										
29		12:20	1992		17	21			2							
30		12:25	1991		17	21			2							
31		12:30	1990		17	19										
32		12:35	1989		17	23										
33		12:40	1988		17	23			4							
34		12:45	1987		18	22			2							
35		12:50	1986		18	19										
36		12:55	1985		18	17										
37		13:00	1984		18	19										
38		13:05	1983		18	20										
39		13:10	1982		18	18										
40		13:15	1981		18	23										
41		13:20	1980		18	17										
42		13:25	1979		18	23			3							
43		13:30	1978		18	22			2							
44		13:35	1977		18	17										

Atualizar
Voltar

Frequência	
Frequência OOL(+)	1,33 derivas/hora
Frequência OOL(-)	1,9 derivas/hora
Duração	
Duração média OOL(+)	7,9 minutos/deriva
Duração média OOL(-)	7,78 minutos/deriva
Magnitude	
Percentil =	90
Picos OOL(+)	4 °C em 168 horas
Picos OOL(-)	3 °C em 168 horas

Exemplo dos sinais recebidos do SCADA durante os últimos 2.016 intervalos de 5 minutos (últimas 168 horas ou últimos 7 dias). Trata-se de uma janela temporal deslizante que avança ao ritmo de cada 5 minutos (cada vez que recebe um sinal, regista esse sinal e "esquece" o sinal mais remoto (antigo), ou seja o que se encontrava na posição 2.016.

A coluna C mostra a verde os períodos de actividade da sala de operações (a começar por volta das 07.30 horas e a terminar por volta das 16.00 horas de cada dia).

A coluna F mostra os valores de temperatura fixados pelos cirurgiões para cada operação. Quando a sala deixa de estar activa, o último setpoint continua válido até ao dia seguinte.

A coluna G mostra os valores da temperatura ambiente comportando-se de modo aleatório.

Figura 2.40 – Parte da folha “SCADA sala 1” (Temperaturas)

- A coluna F mostra os valores da temperatura ambiente, seleccionados pelos cirurgiões, que devem vigorar em cada uma das intervenções cirúrgicas – os *set-points* em °C. O último *set-point* de um dia de trabalho mantem-se até ao dia seguinte. Estes *set-points* mantêm-se fixos nesta aplicação de simulação – serão permanentemente actualizados numa situação real.
- A coluna G mostra os valores da temperatura colhidos no ambiente da sala 1 a cada intervalo de 5 minutos. Os seus valores alteram-se aleatoriamente cada vez que activamos uma macro, despoletada pelo botão “Atualizar”.
- O mesmo acontece com as colunas I e J, as quais calculam as amplitudes das derivas (para mais OOL(+)) ou para menos OOL(-), respectivamente) em relação à tolerância fixada na célula J2.
- O campo L5:P20 informa-nos as estatísticas dos valores de temperatura colhidos e registados durante todo um dia: 1) a frequência com que cada deriva se verificou nas células N7 e N8, 2) a duração média destes desvios nas células N12 e N13 e 3) os picos (percentis 90 na célula N17) nas células N18 e N19. Podemos constatar que estes valores passam para o campo M21:M32 da folha “Métricas”, juntamente com outros, como veremos adiante.

estes valores passam para o campo M21:M32 da folha “Métricas”, juntamente com outros, como veremos adiante.

- As colunas AN, AO, AP e AQ são apenas auxiliares para o cálculo da duração das derivas, quando elas ocorrem.

Folha “Sala 1”

A folha “Sala 1” é um auxiliar da folha “SCADA\_sala 1 e é nesta que se geram os valores aleatórios de temperatura (coluna G) e de humidade relativa (coluna O) ambientes. Estes valores são importados para a folha “SCADA\_sala1”, respectivamente para as colunas G e AC, quando premimos cada um dos botões “Actualizar” nesta folha<sup>70</sup>.

Folha “Métricas-Mérito”

Voltamos à folha “Acolhimento”, premindo a tecla “Voltar”, e, uma vez nesta, premimos a tecla “Métricas-Mérito” que nos remete para esta folha (Figura 2.42).

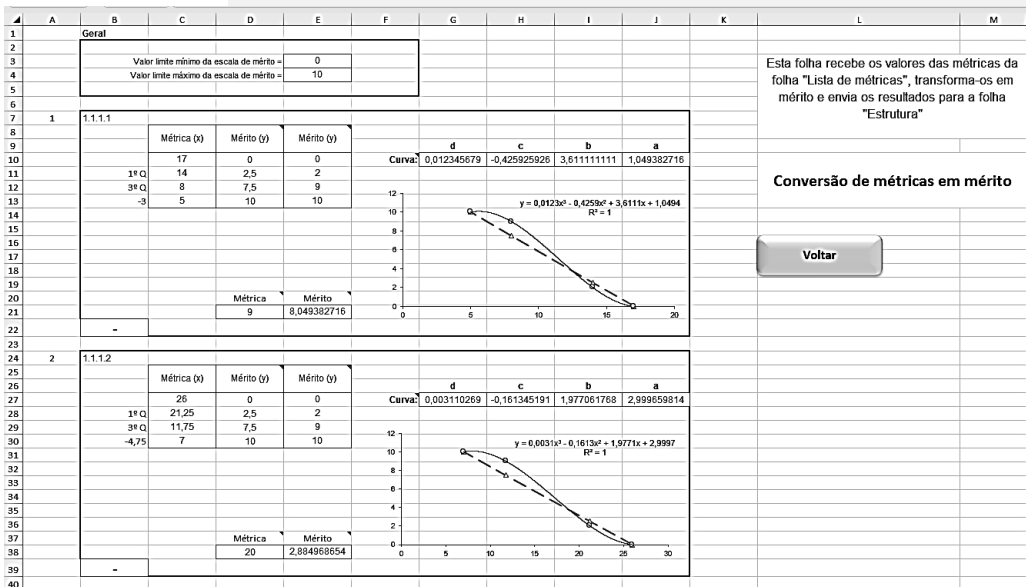


Figura 2.42 – Parte da folha “Métricas-Mérito”

- Nesta folha convertemos as 52 métricas em mérito através de uma função de terceiro grau, procedendo conforme é descrito no ponto 2.3.4. Contudo, da negociação com os responsáveis de cada indicador, os valores intermédios da escala de mérito foram, nalguns casos, diferentes de 3 e 7, conforme a minha preferência, mas igualmente válidos.
- As células verde-escuro mostram se o indicador é traduzido por uma métrica do tipo “quanto maior melhor” (+) ou “quanto menor melhor” (-).

<sup>70</sup> Na realidade, as duas folhas estariam conectadas – a folha “Sala 1” colhe e armazena os dados gerados nesta sala e a folha “SCADA\_sala 1 lê estes dados e trata-os num computador geral de supervisão de um sistema SCADA/GTC.

## ANEXO I – O *Balanced ScoreCard* (BSC)

Nos anos 90 do século XX, surgiu uma nova metodologia: o *Balanced ScoreCard* (BSC), proposta por Kaplan et al. [11], a qual veio sistematizar uma visão integrada operacional e financeira no controlo de gestão, coerente com os objectivos estratégicos da organização em cada momento. O BSC apresenta-se sob a forma de quatro dimensões sequenciais na perspectiva causa-efeito (Figura I.1). São elas:

- Desenvolvimento organizacional;
- Processos internos;
- Clientes;
- Financeira.

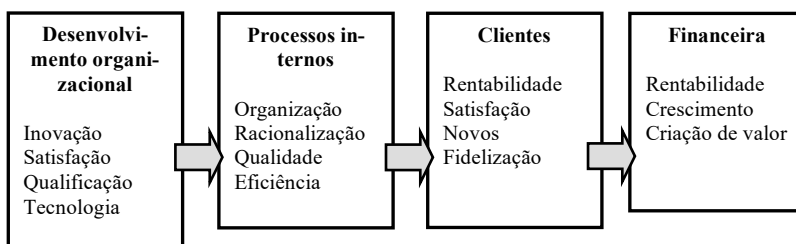


FIGURA I.1 – As quatro dimensões do BSC

Do último efeito para as sucessivas causas, temos as seguintes dimensões:

### I.1 Dimensão financeira

O BSC analisa a dimensão financeira do desempenho, porque as medidas financeiras são essenciais para evidenciar as consequências económicas da estratégia implementada, nomeadamente se existe contribuição para o aumento dos resultados. Os objectivos financeiros costumam relacionar-se com a rentabilidade, medida, por exemplo, pelos proveitos de exploração, pelo rendimento do capital investido ROI (*Return On Investment*) ou pelo EVA (*Economic Value Added*). A rentabilidade das vendas ou o crescimento do *cash-flow* constituem objectivos económicos.

**Objectivos financeiros e económicos**

### I.2 Dimensão dos clientes

O BSC analisa a dimensão dos clientes no desempenho, porque as medidas de satisfação dos clientes são essenciais para evidenciar as consequências da estratégia implementada, nomeadamente se está a contribuir para a sustentação (fidelização) da base de clientes ou mesmo a alargar esta. Essas medidas incluem o grau de satisfação (proporcional ao valor acrescentado percebido pelo cliente), a taxa de retenção, a taxa de aquisição de novos clientes, a rentabilidade dos clientes e as quotas de mercado nos vários segmentos. Esta perspectiva permite articular melhor as operações com a estratégia mais adequada para cada segmento.

**Feed-back dos clientes visando a sua fidelização**

os seus custos directos, visto não ser portador de proveitos próprios. O objectivo pode ser também definido como custos directos por unidade produzida.

## **b) Características dos Centros de Resultados (CR)**

Por Centro de Resultados entende-se a unidade da estrutura organizacional em que o seu responsável tem poder de decisão sobre meios que se traduzem em resultados, ou seja, em proveitos (produtos ou serviços gerados pelo Centro de Resultados) e em custos (consumos de bens e serviços necessários à realização dos proveitos). Assim, um Centro de Resultados caracteriza-se por:

- O objectivo traduz-se num resultado (**diferença entre proveitos e custos**);
- O responsável tem poder de decisão sobre meios que afectam, não apenas os custos, mas também os proveitos;
- As decisões dos responsáveis são orientadas para a **optimização desse resultado**.

**Características**

Do exposto verifica-se que a principal diferença entre Centro de Resultados e Centro de Custo é a possibilidade de, no primeiro se medir os seus “*outputs*” em termos pecuniários, sendo assim possível e desejável a sua comparação com os “*inputs*”.

*Outputs versus inputs*

De salientar que não é necessário que o Centro de Resultados “venda” os seus bens ou serviços ao exterior, porquanto a “venda interna” a outro Centro de Responsabilidade representa para o cedente uma operação equivalente à venda externa. Daí ser possível a transformação de departamentos de produção em Centros de Resultados quando um preço de transferência interno<sup>76</sup> é estabelecido daqueles para os serviços “clientes”.

**Preços de transferência interna (PTI)**

O critério de avaliação de um Centro de Resultados deve reflectir não só os custos decididos por esse centro, mas também os proveitos por si gerados. Os critérios mais frequentes são os seguintes:

- Resultado do Centro de Resultados;
- Margem bruta;
- Margem de contribuição.

**Critérios mais frequentes para julgar o desempenho**

De entre estas, a última é preferível. A **margem de contribuição** corresponde à diferença entre os proveitos directos e os custos directos de determinado objecto (o Centro de Resultados, no caso presente).

**Margem de contribuição – preferível**

Este critério revela o montante com que cada Centro de Resultados contribui para os resultados globais da organização. Incorpora todos os proveitos e despesas decididos pelo Centro de Resultados, pelo que evita a repartição dos custos indirectos. A preocupação não reside em saber “quem tem de os

---

<sup>76</sup> Tratado no ponto 3 mais adiante.

- Desenhar o fluxograma: Usar símbolos (ovais para início/fim, retângulos para atividades, losangos para decisões) para construir o mapa.
- Rever e validar: Compartilhar com todas as pessoas implicadas, de modo a garantir que o mapa reflete a realidade.
- Analisar e melhorar: Usar o mapa para encontrar estrangulamentos e implementar melhorias.
- Monitorizar: O mapa é um documento “vivo” e deve ser permanentemente atualizado.

As ferramentas<sup>77</sup> e tipos de mapas usados comumente para mapear processos são os seguintes:

- Fluxograma (*Data Flow Diagram*): O mais comum, usa símbolos padronizados.
- Diagrama de Raia (*Swimlane Diagram*) é uma ferramenta visual que organiza processos complexos em "raias" (linhas ou colunas), cada uma representando um departamento, secção ou pessoa, para mostrar claramente quem faz o quê e quando, identificando responsabilidades e melhorando a colaboração. Serve para mapear fluxos de trabalho, encontrar gargalos e otimizar processos. Descreve as responsabilidades de cada serviço ou pessoa envolvida no processo.
- Mapa do “Fluxo de Valor”: Foca-se na criação de valor e eliminação de desperdícios.

**Desenhadores de mapas**

No caso do processo de "Atendimento do Pedido de um Cliente", p. ex., verificam-se as seguintes etapas:

1. Início: O processo começa quando um cliente faz um pedido (*online*, telefone, etc.).
2. Entrada: O pedido é recebido.
3. Ação (atividade): Verificar disponibilidade em stock.
4. Decisão (losango):
  - a. Se SIM (produto em stock): Prosseguir para separação.
  - b. Se NÃO (produto em falta):
    - i. Ação: Notificar o cliente sobre o atraso.
    - ii. Ação (opcional): Gerar um “pedido de compra” para reposição.
    - iii. Ação: Aguardar reposição (pode ser uma causa de atraso).
5. Ação (atividade): Separar o produto (após disponibilidade confirmada).
6. Ação (documento): Emitir Nota Fiscal.
7. Ação (atividade): Embalar o produto.
8. Ação (atividade/Logística): Enviar para a transportadora.
9. Ação (Logística): Acompanhar entrega.
10. Fim: O cliente recebe o pedido e confirma, ou o processo é encerrado após o envio.

**Exemplo**

---

<sup>77</sup> Suportadas digitalmente na actualidade.

# AVALIAÇÃO MULTICRITÉRIO DE ALTERNATIVAS DE DECISÃO E DESEMPENHO DA GESTÃO

18 casos resolvidos com o apoio do Excel®

Rui Assis

## Sobre a obra

O primeiro Capítulo foca-se nas decisões de investimento empresariais que apresentam várias alternativas, e que se entende não deverem ser tomadas unicamente com base no critério da viabilidade económica. Frequentemente, considerado o contexto e todos os prós e contras, surgem outros critérios que convêm ser tidos em conta – uns de natureza objectiva, facilmente quantificáveis, outros subjectivos, dificilmente quantificáveis. O método de cálculo AHP (*Analytic Hierarchy Process*) permite ter em conta todos os critérios, integrados numa estrutura hierárquica lógica, e decidir com base no mérito de cada alternativa à luz desta estrutura. Exemplifica-se a aplicação do método, com o apoio do EXCEL, em sete situações relativamente comuns no meio empresarial. O segundo Capítulo, depois de descritos os significados de várias medidas de desempenho, foca-se na avaliação contínua do desempenho da Gestão operacional, combinando três métodos 1) Uma hierarquia de objectivos inspirada no BSC (*Balanced ScoreCard*); 2) A transformação de métricas (KPI) de gestão numa escala de mérito segundo o MMC (*Metrics-Merit Conversion*); 3) O cálculo ascendente dos méritos parciais e ponderados daquela hierarquia segundo o AHP (*Analytical Hierarchy Process*). No EXCEL, descrevem-se 18 casos, alguns com análises de sensibilidade do mérito global a variações das métricas, permitindo ordenar as medidas de acção segundo o seu contributo para a melhoria do desempenho. Outras 3 aplicações EXCEL apoiam os cálculos na área da Estatística.

## Sobre os autores

**Rui Assis**, licenciado e doutorado em Engenharia Mecânica pelo IST. Bacharelado em Electrotecnia e Máquinas pelo ex-III e em Máquinas Marítimas pela EN. Ex-Professor associado junto da Universidade Lusófona e Vice-presidente do Centro de Investigação e Desenvolvimento em Engenharia Industrial. Ex-Professor convidado da Faculdade de Engenharia da UC e da FCT da UNL. Ex-formador no ISQ e na APMI. Responsável técnico e científico de vários projectos de I&D junto do ISQ. Ex-Consultor de empresas em Economia Operacional. Ex-Quadro e Gestor de várias empresas industriais e da AITEC – primeira incubadora de empresas na área das TIC. Ex-Oficial Maquinista Naval. Autor de dezenas de artigos, de comunicações em Conferências, de doze livros sobre temas de Engenharia e Gestão Operacional e de *software* para apoio à decisão.



\* Os ficheiros online de apoio deste livro estão disponíveis no QR Code e em: [https://quanticaeditora.pt/ficheiros\\_de\\_apoio/AMADDDG\\_ficheiros\\_de\\_apoio.zip](https://quanticaeditora.pt/ficheiros_de_apoio/AMADDDG_ficheiros_de_apoio.zip)

Também disponível em formato e-book



ISBN: 978-989-9305-29-8



9 789899 305298

[www.quanticaeditora.pt](http://www.quanticaeditora.pt)