

Caso “Fabricar ou Subcontratar?” (determinamos se será mais económico fabricar ou subcontratar um determinado produto considerando diferentes comportamentos da procura)

As empresas procuram preferencialmente concentrar-se nos seus núcleos-base de negócios – os *core-business* – “abandonando” tudo que consideram acessório e para o qual não possuem suficiente *know-how* e/ou dimensão crítica. A subcontratação aparece assim como uma oportunidade de especialização para empresas existentes ou para a criação de novas, permitindo o desenvolvimento de competências nucleares que eram outrora marginais nas empresas hoje suas clientes. O maior volume de negócios gera a massa crítica que justifica investimentos em tecnologias mais atuais e em técnicas especializadas, proporcionando economias de escala e preços de venda muitas vezes abaixo dos custos que aquelas empresas suas clientes poderiam conseguir, se persistissem na via da autossuficiência.

Tomemos como exemplos três diferentes cenários, nos quais as alternativas (*make or buy*), são modeladas considerando a procura do mercado estimada pelo Marketing e os custos de produção estimados; primeiro, de forma tradicional, pela Contabilidade de Custos e, depois, pela Engenharia de Produção de forma a incorporar a incerteza:

- 1) Produção anual estimada constante. A vida do produto é limitada a 3 anos e os volumes serão iguais em cada ano;
- 2) Produção anual estimada decrescente. A vida do produto é limitada a 3 anos, apresentando volumes decrescentes de venda e custos de produção também decrescentes devido à experiência acumulada¹.
- 3) Produção anual incerta. A vida do produto é limitada a 3 anos, os volumes de venda são incertos em cada ano, podendo variar entre 3 valores: um optimista, um pessimista e um mais provável e o custo de produção é também incerto podendo variar entre dois valores: um máximo (pessimista) e um mínimo (optimista).

1. Produção anual estimada constante

Uma empresa pretende saber se será mais económico fabricar ela própria ou subcontratar (*make or buy*) uma peça destinada a um produto cuja necessidade é de 5.000 unidades/ano durante 3 anos. Optando pelo fabrico próprio, a empresa tem de investir 15.000 € numa ferramenta e consegue um custo de produção de 2,5 €/unidade. Optando pela subcontratação, a empresa consegue um preço de 3,5 €/unidade. A TMA vigente na empresa para esta natureza de investimentos é 10%.ano.

- a) Qual a melhor alternativa?
- b) Qual o volume de produção Q^* que tornaria as duas alternativas indiferentes?

Questões

¹ Este tema é tratado no Ponto 3.1 do meu livro “Complementos em Gestão da Produção Industrial com o Apoio do EXCEL”, AMAZON, 2024

Resolução:

- a) No caso de a empresa optar pela fabricação própria, o *cash-flow* de 3 anos apresentaria um valor presente P_F de:

Fabricação própria
$$P_F = 15.000 + 2,5 \times 5.000 \times (P/A; 10\%; 3) = 46.086 \text{ €}$$

No caso de a empresa optar pela subcontratação, o *cash-flow* de 3 anos apresentaria um valor presente P_S de:

Subcontratação
$$P_S = 3,5 \times 5.000 \times (P/A; 10\%; 3) = 43.520 \text{ €}$$

Resposta à alínea a) Logo, como $P_S < P_F$, a melhor alternativa é subcontratar.

Métodos alternativos indiferentes

Se tivéssemos optado pelo método da Anuidade (A) em lugar do método do valor Presente (P), teríamos obtido: $A_F = 18.532 \text{ €/ano}$ e $A_S = 17.500 \text{ €/ano}$, o que nos conduziria à mesma conclusão e proporção dos resultados, isto é: $P_S / P_F = A_S / A_F = 0,9443$. O método da anuidade só deveria ser usado se as vidas úteis das duas alternativas fossem diferentes – o que não é o caso.

Diferença percentual

Podemos também concluir que a alternativa de subcontratação é melhor do que a alternativa de fabricação própria em $(43.520 - 46.086) / 46.086 \times 100 = 5,57\%$. Esta diferença é demasiado pequena/fraca pelo que seria aconselhável o recurso a outros critérios de avaliação para além do económico aqui usado, de modo a conferir maior solidez à conclusão.

Ponto (quantidade) de indiferença económica

- b) Igualando as equações do valor presente das duas alternativas $P_S = P_F$, e resolvendo em ordem a Q (unidades/ano), obtemos o denominado ponto de indiferença económica Q^* :

Resposta à alínea b)
$$15.000 + 2,5 \times Q^* \times (P/A; 10\%; 3) = 3,5 \times Q^* \times (P/A; 10\%; 3) \Rightarrow Q^* \cong 6.000 \text{ unidades/ano}$$

Goal Seek

Se recorrermos ao *Goal Seek*, obteremos obviamente o mesmo resultado: $Q^* = 6.032 \cong 6.000 \text{ unidades/ano}$

No Excel



Importamos a aplicação “**Caso 6.9_Fabricar-Subcontratar**”, e abrimos a folha “1” (Figura 1). Confirmemos os resultados anteriores e determinemos também:

- c) A partir de que prazo verificar-se-ia a inversão da decisão? Isto é, qual o prazo para o qual a fabricação própria se tornaria mais económica do que a subcontratação?
 d) Qual das alternativas seria favorecida com o aumento do custo do dinheiro?

- e) Qual seria o volume de produção que tornaria a alternativa de subcontratação 10% mais económica?
- f) Qual o valor do investimento no caso de a empresa optar pela fabricação própria que provocaria a inversão da decisão?

Resolução

Por tentativa-erro ou recorrendo ao *Goal Seek*, obtemos:

- *Set cell:* H14 (ou a H15), *To value:* 0, *By changing cell:* D6 e obtemos 3,74 anos.
- Aumentando a TMR para, p. ex., 15%, a proporção $(P_S - P_F) / P_F$, ou a proporção $(A_S - A_F) / A_F$, aumenta de -5,57% para -8,23% (valores negativos significam poupança). Logo, a resposta é a subcontratação.
- *Set cell:* H14 (ou a H15), *To value:* 0,1, *By changing cell:* D4 e obtemos 4.343 unidades.
- *Set cell:* H15 (p. ex.), *To value:* 0, *By changing cell:* H5 e obtemos 12.435 €.

Resposta à alínea c)

Resposta à alínea d)

Resposta à alínea e)

Resposta à alínea f)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
1										
2										
3										
4			Previsão anual =	5 000	unidades/ano	Investimento =	15 000	€		
5						Custo de produção =	2,5	€/unidade		
6			Prazo =	3	anos	P_F =	46 086	€		
7			TMR =	10,00%	ano	A_F =	18 532	€/ano		
8										
9		Auxiliar						Subcontratação		
10						Custo de subcontratação =	3,5	€/unidade		
11		$P = A \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]$	$(P/A; i; n) =$	2,4869		P_S =	43 520	€		
12						A_S =	17 500	€/ano		
13										
14		$A = P \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$	$(A/P; i; n) =$	0,4021		$(P_S - P_F) / P_F =$	-5,57%			
15						ou: $(A_S - A_F) / A_F =$	-5,57%			
16										
17			Conclusões:							
18			a)	A alternativa mais económica é a Subcontratação						
19			b)	Recorrendo ao <i>Goal-Seek</i> , fazendo H6:H11 numa qualquer célula e questionando qual o valor que deveria constar na célula D4 para que esta diferença fosse nula, obtemos obtemos $Q^* = 6.032 \approx 6.000$ unidades/ano						
20				Por tentativa-erro ou recorrendo ao <i>Goal Seek</i> , obtemos:						
21			c)	<i>Set cell:</i> H14 (por exemplo), <i>To value:</i> 0, <i>By changing cell:</i> D6 e obtemos 3,74 anos.						
22			d)	Aumentando a TMR para, por exemplo, 15% e a proporção $P_S/P_F = A_S/A_F$ aumenta de -5,57% para -8,23% (valores negativos significam poupança). Logo, a resposta é a subcontratação.						
23			e)	<i>Set cell:</i> H14 (por exemplo), <i>To value:</i> 0,1, <i>By changing cell:</i> D4 e obtemos 4.343 unidades.						
24			f)	<i>Set cell:</i> H15 (por exemplo), <i>To value:</i> 0, <i>By changing cell:</i> H4 e obtemos 12.435 €.						
25										
26										
27										
28										

Figura 1 – Ecrã da folha “1”

2. Produção anual estimada decrescente

Consideremos o mesmo caso e suponhamos que o Marketing prevê um mercado decrescente ao longo de 3 anos e a Engenharia de Produção prevê um decréscimo do custo de produção resultante da experiência acumulada² ao longo destes mesmos 3 anos. Qual será, neste caso, a melhor alternativa?

	Ano 1	Ano 2	Ano 3
Produção prevista (unidades/ano)	5.000	4.500	3.000
Custos de produção (€/unidade)	3,1	2,8	2,6

Quadro 1 – Produção prevista e custos estimados

² Este tema é tratado no Ponto 3.1 do meu livro “Complementos em Gestão da Produção Industrial com o Apoio do EXCEL”, AMAZON, 2024

No Excel



Abrimos a folha “2” (Figura 2) e introduzimos os dados mostrados no Quadro 1: As previsões anuais do mercado do produto no campo D5:D7 e os custos estimados de produção própria em cada ano no campo H5:H7. Os restantes dados (células com cor de fundo verde-claro das colunas D e H, excepto a célula H19) são importados da folha “1”.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1											
2											
3			Mercado				Fabricação própria			Custos anuais	
4											
5		Produção Ano 1 =	5 000	unidades		Custo ano 1 =	3,1	€/unidade	1	14 091	€
6		Produção Ano 2 =	4 500	unidades		Custo ano 2 =	2,8	€/unidade	2	10 413	€
7		Produção Ano 3 =	3 000	unidades		Custo ano 3 =	2,6	€/unidade	3	5 860	€
8										30 364	€
9		TMR =	10,00%	ano		Investimento =	15 000	€			
10											
11						$P_F =$	45 364	€			
12											
13							Subcontratação			Custos anuais	
14											
15						Custo =	3,5	€/unidade	1	15 909	€
16									2	13 017	€
17						$P_S =$	36 814	€	3	7 889	€
18										36 814	€
19						$(P_S - P_F) / P_F =$	-18,85%				
20											
21						Solução mais económica =	Subcontratação				
22											
23											
24											
25											

Valores negativos significam que a Subcontratação é mais económica do que a Fabricação própria.
Valores positivos significam o contrário.

Figura 2 – Ecrã da folha “2”

- Na coluna K calcularam-se os custos anuais actualizados das duas alternativas “Produção própria” (campo k5:k7 e soma na célula k8) e “Subcontratação (campo K15:K17 e soma na célula K18).
- A célula H11 calcula o Valor Presente da “Produção própria” P_F
- A célula H17 calcula o Valor Presente da “Subcontratação” P_S
- A célula H19 calcula a proporção de vezes que uma alternativa é inferior ou superior à outra. Neste caso, a alternativa “Subcontratação” é inferior 18,85% à alternativa “Produção própria”.
- A célula H21 identifica a solução mais económica.

3. Produção anual incerta

Estimativas

Incorporamos desta vez a incerteza na estimação das variáveis “previsões anuais do mercado” e “custos estimados de produção em cada ano”. Estas variáveis assumirão valores aleatórios gerados a partir de distribuições de probabilidade.

Consideremos que, devido a incerteza, a produção prevista foi estimada dentro de um intervalo descrito por uma distribuição de probabilidade Triangular e que o custo unitário foi estimado também dentro de um intervalo descrito por uma distribuição de probabilidade Uniforme (ou Rectangular). Os parâmetros das duas distribuições encontram-se no Quadro 2.

Para resolvermos este tipo de questões, recorremos ao método de simulação de *Monte-Carlo*.

	Valor optimista	Valor + provável	Valor pessimista
Produção prevista (unidades/ano)	6.000	5.000	4.500
	Valor optimista	Valor pessimista	
Custo unitário (€/unidade)	2,1	2,9	

Quadro 2 – Valores estimados das variáveis de entrada

Sendo, desta vez, algumas das variáveis incertas, o resultado será também incerto, isto é, não obteremos uma resposta categórica, mas sim a probabilidade de uma ou outra alternativa ser a mais económica. Vejamos.

No Excel

Abrimos a folha “3” (Figura 3) e introduzimos os dados mostrados no Quadro 3: As estimativas de produção (optimista, mais provável e pessimista) são introduzidas no campo D6:D8 e as estimativas optimista e pessimista do custo unitário de produção no campo H7:H8. O prazo, a TMR, o valor do investimento e o custo unitário de subcontratação (células D16, H16, H6 e L6, respectivamente) são importados da folha “1”.



	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
2													
3													
4													
5													
6		Previsão pessimista =	4 500	unidades/ano		Investimento =	15 000	€		Custo =	3,5	€/unidade	
7		Previsão + provável =	5 000	unidades/ano		Custo de produção optimista =	2,1	€/unidade		P_S =	0	€	
8		Previsão optimista =	6 000	unidades/ano		Custo de produção pessimista =	2,9	€/unidade		A_S =	18 204	€/ano	
9													
10													
11		RAND()	Procura simulada			RAND()		Custo simulado			Custo simulado		
12	1	0,835771993	5 504	unidades		1	0,722971688	2,7	14 861	€	1	19 264	€
13	2	0,196893066	4 884	unidades		2	0,341552315	2,4	11 722	€	2	17 094	€
14	3	0,574699344	5 201	unidades		3	0,186303835	2,2	11 442	€	3	18 204	€
15													
16		Prazo =	3	anos		TMR =	10,00%	ano					
17													
18						P_F =	46 794	€		P_S =	45 317	€	
19													
20						$(P_S - P_F) / P_F$ =	-3,16%						
21													
22						Solução mais económica =	Subcontratação						
23							1						
24													

- Para simular a procura por parte do mercado, geram-se números aleatórios ($1 \geq r \geq 0$) no campo C12:C14.
- No campo D12:D14 geram-se valores aleatórios da procura em cada um dos 3 anos.
- Para simular os custos de produção, geram-se números aleatórios ($1 \geq r \geq 0$) no campo G12:G14.
- No campo L12:L14 geram-se valores aleatórios do custo da subcontratação em cada um dos 3 anos.
- A célula H18 calcula o custo actualizado da alternativa “Fabricação própria” e a célula L18 calcula o custo actualizado da alternativa “Subcontratação”.
- A célula H22 informa qual a alternativa mais económica em cada iteração (sempre que a tecla F9 é premida).
- A célula H23 permite saber, usando o “Repetidor” qual a probabilidade de a decisão se inverter

Figura 3 – Ecrã da folha “3”