

O risco económico na avaliação de projectos alternativos

Rui Assis

Engenheiro Mecânico IST

rassis@netcabo.pt

Abril/1999

Resumo

O presente artigo retoma o caso de avaliação económica de equipamentos de entre várias propostas alternativas tratado no nº 31 desta revista e desenvolve-o em contexto de incerteza, através da técnica de simulação de Monte-Carlo, de forma a determinar o risco de a proposta seleccionada como sendo a mais económica, não vir, afinal, a revelar-se como tal. Descrevem-se também os objectivos e o conteúdo programático de um curso muito prático, realizado pelo ISQ e destinado a bacharéis e licenciados em Engenharia, sobre Análise Económica, e no qual o tema deste artigo é desenvolvido.

Introdução

Suponhamos o seguinte caso (retirado da referência [2] da bibliografia): Uma empresa pretende adquirir um banco electrónico de diagnósticos, de forma a manter a sua frota de empilhadores em conformidade com as normas internas sobre ambiente e segurança. A empresa pré-seleccionou duas propostas que considera igualmente boas sob o ponto de vista técnico e pretende, agora, compará-las economicamente.

Metodologia de análise

Quando temos de escolher entre várias alternativas, calculamos os custos pertinentes ao longo da vida útil de cada uma, corrigimo-los do efeito da erosão temporal do valor do dinheiro, somamo-los e comparamos os totais entre si. A melhor alternativa será aquela que proporciona o menor custo total.

A vida útil de um investimento não directamente produtivo coincide com a vida económica (no sentido da usura física), ou com a vida tecnológica (dependente do momento em que uma nova tecnologia que proporcione menores custos e/ou melhor qualidade, venha substituir a existente, tornando-a obsoleta).

Nesta variante do caso, sabe-se que, quer os custos de manutenção quer a vida útil de cada alternativa, só podem ser estimados dentro de intervalos de valores, a cada um dos quais é possível associar uma distribuição de probabilidade. As restantes variáveis do caso – os investimentos, os valores residuais e os custos de mão de obra e de seguros – podem ser estimados por valores únicos apresentando uma elevada probabilidade de ocorrência. Nestas circunstâncias, os valores probabilísticos do custo de manutenção e da vida útil têm de ser seleccionados aleatoriamente e combinados com os valores determinísticos das outras variáveis do modelo de forma a tornar possível a determinação do *cash-flow* líquido de cada alternativa. A natureza do problema transforma-se assim em estocástica.

Este processo de selecção aleatória e recombinação deve ser repetido tantas vezes quantas as necessárias até conseguir-se obter um resultado com suficiente significância estatística. Será, assim, possível calcular as probabilidades de cada uma das alternativas se revelar a melhor – na perspectiva económica – ou, inversamente, os riscos (probabilidades) de cada uma das alternativas, sendo a escolhida, se revelar, afinal, a pior.

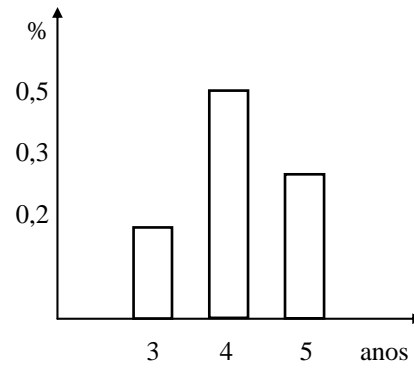
Esta natureza de problema não admite uma solução analítica pelo que há que construir um modelo representativo da realidade em computador e “corrê-lo” recorrendo à técnica de simulação de Monte-Carlo.

Dados

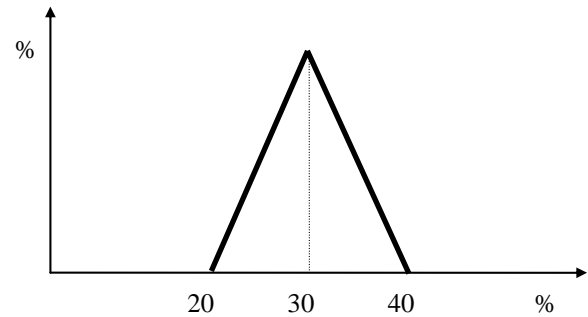
Depois de algum tempo de estudo das propostas, de alguns esclarecimentos prestados pelos fabricantes e com base na experiência já existente na empresa em resultado da exploração deste tipo de equipamentos, foi possível identificar e quantificar todos os dados considerados pertinentes para a análise.

Equipamento A

Vida útil esperada	Probabilidades
3	0,2
4	0,5
5	0,3



Incremento anual do custo de manutenção	Probabilidades (de acordo com uma distribuição triangular)
20%	Valor optimista
30%	Valor mais provável
40%	Valor pessimista

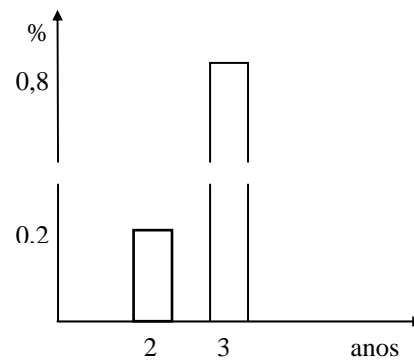


	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
<u>Equipamento A</u>						
. Investimento	15.000	-	-	-	-	-
. Valor residual*	-	-	-	3.000	2.500	2.000
. Manutenção**		500	?	?	?	?
. Mão de obra		3.800	3.800	3.800	3.800	3.800
. Seguro		550	500	400	400	400

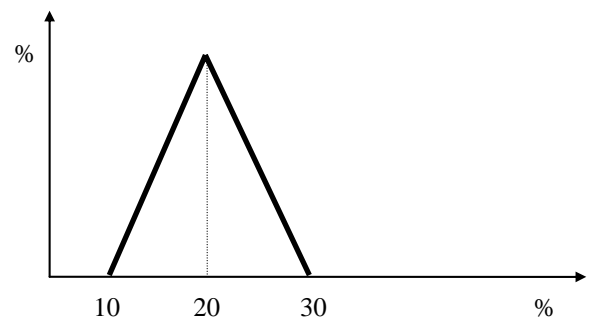
* conforme a vida útil esperada; ** 500 x Incremento seleccionado aleatoriamente

Equipamento B

Vida útil esperada	Probabilidades
2	0,2
3	0,8



Incremento anual do custo de manutenção	Probabilidades (de acordo com uma distribuição triangular)
10%	Valor optimista
20%	Valor mais provável
30%	Valor pessimista



	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
<u>Equipamento B</u>						
. Investimento	20.000	-	-	-		
. Valor residual*	-	-	8.000	7.000		
. Manutenção**		300	?	?		
. Mão de obra		2.800	2.800	2.800		
. Seguro		700	600	500		

* conforme a vida útil esperada; ** 500 x Incremento seleccionado aleatoriamente

Resolução

Tendo em conta que o equipamento será substituído por novo no fim da sua vida útil e que a Taxa Mínima de Rentabilidade (TMR) real fixada pela empresa para investimentos desta natureza é 15% ano, podemos construir um simulador (modelo representativo deste caso) numa folha de cálculo e realizar várias corridas de forma a determinar, de cada vez, os valores dos custos anuais de cada alternativa. Mostra-se a seguir, a título de exemplo, os resultados conseguidos após uma das iterações (“corridas” na gíria da simulação).

Equipamento A

Nº aleatório:	0,47
Incremento do custo de manutenção esperado:	30%
Nº aleatório:	0,53
Vida útil esperada:	4 anos

Anos	0	1	2	3	4	5
. Investimento	15.000					
. Valor residual				0	2.500	0
. Manutenção		500	650	845	1.099	0
. Mão de obra		3.800	3.800	3.800	3.800	0
. Seguro		550	500	400	400	0
. Cash-flow:	15.000	4.850	4.950	5.045	2.799	0

Custo anual da alternativa A:

$$CA_A = 15.000 \times (A/P;15;4) + [4.850 \times (P/F;15;1) + 4.950 \times (P/F;15;2) + 5.045 \times (P/F;15;3) + 2.799 \times (P/F;15;4)] \times (A/P;15;4) = 9.823 \text{ contos/ano}$$

Equipamento B

Nº aleatório:	0,08
Incremento do custo de manutenção esperado:	14%
Nº aleatório:	0,06
Vida útil esperada:	3 anos

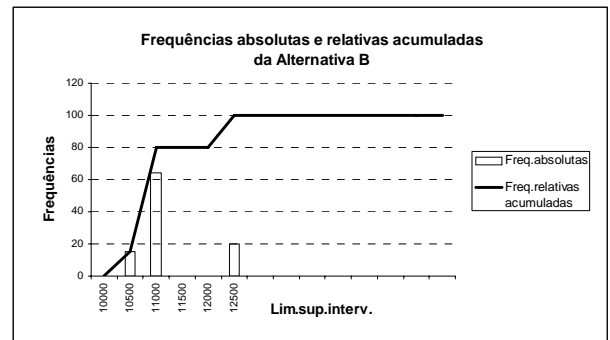
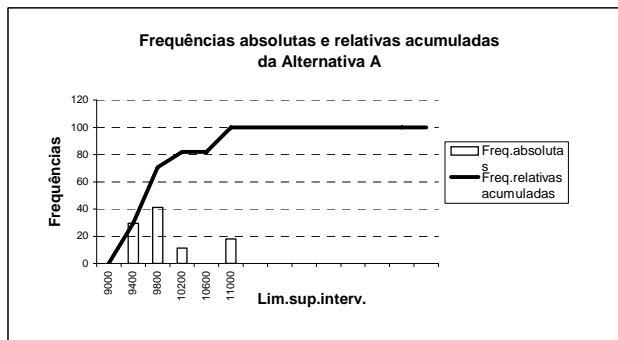
Anos	0	1	2	3
. Investimento	20.000			
. Valor residual			0	7.000
. Manutenção		300	342	390
. Mão de obra		2.800	2.800	2.800
. Seguro		700	600	500
. Cash-flow:	20.000	3.800	3.742	-3.310

Custo anual da alternativa B:

$$CA_A = 15.000 \times (A/P;15;3) + [3.800 \times (P/F;15;1) + 3.742 \times (P/F;15;2) - 3.310 \times (P/F;15;3)] \times (A/P;15;3) = 10.493 \text{ contos/ano}$$

Nesta iteração, como $CA_B > CA_A$, seleccionamos a alternativa A como sendo a melhor na perspectiva económica.

Correndo agora o simulador 1.000 vezes, ou seja, realizando 1.000 iterações, obtemos 1.000 valores de custo de cada alternativa. Tratando estes valores em frequência, obtemos os seguintes histogramas:



Os valores mínimos, médios e máximos encontram-se representados no Quadro seguinte:

	Valor mínimo	Valor médio	Valor máximo
Custo da Alt.A (contos/ano)	9.159	9.778	10.695
Custo da Alt.B (contos/ano)	10.484	10.886	12.376

É comum tomar decisões com base nos valores médios. Neste caso, a alternativa A seria a eleita com base neste critério, pois apresenta um custo médio inferior $(9.778 - 10.886) / 10.886 \times 100 \cong 10\%$ ao da alternativa B. Contudo, os valores médios não são suficientes para tomar uma decisão. É preciso também ponderar o risco, isto é, a probabilidade de a alternativa B vir, afinal, a revelar-se mais económica que a alternativa A.

Para calcularmos o risco, precisamos saber se existe alguma região de valores de custo partilhada pelas duas alternativas e qual a sua magnitude. Esta magnitude fornecerá a probabilidade (ou risco) de a alternativa A se tornar melhor que a alternativa B.

Conforme podemos ver no Quadro anterior, existe de facto tal região entre o valor mínimo da distribuição em frequência dos custos da alternativa B (10.484 contos/ano) e o valor máximo da distribuição em frequência dos custos da alternativa A (10.695 contos/ano).

Para determinarmos a magnitude desta região, podemos contar quantas vezes cada alternativa foi a melhor durante as 1.000 corridas. O simulador forneceu os seguintes resultados: 83% para a alternativa A e 17% para a alternativa B. Daqui se conclui que, embora a alternativa A apresente um custo anual médio inferior em cerca de 10% ao da alternativa B, existe um risco de 17% de esta última vir a revelar-se, afinal, a melhor. Este facto deve também ser tido em conta pelo decisor.

Conclusões

Deste caso, é possível tirar as seguintes ilações práticas:

1. Quando se comparam diferentes alternativas entre si, apenas os custos que assumem diferentes valores em cada alternativa são relevantes (ou pertinentes) para efeitos de cálculo. Os custos iguais em todas as alternativas, se forem considerados no cálculo, não influenciam o resultado e apenas contribuirão para a sua complexidade. Como tal, são irrelevantes e devem ser ignorados;
2. Quando comparamos entre si duas ou mais alternativas de investimento, apresentando vidas esperadas diferentes, devemos usar o método do valor uniforme equivalente (que resulta da anualização dos *cash-flows*). O método do valor presente (que resulta da actualização dos *cash-flows*) pode conduzir, nestes casos, a conclusões erradas;
3. Quando existe incerteza associada aos valores possíveis assumir por parte de uma ou mais variáveis de entrada (*inputs*), devemos construir um modelo de simulação e corrê-lo um nº suficiente de vezes de forma a determinar intervalos de confiança dos valores das variáveis de saída (*outputs*). O cálculo da probabilidade (ou risco) de uma qualquer expectativa não se verificar decorre em consequência;
4. Os métodos empíricos fundamentados na intuição e experiência do decisor são falíveis. Em contrapartida, os métodos científicos proporcionam convicção nos resultados. Todavia, conforme o leitor bem se apercebeu, estes métodos requerem a existência de informação histórica íntegra e exaustiva guardada em bases de dados multi-dimensionais e disciplina da organização.

Bibliografia relacionada

1. ASSIS, Rui e Mário Figueira, - MICROINVEST, *Projectos de Investimento - Avaliação e Planeamento*, Lisboa, IAPMEI, 1994
2. ASSIS, Rui, - *Manutenção Centrada na Fiabilidade – Economia das Decisões*, Lisboa, LIDEL, 1997
3. CANADA, John R., William Sullivan, John A. White, *Capital Investment Analysis for Engineering and Management*, Prentice Hall, Inc., New Jersey 1996
4. THUESEN, Fabrycky, *Engineering Economy*, Prentice-Hall International Editions, 1989

Rui Assis
Abril 1999