

CAPÍTULO 9

RISCO E INCERTEZA

9.1 Conceito de Risco

Um fator que pode complicar bastante a solução de um problema de pesquisa operacional é a incerteza. Grande parte das decisões são tomadas baseando-se em algum tipo de previsão. Mesmo em casos nos quais não sejam necessárias previsões, outro fator complicador é a insuficiência de informações. Desta forma, torna-se importante uma análise do grau de incerteza existente no processo de decisão.

O risco pode ser definido "uma estimativa do grau de incerteza que se tem com respeito à realização de resultados futuros desejados" (ANDRADE, 2000). Desta forma, se a faixa de valores previsíveis para um determinado investimento for muito grande, o grau de risco do investimento também será elevado.

Para melhor ilustrar o conceito de risco, vamos analisar o seguinte problema:

"Uma empresa está em dúvida em relação a dois investimentos: o investimento A dá um retorno de \$ 1000, com probabilidade de ocorrência de 100%; o investimento B pode oferecer retornos de \$ 800 (30% de probabilidade), \$ 1000 (40%) ou \$ 1200 (30%)".

Ambos os investimentos fornecem um lucro médio de \$ 1000, mas, enquanto que no investimento A o retorno de \$ 1000 é garantido, no investimento B esta possibilidade é só de 40%. Em compensação, no investimento B existe a possibilidade de lucrar mais (30%) e também a possibilidade de lucrar menos (30%). Qual investimento a empresa deve escolher?

Este é um problema típico envolvendo risco. O risco é a probabilidade de haver variações nos resultados previstos, não importando se essas variações são para mais ou para menos. A preocupação com as incertezas é maior quando as variações podem trazer prejuízo ou frustrar determinado empreendimento.

9.2 Critérios para Decisão sob Condições de Incerteza

Em muitos casos, definir a probabilidade de ocorrência de possíveis eventos no futuro é uma tarefa bastante complicada. Esta definição, muitas vezes, é resultado da sensibilidade e experiência do profissional, sendo também interessante que os resultados atribuídos sejam comparados aos de outra pessoa, de forma a se chegar a um consenso sobre os graus de incerteza.

Uma vez atribuídos os graus de incerteza a cada alternativa, o analista se vê diante de um problema de escolha de uma alternativa, que poderá dar bons resultados se ocorrer um evento favorável, mas que poderá resultar em fracasso, caso uma situação desfavorável ocorra.

Será mostrado a seguir um exemplo, extraído de ANDRADE (2000), para apresentar alguns critérios que podem ajudar o analista a escolher determinada alternativa, levando em conta o conjunto de eventos possíveis de ocorrerem e os resultados esperados, associados aos eventos e às alternativas disponíveis.

A Cia. ABXT-Produtos Eletrônicos Ltda. está considerando o lançamento de um auto-rádio e tem quatro opções de modelo: ST, LX, LS e GL, que diferem entre si no acabamento e características técnicas. Os lucros anuais que cada modelo pode fornecer são dependentes das

escalas de produção, que por sua vez são funções dos contratos com revendedores e fornecedores de peças e componentes. Os custos não variam uniformemente com as produções, já que a maioria dos componentes é comprada de fornecedores diferentes. Por outro lado, os preços dependem da aceitação do mercado. Nessa etapa do processo de planejamento, a empresa acredita que o lucro de cada alternativa irá depender da escala de produção e venda de cada tipo e, dessa forma, identificou quatro eventos que podem influenciar fundamentalmente os resultados finais. São eles:

- Evento 1: produção e venda de 50.000 auto-rádios por ano
- Evento 2: produção e venda de 70.000 auto-rádios por ano
- Evento 3: produção e venda de 90.000 auto-rádios por ano
- Evento 4: produção e venda de 100.000 auto-rádios por ano

É importante observar que a companhia não deseja, neste estado de análise do problema, realizar análises mais detalhadas de custo e mercado, como por exemplo entrar em contato com revendedores e fornecedores, para não gerar expectativas. Assim, deseja examinar o problema em caráter preliminar, de forma a obter elementos para discutir, mais tarde, com os demais interessados.

Para cada um dos eventos, os lucros esperados de cada modelo são fornecidos na tabela abaixo.

Tipo	Evento 1	Evento 2	Evento 3	Evento 4
ST	26	24	24	23
LX	27	28	22	20
LS	25	27	29	31
GL	26	26	26	26

9.2.1 Critério Maximin (ou Minimax)

O critério Maximin se baseia em uma visão pessimista do problema. Supõe-se que, escolhido um determinado modelo, ocorrerá o pior evento possível. A alternativa será escolhida como aquela que tem a melhor entre as piores opções de todas as alternativas. Em outras palavras, deve-se determinar o lucro mínimo para cada alternativa e, em seguida, escolher a alternativa com o maior lucro mínimo.

No caso em questão, os lucros mínimos para cada alternativa são os seguintes:

Tipo	Lucro mínimo
ST	23
LX	20
LS	25
GL	26

Desta forma, deve-se escolher produzir o modelo GL, uma vez que ele maximiza os lucros que podem vir a ocorrer na pior situação possível.

Por outro lado, se a decisão for tomada em cima de custos (ao invés de lucros), deve-se minimizar o custo máximo. Desta forma, deve-se adotar o critério análogo ao critério Maximin, que é o critério Minimax.

9.2.2 Critério Maximax (ou Minimin)

O critério Maximax se baseia em uma visão otimista do problema. Escolhido um determinado modelo, supõe-se que ocorrerá o melhor evento possível. A alternativa será escolhida como aquela que tem a melhor entre as melhores opções de todas as alternativas. Em outras palavras, deve-se determinar o lucro máximo para cada alternativa e, em seguida, escolher a alternativa com o maior lucro máximo.

No caso em questão, os lucros máximos para cada alternativa são os seguintes:

Tipo	Lucro máximo
ST	26
LX	28
LS	31
GL	26

Desta forma, deve-se escolher produzir o modelo LS, uma vez que ele maximiza os lucros que podem vir a ocorrer na melhor situação possível.

Da mesma forma, se a decisão for tomada em cima de custos, deve-se minimizar o custo mínimo. Utiliza-se então o critério análogo ao critério Maximax, que é o critério Minimin.

9.2.3 Critério de Hurwicz

Este critério é intermediário entre o mais pessimista (Maximin) e o mais otimista (Maximax). Dado um coeficiente de otimismo, v , o índice de cada alternativa é calculado de acordo com a fórmula abaixo.

$$x = v x_{max} + (1 - v) x_{min}.$$

onde x é o índice resultante relativo à alternativa considerada, x_{max} é o índice máximo da alternativa e x_{min} é o índice mínimo. No nosso exemplo, o índice considerado é o lucro de cada alternativa.

O índice de otimismo é um valor real entre 0 e 1, onde $v = 0$ indica pessimismo extremo (critério Maximin) e $v = 1$ indica otimismo extremo (critério Maximax).

No caso em questão, consideraremos $v = 0,5$. Os lucros máximos, mínimos e resultantes para cada alternativa são os seguintes:

Tipo	Lucro máximo	Lucro mínimo	Lucro resultante
ST	26	23	$26v + 23(1 - v) = 24,5$
LX	28	20	$28v + 20(1 - v) = 24$
LS	31	25	$31v + 25(1 - v) = 28$
GL	26	26	$26v + 26(1 - v) = 26$

As relações acima podem ser colocadas num gráfico, conforme a Figura 9.1, de forma a facilitar a visualização de como o coeficiente de otimismo afeta a decisão.

Pelo gráfico da Figura 9.1, podemos concluir que para valores de v entre 0 e 0,175 prevalece o rádio GL e para valores de v entre 0,175 e 1 prevalece a alternativa do rádio LS.

caso a decisão deva ser tomada tendo como base os custos, o critério de Hurwicz deve ser adaptado da seguinte forma:

$$x = v x_{min} + (1 - v) x_{max}.$$

Neste caso, a alternativa escolhida é a que dá o menor valor de x .

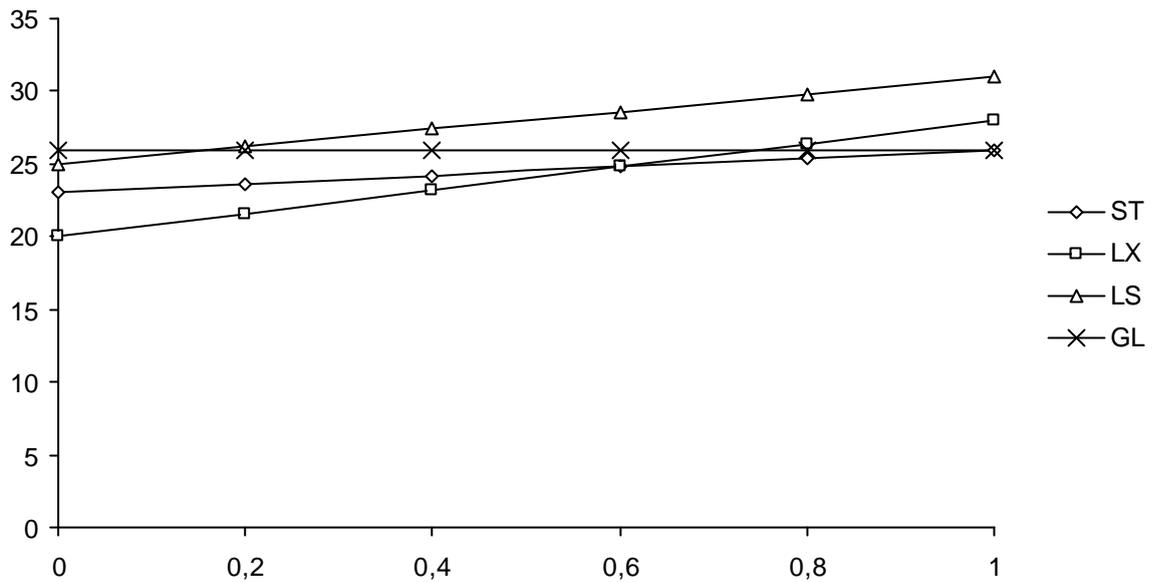


Figura 9.1 – Representação gráfica do critério de Hurwicz.

9.2.4 Critério de Savage

Este critério procura determinar o arrependimento máximo de cada escolha. Para montar a matriz de arrependimentos, determina-se o lucro máximo de cada evento. Para todos os eventos, calcula-se a diferença entre o lucro máximo e o lucro da alternativa em questão.

Considerando o caso em questão, para os eventos os lucros máximos são:

Evento	Lucro máximo
1	27 (alternativa LX)
2	28 (alternativa LX)
3	29 (alternativa LS)
4	31 (alternativa LS)

Monta-se então a matriz com as diferenças entre o lucro máximo e os lucros das alternativas.

Tipo	Evento 1	Evento 2	Evento 3	Evento 4
ST	$27 - 26 = 1$	$28 - 24 = 4$	$29 - 24 = 5$	$31 - 23 = 8$
LX	$27 - 27 = 0$	$28 - 28 = 0$	$29 - 22 = 7$	$31 - 20 = 11$
LS	$27 - 25 = 2$	$28 - 27 = 1$	$29 - 29 = 0$	$31 - 31 = 0$
GL	$27 - 26 = 1$	$28 - 26 = 2$	$29 - 26 = 3$	$31 - 26 = 5$

Para cada alternativa, o arrependimento máximo é:

Alternativa	Arrependimento
ST	8
LX	11
LS	2
GL	5

Pelo critério de Savage, a opção a ser escolhida é aquela que minimiza o arrependimento máximo. No caso, deve-se escolher a alternativa LS.

Para o caso de custos, a adaptação é simples, bastando fazer o arrependimento como a diferença entre o custo das alternativas e o custo mínimo.

9.2.5 Comparação Final

Não há razão alguma para que todos os critérios mostrados anteriormente forneçam soluções iguais. A escolha do critério a ser adotado depende de sensibilidade do analista e das condições específicas do problema. No exemplo, os resultados foram os seguintes.

Critério	Auto-rádio selecionado
Maximin	GL
Maximax	LS
Hurwicz	LS
Savage	LS

No caso, a alternativa LS parece ser a melhor, já que foi escolhida segundo o maior número de critérios e, mesmo segundo o critério sob o qual foi selecionado outra alternativa, a diferença no lucro para o modelo GL é pequena (25 contra 26).

O grande valor desses critérios está no fato de que eles procuram tornar objetivo um processo de decisão por natureza subjetivo, em face das incertezas que caracterizam os eventos.