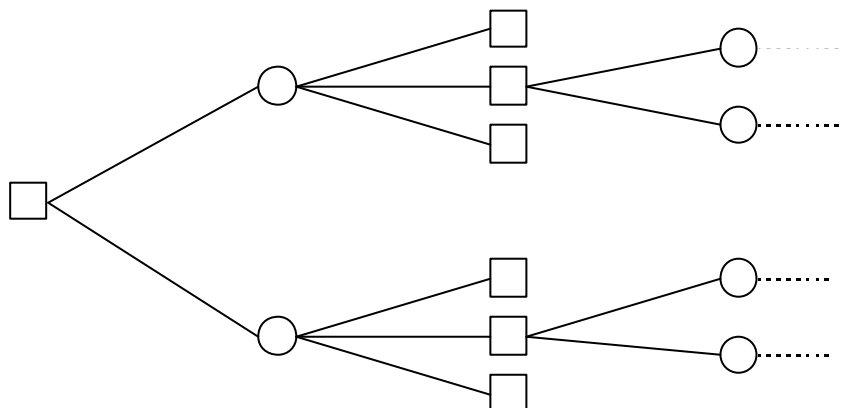


CAPÍTULO 7 - ÁRVORES DE DECISÃO

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A árvore de decisão é uma maneira gráfica de visualizar as consequências de decisões atuais e futuras bem como os eventos aleatórios relacionados. Ela permite a conceptualização e o controle de um bom número de problemas de investimentos sujeitos a riscos.

Veja a estrutura de uma árvore de decisão:



Os nós quadrados representam decisões, e os nós redondos, nós de incerteza, representam eventos aleatórios.

Nos ramos de uma árvore de decisão devem ser anotados:

- ? as probabilidades após os nós de incerteza
- ? os valores de investimentos nos nós de decisão
- ? os retornos no final dos ramos

Através de um exemplo ilustra-se o uso da árvore de decisão:

2. EXEMPLO 1* :

Um vendedor ambulante está considerando a possibilidade de vender camisas esportivas. As camisas seriam compradas por \$ 10.00 e vendidas por \$ 35.00. Como a qualidade do material é baixa estima-se que haja 30% de perda para o vendedor ambulante.

Independente da quantidade adquirida, seus custos de transporte e manutenção serão de \$ 1000.00 por dia.

As camisas não vendidas terão um valor residual de \$ 2.00.

A demanda diária pelas camisas depende das condições de vigilância nas ruas: se a vigilância for ostensiva, o vendedor somente consegue vender 50 camisas, vendendo 4 vezes mais se a vigilância das ruas for fraca. Caso a vigilância for média, o vendedor consegue colocar 120 camisas.

As camisas só podem ser compradas em lotes pré - determinados: 80, 160, 240 ou 320 unidades. A experiência tem mostrado que há 40% de chance de que a vigilância seja fraca contra 30% de vigilância ostensiva. Em consequência ela é média 30% das vezes.

Calcule:

- a) Qual a quantidade de camisas que o vendedor ambulante deverá comprar para maximizar o seu lucro esperado?
- b) Disponha os resultados sob forma de matriz de receitas.

Solução:

a) Quantidade de camisas que maximiza o lucro esperado.

Alternativas:

A. compra de 80 camisas

B. compra de 160 camisas

* Adaptado de: CAZAROTTO FILHO, Nelson e KOPITTKKE, Bruno H. *Análise de Investimentos*. 5ª ed. Vértice, São Paulo, 1992.

C. compra de 240 camisas

D. compra de 320 camisas

Alternativa A:

Custo da alternativa: $80 \times 10,00 + 1000,00 = 1800,00$

Camisas vendáveis: $80 \times 0,7 = 56$

Receitas: para vigilância ostensiva: $50 \times 35,00 + 6 \times 2,00 = 1762,00$

para vigilância média: $56 \times 35,00 = 1960,00$

para vigilância fraca: $56 \times 35,00 = 1960,00$

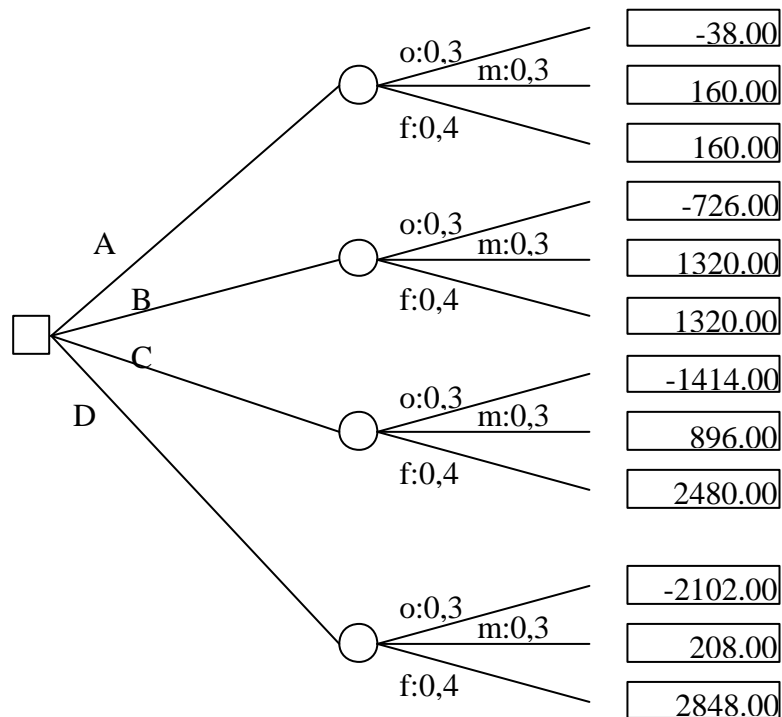
Receita líquida: Para vigilância ostensiva (o): $1762,00 - 1800,00 = -38,00$

para vigilância média (m): 160,00

para vigilância fraca (f): 160,00

Calcula-se as receitas líquidas das outras alternativas de forma análoga.

A árvore de decisão apresenta-se assim:



As receitas líquidas esperadas são as seguintes:

$$E(A) = 0,3 \times (-38) + 0,3 \times 160 + 0,4 \times 160 = 100.60$$

$$E(B) = 706.20$$

$$E(C) = 836.60$$

$$E(D) = 571.00$$

Desta forma, a melhor alternativa é a **C**, que consiste na compra de 240 camisas.

b) Matriz de decisão.

Pode-se, também, apresentar o problema sob a forma de matriz de decisão:

Alternativas	Vigilância		
	Ostensiva	Média	Fraca
A	-38.00	160.00	160.00
B	-726.00	1320.00	1320.00
C	-1414.00	896.00	2480.00
D	-2102.00	208.00	2848.00
P(v)	0,3	0,3	0,4

A partir destes dados pode-se, por exemplo, calcular o valor de uma informação adicional. Vejamos o caso de uma informação perfeita:

Até quanto o vendedor ambulante poderá pagar a um hipotético policial corrupto para que lhe informe qual o tipo de vigilância que irá ocorrer com certeza?

Deve-se verificar, neste caso, qual a melhor opção quando se sabe o que vai ocorrer:

? Caso a vigilância seja ostensiva a melhor alternativa é a A, ou seja, o prejuízo será de \$38.00.

? Caso a vigilância seja média a melhor alternativa é a B, com lucro de 1320.

? Caso a vigilância seja fraca a melhor opção é a alternativa D, com lucro de 2848.

Assim o valor esperado da receita líquida, com informação perfeita, é de:

$$V(p) = -38 \times 0,3 + 1320 \times 0,3 + 2848 \times 0,4 = 1523,80$$

Ora, o valor esperado sem esta informação era de \$836,60, correspondente à alternativa C.

Assim o vendedor deve estar disposto a pagar ao policial no máximo:

$$1523,80 - 836,60 = 687,20.$$

3. EXEMPLO 2* :

Deseja-se decidir entre várias alternativas a respeito do nível de produção de um determinado produto levando-se em conta as incertezas do lado da demanda.

Considere que há dois tamanhos de plantas como alternativas de investimentos:

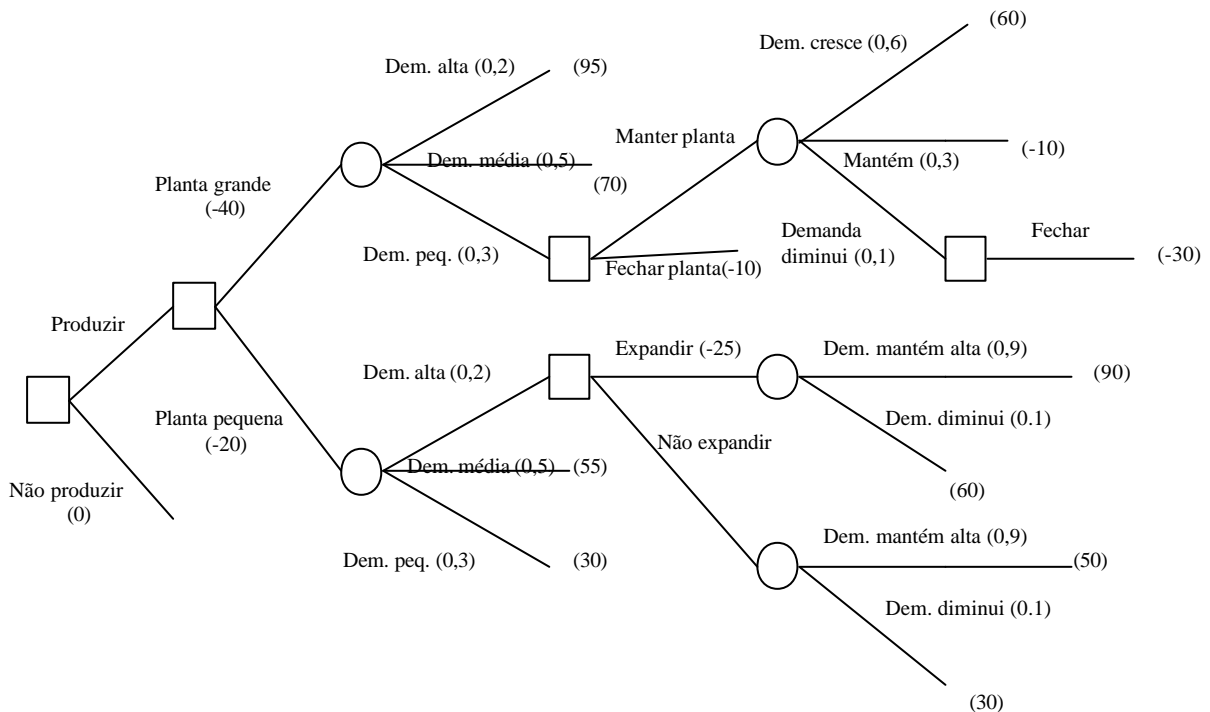
- a) Uma planta de grande capacidade que exigiria investimentos da ordem de \$ 40 milhões e
- b) Uma planta de pequena capacidade que exigiria investimentos, bem menores, de cerca de metade do investimento anterior. Optando-se pela planta pequena, pode-se ainda daqui a três anos atingir a capacidade da planta grande através de um projeto de expansão cujos investimentos valem, atualizados para a época de referência, cerca de \$ 25 milhões.

* Adaptado de: NEVES, Cesar das. *Análise de Investimentos: Projetos Industriais e Engenharia Econômica*. Zahar Editores, Rio de Janeiro, 1982.

Supõe-se que o mercado tem um comportamento aleatório, não se sabendo com certeza se a demanda ao longo da vida útil do projeto será elevada, média ou pequena, nem suas taxas de crescimento. Foram, no entanto, estimadas probabilidades a respeito da ocorrência desses diversos tipos de comportamento.

Se a empresa optar pela planta grande e o mercado se revelar insuficiente no início da vida do projeto, poderá ter perdas da ordem de \$ 10 milhões, optando pelo fechamento da fábrica. O grupo investidor poderá, também, esperar o crescimento da demanda. Caso espere o crescimento da demanda e esta se mantenha pequena, o grupo não terá condições de arcar com os prejuízos de cerca de \$ 30 milhões. Este tipo de raciocínio é estendido a todas as situações possíveis.

A figura a seguir apresenta as probabilidades de ocorrência dos eventos aleatórios, bem como os investimentos necessários e os lucros previstos para cada situação:



Escolha a melhor alternativa para a empresa.

4. APLICAÇÕES:

1. As Fibras Mágicas

Você é o analista de investimentos da transmission and distribution corporation (TDC).

O grupo de desenvolvimento acaba de criar tecnologia para transmitir energia por fibras ótico-infra-plus-red. O grupo de marketing propõe que a TDC construa alguns protótipos e faça testes de mercado das fibras. O grupo de planejamento, incluindo representantes das áreas de produção, marketing e engenharia, recomendou que a empresa prosseguisse com a fase de teste e desenvolvimento. Estima-se que essa fase preliminar durará um ano e custará \$100 milhões. Além do mais, o grupo acredita que há uma probabilidade de 65% de que os testes de produção e marketing sejam bem sucedidos.

A venda destas fibras, porém, está sujeita a:

- ? Incertezas quanto à demanda por energia elétrica no futuro
- ? Incertezas quanto ao preço futuro da transmissão de energia
- ? Incertezas quanto à participação da TDC no mercado de fibras
- ? Incertezas quanto ao aparecimento de outras formas de geração e transmissão de energia

Se os testes iniciais de mercado forem bem sucedidos, a TDC poderá investir em terrenos, construção e equipamentos ao final do primeiro ano. Essa fase custará \$1.500 milhões. A produção se dará nos próximos cinco anos. O fluxo de caixa líquido por ano é de \$900 milhões. A TMA é de 15% ao ano

Se o teste for malsucedido o fluxo de caixa líquido do investimento será de -630 milhões por ano.

As decisões a serem tomadas são as seguintes:

1. Deve-se testar e desenvolver a fibra?
2. Deve-se investir na produção em escala?

2. Uma empresa está considerando a compra de um processo industrial. O preço solicitado pelo processo é de 1300 u.m. Não se sabe exatamente se o processo funcionará sem problemas quando implantado em regime normal de produção. Melhores garantias de funcionamento podem ser obtidas se a empresa construir uma planta em pequena escala, testando o novo processo nesse

projeto piloto. O custo desse projeto piloto é estimado em 5900 u.m. Caso o processo funcione a contento, o lucro obtido será, em termos de valores atuais, da ordem de 25000 u.m. Caso o processo tenha problemas de funcionamento, haverá um prejuízo de 10000 u.m. Esses valores incluem os gastos de investimentos na planta, custos operacionais, receitas geradas etc., excluindo porém os gastos referentes à compra do processo e os gastos com o projeto piloto. As probabilidades de funcionamento, com e sem os gastos em pesquisa no projeto piloto são:

	Sem projeto piloto	Com projeto piloto
Funcionamento normal	0,50	0,70
Funcionamento com problemas	0,50	0,30
	1,00	1,00

Estabeleça a árvore de decisão levando em consideração todas as alternativas possíveis. Determine o curso de ação mais recomendável.