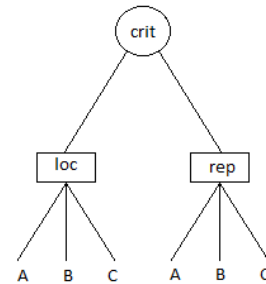
	<input type="checkbox"/> Prova <input checked="" type="checkbox"/> Exercícios <input type="checkbox"/> Prova Modular <input type="checkbox"/> Prática de Laboratório <input type="checkbox"/> Exame Final/Exame de Certificação <input type="checkbox"/> Aproveitamento Extraordinário de Estudos	<input type="checkbox"/> Prova Semestral <input type="checkbox"/> Segunda Chamada <input type="checkbox"/> Prova de Recuperação	Nota:
	Disciplina: <i>Simulação de Sistemas de Produção</i>		
Professor: <i>Milton</i>		Turma: <i>EGP 361</i>	
Aluno (a):		Data:	

Árvores de Decisão

Exemplo 1: (escolha com critérios) Filho na Universidade

(TAHA, Hamdy A, *Pesquisa Operacional*. 8ª Ed. Pearson Prentice Hall, São Paulo, 2008., pg. 219)

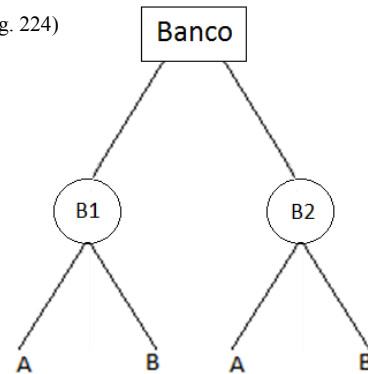
Univ.	Localidade (17,0%)	Reputação (83,0%)
A	13,0	55,0
B	27,0	27,0
C	60,0	18,0



Exemplo 2: (escolha com risco) Investimento de \$10.000

(TAHA, Hamdy A, *Pesquisa Operacional*. 8ª Ed. Pearson Prentice Hall, São Paulo, 2008., pg. 224)

retorno	B1	B2
Alta (60,0%)	5.000	1.500
Baixa (40,0%)	-2.000	500



Considerar:

- i) Critério do Maior Mínimo
- ii) Critério da Maior Probabilidade
- iii) Critério do Valor Esperado

Exemplo 3: (escolha com risco) Lançamento de um Produto: (considere dada a árvore)

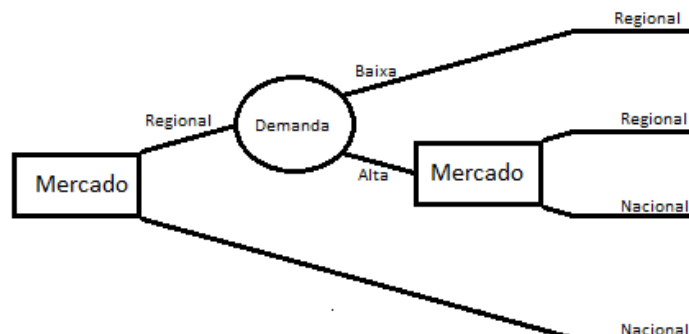
(ANDRADE, Eduardo Leopoldino de. *Introdução à pesquisa operacional*. 4ª ed. Rio de Janeiro: 2004.pg. 149)

Regional:	Baixa demanda (30,0%)	
	Lucro	Probabilidade (%)
	-1	20,0
	0	50,0
1	30,0	

Alta demanda (70,0%)	Alta demanda (70,0%)	
	Lucro	Probabilidade (%)
	1	20,0
	2	40,0
3	40,0	

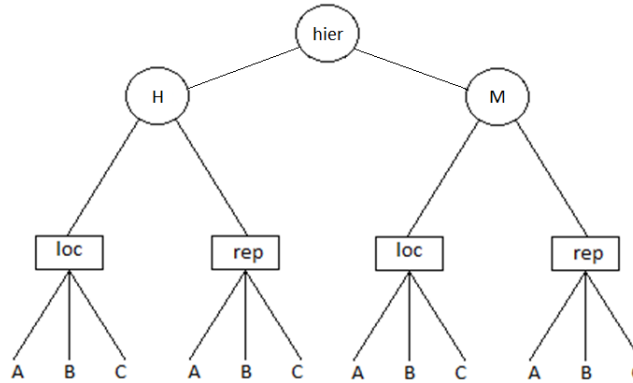
Nacional:	Baixa demanda (30,0%)	
	Lucro	Probabilidade (%)
	-1	20,0
	0	30,0
3	30,0	
5	20,0	

Alta demanda (70,0%)	Alta demanda	
	Lucro	Probabilidade (%)
	1	20,0
	3	30,0
5	50,0	



Exemplo 4: (escolha com critérios e **hierarquia**) Filhos na Universidade (continuação de **Exemplo 1**)
 (TAHA, Hamdy A, *Pesquisa Operacional*. 8ª Ed. Pearson Prentice Hall, São Paulo, 2008., pg. 219)

	Hierarquia		Localidade	Reputação
Filho (H)	45,0%	Univ.	30,0%	70,0%
Filha (M)	55,0%	A	20,0	45,0
		B	30,0	20,0
		C	50,0	35,0



Exemplo 5: (escolha com risco e **voto**) Investimento de \$10.000 (continuação de **Exemplo 2**)
 (TAHA, Hamdy A, *Pesquisa Operacional*. 8ª Ed. Pearson Prentice Hall, São Paulo, 2008., pg. 227)

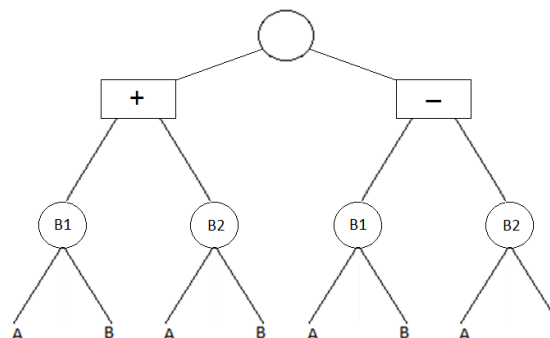
Voto do amigo investidor		A favor (+)	Contra (-)
Dado:	Alta (60,0%) = A	90,0	10,0
	Baixa (40,0%) = B	50,0	50,0

$$P(a|b) = \frac{P(a \cap b)}{P(b)} \rightarrow P(a \cap b) = P(a|b) \times P(b)$$

$P(+ A) = 0,9$	$P(- A) = 0,1$	x 0,6	$P(+ \cap A) = 0,54$	$P(- \cap A) = 0,06$
$P(+ B) = 0,5$	$P(- B) = 0,5$	x 0,4	$P(+ \cap B) = 0,20$	$P(- \cap B) = 0,20$
			$P(+) = 0,74$	$P(-) = 0,26$

$P(A \cap +) = 0,54$	$P(A \cap -) = 0,06$	→	$P(A +) = 0,730$	$P(A -) = 0,231$
$P(B \cap +) = 0,20$	$P(B \cap -) = 0,20$		$P(B +) = 0,270$	$P(B -) = 0,769$
$\div 0,74$	$\div 0,26$			

Voto do amigo investidor	Dado:	
	A favor (+)	Contra (-)
Alta = A	0,7300	0,2310
Baixa = B	0,2700	0,7690



Exemplo 6:

(<http://www.iepg.unifei.edu.br/edson/download/Engecon2/CAP7EE2Arvdeca-post.pdf>)

(Adaptado de: CAZAROTTO FILHO, Nelson e KOPITTKE, Bruno H. *Análise de Investimentos*. 5o ed. Vértice, São Paulo, 1992.)

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 30,0% 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 40,0% de chance de que a vigilância seja fraca contra 30,0% de vigilância ostensiva. Em consequência ela é média 30,0% das vezes.

Calcule:

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

Solução:

- Quantidade de camisas que maximiza o lucro esperado.

Alternativas:

- compra de 80 camisas
- compra de 160 camisas
- compra de 240 camisas
- 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:

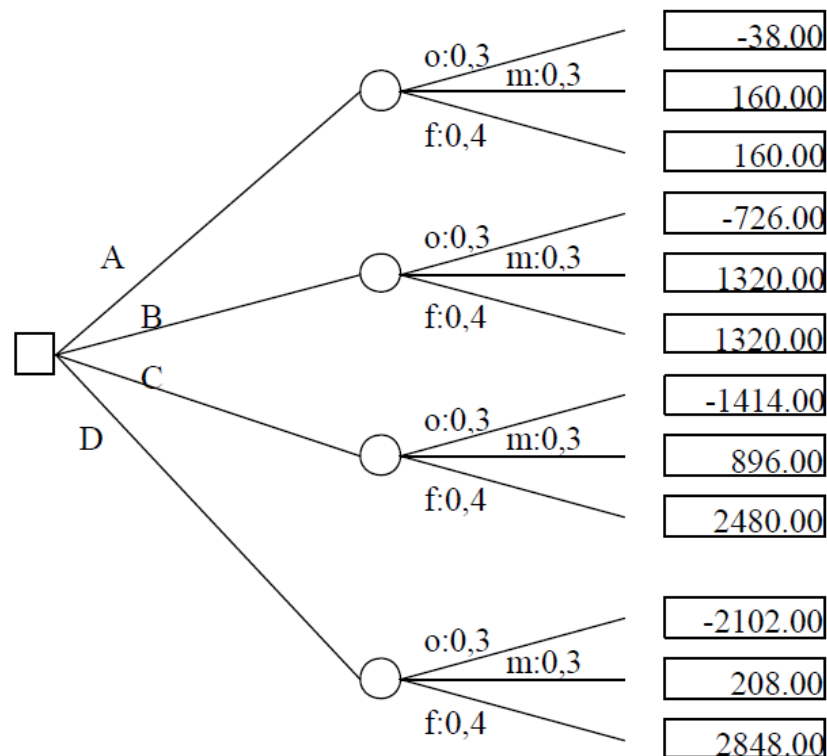
Para vigilância ostensiva (o): $1762.00 - 1800.00 = -38.00$

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.

Vejam os 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:

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

Exemplo 7:

(<http://www.iepg.unifei.edu.br/edson/download/Engecon2/CAP7EE2Arvdeca-post.pdf>)

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

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.

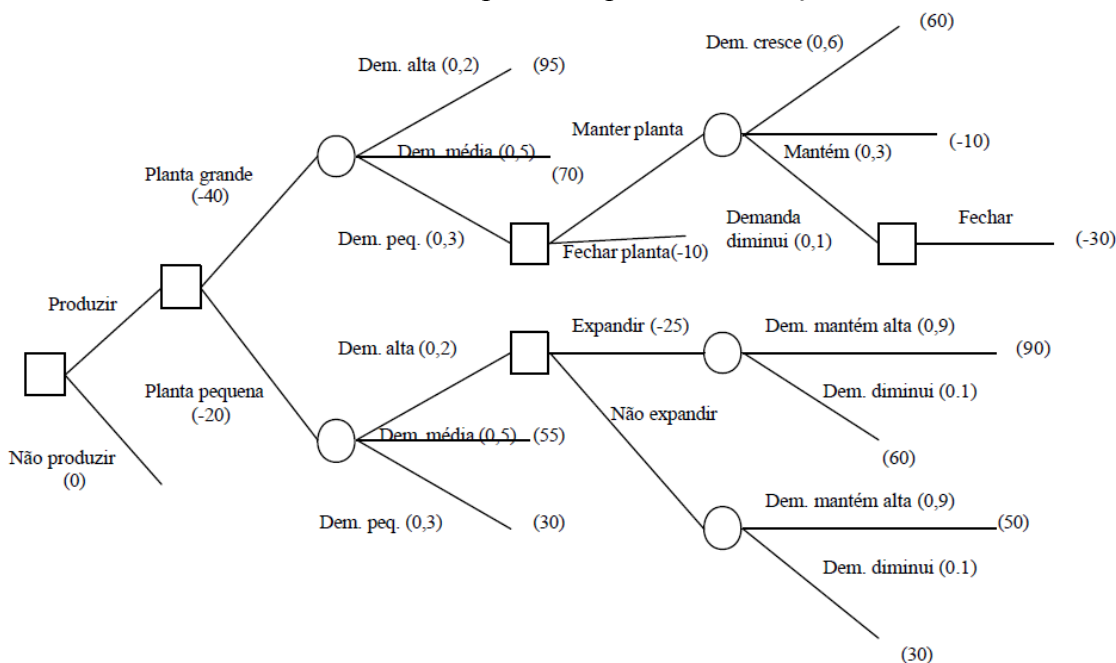
Considere que há dois tamanhos de plantas como alternativas de investimentos:

- 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.

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.

Exercícios:

1) As Fibras Mágicas (<http://www.iepg.unifei.edu.br/edson/download/Engecon2/CAP7EE2Arvdeca-post.pdf>)

Você é o analista de investimentos de uma Empresa de Transmissão de Energia

O grupo de desenvolvimento acaba de criar tecnologia para transmitir energia por fibras óticas.

O grupo de marketing propõe que a Empresa construa alguns protótipos e faça testes de mercado.

O grupo de planejamento recomendou que a empresa prosseguisse com a fase de desenvolvimento.

Estima-se que essa fase preliminar (protótipos) durará um ano e custará \$100 milhões. Além do mais, o grupo acredita que há uma probabilidade de 65,0% de que os testes de produção e marketing sejam bem sucedidos.

Se os testes iniciais de mercado forem bem sucedidos, ao final do primeiro ano a Empresa investirá em terrenos, construção e equipamentos. Essa fase custará \$1.500 milhões. A produção se dará nos próximos cinco anos, gerando um fluxo de caixa líquido por ano é de \$900 milhões. A TMA é de 15,0% ao ano

Se os testes forem mal sucedidos, isto acarretará num fluxo de caixa líquido de -630 milhões por ano.

As decisões a serem tomadas são as seguintes:

1. Deve-se continuar a fase de desenvolvimento da fibra?
2. Deve-se investir na produção em escala (protótipo)?

2) Compra de um Processo Industrial (<http://www.iepg.unifei.edu.br/edson/download/Engecon2/CAP7EE2Arvdeca-post.pdf>)

Uma empresa está considerando a compra de um processo industrial. O preço solicitado pelo processo é de 1.300 *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 5.900 *u.m.* Caso o processo funcione a contento, o lucro obtido será, em termos de valores atuais, da ordem de 25.000 *u.m.* Caso o processo tenha problemas de funcionamento, haverá um prejuízo de 10.000 *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	0,5000	0,7000
Funcionamento com problemas	0,5000	0,3000

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

3) **Exercícios Propostos 1. e 2.** da página 155 de ANDRADE, Eduardo Leopoldino de. Introdução à pesquisa operacional. 4ª ed. Rio de Janeiro: 2004.

4) **Exemplo-Protótipo 15.1.** da página 663 e sua **Continuação** na página 669 de HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. Introdução à pesquisa operacional. 8. ed. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 2006.