

Opções Reais



PROF. RICARDO RATNER ROCHMAN

FGV-EESP

RICARDO.ROCHMAN@FGV.BR

Orçamento de Capital com o VPL



- **A receita do bolo:**
 - Fazer a previsão dos fluxos de caixa futuros esperados do projeto
 - Descontar os fluxos de caixa através de uma taxa apropriada que:
 - ✦ reflita o valor do dinheiro no tempo
 - ✦ reflita o risco dos fluxos de caixa
 - Adicionar os fluxos de caixa descontados e custos atuais
- **O VPL congela as perspectivas futuras de problemas relacionados com tempo e risco para fornecer uma medida simples de valor que pode ser utilizada para tomada de decisões.**

Fluxo de Caixa Descontado (DCF)

$$FC = LAJIR - \text{Impostos sobre LAJIR} + \text{Depreciação} - \text{Gastos de Capital} - \text{Variação do Capital de Giro}$$

otimista: $p = 40\%$
 \vdots
 pessimista: $p = 20\%$

$$DCF = \frac{E(FC_0)}{(1+k)^0} + \frac{E(FC_1)}{(1+k)^1} + \dots + \frac{E(FC_N)}{(1+k)^N} + \frac{[E(FC_{N+1})/(k-g)]}{(1+k)^N}$$

$$k = k_E \left(\frac{E}{E+D} \right) + k_D \left(\frac{D}{E+D} \right) (1-T)$$

$$k_E = E(r_j) = r_f + \beta_j (\bar{r}_M - r_f)$$

$$\beta_j = \frac{\sum_{t=1}^T (r_{jt} - \bar{r}_j)(r_{Mt} - \bar{r}_M)}{\sum_{t=1}^T (r_{Mt} - \bar{r}_M)^2}$$

Critério de decisão:

Aceita projeto se $DCF > I$

E se houver flexibilidade nas
decisões gerenciais?



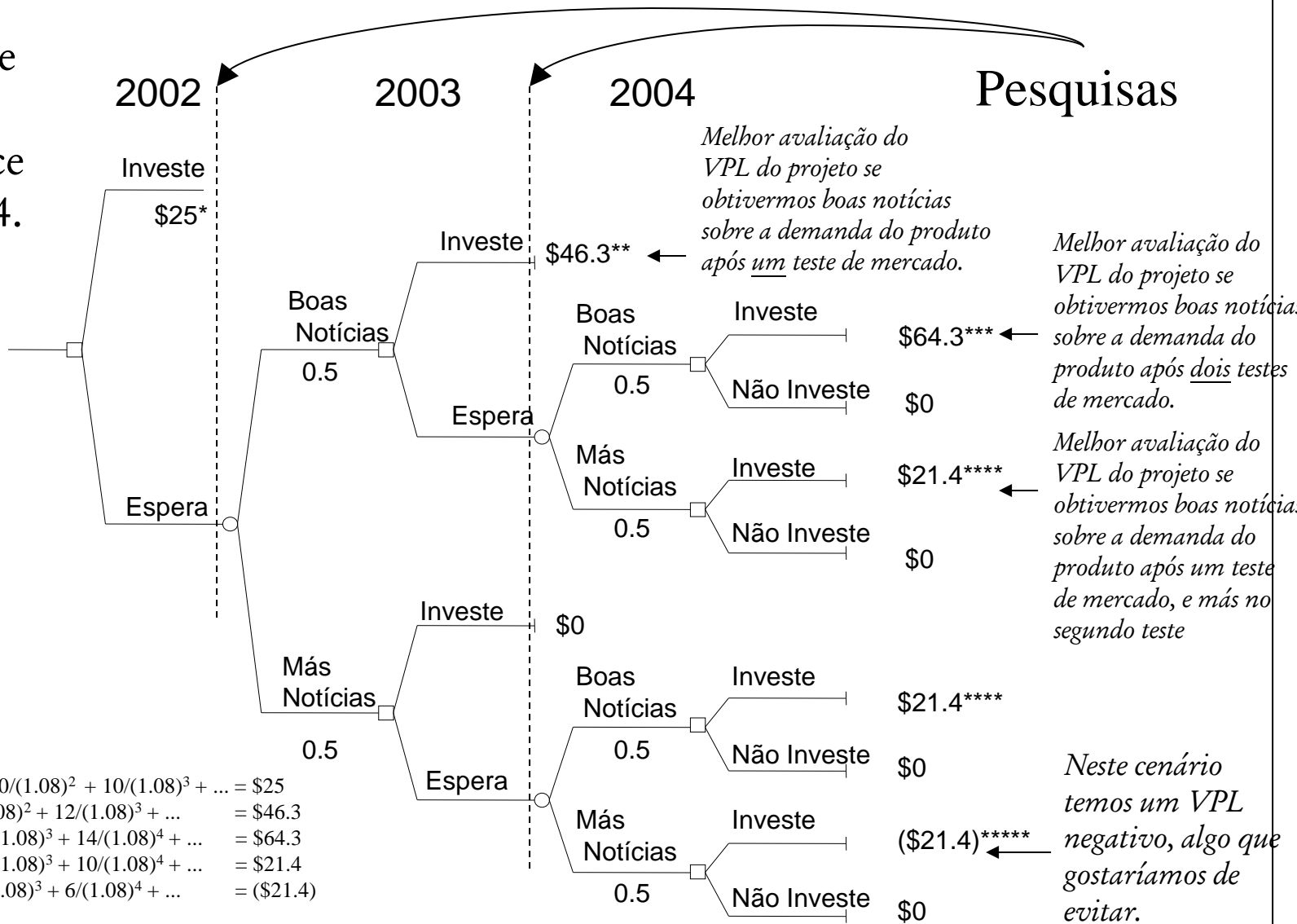
Exemplo Projeto Mesfesses



- Investe \$100 hoje.
- Ganhe \$10 no próximo período.
- Ganhe $\$10 \pm \2 no período seguinte, com probabilidade igual.
- Ganhe $(\$10 \pm \$2) \pm \$2$ no período seguinte.
- ... e assim por diante.
- $E(\text{fluxo de caixa de cada período}) = \10
- Taxa de desconto é 8%.
- Possibilidade de realizar pesquisa de mercado e aguardar o seu resultado.

Árvore de decisão de 3 períodos

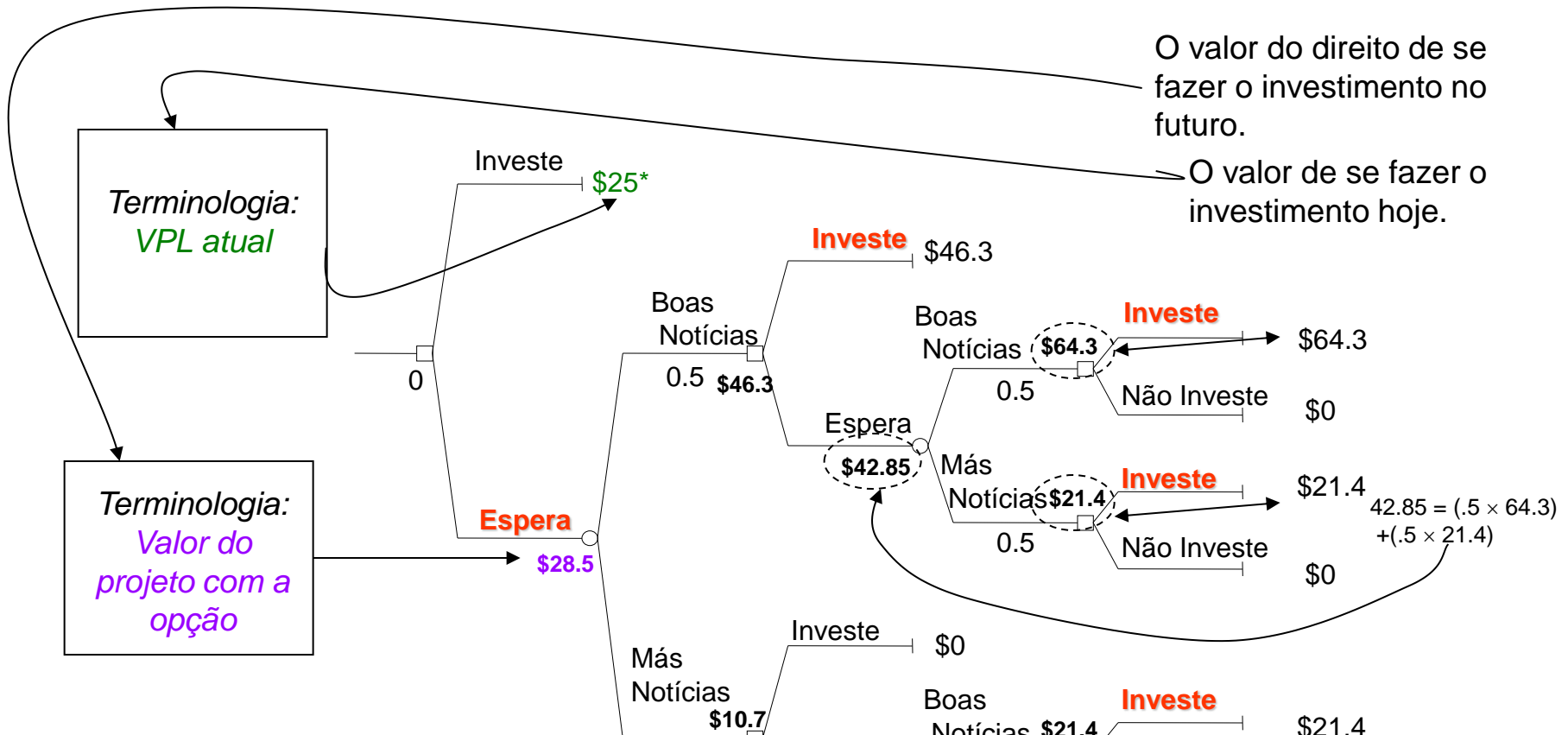
Opção de investir desaparece após 2004.



Cálculo dos VPLs:

- * $-100 + 10/1.08 + 10/(1.08)^2 + 10/(1.08)^3 + \dots = \25
- ** $-100/1.08 + 12/(1.08)^2 + 12/(1.08)^3 + \dots = \46.3
- *** $-100/(1.08)^2 + 14/(1.08)^3 + 14/(1.08)^4 + \dots = \64.3
- **** $-100/(1.08)^2 + 10/(1.08)^3 + 10/(1.08)^4 + \dots = \21.4
- ***** $-100/(1.08)^2 + 6/(1.08)^3 + 6/(1.08)^4 + \dots = (\$21.4)$

Resolvendo a árvore de decisão



Estratégia ótima:

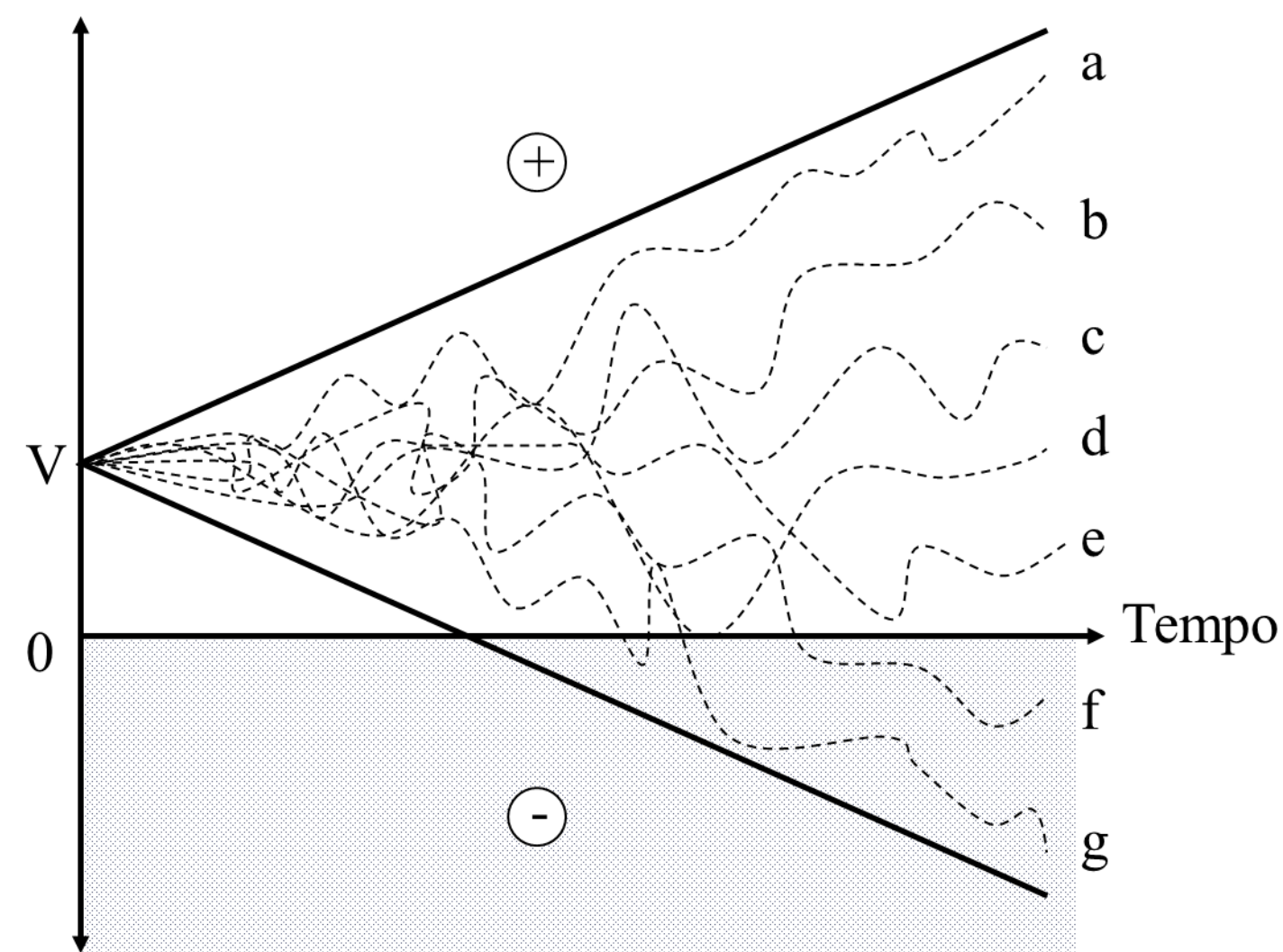
- 2002: **Espera** (conduza a pesquisa de mercado em 2003)
- 2003:
 - Se a pesquisa de 2003 der Boas Notícias, **Investe**
 - Se a pesquisa de 2003 der Más Notícias, **Espera** (conduza mais pesquisa de mercado em 2004)
- 2004:
 - Se Más Notícias em 2003, mas Boas Notícias em 2004, **Investe**
 - Se Más Notícias em 2003 e 2004, **Não Investe**

Opções Reais e Orçamento de Capital

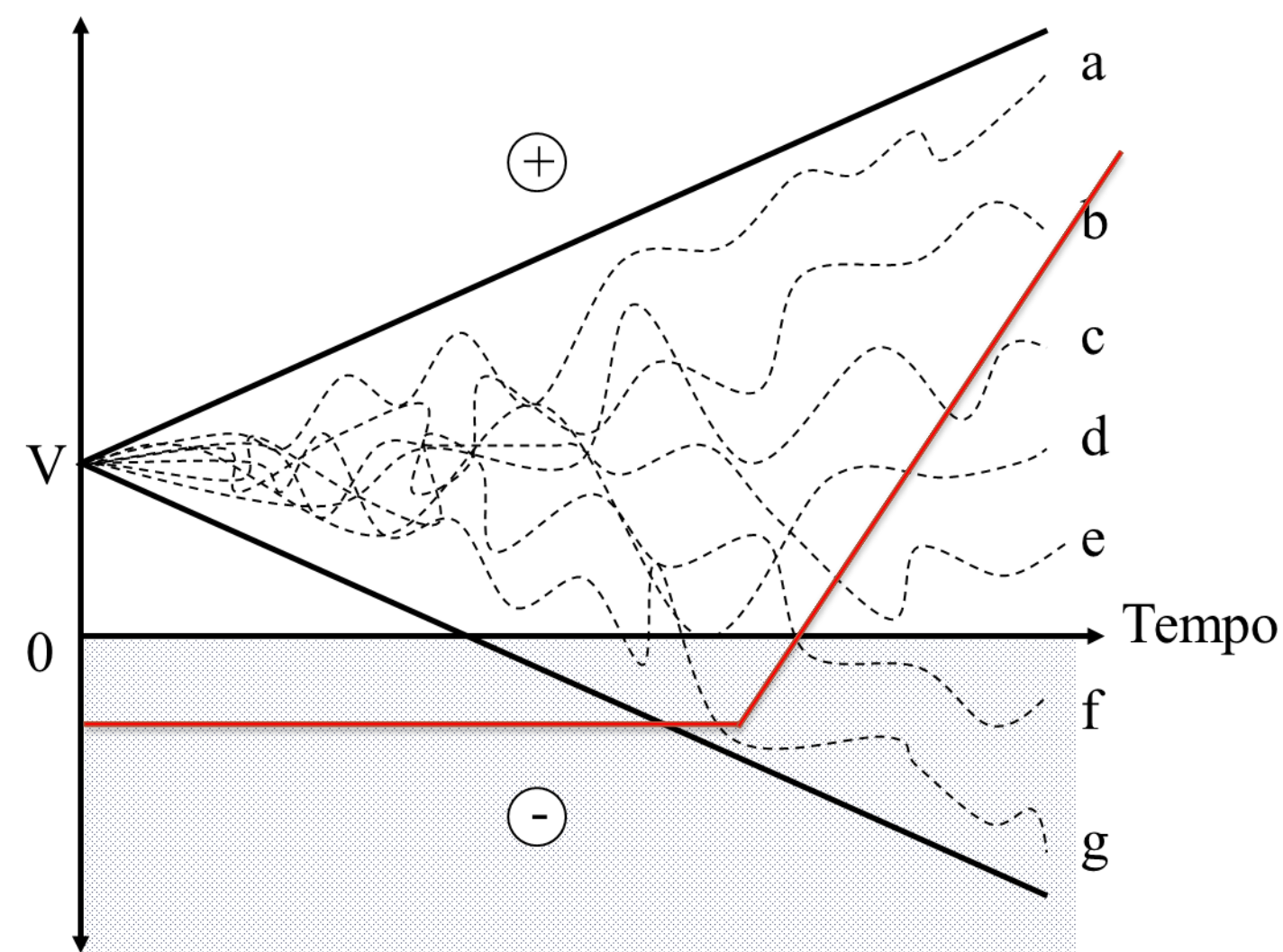


- Em muitas situações de orçamento de capital, a gerência tem a flexibilidade para adaptar e revisar decisões (tomadas anteriormente) em resposta a desenvolvimentos inesperados do mercado.
- Estas situações são chamadas de Opções Reais (Real Options).

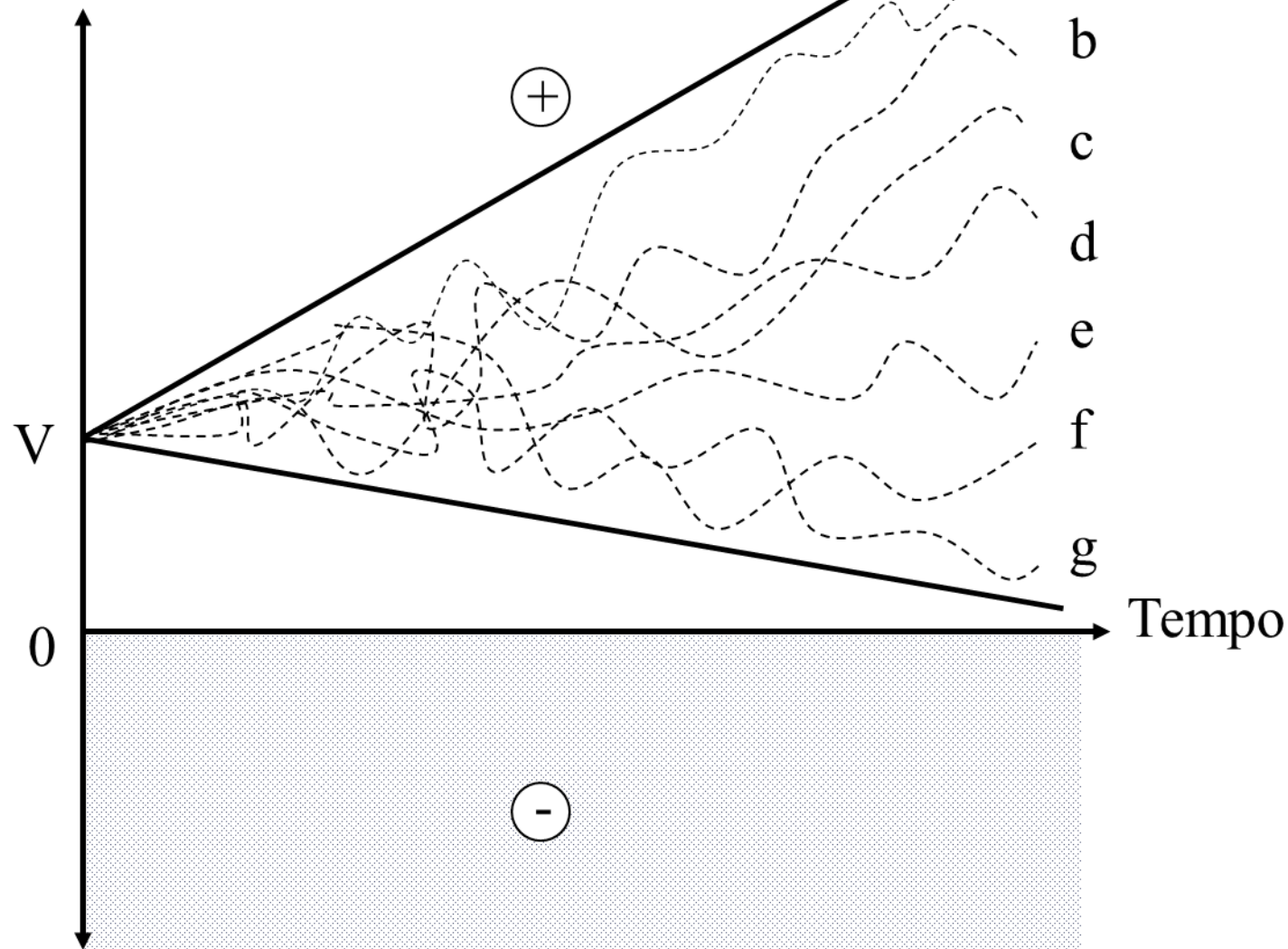
Valor



Valor



Valor



a

b

c

d

e

f

g

Tempo

Exemplos de Opções Reais



- Postergar/Esperar. Ex. Petrobrás
- Abandonar. Ex. ScotiaBank Argentina
- Alterar a escala. Ex. Net Serviços
- Substituir. Ex. Celulares Analógicos vs. Digitais
- Expandir/Crescer. Ex. Amazon
- Opções podem ser criadas: CEPAC

Agrícola



Taxa de inflação	Modelo de produtividade	V _{DCF} (R\$/ha)	V _{OR} (R\$/ha)	Variação %
5%	Original	8.298	9.234	11,4%
7,5%	Original	7.534	8.374	11,2%
10%	Original	6.937	7.712	11,2%
5%	Adaptado	8.689	9.638	10,9%
7,5%	Adaptado	8.000	8.893	11,2%
10%	Adaptado	7.234	8.040	11,1%

Escolher a cultura a ser plantada a cada safra, agrega significativamente valor à opção de compra do terreno, e conseqüentemente ao valor do terreno em si.

Exemplo - Diferir o Investimento



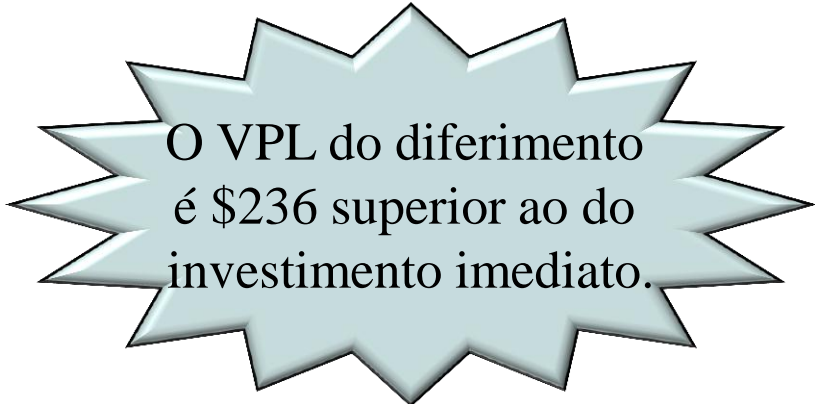
- Investimento necessário é \$1.600
- O investimento é irreversível
- Os fluxos de caixa são perpétuos
- O nível de preços atual é \$200
- Existe chance 50/50 do nível de preços mudar para \$300 ou \$100 em um ano
- O novo nível de preços será o mesmo para sempre
- Custo de capital é 10%

$$\begin{aligned} VPL &= -1600 + \sum_{t=1}^{\infty} \frac{200}{(1,1)^t} \\ &= -1600 + 2000 \\ &= 400 \end{aligned}$$

Exemplo - Diferir o Investimento



$$\begin{aligned} VPL &= 0,5 \left[\frac{-1600}{1,1} + \sum_{t=2}^{\infty} \frac{300}{(1,1)^t} \right] + 0,5 \left[\frac{-1600}{1,1} + \sum_{t=2}^{\infty} \frac{100}{(1,1)^t} \right] \\ &= 0,5 \left[\frac{-1600 + 3000}{1,1} \right] + 0,5 \left[\frac{-1600 + 1000}{1,1} \right] \\ &= 0,5 \left[\frac{1400}{1,1} \right] + 0,5 [0] \\ &= \frac{700}{1,1} = \$636 \end{aligned}$$



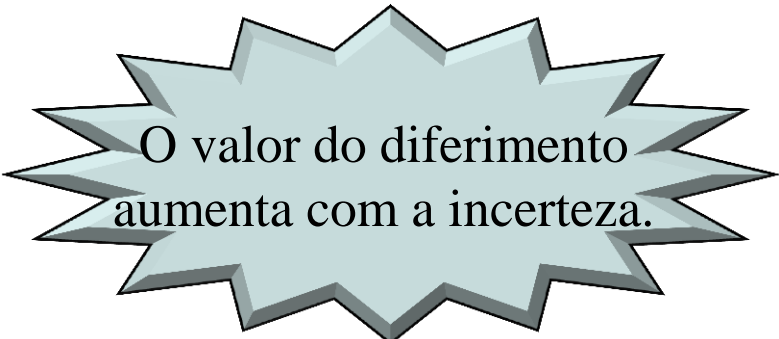
O VPL do diferimento é \$236 superior ao do investimento imediato.

Exemplo - Diferir o Investimento



- Suponha que existe chance 50/50 do nível de preços mudar para \$400 ou \$0 (ao invés de \$300 ou \$100) em um ano.

$$\begin{aligned} VPL &= 0,5 \left[\frac{-1600}{1,1} + \sum_{t=2}^{\infty} \frac{400}{(1,1)^t} \right] + 0,5 \left[\frac{-1600}{1,1} + \sum_{t=2}^{\infty} \frac{0}{(1,1)^t} \right] \\ &= 0,5 \left[\frac{-1600 + 4000}{1,1} \right] + 0,5 \left[\frac{-1600 + 0}{1,1} \right] \\ &= 0,5 \left[\frac{2400}{1,1} \right] + 0,5 [0] \\ &= \frac{1200}{1,1} = \$1.090 \end{aligned}$$



O valor do diferimento aumenta com a incerteza.

Como avaliar as Opções Reais?



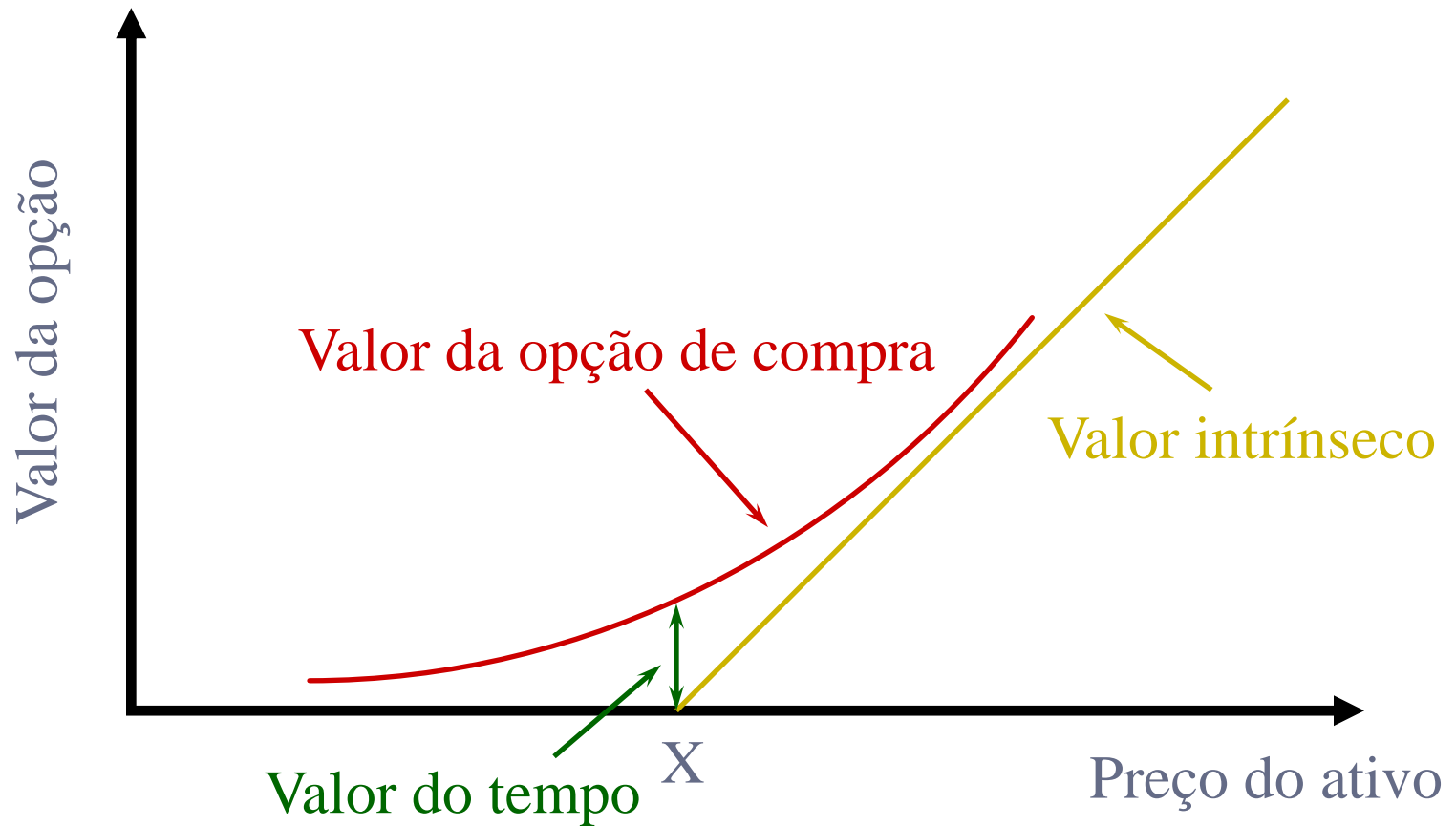
- **Valor Presente Líquido**
 - não leva a flexibilidade de alterar as decisões com a chegada de novas informações
- **Árvore de Decisão**
 - não utiliza a taxa de desconto correta
- **Teoria das Opções Financeiras**

Opções Financeiras - Definição



- Uma opção é um contrato que dá ao seu possuidor (titular) o direito, mas não a obrigação, de tomar uma ação (comprar ou vender) em relação a um certo ativo-objeto, por um determinado custo (preço de exercício) durante um determinado prazo (tempo de maturidade, vencimento ou vida da opção).
- O preço de uma opção é chamado prêmio.
- O emissor ou vendedor de uma opção é chamado lançador.

Opções - Valor do Tempo e Intrínseco



Analogia Opções Reais e Financeiras



- Opção para Postergar e Call (opção de compra):

- Valor da opção:

$$\text{Máximo}\{V_t - I; 0\}$$

V_t = Valor do projeto na data t

I = Valor do investimento necessário

- Opção para Abandonar e Put (opção de venda):

- Valor da opção:

$$\text{Máximo}\{I - V_t; 0\}$$

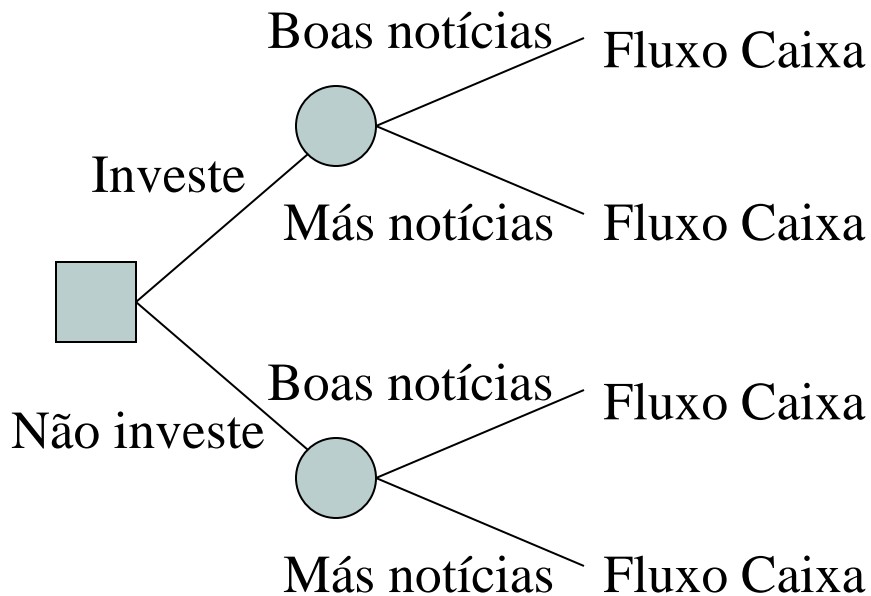
V_t = Valor do projeto na data t

I = Valor de liquidação

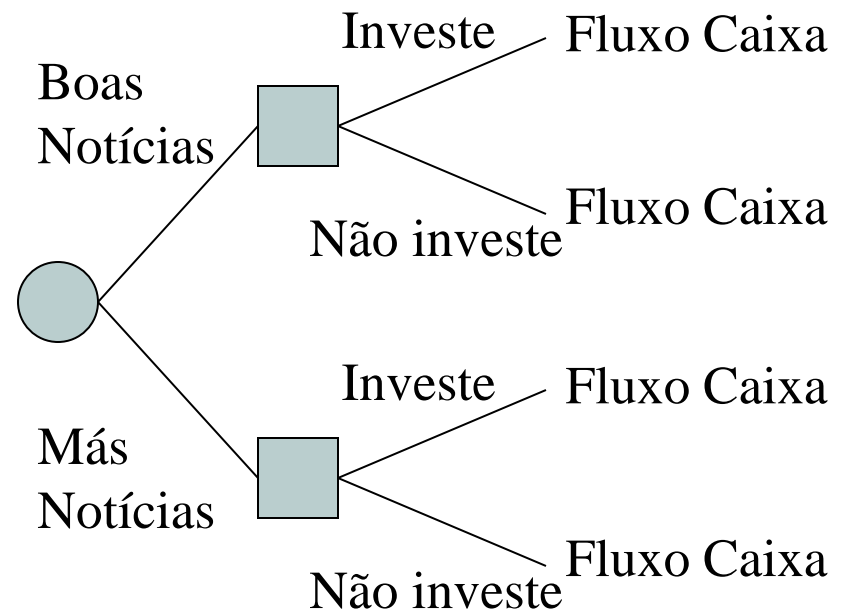
Reconhecendo uma Opção Real



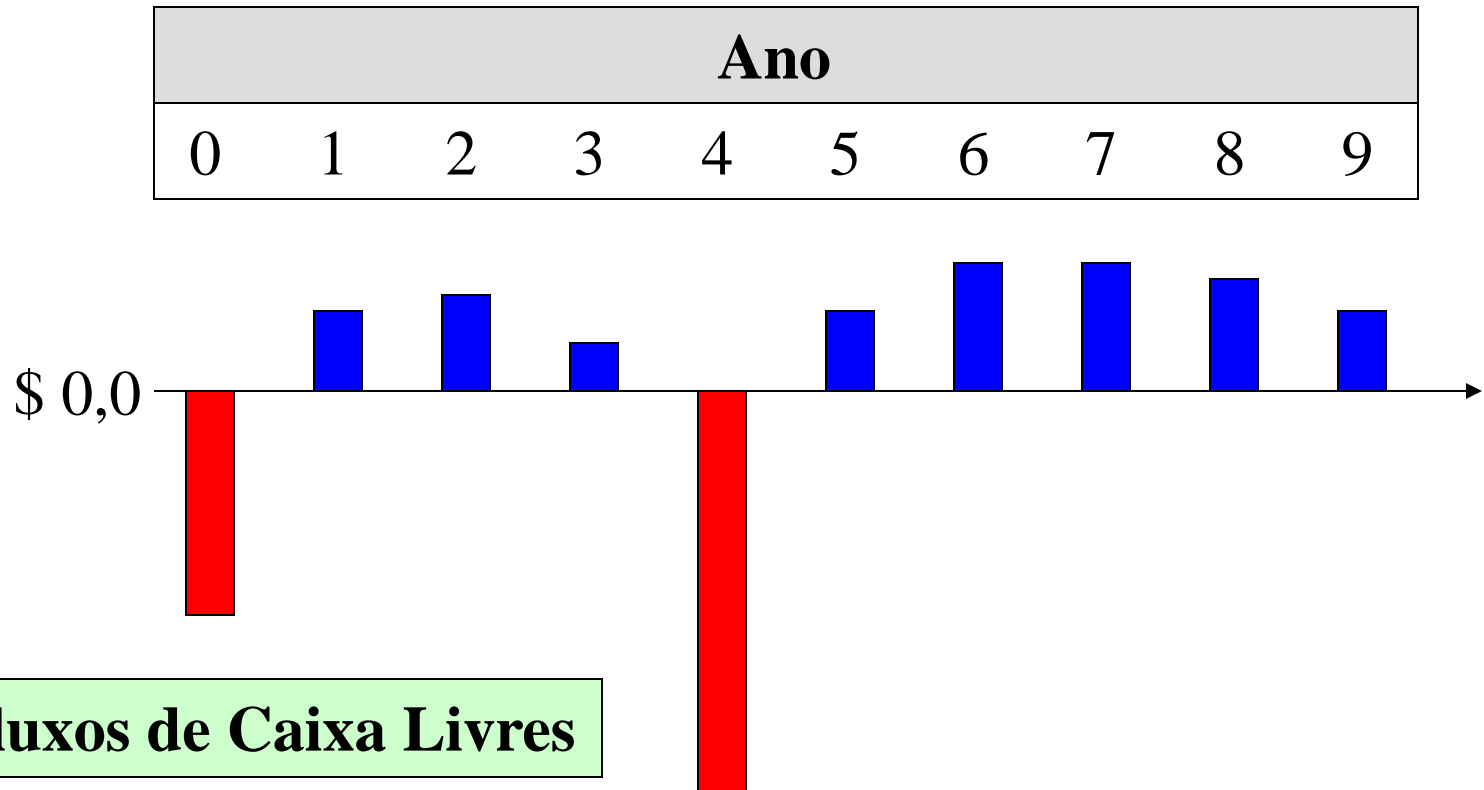
Esta não é uma Opção



Esta é uma Opção



Reconhecendo uma Opção Real



Uma empresa possui uma Opção quando...



Incerteza

Os fluxos de caixas do projeto são incertos.

Irreversibilidade

Uma vez realizados, os recursos comprometidos são irrecuperáveis.

**Possibilidades
de Revisões**


Nós podemos postergar os comprometimentos de recursos e possivelmente receber novas informações que nos permitem revisar nossa avaliação sobre a lucratividade do projeto.

Fatores que afetam o valor de uma Opção Real de Postergar



- Valor presente do projeto (ativo-objeto);
- Gastos necessários para aquisição do projeto (preço de exercício);
- Período de tempo em que a decisão pode ser postergada (prazo de vencimento);
- Valor do dinheiro no tempo (taxa de juros livre de risco);
- Incerteza dos fluxos de caixa do projeto (volatilidade).

A minha empresa possui muitas opções reais. No entanto, o preço das suas ações não reflete a presença destas opções.



Por que isto ocorre?

EXEMPLO



Exemplo Cia. de TV a Cabo

Premissas e VPL



Dados Básicos e Premissas	Anos						
	2.000	2.001	2.002	2.003	2.004	2.005	2.006
TV a Cabo (mil assinantes)	1.505	1.485	1.560	1.685	1.820	1.965	2.185
Virtua (mil assinantes)	28	52	66	85	111	141	178
Telefonia (mil assinantes)			29	59	77	99	133
Receita média de telefonia por assinante (R\$)			10	15	20	22	25
Custo médio de telefonia por assinante (R\$)			8	10	15	17	21

WACC (anual) 16%

Taxa crescimento anual perpetuidade 5%

Valores expressos em R\$ mil	Anos					
	2.002	2.003	2.004	2.005	2.006	Perpetuidade
Receita	290	885	1.540	2.178	3.325	66.500
Custo	232	590	1.155	1.683	2.793	55.860
Fluxo de caixa	58	295	385	495	532	10.640
Fluxo de caixa descontado	50	219	247	273	253	4.367
Valor presente	5.410					
Investimento necessário	6.000					
VPL	-590					

Modelo de Black & Scholes ...



- Fischer Black (1938-1995) e
- Myron Scholes (1941-)



○ Journal of Political Economy, no.81, 1973

Modelo de Black & Scholes



Cálculo do valor de uma opção de compra europeia cujo ativo-objeto não paga dividendos:

$$C = S.N(d_1) - X.N(d_2).e^{-r.T}$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{X}\right) + \frac{\sigma.\sqrt{T}}{2} + \frac{r.\sqrt{T}}{\sigma}}{\sigma.\sqrt{T}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma.\sqrt{T}$$

Exemplo Cia. de TV a Cabo

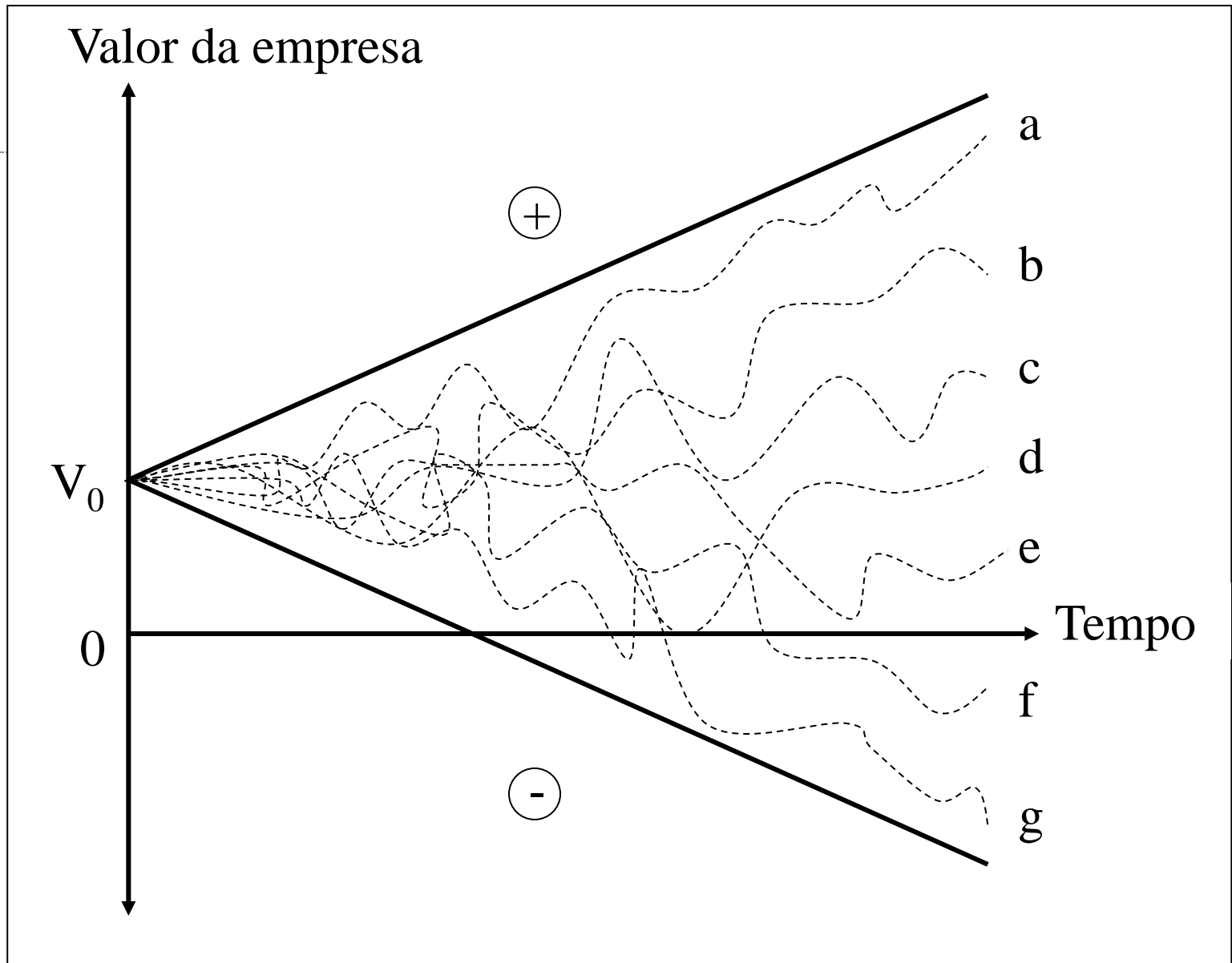
Valor da Opção

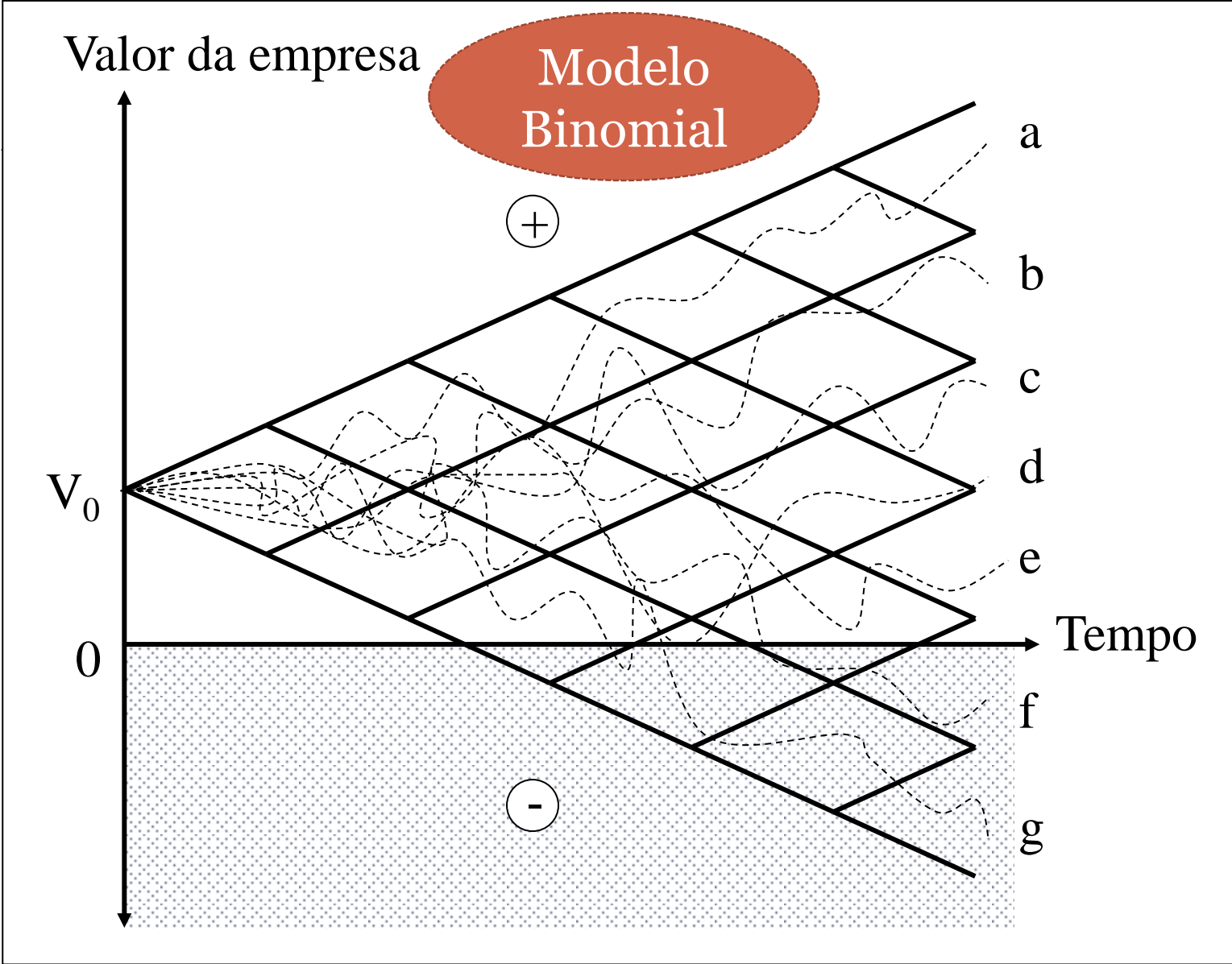


Tempo de vida da opção (anos)	2	
Taxa de juros livre de risco (anual)	7%	
Incerteza dos fluxos (volatilidade)	60%	
Valor atual do projeto	5.410	
Investimento necessário	6.000	
Valores expressos em R\$ mil	Valor	N (x)
d1	0,46	0,68
d2	-0,39	0,35
Valor atual do projeto	5.410	
VP do Investimento necessário (rf)	5.241	
Valor do projeto com opção (R\$)	1.836	
Valor do projeto sem opção (R\$)	-590	
Valor da opção (R\$)	2.426	

Como solucionar as limitações do modelo de Black & Scholes?







Desafios



- Disseminação do pensamento de Opções Reais nas organizações.
- Estimação dos parâmetros.
- Incerteza do mercado vs técnica/interna.
- Carteira (portfolio) de opções reais.