1.

II Introdução à Análise de Risco e aos Produtos Financeiros

A. Risco

<u>Def:</u> Risco = incerteza no valor futuro de um ativo.

<u>Exemplo 1</u>

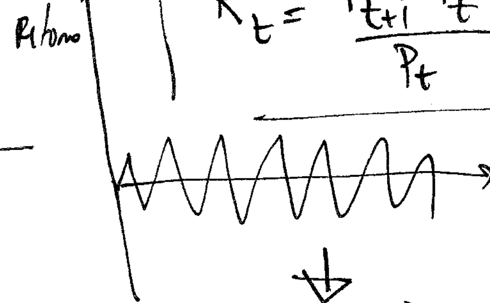
Ativo A

Retorno	Prob.
−3%	10%
2%	30%
5%	40%
10%	20%

Ativo B

Retorno	Prob.
−1%	20%
4%	30%
14%	40%
34%	10%

$$\boxed{R_t = \frac{P_{t+1} - P_t}{P_t}} \quad (1)$$



$\Downarrow$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_j (R_j - \bar{R})^2}$$

Risco

Valor esperado : $\boxed{E[X] = p_1 x_1 + p_2 x_2 + \dots + p_n x_n = \bar{x}}$ (2)

dispersão (incerteza) : $\boxed{var[X] = p_1 (x_1 - \bar{x})^2 + p_2 (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + p_n (x_n - \bar{x})^2}$ (3)

Volatilidade

$$\boxed{\sigma_X = \sqrt{var[X]}} \quad (4)$$

<u>Retornos esperados</u>

$$E[R_A] = (-3\% \times 0{,}1) + (2\% \times 0{,}3) + (5\% \times 0{,}4) + (10\% \times 0{,}2)$$
$$= 4{,}3\%$$

$$E[R_B] = (-1\% \times 0{,}2) + (4\% \times 0{,}3) + (14\% \times 0{,}4) + (34\% \times 0{,}1) =$$
$$= 10\%$$

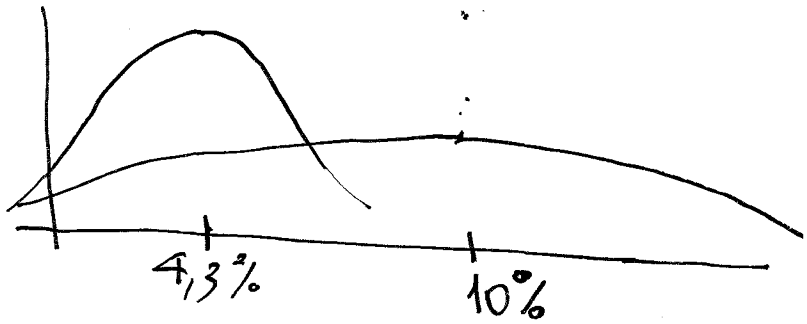
Risco

$$var[R_A] = 0{,}1 \times (-3\% - 4{,}3\%)^2 + 0{,}3 \times (2\% - 4{,}3\%)^2 +$$
$$+ 0{,}4 \times (5\% - 4{,}3\%) + 0{,}2 \times (10\% - 4{,}3\%)^2 = 0{,}0014$$

$$\sigma_{R_A} = 0{,}0374 = 3{,}74\%$$

$$Var[R_B] = 0{,}99\%$$

$$\sigma_{R_B} = 9{,}95\%$$



	Retorno	Risco	
A	4,3%	3,74%	←
B	10%	9,95%	← + risco

~~RAROC: Risk Adjusted Return over Capital~~

B. Índice de Sharpe

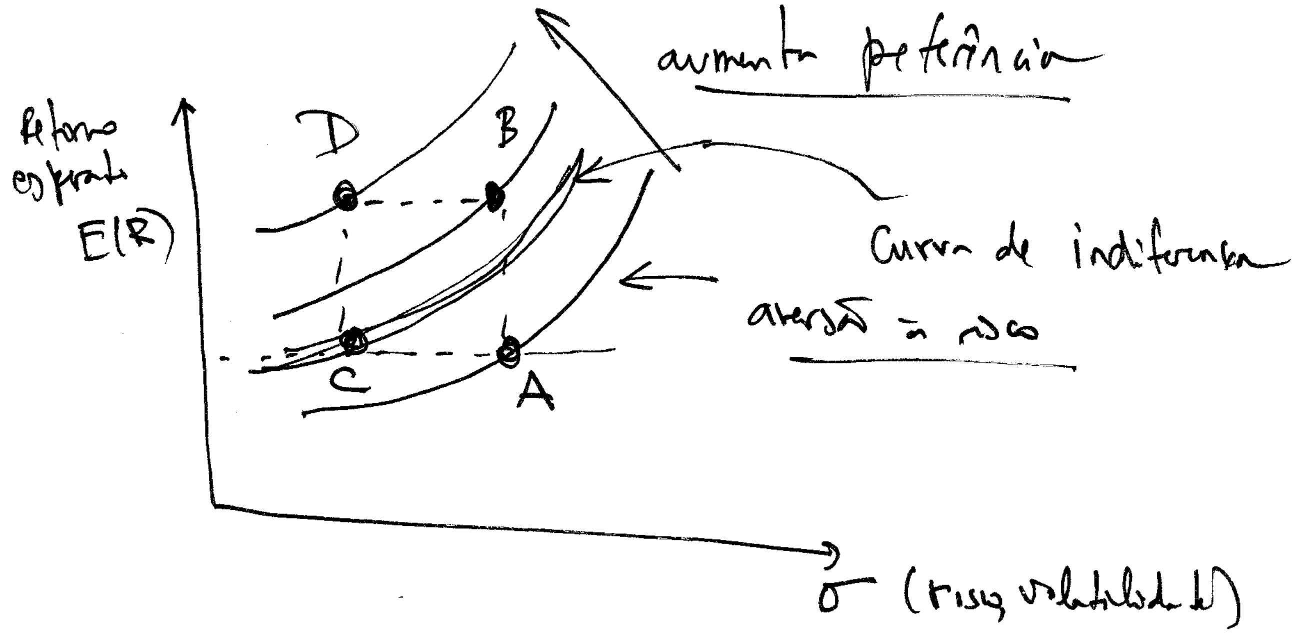
$$\boxed{S = \frac{\text{Retorno Esperado} - \text{Retorno livre de risco}}{\text{volatilidade}}} \quad + \text{ melhor } (S)$$

Assumindo Ret. livre de risco << Retorno Esperado

Supondo

$$\begin{cases} S_A = 1{,}15 \\ S_B = 1{,}00 \end{cases}$$

C. Escolhas do Investidor



$A < C$

$B > A$

$D > B$

$D > B > C > A$

D. Retorno Esperado ~~e Risco~~ de uma Carteira

V_0 : valor ~~da carteira~~ inicial da carteira
V_1 : valor final

$\Delta V = V_1 - V_0$

$\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2 + \cdots \Delta V_n$: valor decomposto em seus ativos

$$R = \frac{\Delta V}{V_0} = \sum_{j=1}^{n} \frac{\Delta V_j}{V_0} = \sum_j \frac{\Delta V_j}{\frac{V_j}{w_j}} = \sum_j w_j R_j$$

$V_j = w_j V_0$ divisão do capital inicial

$$R_p = \sum_{j=1}^{n} w_j R_j$$

Fração investida no ativo j

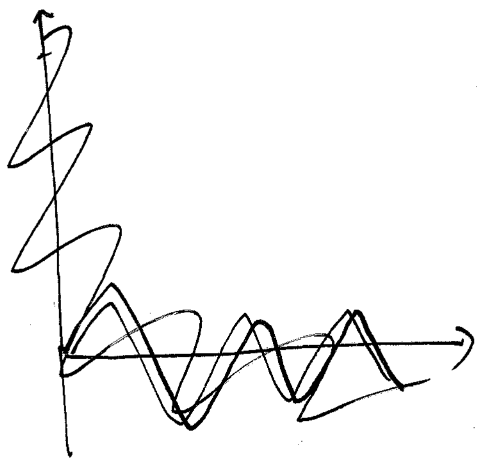
$$\boxed{E[R_p] = \sum_{j=1}^{n} w_j \, E[R_j]} \quad (5)$$

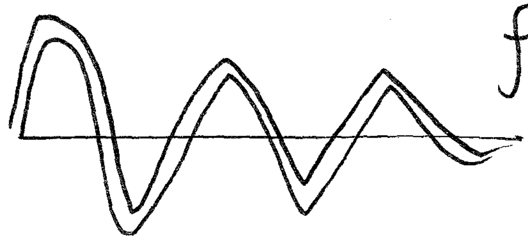
$$\begin{aligned} Var[R_p] &= Var\left[\sum_{j=1}^{n} w_j R_j\right] \\ &= \sum_{j=1}^{n} w_j^2 \sigma_j^2 + 2 \sum_{j>k} w_j w_k \, cov[R_j, R_k] \end{aligned}$$

$$cov[X, Y] = E[XY] - E[X]\,E[Y]$$

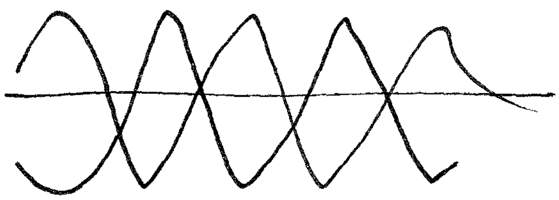
$$\sigma[R_p] = \sqrt{\sum_j \sum_k w_j \sigma_j \rho_{jk} \sigma_k w_k}$$

$$\boxed{\rho_{jk} = \frac{Cov[R_j, R_k]}{\sigma_j \; \sigma_k}} \quad (6)$$

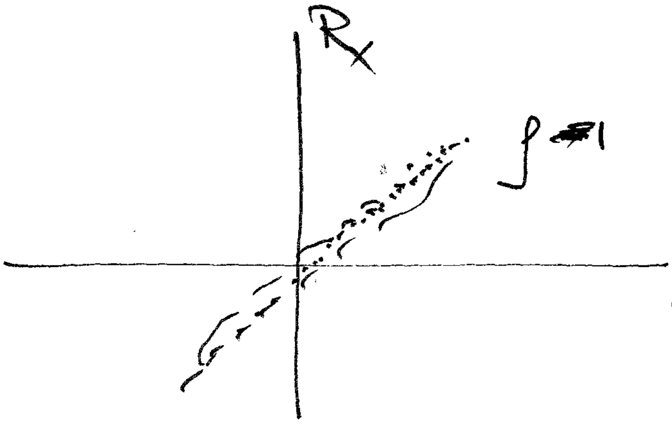




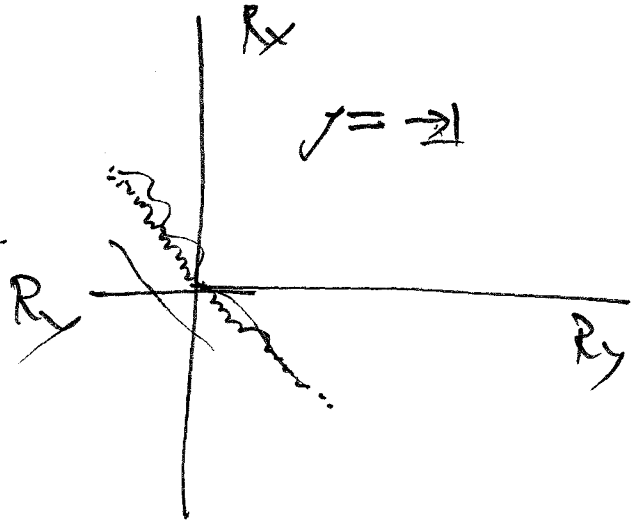
$\rho = 1$



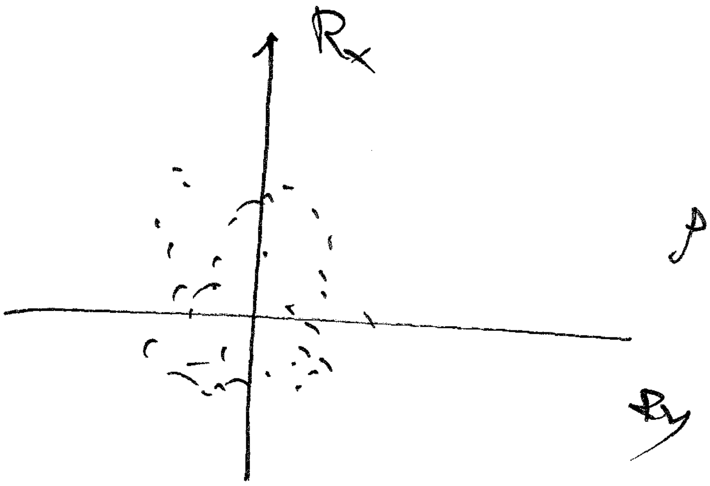
$\rho = -1$



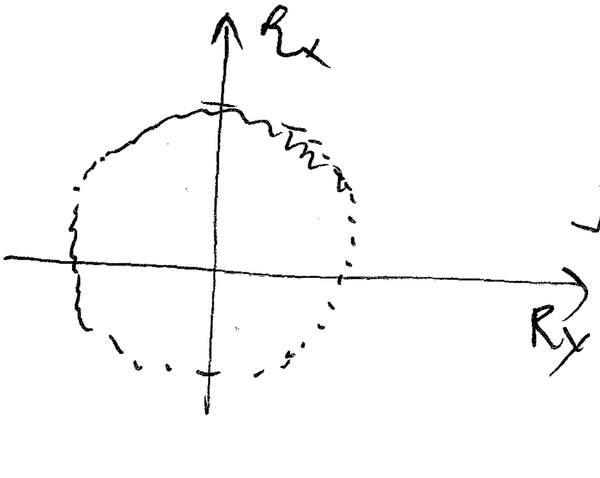
$\rho = 1$



$\rho = -1$



$\rho \to 0$



$\rho \to 0$

Exemplo 2 : Efeitos da Correlação

	Retorno	Risco
Ativo A	12%	18%
Ativo B	24%	27%

Composição		$E[R_p]$	Risco		
Ativo A	Ativo B		$\rho_{AB}=+1$	$\rho_{AB}=0$	$\rho_{AB}=-1$
100%	0%	12%	18%	18%	18%
80%	20%	14,4%	19,8%	15,4%	13,5%
60%	40%	16,8%	21,6%	15,2%	0% ← hedge
40%	60%	19,2%	23,4%	17,7%	9%
20%	80%	21,6%	25,2%	21,9%	18%
0%	100%	24,0%	27%	27%	27%

diversificação

$$\sigma_p = \sqrt{w_A^2\sigma_A^2 + w_B^2\sigma_B^2 + 2 w_A w_B \sigma_A \sigma_B \rho_{AB}}$$

Exemplo 3 : Determinação do Risco e Retorno de uma Carteira

Cenários	Prob	R_X	R_Y	
Recessão	10%	-5%	2%	← bearish
Médio	35%	10%	10%	←
Bom	45%	25%	15%	
Excelente	10%	50%	20%	← bullish

$E[R_x] = -5\% \cdot 0{,}1 + 10\% \times 0{,}35 + 25\% \times 0{,}45 + 50\% \times 0{,}10 =$ 7
$= 19{,}25\%$

$E[R_y] = 2\% \cdot 0{,}1 + 10\% \cdot 0{,}35 + 15\% \cdot 0{,}45 + 20\% \times 0{,}10 = 12{,}45\%$

$\sigma_x = 40{,}65\%$

$\sigma_y = 13{,}37\%$

$$cov[R_x, R_y] = \sum_j P_j (R_x - \bar{R}_x)(R_y - \bar{R}_y)$$

$$= 0{,}006309$$

$$\rho_{xy} = \frac{0{,}006309}{0{,}4065 \times 0{,}1337} = 0{,}1161 = 11{,}61\%$$

$$\sigma_p = \sqrt{w_a^2 \sigma_a^2 + w_b^2 \sigma_b^2 + 2 w_a w_b \sigma_a \sigma_b \rho_{ab}}$$

Carteira Possíveis

w_x	w_y	$E[R_p]$	σ_p	média ponderada $w_x \sigma_x + w_y \sigma_y$	
0%	100%	12,45%	13,4%		
25%	75%	14,15%	15,08%	20,19%	
50%	50%	15,85%	22,12%	27,0%	← Diversificação
75%	25%	17,55%	31,05%	33,83%	
100%	0%	19,25%	40,65%		

E. Otimização de Carteira

2 ativos

$$\sigma(w) = \sqrt{w^2\sigma_A^2 + (1-w)^2\sigma_B^2 + 2w(1-w)\sigma_A\sigma_B\rho_{AB}}$$

$$\frac{d\sigma}{dw} = 0$$

$$\frac{1}{2}\left[w^2\sigma_A^2 + (1-w)^2\sigma_B^2 + 2w(1-w)\sigma_A\sigma_B\rho_{AB}\right]^{-\frac{1}{2}} \times$$

$$\times\left[2w\sigma_A^2 + 2(-1)(1-w)\sigma_B^2 + 2(1-w)\sigma_A\sigma_B\rho_{AB} + \right.$$

$$\left. + 2w(-1)\sigma_A\sigma_B\rho_{AB}\right] = 0$$

$$2w\sigma_A^2 - 2(1-w)\sigma_B^2 + 2(1-w)\sigma_A\sigma_B\rho_{AB} - 2w\sigma_A\sigma_B\rho_{AB} = 0$$

$$w\left[\sigma_A^2 + \sigma_B^2 - \sigma_A\sigma_B\rho_{AB} - \sigma_A\sigma_B\rho_{AB}\right] - \sigma_B^2 + \sigma_A\sigma_B\rho_{AB} = 0$$

$$\boxed{w = \frac{\sigma_B^2 - \sigma_A\sigma_B\rho_{AB}}{\sigma_A^2 + \sigma_B^2 - 2\sigma_A\sigma_B\rho_{AB}}} \quad (7)$$

Produtos Financeiros

1. Certificado de Depósito Bancário (CDB)
Recibo de Depósito Bancário (RDB)

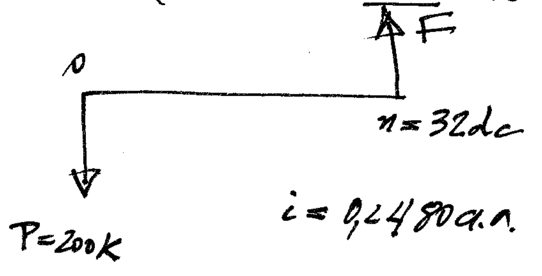
Títulos emitidos por bancos, utilizados para captação de recursos junto aos investidores.

CDB/RDB { pré (min prazo 30 dc)
pós (min prazo 120 dc)

CDB → transferível por endosso
RDB → intransferível } sem IOF, 20% rendimento bruto (IR)

Ex 1: Aplicação de R$ 200.000 num CDB pré. tx de 24,80% a.a. (dc) período de 32 dc (contidos 21 du). IR = 20% do rendimento bruto.

Calcular:
(a) montante bruto
(b) rendimento bruto
(c) IR retido
(d) montante líquido
(e) taxa efetiva ao período
(f) taxa over ao período



(a)

$$F = P(1+i)^n$$
$$= 200.000(1+0,2480)^{\frac{32}{360}}$$
$$= 203.977,57$$

(b) rendimento bruto

$$RB = F - P$$
$$= 3.977,57$$

(c) IR retido

$$IR = \text{Alíquota} \times RB$$
$$= 0,2 \times 3977,57$$
$$= 795,51$$

(d) Montante líquido

$$F^* = F - IR$$
$$= 203977,57 - 795,51$$
$$= 203.182,06$$

(e) tx efetiva

$$i^* = \frac{F^*}{P} - 1$$
$$= \frac{203182,06}{200000} - 1$$
$$= 1,59\%\ a.p.$$

(f) Tx over líquida no período

$$(1+i_d)^{du} = (1+i^*)$$

$$i_d = (1+i^*)^{\frac{1}{du}} - 1$$

$$i_d = (1+0{,}0159)^{\frac{1}{21}} - 1$$

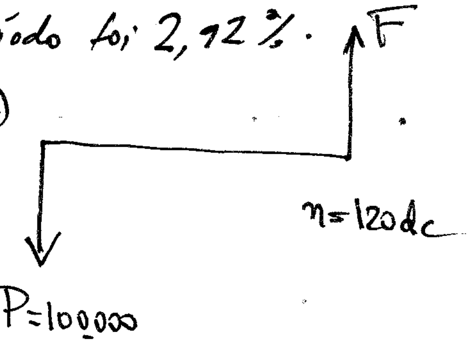
$$i_d = 0{,}0751\%\ a.d.u.$$

$$i_{over} = 30 \times i_d = 2{,}25\%\ a.m.o.$$

Exemplo 2: Aplicação de R$100.000 num RDB pós. tx de TR + 12,70% a.a. por 120dc. IR na fonte de 20% sobre o rendimento bruto. TR no período foi 2,92%.

(a) montante bruto
(b) rendimento bruto
(c) IR retido
(d) montante líquido
(e) tx efetiva líquida no período

(a)



TR+12,70%
corrige pela TR mais 12,70% a.a.

$$F = P(1+TR)(1+i_{per})$$

$$= 100000(1+0{,}0292)(1+0{,}1270)^{\frac{120}{360}}$$

$$= R\$\ 107104{,}51$$

(b) Rendimento Bruto

$$RB = F - P$$

$$= 107.104{,}51 - 100.000$$

$$= R\$\ 7.104{,}51$$

(c) IR na fonte

$$IR = Alíquota \times RB$$

$$= 20\% \cdot 7.104{,}51$$

$$= R\$\ 1420{,}90$$

(d) Montante Líquido

$$F^* = F - IR$$

$$= 107104{,}51 - 1420{,}90$$

$$= R\$\ 105.683{,}61$$

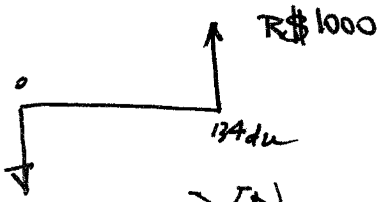
(e) Tx efetiva $i^* = \frac{F^*}{P} - 1 = 5{,}68\%\ a.p.$

2. Títulos Públicos

A. Letras do Tesouro Nacional - LTN

Pré-fixado

Exemplo: LTN 011003



Compra: 20/03/2003

Liq: 21/03/2003

Venc: 01/10/2003

$$PU = \frac{VN}{(1+i)^{\frac{DU}{252}}}$$

21/03/2003 ⟶ 01/10/2003

134 du

VN = 1000,00

Taxa = 27,33% a.a.

$$PU = \frac{1000}{(1,2733)^{\frac{134}{252}}} = R\$ 879,43$$

$$i = \left[\frac{1000}{879,43}\right]^{\frac{252}{134}} - 1 = 27,33\% a.a.$$

B. Letras Financeiras do Tesouro - LFT

$$PU = VNA \times \frac{cotação}{100}$$

$VNA = 1000 \times$ Fator SELIC entre 01/07/2000

$$Cotação = \frac{100}{(1+i_{ágio})^{DU/252}}$$

Exemplo: LFT 180608

Compra: 18/04/05

liquidação: 19/04/05

Valor na d.b. = 1000,00

Data de venc. : 18/06/08

ágio anual: 0,27%

19/04/05 ⟶ 18/06/08

791du (vencimento ñ contado)

$$Cotação = \frac{100}{(1+0,0027)^{\frac{791}{252}}} = 99,1572$$

$$VNA_{18/04/05} = 1000 \times FATORSELIC_{01/07/00 \to 18/04/05}$$

$$= 1000 \times 2,270735459 =$$

$$= R\$ 2270,735459$$

$$VNA_{\substack{19/04/05 \\ proj}} = VNA_{18/04/05} \times \left[1+Tx_{selic}\right]^{\frac{1}{252}} =$$

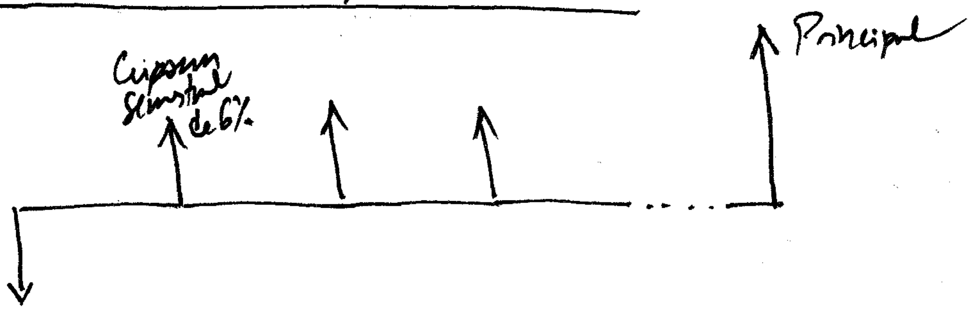
$$= 2270,735459 \times [1,1925]^{\frac{1}{252}} = 2272,32$$

$$PU = 2272{,}322391 \cdot \frac{99{,}1572}{100}$$

$$= 2253{,}17$$

Rentabilidade = SELIC DO PERÍODO + 0,27%

C. Notas do Tesouro Nacional, série C – NTN-C

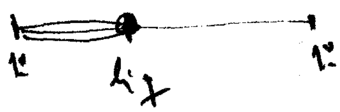


$$PU = VNA \cdot \frac{\text{COTAÇÃO}}{100}$$

$$VNA = VNA^{*} (1 + IGPM_{proj})^{x}$$

$$x = \frac{\#\,dc \text{ entre liquidação e o 1º dia do mês atual}}{\#\,dc \text{ entre o 1º dia do mês seguinte e o 1º dia do mês atual}}$$

= % do mês transcorrido



$VNA^{*} = 1000 \cdot$ Fator de Variação do IGPM

01/07/00 → 1º dia mês atual

$$\text{cotação} = \frac{(1{,}06)^{0{,}5} - 1}{(1 + TIR)^{\frac{DU1}{252}}} + \frac{(1{,}06)^{0{,}5} - 1}{(1 + TIR)^{\frac{DU2}{252}}} + \dots + \frac{(1{,}06)^{0{,}5} - 1}{(1 + TIR)^{\frac{DU_n}{252}}} + \frac{1}{(1 + TIR)^{\frac{DU_n}{252}}}$$

Exemplo

NTN-C 010408

compra: 06/09/04

Liq: 08/09/04

Valor Data base (01/07/00): 1000,00

Vcto: 01/04/08

TIR = 8,53% a.a.

$$x = \frac{(08/09/04) - (01/09/04)}{(01/10/04) - (01/09/04)} = \frac{7}{30}$$

$VNA^* = 1000 \times$ var do IGPM

01/07/00 → 1º dia do mês atual

$= 1000 \times 1{,}754670875$

$= 1754{,}670875$

$$VNA = VNA^* \left(1 + IGPM_{proj}\right)^x$$

$$= 1754{,}670875 \cdot (1 + 0{,}0086)^{7/30} = 1758{,}180365$$

Cotação = 08/09/04

Cupons

01/10/04	17
01/04/05	141
01/10/05	269
01/04/06	394
01/10/06	519
01/04/07	642
01/10/07	768
01/04/08	891

$$\text{Cotação} = \frac{(1{,}06)^{0{,}5} - 1}{(1+0{,}0853)^{\frac{17}{252}}} + \frac{(1{,}06)^{0{,}5} - 1}{(1+0{,}0853)^{\frac{141}{252}}} + \frac{(1{,}06)^{0{,}5} - 1}{(1+0{,}0853)^{\frac{269}{252}}} + \frac{(1{,}06)^{0{,}5} - 1}{(1+0{,}0853)^{\frac{394}{252}}} + \frac{(1{,}06)^{0{,}5} - 1}{(1+0{,}0853)^{\frac{519}{252}}} + \frac{(1{,}06)^{0{,}5} - 1}{(1{,}0853)^{\frac{642}{252}}} + \frac{(1{,}06)^{0{,}5} - 1}{(1{,}0853)^{\frac{768}{252}}} + \frac{(1{,}06)^{0{,}5} - 1}{(1{,}0853)^{\frac{891}{252}}} + \frac{1}{(1{,}0853)^{891/252}} = 0{,}953582$$

$$PU = 1758{,}180365 \times \frac{95{,}3582}{100}$$

$$= 1676{,}56$$

Valor dos cupons

NTN-C 010408

Vencim. 01/04/08

Pagamento do cupom: 01/04/03

Valor na data base (01/07/00) : R$ 1000,00

Valor atualizado em 01/04/03 : 1566,600451

Cupom semestral 6% a.a.

$$CUPOM = VNA \cdot \left[(1 + t_x)^{1/2} - 1 \right]$$

$$= 1566,600451 \cdot \left[(1,06)^{\frac{1}{2}} - 1 \right]$$

$$= 1566,600451 \times 0,029563$$

$$= 46,31$$

D. Notas do Tesouro Nacional, série B – NTN-B

R\$ - fixado

Cupom semestral 6% a.a.

DtB: 15/07/2000 valor na DtB = 1000

Atualização IPCA (Índice de Preços ao Consumidor Amplo)

x = fração transcorrida do mês

IPCA → 15 de cada mês

$VNA^* = 1000 \cdot$ Fator de variação do IPCA entre 15/07/00 e 15 do mês atual

$$VNA = VNA^* (1+IPCA)^x$$

$$\text{cotação} = \frac{(1{,}06)^{0,5}-1}{(1+TIR)^{\frac{DU1}{252}}} + \frac{(1{,}06)^{0,5}-1}{(1+TIR)^{\frac{DU2}{252}}} + \cdots + \frac{(1{,}06)^{0,5}-1}{(1+TIR)^{\frac{DU_n}{252}}} + \frac{1}{(1+TIR)^{\frac{DU_n}{252}}}$$

$$PU = VNA \times \frac{\text{cotação}}{100}$$

Exemplo

NTNB 150806

Dt compra 12/09/03

Dt liq 15/09/03

Valor na DtB 15/07/00 : 1000,00

Dt venc. 15/08/06

TIR = 10,79%

$VNA^* = 1000 \times$ var IPCA 15/07/00 → 15 mês atual

$= 1000 \cdot 1{,}354492078$

$= 1354{,}492070$

Cotação 15/9/03

Cupons

15/2/04 — 108

15/8/04 — 233

15/2/05 — 358

15/8/05 — 484

15/2/06 — 612

15/8/06 — 735

$$\text{Cotação} = \frac{1{,}06^{0{,}5}-1}{(1+0{,}1079)^{\frac{108}{252}}} + \frac{1{,}06^{0{,}5}-1}{(1+0{,}1079)^{\frac{233}{252}}} + \frac{1{,}06^{0{,}5}-1}{(1+0{,}1079)^{\frac{358}{252}}} +$$

$$\frac{1{,}06^{0{,}5}-1}{(1+0{,}1079)^{\frac{484}{252}}} + \frac{1{,}06^{0{,}5}-1}{(1{,}1079)^{\frac{612}{252}}} + \frac{1{,}06^{0{,}5}-1}{(1{,}1079)^{\frac{735}{252}}} + \frac{1}{(1{,}1079)^{\frac{735}{252}}}$$

$$= 0{,}891662$$

$$PU = 1354{,}492078 \times \frac{89{,}1662}{100} = 1207{,}74$$

<u>Cupons</u>

$$CUPOM = VNA\left[(1+0{,}06)^{\frac{1}{2}}-1\right] = 1349{,}902763 \times 0{,}029563$$

$$= 39{,}91$$

E. NTN-F. Notas do Tesouro Nacional, série F

Pré-fixado

Cupom Semestral de Juros 10% a.a.

Valor nominal 1000,00

$$PREÇO = 1000\left[\frac{1{,}10^{0{,}5}-1}{(1+TIR)^{\frac{DU1}{252}}}\right] + 1000\left[\frac{1{,}10^{0{,}5}-1}{(1+TIR)^{\frac{DU2}{252}}}\right] + \dots +$$

$$1000\left[\frac{1{,}10^{0{,}5}-1}{(1+TIR)^{\frac{DUn}{252}}}\right] + 1000\left[\frac{1}{(1+TIR)^{\frac{DUn}{252}}}\right]$$

Exemplo: NTN-F 010108

compra: 08/01/04

Liq : 09/01/04

Valor nominal no venc. : 1000,00

Data de venc. 01/01/08

TIR = 16,52%

Liq. 09/01/04

Cupons 01/07/04 —— 119

01/01/05 —— 247

01/07/05 —— 371

01/01/06 —— 498

01/07/06 —— 622

01/01/07 —— 747

01/07/07 —— 871

01/01/08 —— 997

Resgate 01/01/08 —— 997

PREÇO = 828,52

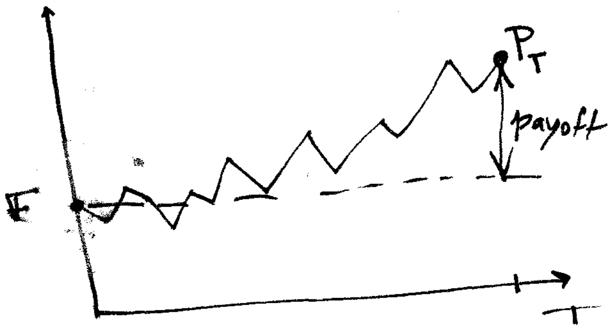
Cupons

$$CUPOM = 1000\left[1{,}1^{\frac{1}{2}}-1\right]$$

$$= 48{,}81$$

Produtos Financeiros: Derivativos

1. Futuros



* Compra Futura

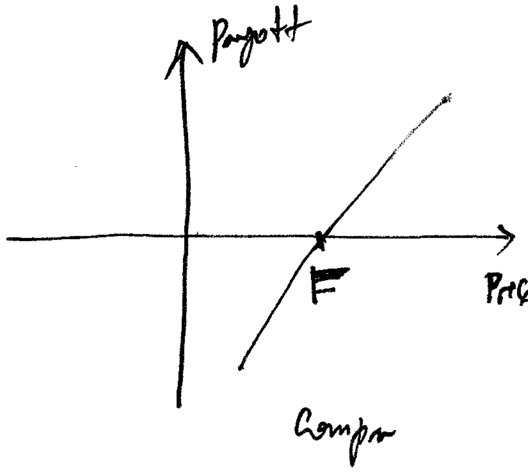
Compromisso " ~~Direito~~ de Compra
~~Dever~~ de venda Compromisso

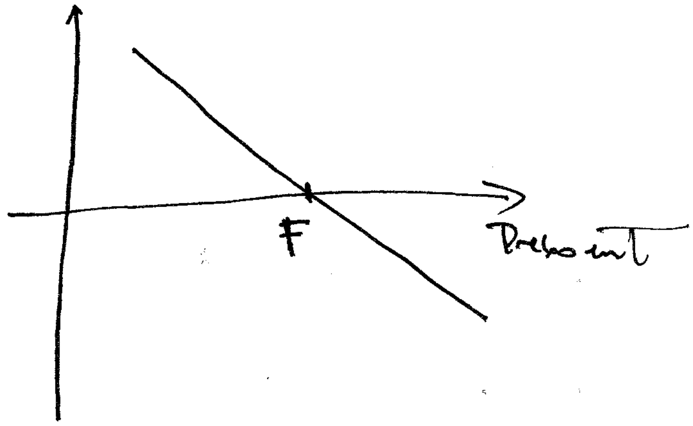
$\text{Payoff} = P_T - F$

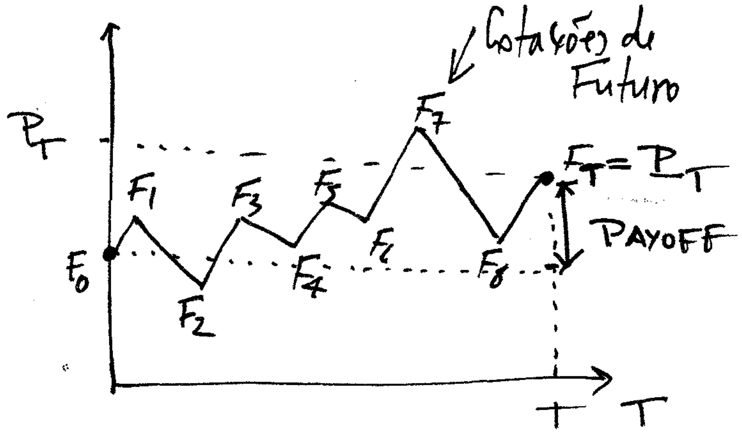
* Venda Futura

Compromisso " ~~Direito~~ de venda
~~Dever~~ de Compra Compromisso

$\text{Payoff} = F - P_T$







Ajustes Diários

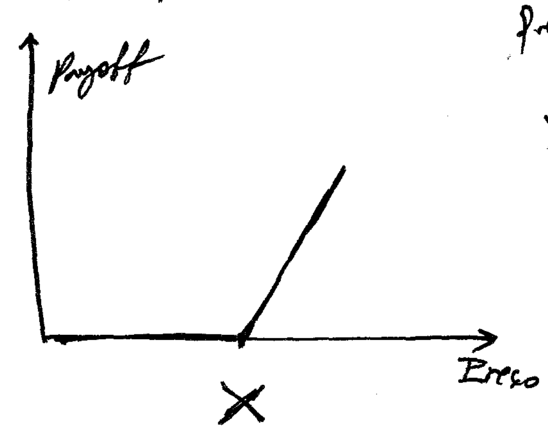
$$\text{PAYOFF} = P_T - F_0 = \Delta F_1 + \Delta F_2 + \ldots + \Delta F_T$$
$$= (F_1 - F_0) + (F_2 - F_1) + \ldots + (P_T - F_{T-1})$$

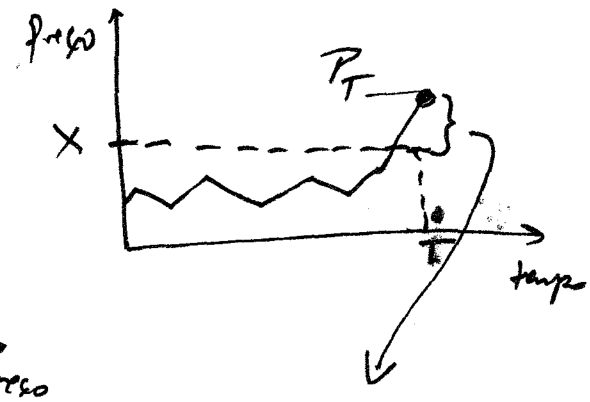
2. Opções

Call - opção de compra

Direito de Compra por X

Compromisso de venda por X





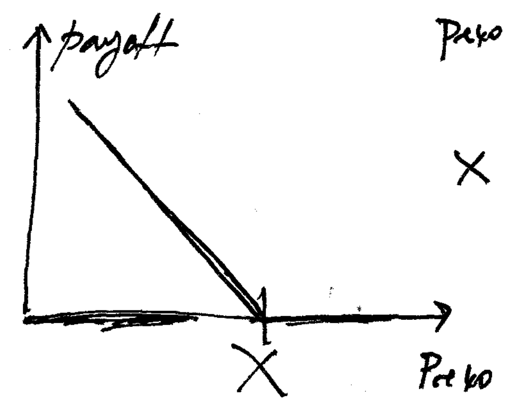
Compra por X o que vale P_T

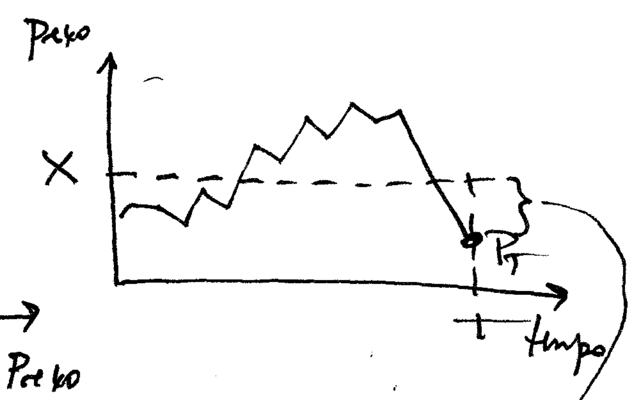
$$\text{Payoff} = \max\{P_T - X, 0\}$$

Put - opção de venda

Direito de venda por X

Compromisso de ~~venda~~ compra por X



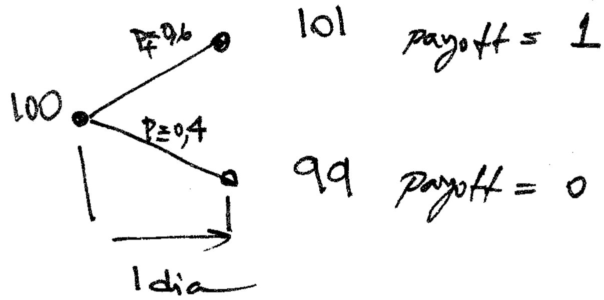


$$\text{payoff} = \max\{X - P_T, 0\}$$

vende por X o que vale P_T

3. Avaliando Opções

call



Preço da opção $= 0,6 \times 1 + 0,4 \times 0 = 0,6$?

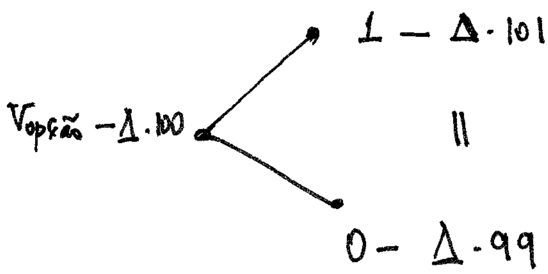
NÃO!

Suponha uma carteira com

$$1 \text{ opção call } - \underbrace{\Delta \times \text{ativo}}_{\text{quantidade } \Delta \text{ vendida}}$$

É possível escolher Δ de forma que o valor da carteira independa do valor da ação?

SIM!



$$V_{carteira} = -\frac{99}{2}$$

$$V_{opção} = -\frac{99}{2} + \frac{100}{2} = \frac{1}{2}$$

$$1 - \Delta \cdot 101 = -\Delta \cdot 99$$

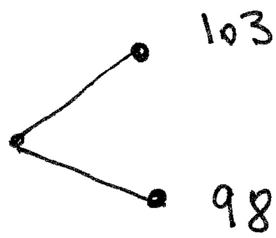
$$2\Delta = 1 \therefore \Delta = \frac{1}{2}$$

$$\boxed{V_{opção} = \frac{1}{2}}$$

Call

Exemplo

$$V_{opção} - 100\Delta$$



$$3 - 103\Delta$$
$$\parallel$$
$$0 - 98\Delta$$

$$3 - 103\Delta = -98\Delta$$

$$\Delta = \frac{3-0}{103-98} = \frac{3}{5} = 0,6$$

$$= \frac{\Delta V_{opção}}{\Delta P}$$

$$V_{opção} = -98 \times 0,6 + 100 \times 0,6$$
$$= 1,2 .$$

Se a taxa de juros for considerada teremos

$$\cancel{V_{opção} = 1,2}$$

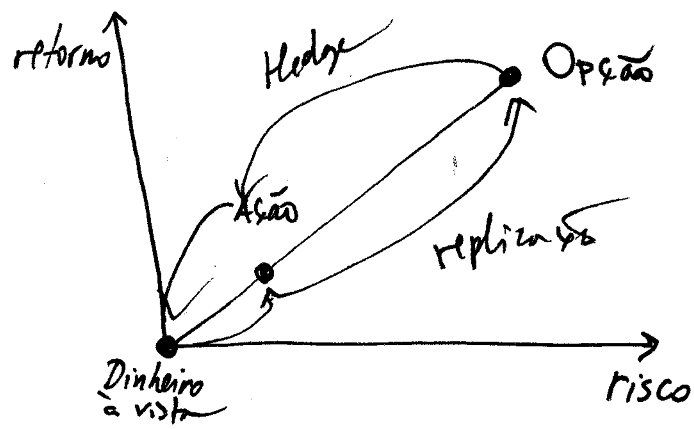
$$V_{opção} - 100\Delta = \frac{0 - 98\Delta}{1+i}$$

Suponha que $i = 10\%$, então

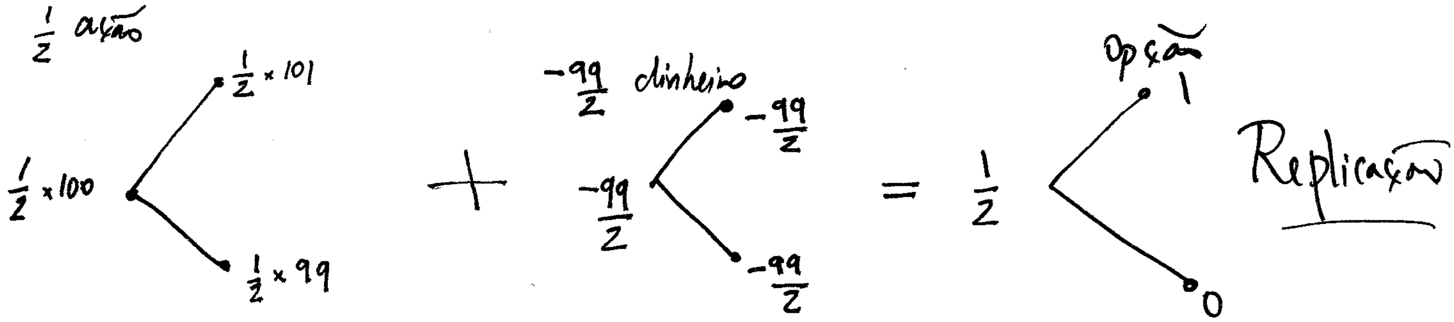
$$V_{opção} = -\frac{98 \times 0,6}{1,1} + 100 \times 0,6 = 6,54$$

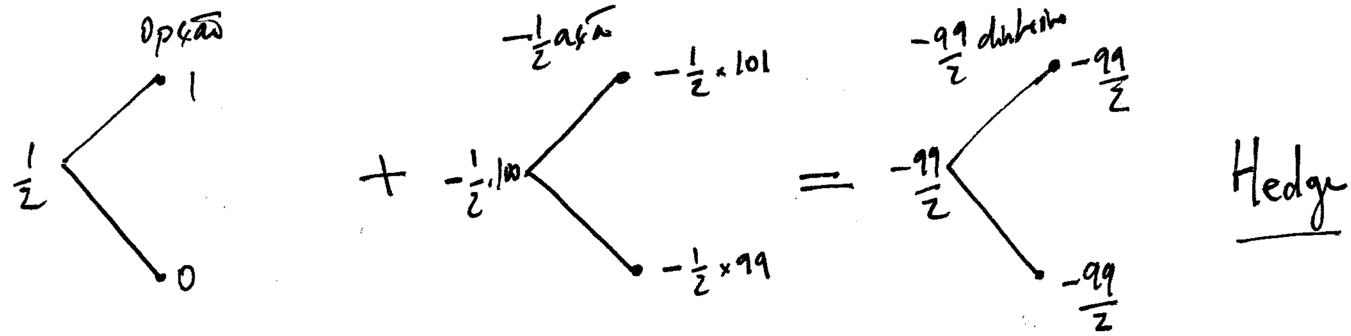
Mercados Completos

~~Risco e Retorno~~

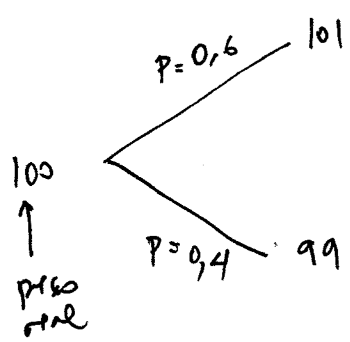


Mundo sem inflação, juros zero.





Probabilidades Neutras ao Risco

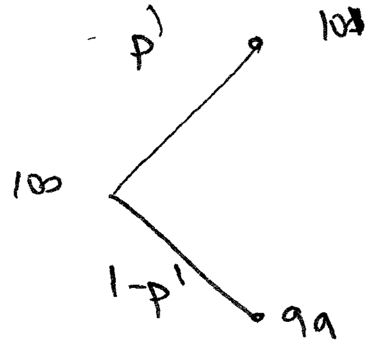


Deveria ser

$101 \times 0{,}6 + 0{,}4 \times 99 = 100{,}2$

Mas pagamos

100 por causa do risco



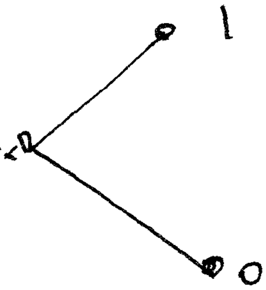
no
Mundo neutro ao risco:

$$101 \times p' + 99(1-p') = 100$$

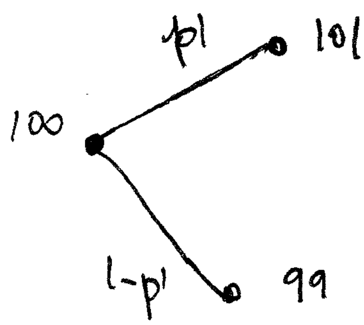
$$p' = \frac{1}{2}$$

Preço da opção

$$\frac{1}{2} = \frac{1}{2} \times 1 + \frac{1}{2} \times 0$$

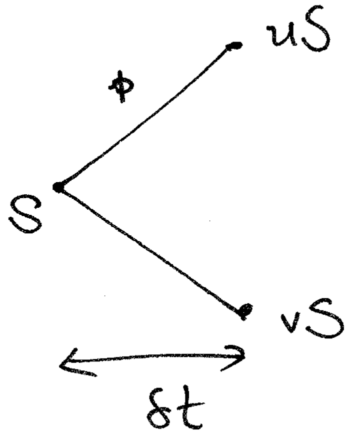


Se houver juros:



$$100 = \frac{101p' + 99(1-p')}{1+i}$$

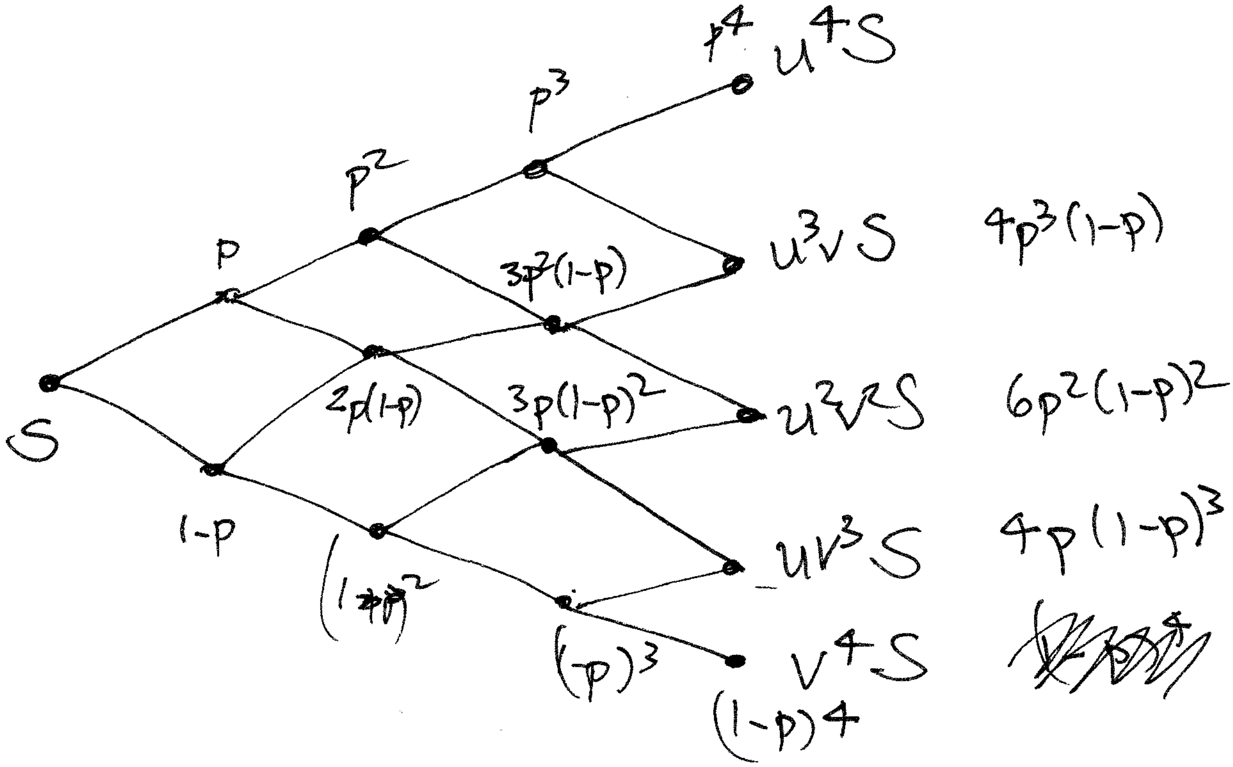
Árvore ~~Modelo~~ Binomial

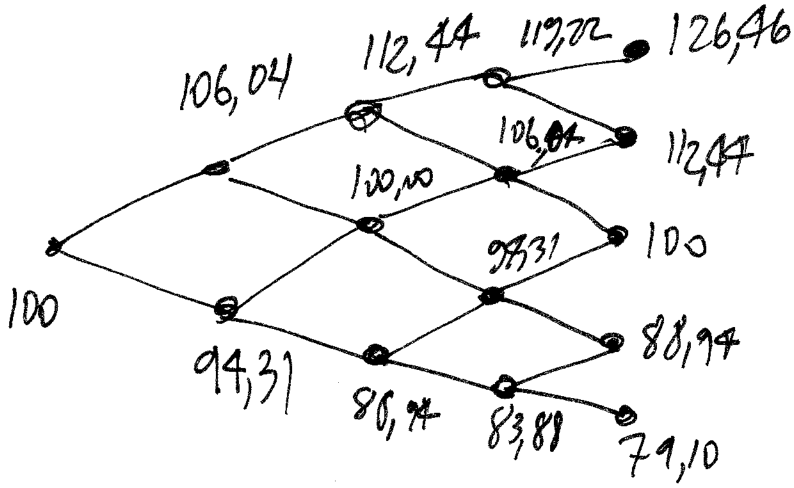


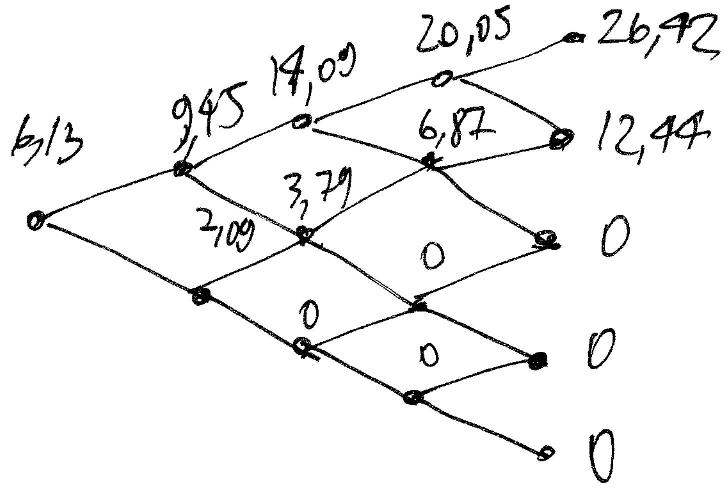
$$u = 1 + \sigma\sqrt{t}$$

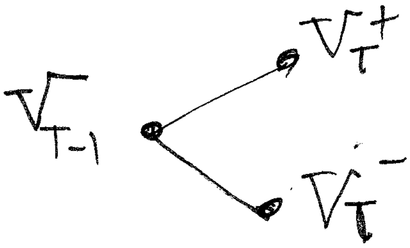
$$v = 1 - \sigma\sqrt{t}$$

$$p = \frac{1}{2} + \frac{\mu\sqrt{t}}{2\sigma}$$




100
106,04
94,31
112,44
100,00
86,94
119,22
106,04
94,31
83,88
126,46
112,44
100
88,94
79,10


6,13
9,45
2,09
14,09
3,79
0
20,05
6,87
0
0
26,42
12,44
0
0
0


V_{T-1}
V_T^+
V_T^-

$$V_{T-1} = V_T^+ p + V_T^-(1-p)$$

EXERCÍCIOS

(1) O seguintes cenários para retornos de dois ativos A e B são dados:

Cenário	Probabilidade	R_A	R_B
Bearish	25%	−10%	−25%
Neutro	45%	0,5%	−0,5%
Bullish	30%	30%	20%

Determine a composição ótima ~~da~~ para a carteira.

(2) Uma instituição adquiriu num leilão uma LTN pelo PU de R$ 890,35 pelo prazo de 127 dias úteis. Qual é a taxa efetiva gerada pelo título no período?

(3) Um banco está captando recursos via CDB no mercado à taxa efetiva bruta de 25% a.a. para operações de 31 dias, com 20 dias úteis. Um cliente, por motivos particulares, quer realizar uma operação de 33 dias com 22 dias úteis, acrescentando 2 dias corridos e úteis às operações-padrão do momento. Determinar a taxa efetiva bruta anual que o banco deve oferecer ao cliente.

(4) Em quais situações uma compra de Call e uma compra de put com mesmo exercício seriam vantajosas?

(5) O executivo de uma empresa ~~de~~ aérea argumentou: "Não faz sentido usarmos futuros de petróleo. A chance de que, no futuro, o preço à vista seja menor que o preço futuro é a mesma de que o preço seja maior". Discuta o ponto de vista do executivo. Preços muito altos do petróleo no futuro são uma ameaça para a lucratividade da empresa. Qual seria uma alternativa possível para que a empresa se proteja contra o risco de aumento no preço do petróleo.