

Engenharia Econômica

Prof. Alvaro Augusto

Março/2012

Parte 3

Análise de Projetos

Métodos de Análise

- Valor Presente Líquido (VPL):
 - Fácil de entender, fácil de calcular.
 - Depende do conhecimento prévio de uma taxa de desconto.

- Taxa Interna de Retorno (TIR):
 - Difícil de calcular.
 - Não depende de uma taxa de desconto.
 - Sensível ao ritmo de desembolso do projeto.
 - Depende da reaplicação dos fluxos à mesma taxa.
 - Útil para vender o projeto.

Métodos de Análise

- Índice de Lucratividade (IL):
 - Relação entre o valor presente das receitas e o valor presente dos desembolsos.
 - Também conhecido como Return On Investment (ROI).
 - Bastante usado em projetos de informática.
- Taxa de Rentabilidade (TR):
 - Relação entre o Valor Presente Líquido e o valor presente dos desembolsos.
 - Pouco intuitiva.

Métodos de Análise

- *Pay Back*
 - Bastante usado, mas frequentemente de maneira errada.
 - Índice intuitivo e fácil de entender.
 - Possui grande apelo, especialmente junto aos donos do capital.

- Valor Uniforme Anual Equivalente (VAUE)
 - Corresponde à série uniforme (Modelo Padrão) que tem o mesmo valor presente do fluxo original.
 - Método equivalente ao do VPL.

Valor Presente Líquido - VPL

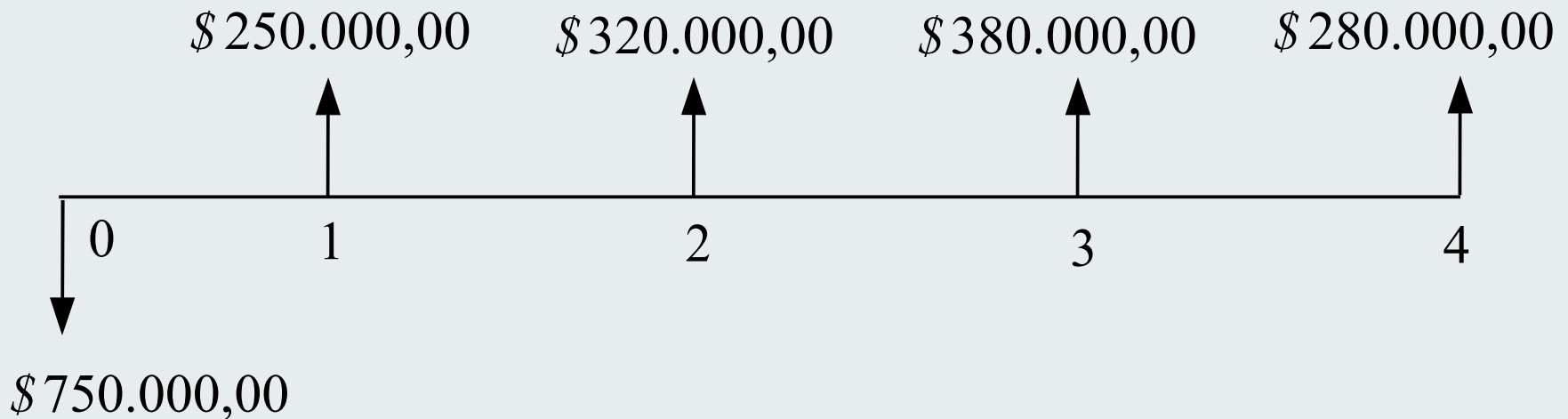
- O VPL é o valor líquido de todas as receitas e desembolsos de capital, trazidos a valor presente por meio de uma taxa de desconto.

$$VPL = -I_o + \frac{FC_1}{(1+i)} + \frac{FC_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FC_n}{(1+i)^n}$$

$$VPL = -I_o + \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j}$$

EXEMPLO 27

27) Determine o VPL do fluxo de caixa abaixo, para taxas de juros de 20% aa e 30% aa.



EXEMPLO 27 - Solução

a) $i = 20\%$ aa

$$VPL = -I_o + \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j}$$

$$VPL = -750.000 + \left[\frac{250.000}{(1,2)} + \frac{320.000}{(1,2)^2} + \frac{380.000}{(1,2)^3} + \frac{280.000}{(1,2)^4} \right]$$

$$VPL = -750.000 + 785.493,82$$

$$VPL = \$35.493,82$$

EXEMPLO 27 - Solução

b) $i = 30\%$ aa

$$VPL = -I_o + \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j}$$

$$VPL = -750.000 + \left[\frac{250.000}{(1,3)} + \frac{320.000}{(1,3)^2} + \frac{380.000}{(1,3)^3} + \frac{280.000}{(1,3)^4} \right]$$

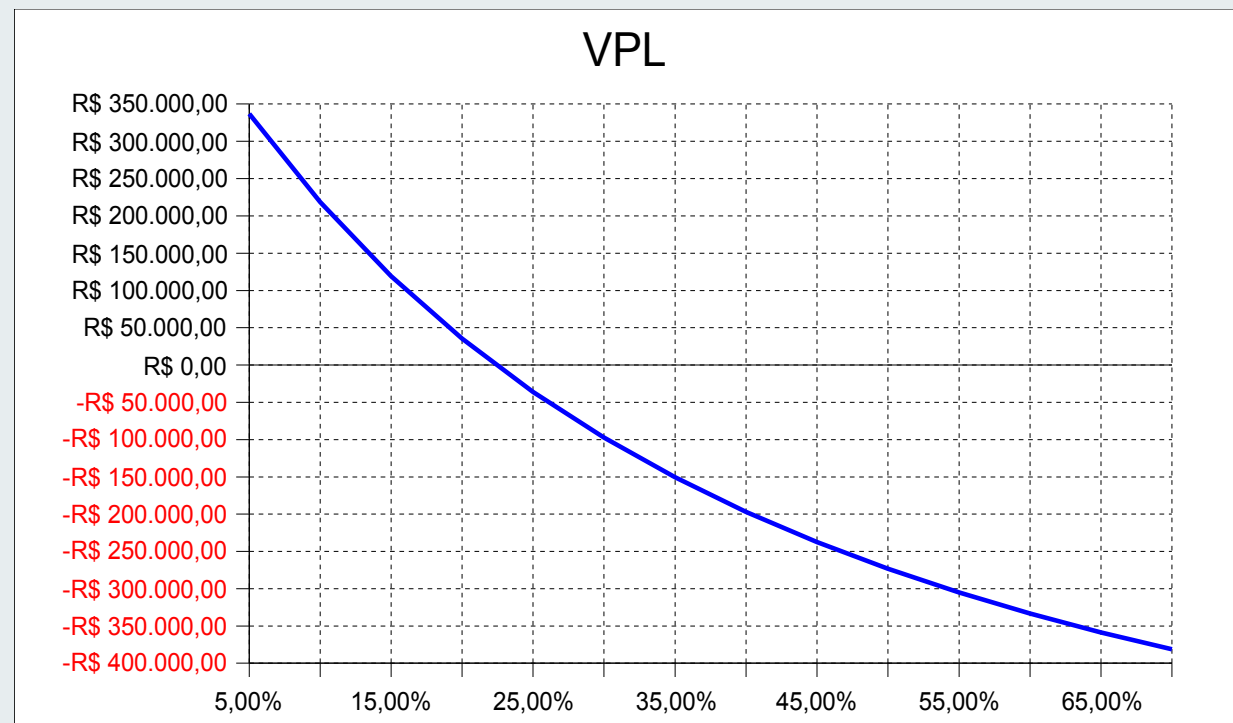
$$VPL = -750.000 + 652.655,71$$

$$VPL = (\$97.344,29)$$

EXEMPLO 27 - Solução

A taxa de desconto para o qual o VPL é nulo é denominada Taxa Interna de Retorno - TIR.

i	VPL
5%	R\$ 336.959,65
10%	R\$ 218.478,93
15%	R\$ 119.304,35
20%	R\$ 35.493,83
25%	-R\$ 35.952,00
30%	-R\$ 97.344,28
35%	-R\$ 150.484,72
40%	-R\$ 196.793,00
45%	-R\$ 237.398,93
50%	-R\$ 273.209,88
55%	-R\$ 304.960,85
60%	-R\$ 333.251,95
65%	-R\$ 358.576,79
70%	-R\$ 381.344,21



Observações

- O método do VPL é frequentemente denominado “Fluxo de Caixa Descontado”.
- Este método pode ser usado para analisar:
 - Atratividade de investimentos.
 - Viabilidade de empreendimentos.
 - Valor de uma empresa para fins de venda ou investimento.
 - etc.

Vantagens do VPL

- Fácil de calcular, mesmo com uma calculadora de quatro operações.
- Leva em consideração o valor do dinheiro no tempo.
- Abrange toda a vida útil do projeto.

Desvantagens do VPL

- Necessita o conhecimento prévio de uma taxa de desconto.
- Não é uma medida muito intuitiva. Sabemos que projetos com VPL negativo não podem ser aceitos, mas o que significa um projeto com VPL de \$ 120.000,00? O projeto é certamente bom, mas quão bom?

Custo do Capital Próprio



- Uma estimativa para a taxa de desconto é o CMPC (Custo Médio Ponderado do Capital), como já visto.
- O Custo do Capital de Terceiros é razoavelmente fácil de estimar, pois depende de contratos de financiamento previamente assinados.
- O Custo do Capital Próprio, por outro lado, é difícil de estimar. Poucas empresas no Brasil conhecem seu custo de capital.

CCP - Método Rápido

- Quando uma empresa abre seu capital, emitindo ações no mercado, ela passa a ser valorizada por estas ações.
- O valor de uma ação, determinado pelo mercado, é também o valor presente de todos os dividendos futuros esperados, e a taxa de desconto destes dividendos é o Custo do Capital Próprio.

CCP - Método Rápido

- Sendo D_1 o valor dos dividendos esperados, P_0 o valor atual das ações e g a taxa de crescimento dos dividendos, o Custo do Capital Próprio será:

$$CCP = \frac{D_1}{P_0} + g$$

EXEMPLO 28

28) Uma empresa tem hoje 100 milhões de ações e pagará, dentro de um semestre, dividendos de R\$ 0,20/ação. Estima-se que os dividendos totais que a empresa pagará no futuro devem crescer geometricamente à taxa de 2% ao semestre. Sabendo-se que o preço da ação hoje é \$ 4,00, determine:

- a) O Custo do Capital Próprio.
- b) Considerando que 30% do capital total da empresa encontra-se financiado à taxa de 25% aa, determine o Custo Médio Ponderado do Capital.

EXEMPLO 28 - Solução

$$CCP = \frac{0,20}{4} + 0,02$$

$$CCP = 0,07$$

$$CCP = 7\% \text{ a.s.}$$

$$CCP = (1 + 0,07)^2 - 1 = 0,1449$$

$$CCP = 14,49\% \text{ a.a.}$$

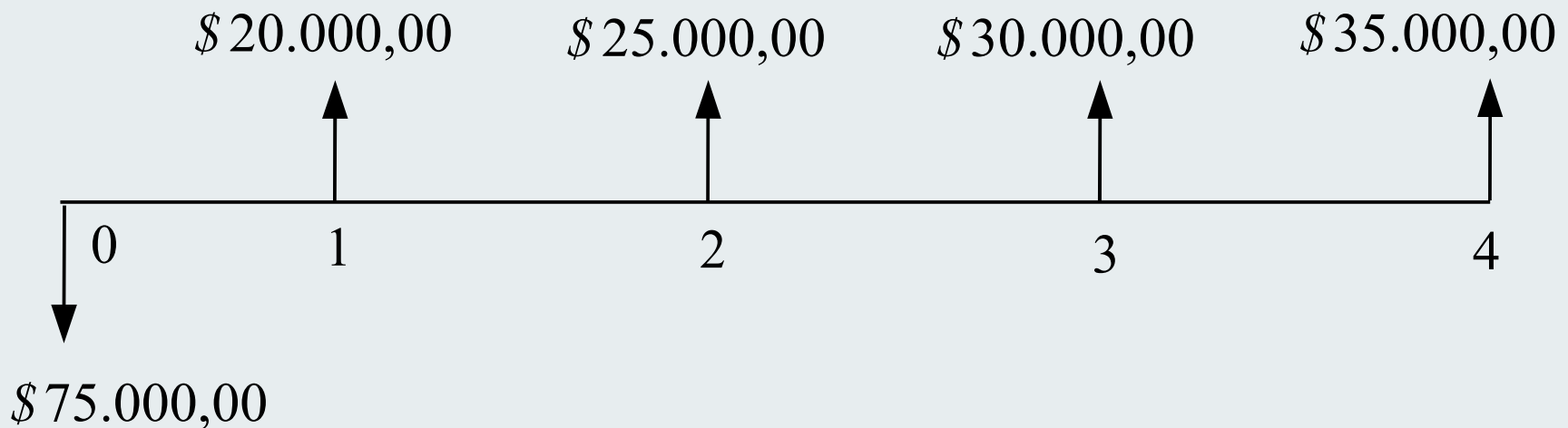
$$CMPC = 0,7 * 0,1449 + 0,3 * 0,25$$

$$CMPC = 0,1764$$

$$CMPC = 17,64\% \text{ a.a.}$$

EXEMPLO 29

29) Considere que a empresa do exemplo anterior pretende implantar um projeto com o fluxo de caixa líquido mostrado abaixo. Calcule o VPL usando como taxa de desconto: a) o CCP; b) o CMPC.



EXEMPLO 29 - Solução

$$VPL = -75.000,00 + \left[\frac{20.000,00}{(1+i)} + \frac{25.000,00}{(1+i)^2} + \frac{30.000,00}{(1+i)^3} + \frac{35.000,00}{(1+i)^4} \right]$$

a) $i = \text{CCP} = 14,49\% \text{ aa}$

$$VPL = \$ 1.901,74$$

b) $i = \text{CMPC} = 17,64\% \text{ aa}$

$$VPL = -\$ 3.232,64$$

CCP – Método CAPM

- O CAPM (*Capital Asset Pricing Model*) é um método mais preciso para determinar o CCP, fazendo parte da **teoria moderna do portfólio**.
- Contudo, o CAPM foi desenvolvido para uso em mercados eficientes e bem desenvolvidos, que não é o caso do Brasil.
- O CAPM considera que o retorno de uma ação é igual a uma taxa livre de risco mais um “premio pelo risco”.

CCP - Método CAPM

- Sendo r_f a taxa livre de risco e r_m o retorno médio esperado por uma ação, o CCP será:

$$CCP = r_f + \beta(r_m - r_f)$$

- O coeficiente β é uma medida do risco não diversificável (sistemático) da ação, correspondendo à sensibilidade desta em relação ao mercado.

O “Beta” de uma ação

- Tendo-se a série histórica de retornos de uma ação (r_a), e a série histórica de retornos do mercado (r_m) (NYSE, Bovespa, etc), o coeficiente β pode ser calculado como:

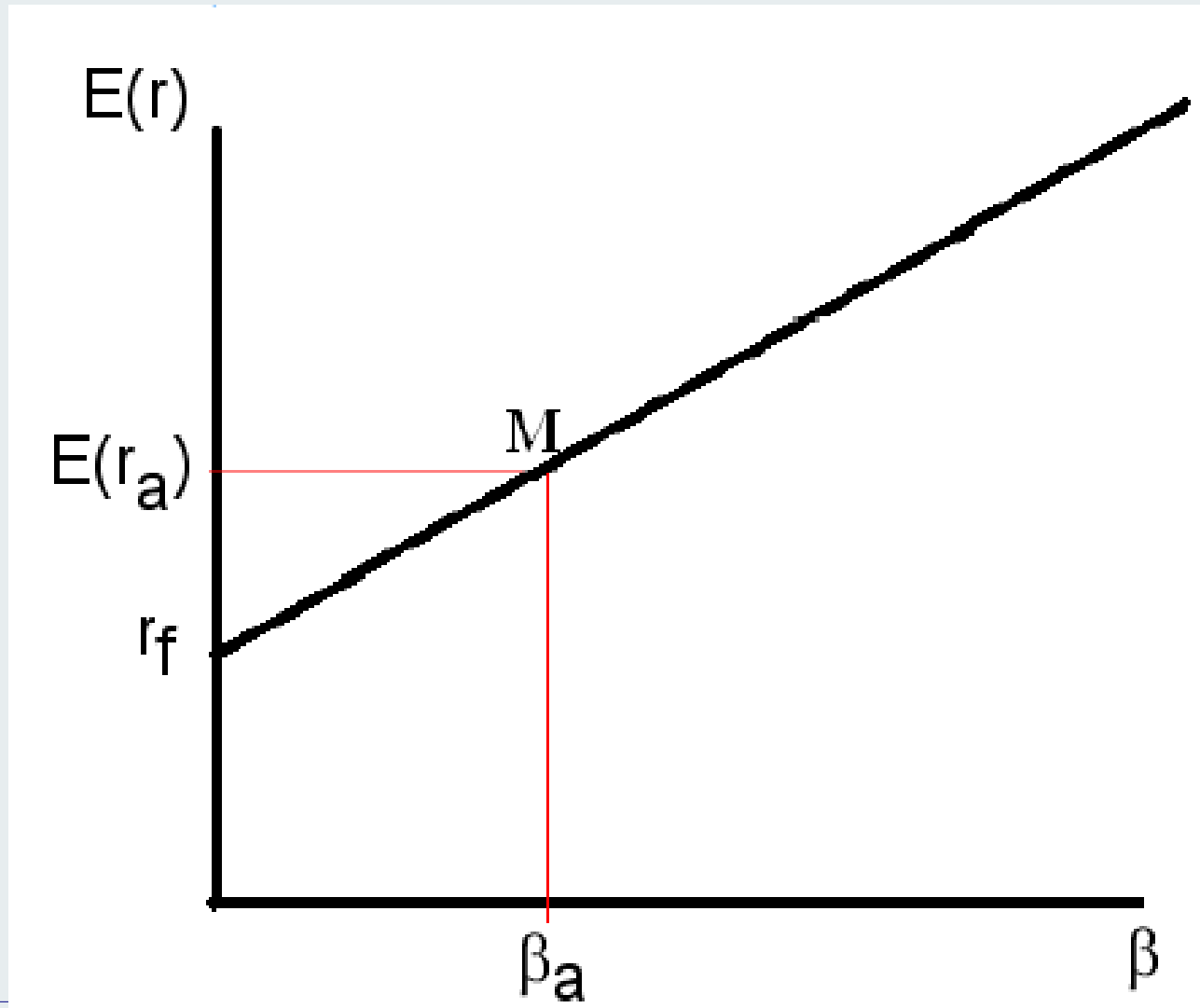
$$\beta = \frac{Cov(r_a, r_m)}{Var(r_m)}$$

onde:

$$Cov(r_a, r_m) = E(r_a, r_m) - E(r_a)E(r_m)$$

$$Var(r_m) = E((r_m - E(r_m))^2)$$

A linha do mercado



Alguns “Betas”

- Não é realmente necessário calcular os *betas*, pois vários órgãos publicam esses coeficientes. No caso da NYSE e Nasdaq, basta consultar <http://finance.yahoo.com>.

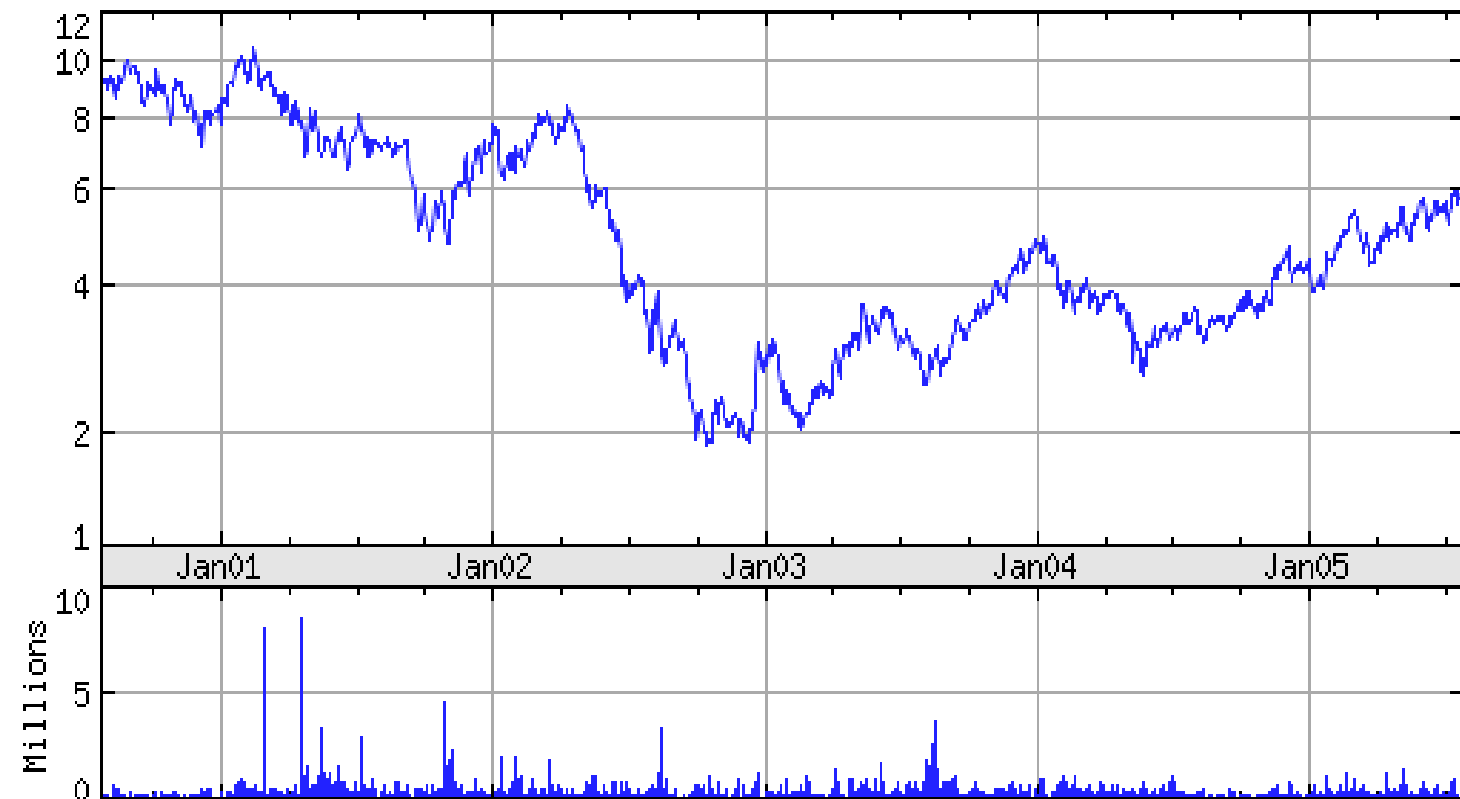
EMPRESA	BETA
Yahoo	2,962
Amazon.com	2,712
Petrobras	1,785
Copel	1,742
Oracle	1,588
Microsoft	1,266
General Electric	0,909
Duke Energy	0,630
Exxon	0,464

EXEMPLO 29

29) A Copel, Companhia Paranaense de Energia, tem ações negociadas na NYSE. Nas últimas 52 semanas, esses papéis se valorizaram 7,7%. Considerando que o *beta* é 1,742, e que a taxa livre de risco (FED) é 3,25%, calcule o Custo do Capital Próprio da empresa.

EXEMPLO 29 - Copel na NYSE

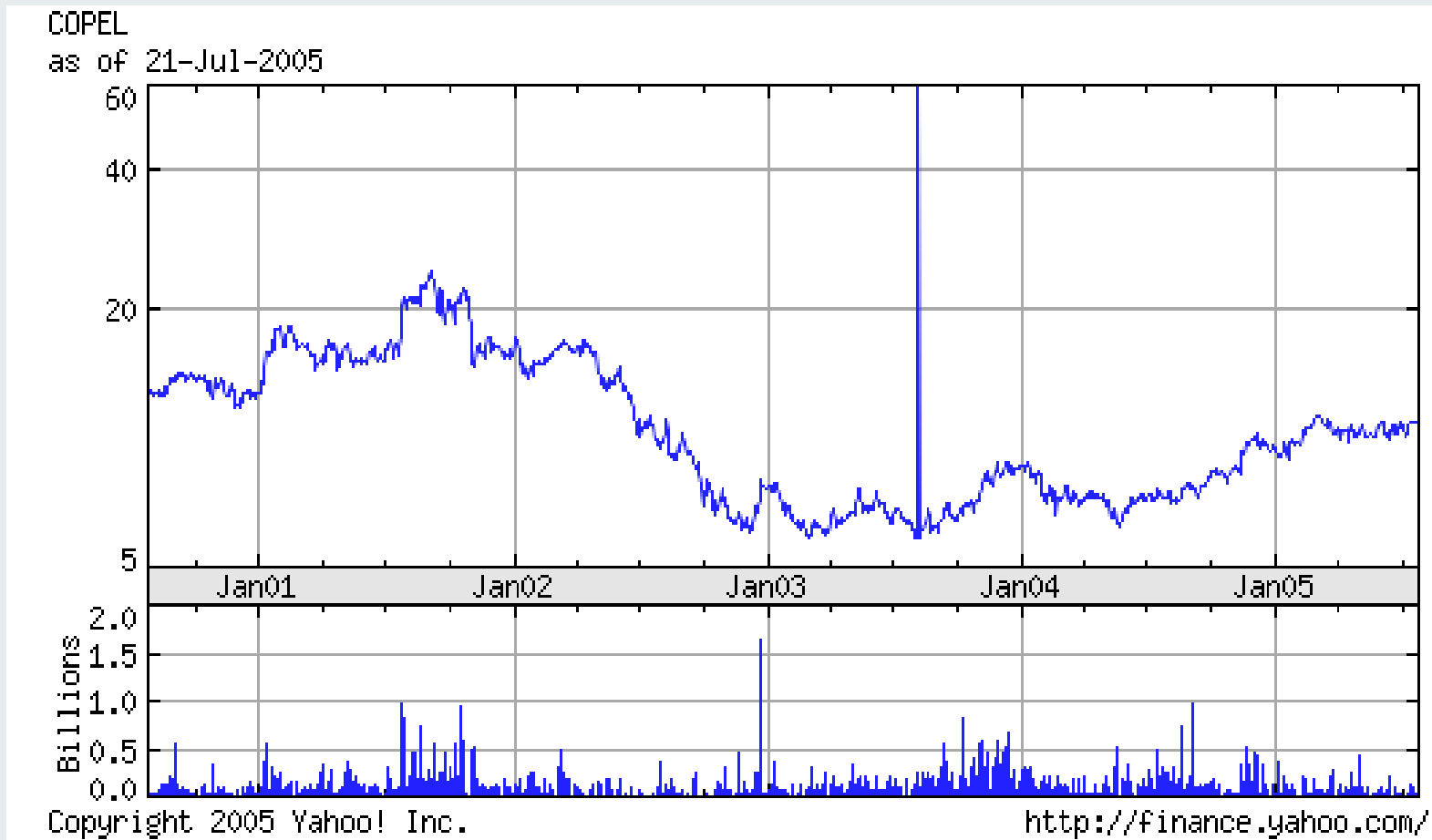
COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA
as of 21-Jul-2005



Copyright 2005 Yahoo! Inc.

<http://finance.yahoo.com/>

EXEMPLO 29 - Copel na Bovespa



EXEMPLO 29 - Solução

$$CCP = r_f + \beta(r_m - r_f)$$

$$CCP = 0,035 + 1,742 * (0,077 - 0,035)$$

$$CCP = 0,11$$

$$CCP = 11\% \text{ a.a.}$$

Taxa Interna de Retorno - TIR

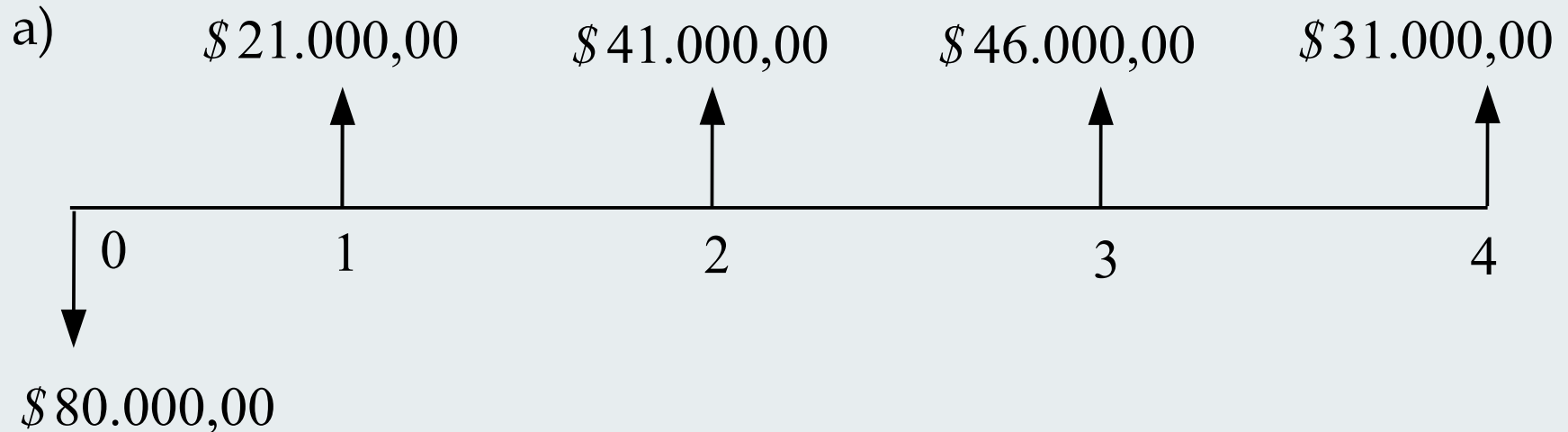
- A TIR é a taxa de desconto que iguala, em determinado momento do tempo, o valor presente das entradas e das saídas de caixa. Geralmente adota-se a data de início de operação, o momento zero, como a data focal para comparação dos fluxos de caixa.
- A TIR pode ser considerada como a **rentabilidade média ponderada geometricamente**, de acordo com o critério dos juros compostos.

EXEMPLO 30

30) Um projeto exige investimento de \$ 80.000,00 e promete rendimentos de \$ 21.000,00, \$ 41.000,00, \$ 46.000,00 e \$ 31.000,00, respectivamente, ao final dos próximos quatro anos. Determine:

- a) A TIR.
- b) A rentabilidade total.
- c) O Valor Futuro das receitas.
- d) A relação entre o Valor Futuro das receitas e o Valor Presente do investimento inicial.

EXEMPLO 30 - Solução



$$-80.000,00 + \left[\frac{21.000,00}{(1+i)} + \frac{41.000,00}{(1+i)^2} + \frac{46.000,00}{(1+i)^3} + \frac{31.000,00}{(1+i)^4} \right] = 0$$

Resolvendo em uma planilha eletrônica ou calculadora financeira:

$$TIR = 24,54\% \text{ a.a.}$$

EXEMPLO 30 - Solução

b) A Rentabilidade total nada mais é do que a TIR calculada para todas a vida útil do projeto:

$$Rentabilidade = (1 + TIR)^n - 1$$

$$Rentabilidade = (1,2454)^4 - 1 = 1,4055$$

$$Rentabilidade = 140,55\%$$

c) Valor Futuro das receitas - $VF(R)$:

$$VF(R) =$$

$$= 21.000 * (1,2454)^3 + 41.000 * (1,2454)^2 + 46.000 * (1,2454) + 31.000$$

$$VF(R) = \$ 192.439,07$$

EXEMPLO 30 - Solução

d) Relação entre $VP(I)$ e $VF(R)$:

$$\frac{VF(R)}{VP(I)} = \frac{192.439,07}{70.000} = 2,4055$$

Não por coincidência:

$$\frac{VF(R)}{VP(I)} = TIR + 1$$

$$VF(R) = VP(I) * (1 + TIR)$$

- Assim, a TIR é também a taxa de juros que transforma o investimento inicial na riqueza $VF(R)$ ao final da vida útil. Mas esse valor futuro só existirá se todas as receitas forem reaplicadas a uma taxa igual à TIR!

TIR Modificada

- A TIR, quando calculada da maneira anterior, é frequentemente denominada Taxa Externa de Retorno, ou TIR Modificada (Modified TIR):

$$MTIR = \frac{VF(R)}{VP(I)} - 1$$

- Para calcular a MTIR, devemos definir:
 - Uma taxa de financiamento, para cálculo do valor presente do investimento.
 - Uma taxa de reinvestimento, para cálculo do valor futuro das receitas.

EXEMPLO 31

31) No exemplo 28, considere que a taxa de reinvestimento é 15%, e que a taxa de financiamento é 24,54%. Determine a MTIR.

EXEMPLO 31 - Solução

- O Valor Presente do Investimento é \$ 80.000, pois a taxa de desconto é a própria TIR.
- O Valor Futuro das Receitas é:

$$VF(R) = 21.000 * (1,15)^3 + 41.000 * (1,15)^2 + 46.000 * (1,15) + 31.000$$

$$VF(R) = \$ 170.060,88$$

$$MTIR = \frac{VF(R)}{VP(I)} - 1 = \frac{170.060,88}{80.000} - 1 = 1,1258 \quad (\text{para toda a vida útil})$$

$$MTIR = (1 + 1,1258)^{(1/4)} - 1 = 0,2075$$

$$MTIR = 20,75\% a.a.$$

Considerações sobre a MTIR

- O MS Excel e o Open Office Calc têm a função *MTIR* (*valores, taxa de financiamento, taxa de reinvestimento*), que permite o cálculo da MTIR.
- Por causa disso, o uso da TIR e da MTIR multiplicou-se nos últimos 10 anos. Mas quando usar a MTIR?
- Em uma palavra: **NUNCA!**
- Justificativa: A MTIR exige o conhecimento prévio de duas taxas de juros. Já é difícil determinar uma delas. Determinar duas taxas, durante toda a vida útil de um projeto, é transformar a análise financeira em jogo de adivinhação.

Conclusão

- Só se pode dizer que um projeto apresenta TIR de $X\%$ se todos os fluxos de caixa do projeto forem reaplicados, **em uma outra aplicação**, a uma taxa de juros igual à TIR do projeto.
- Mas por que um investidor investiria em um projeto se existisse uma aplicação com a mesma rentabilidade?
- Isso mostra que o conceito da TIR é tecnicamente confuso e de difícil aplicação, embora seja usado rotineiramente, especialmente para **vender** o projeto.
- **Mas há ainda mais problemas...**

EXEMPLO 32

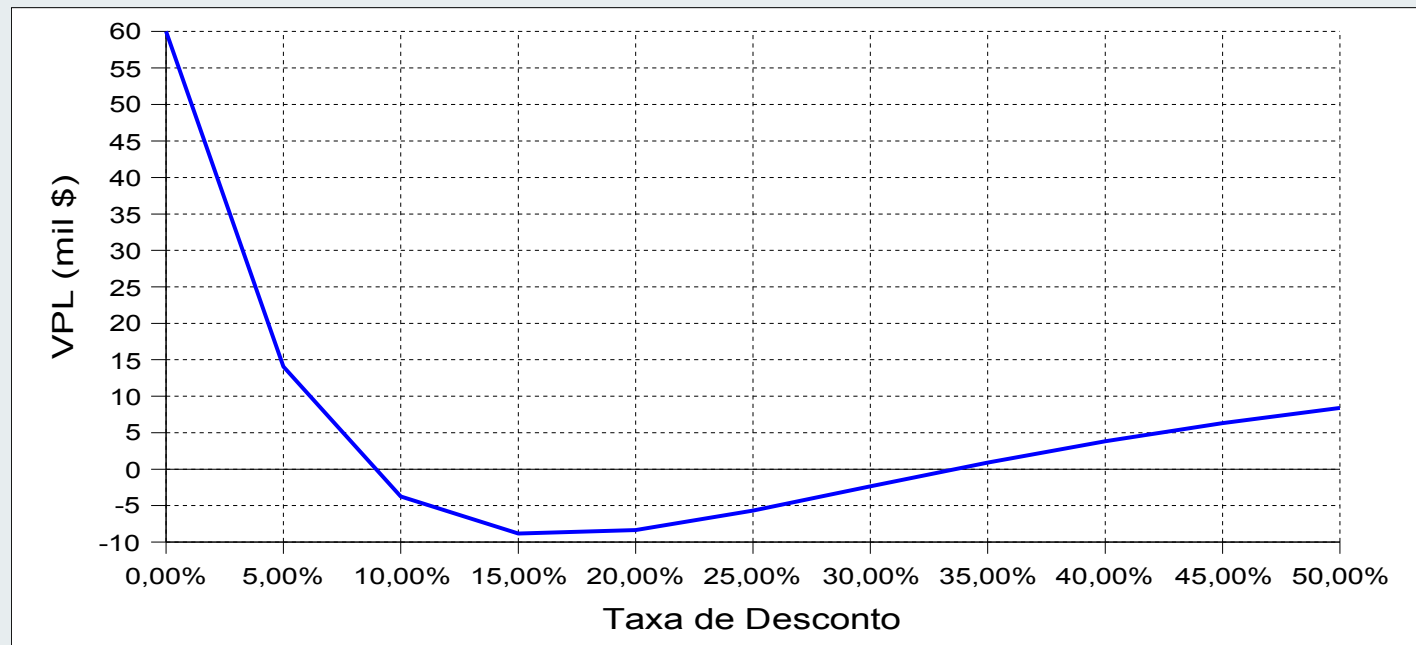
32) Uma distribuidora decidiu instalar um novo depósito de produtos acabados. Para isso, alugou um galpão por 15 anos, pagando anualmente \$ 120.000,00, e comprometeu-se a realizar uma reforma estimada em \$ 300.000,00 após 5 anos. As reduções de custos de distribuição do produto foram estimadas em \$ 144.000,00 anuais. Faça uma análise do VPL para taxas de desconto variando de 0% a 50% aa

EXEMPLO 32 - Solução

Fluxo de Caixa (em mil \$)

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Aluguel	-120	-120	-120	-120	-120	-120	-120	-120	-120	-120	-120	-120	-120	-120	-120
Reforma	0	0	0	0	-300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Economia	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
TOTAL	24	24	24	24	-276	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24

i	VPL
0,00%	R\$ 60,00
5,00%	R\$ 14,05
10,00%	-R\$ 3,73
15,00%	-R\$ 8,82
20,00%	-R\$ 8,35
25,00%	-R\$ 5,68
30,00%	-R\$ 2,36
35,00%	R\$ 0,91
40,00%	R\$ 3,83
45,00%	R\$ 6,33
50,00%	R\$ 8,38



Observações

- O fluxo de caixa anterior não é usual, pois a única saída líquida de capital ocorre no quarto ano.
- Quando isso acontece, ou quando há mais de uma inversão de capital, o VPL pode ter mais de uma raiz. Conseqüentemente, o projeto terá mais de uma TIR.
- No caso em questão, temos:
 - $TIR_1 = 8,43\% \text{ aa}$
 - $TIR_2 = 33,57\% \text{ aa}$
- Nesse caso, o uso da TIR é inviável. A MTIR resolveria o problema das raízes múltiplas, mas cairíamos de novo no problema de conhecer duas taxas e juros.

EXERCÍCIO 11



11) Dado o fluxo de caixa abaixo, determine o VPL, a TIR e a MTIR, para uma taxa de desconto de 12% aa. Considere que as taxas de financiamento e de reinvestimento também são iguais a 12% aa.

Ano	Investimentos	Receitas
0	-200.000,00	
1	-250.000,00	
2	-20.000,00	140.000,00
3		120.000,00
4		200.000,00
5		300.000,00

EXERCÍCIO 11 - Respostas



- $VPL = \$ 55.194,28$
- $TIR = 16,33\% \text{ aa}$
- $MTIR = 14,78\% \text{ aa}$

TIR e ritmo de desembolso

➤ Considere as duas alternativas de investimento a seguir, com taxa de desconto de 12 % aa

➤ É fácil concluir que os VPLs de ambas as alternativas são idênticos: \$ 78.912,59

➤ Contudo, as TIRs são diferentes:

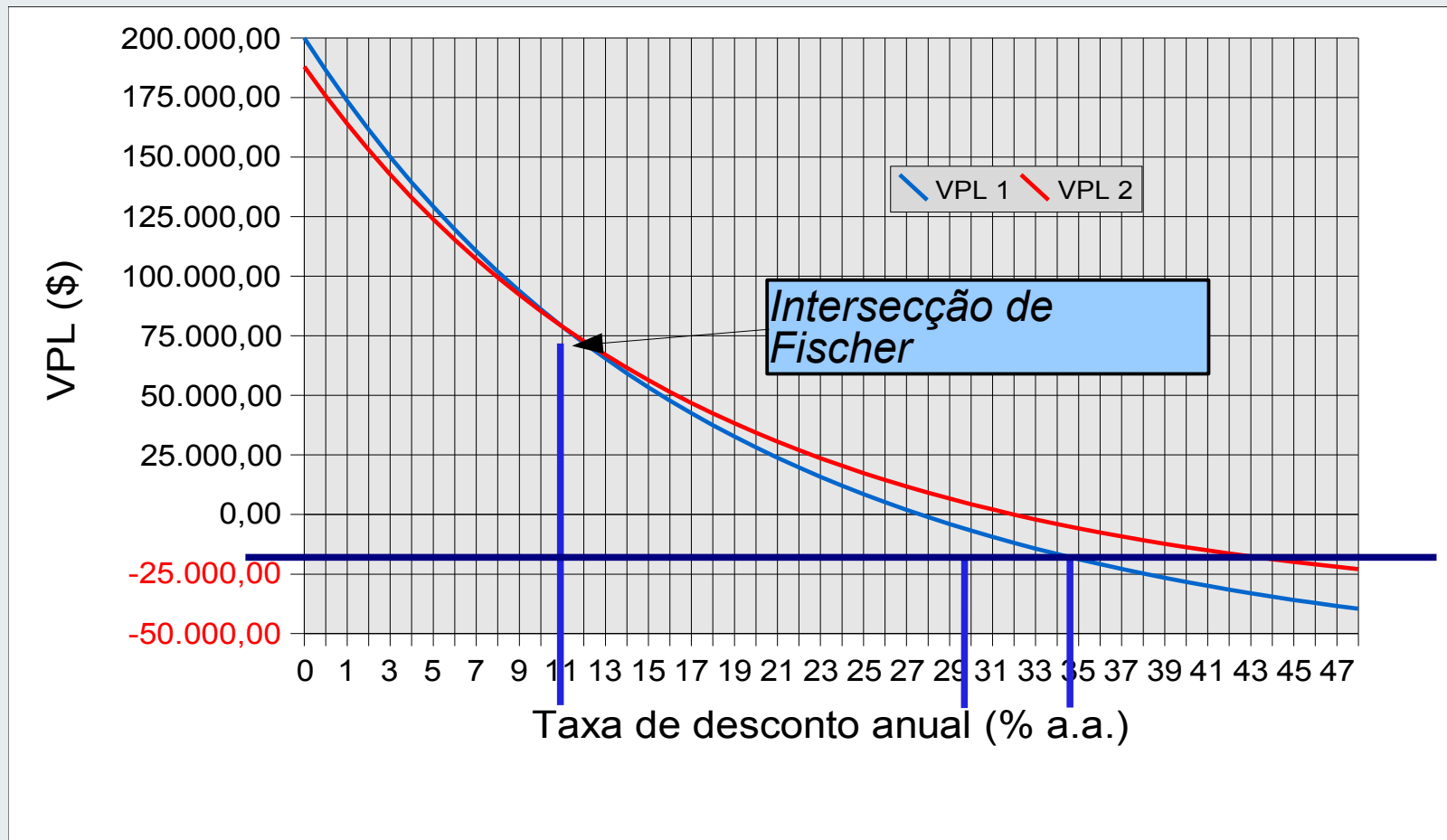
➤ $TIR_1 = 28,65\%$ aa

➤ $TIR_2 = 32,99\%$ aa

Ano	Alternativa 1	Alternativa 2
0	-200.000,00	-100.000,00
1	80.000,00	-32.000,00
2	80.000,00	80.000,00
3	80.000,00	80.000,00
4	80.000,00	80.000,00
5	80.000,00	80.000,00

➤ Isso acontece porque a TIR é sensível ao ritmo de desembolso do projeto.

TIR e ritmo de desembolso



VPL x TIR

- O VPL está associado ao conceito de maximização da riqueza.
- A TIR está associada ao conceito de maximização da lucratividade.
- Projetos com o mesmo VPL podem ter TIRs diferentes.

Índice de Lucratividade



- O *IL* é uma maneira um pouco diferente de expressar o *VPL*. Em vez de ser uma subtração, como o *VPL*, o *IL* é uma divisão entre os valores presentes das entradas e das saídas de capital:

$$IL = \frac{VP(\textit{Receitas})}{VP(\textit{Desembolsos})}$$

Taxa de Rentabilidade - TR

- A TR é a divisão entre o VPL e o valor presente dos desembolsos de capital:

$$TR(\%) = \frac{VPL}{VP(Desembolsos)}$$

Tempo de Retorno - *Payback*

- O Tempo de Retorno do Capital, ou *Payback*, mede o tempo que o projeto leva para pagar o investimento inicial.
- A forma mais correta de calcular o *Payback* é levando-se em conta o valor do dinheiro no tempo. O método resultante é denominado *Paybak descontado*.
- O *Payback* é aquele tempo para o qual o VPL acumulado se torna zero.

EXEMPLO 33

33) Para o fluxo abaixo, calcule o *Payback* descontado considerando taxa de desconto de 12% aa

ANO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TOTAL	-100.000	15.000	20.000	25.000	30.000	35.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000

EXEMPLO 33 - Solução

- O VPL no primeiro ano é:

$$VPL_1 = -100.00 + \frac{15.000}{(1+0,12)} = -\$86.607,00$$

- No segundo ano:

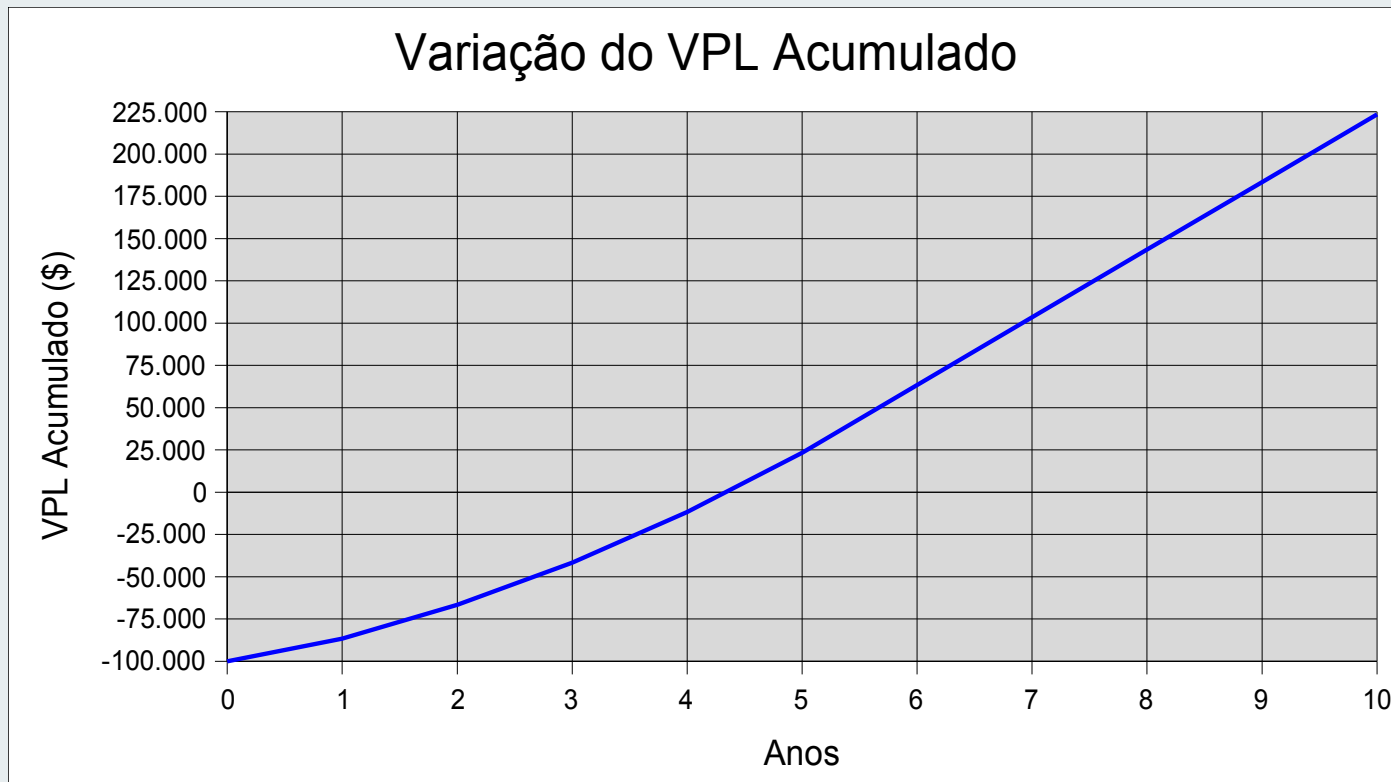
$$VPL_2 = -100.00 + \frac{15.000}{(1+0,12)} + \frac{20.000}{(1+0,12)^2} = -\$66.607$$

- No terceiro ano:

$$VPL_3 = -100.00 + \frac{15.000}{(1+0,12)} + \frac{20.000}{(1+0,12)^2} + \frac{30.000}{(1+0,12)^3} = -\$11.607$$

EXEMPLO 33 - Solução

- Desenhando-se o gráfico $VPL=f(\text{tempo})$, o Payback resultando é aproximadamente 4,4 anos.



Valor Uniforme Anual Equivalente - VAUE

- O VAUE, Valor Uniforme Anual Equivalente, consiste na série uniforme de pagamentos que são equivalentes ao fluxo de caixa original do projeto.
- O VAUE é também denominado:
 - SUL - Série Uniforme Líquida.
 - BLAU - Benefício Líquido Anual Uniforme.

CÁLCULO DO VAUE

- Para calcular o VAUE, basta calcular o VPL e, a partir deste, usar o Modelo Padrão para obter os pagamentos equivalentes:

$$VAUE = PMT = \frac{VPL}{FVP(i, n)}$$

$$VAUE = \frac{i}{1 - (1+i)^{-n}} * VPL$$

$$VAUE = \frac{i * VPL}{1 - (1+i)^{-n}}$$

EXEMPLO 34

34) Calcule o VAUE para o fluxo de caixa abaixo, considerando taxa de desconto de 12% aa

Ano	Fluxo de Caixa
0	-200.000,00
1	-250.000,00
2	100.000,00
3	120.000,00
4	200.000,00
5	300.000,00

EXEMPLO 34 - Solução

$$VPL = -200.000 - \frac{250.000}{1,12} + \frac{100.000}{(1,12)^2} + \frac{120.000}{(1,12)^3} + \frac{200.000}{(1,12)^4} + \frac{300.000}{(1,12)^5}$$

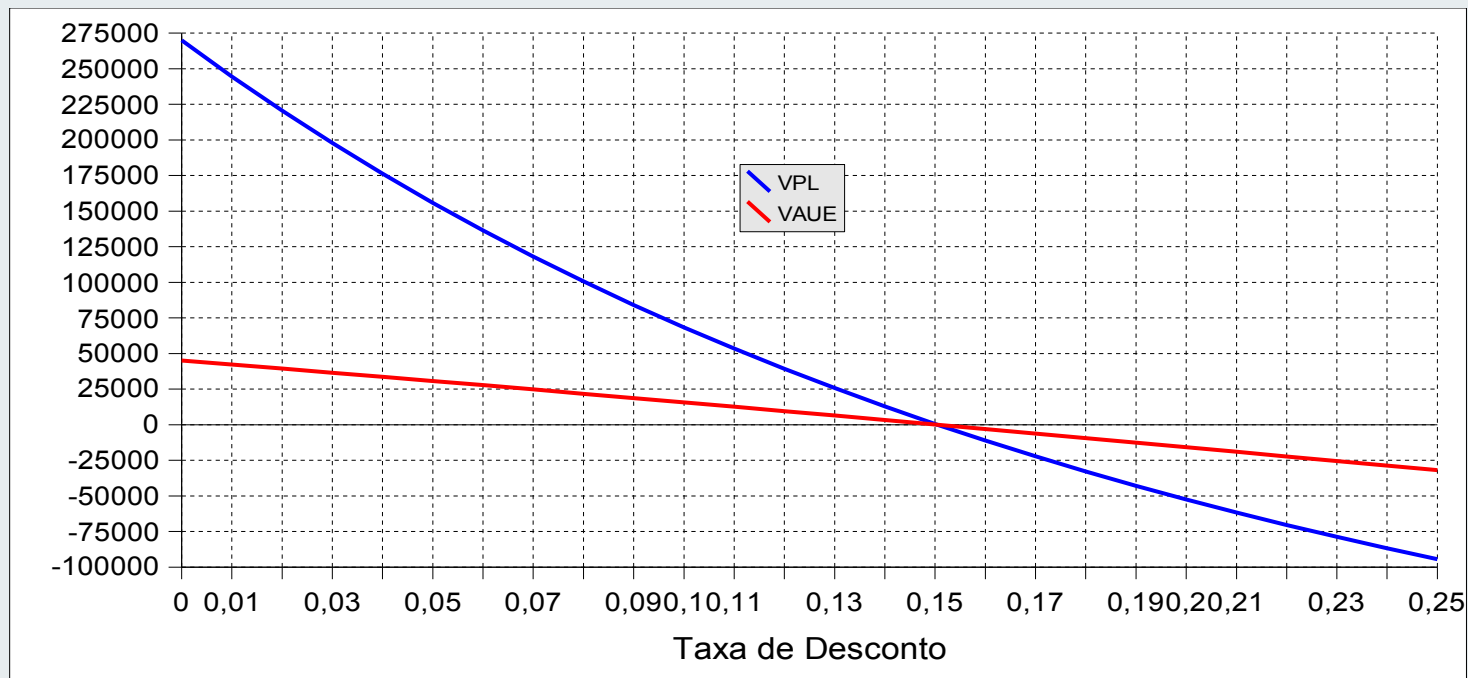
$$VPL = \$39.250,40$$

$$VAUE = \frac{i * VPL}{1 - (1+i)^{-n}} = \frac{0,12 * 39.250,40}{1 - (1,12)^{-6}}$$

$$VAUE = \$9.546,71$$

EXEMPLO 34 - Solução

- Os gráficos do VPL e do VAUE em função da taxa de desconto mostram que o VAUE é mais “comprimido”, sendo mais fácil de analisar.



EXERCÍCIO 12



12) Para o fluxo de caixa abaixo, calcule o VPL, a TIR, a MTIR, o IL, a TR, o *Payback* e o VAUE. Considere taxa de desconto de 16% aa.

ANO	0	1	2	3	4	5
Investimento	-45.000	-12.000				
Receita		20.000	20.000	20.000	20.000	20.000