

**ENGINEERING ECONOMY, *Sixth Edition***

**by Blank and Tarquin**

# Análise da Taxa de Retorno: Alternativa Única

# Objetivos

2

1. Definição da Taxa de Retorno (TIR)
2. TIR usando VP e VF
3. Cuidados ao se utilizar a TIR
4. TIR Múltiplas
5. TIR Composta

# Exercício 14.1

3

Um banco emprestou \$ 1.000 a um engenheiro recém-formado, à taxa  $i=10\%$  ao ano, por 4 anos, para comprar o equipamento do escritório. O banco (o credor) espera que o investimento nesse jovem engenheiro produza um fluxo de caixa líquido equivalente a \$ 315,47 em cada ano.

$$A = \$1.000(A/P, 10\%, 4) = \$ 315,47$$

Calcule o valor do investimento correspondente a cada um dos 4 anos, utilizando a) a taxa de **retorno sobre o investimento inicial** de \$ 1.000 b) a taxa de **retorno sobre o saldo não recuperado**.

# Exercício 14.1

4

Ano	Saldo Não Recuperado	Juros sobre a Quantia Inicial	Fluxo de Caixa	Quantia Recuperada	Encerramento do Saldo Não Recuperado
0					
1					
2					
3					
4					

Ano	Saldo Não Recuperado	Juros sobre o Saldo Não Recuperado	Fluxo de Caixa	Quantia Recuperada	Encerramento do Saldo Não Recuperado
0					
1					
2					
3					
4					

# Taxa Interna de Retorno (TIR) ou Taxa de Retorno (ROR)

5

TIR (ou ROR) é a taxa que, aplicada a um fluxo de caixa, torna o saldo final dos pagamentos e recebimentos igual a zero

A TIR pode:

Ser paga sobre o **saldo não liquidado** de um empréstimo (o valor que ainda devo...devedor)

Ser ganha sobre o **saldo não recuperado** de um investimento (o valor que mantenho aplicado....credor)

# O que as pessoas acham que é a TIR...

6

## **ERRADO PENSAR QUE A TIR É!**

Quanto está ganhando sobre o valor investido  
(taxa de retorno absoluto do projeto)...

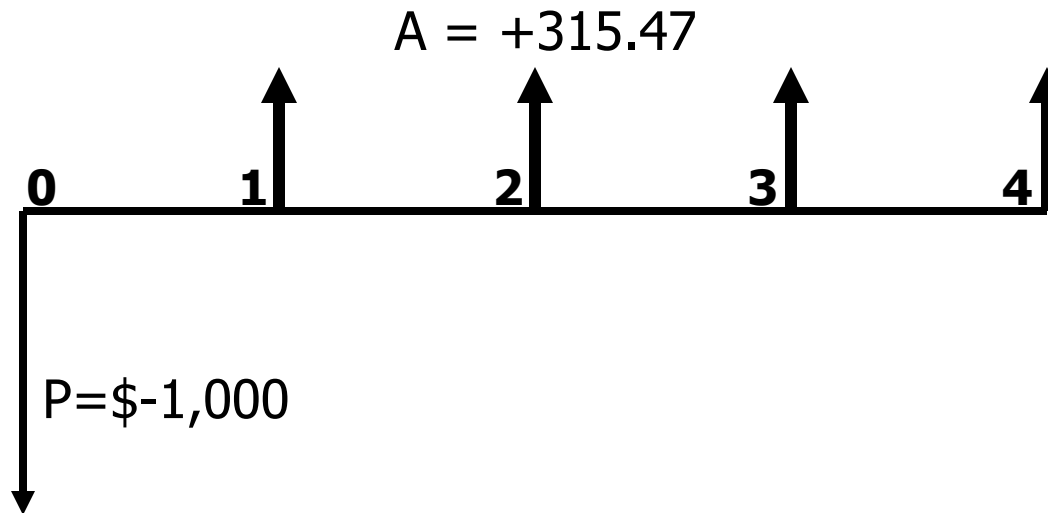
Se você investir \$100.000  
– e a TIR for 15% –  
**não significa que** terá ao  
final \$115.000...

**Significa que** – à esta taxa – o saldo final das entradas e  
saídas será zero

# Pensando no Investimento...

7

Investimento de \$ 1.000 em 4 anos, gera \$ 315,47/ano

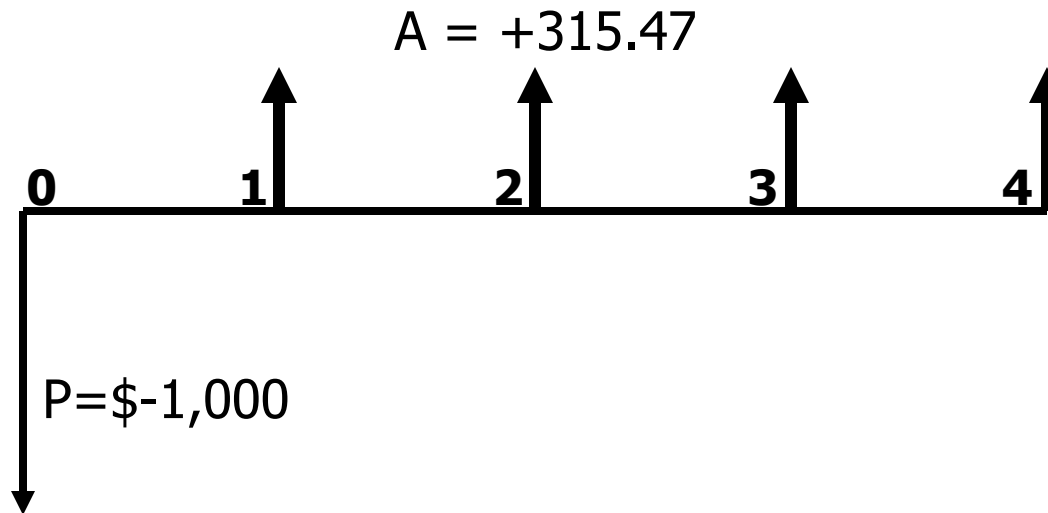


Qual taxa de juros iguala o Fluxo de Caixa ao Investimento Inicial (TIR)?

# Pensando no Investimento...

8

Investimento de \$ 1.000 em 4 anos, gera \$ 315,47/ano



Qual taxa de juros iguala o fluxo de caixa ao Investimento Inicial?

$$-\$1000 = 315.47(P/A, i^*, 4)$$

$i^*$  é a taxa de juros que torna  $VP(+) = VP(-)$



# Pensando no Investimento...

9

$$\text{\$ } 1.000 = 315,47(P/A, i^*, 4)$$

$$(P/A, i^*, 4) = 1.000/315,47 = 3.16987$$

$$P/A=3.16987$$

$$n=4$$

$$i^*=?$$

Tabela de Fator:  $i^* = 10\%$

# TIR ( $i^*$ ) Utilizando VP ou VA

10

$$-VP_D + VP_R = 0$$

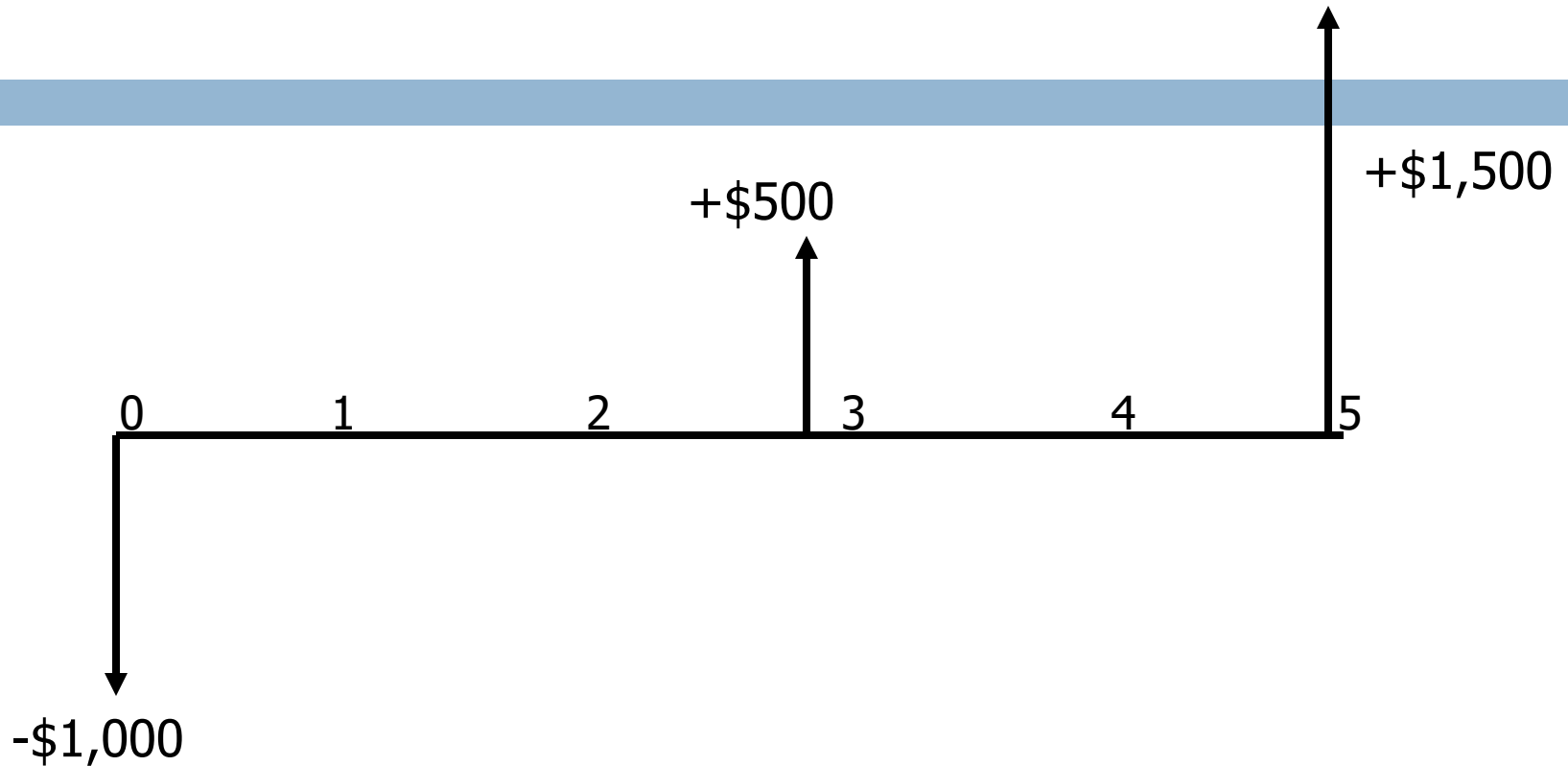
$$-VA_D + VA_R = 0$$

$i^*$ : é a raiz das equações

Calculado de forma aproximada...

# TIR ( $i^*$ ) usando Valor Presente

11



Investimento = \$ 1.000

Recebe \$ 500 no  $t=3$ ; e \$ 1.500 no  $t=5$

Qual a TIR do projeto?

# TIR ( $i^*$ ) usando Valor Presente

12

Escreva a expressão:

$$- 1000 + 500(P/F, i^*, 3) + 1500(P/F, i^*, 5) = 0$$

Ache um  $i^*$  que resolva a equação...

$$1000 = 500(P/F, i^*, 3) + 1500(P/F, i^*, 5)$$

Para encontrar  $i^*$ :

Método de tentativa e erro

Computador usando planilhas

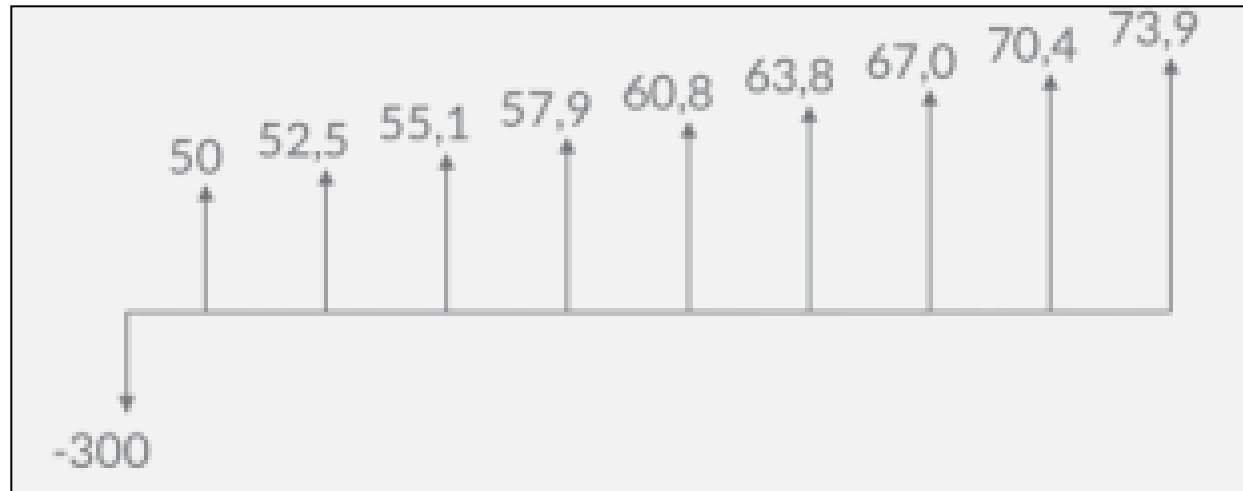
$i^*$  aproximadamente 16.9% por ano sobre o saldo do investimento não recuperado

# Método de Tentativa e Erro

14

1. Desenhar um diagrama do fluxo de caixa
2. Montar a equação da taxa de retorno
3. Simular os valores de  $i^*$  pelo método da tentativa e erro
4. Avaliar  $i^*$ ... até encontrar o Valor Presente Líquido (VPL) mais próximo de 0 e, em seguida, um VPL negativo

## Exercício 14.2



Encontrar a TIR

# Critério para o TIR ( $i^*$ )

16

$i^*$  comparada ao TMA

Se  $i^* > \text{TMA}$ , investimento justificado

Se  $i^* = \text{TMA}$ , investimento indiferente

Se  $i^* < \text{TMA}$ , investimento não justificado



# Método para encontrar a TIR no Excel

17

TIR(valores; estimativas)

Quando os fluxos de caixa variam ano a ano

TAXA(nper; A; P; F)

Quando há uma série de fluxos de caixa iguais

1. Desenhe o diagrama de fluxos de caixa
2. Crie a relação TIR na forma da equação
3. Insira os fluxos de caixa na planilha em células contínuas
4. Desenvolva a função TIR para encontrar  $i^*$

# Exercício 14.2 (Excel)

18

Excel

Ano	Fluxo de Caixa
0	-500.000
1	10.000
2	10.000
3	10.000
4	10.000
5	10.000
6	10.000
7	10.000
8	10.000
9	10.000
10	710.000
	0%
	5,16

**=TIR(D6:D16,D19)**

**D19 = Valor Previsto**

# Saldo do Investimento

19

Ano	Saldo $i^*$
0	-500.000
1	-515.784,79
2	-532.383,60
3	-549.838,40
4	-568.193,34
5	-587.494,83
6	-607.791,70
7	-629.135,26
8	-651.579,50
9	-675.181,19
10	0

Saldo do Investimento à taxa  $i^*$

Em  $t=10$ ,  $VPL = 0$

# Limitações do Método TIR

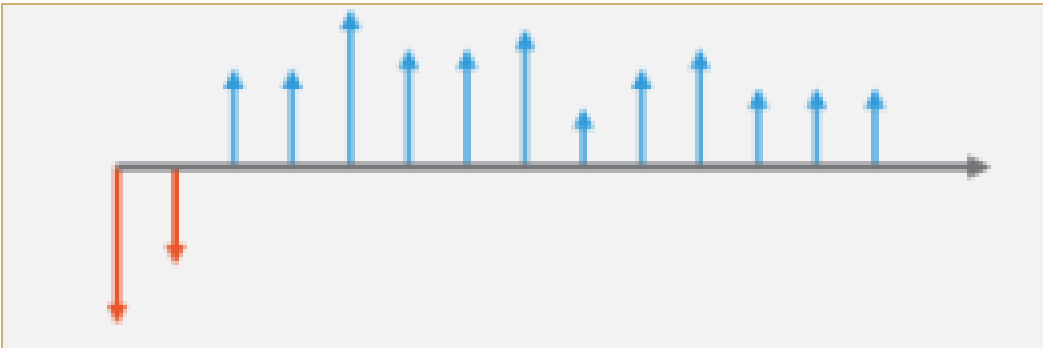
20

Múltiplas soluções em fluxos não convencionais

# Múltiplas Soluções...

21

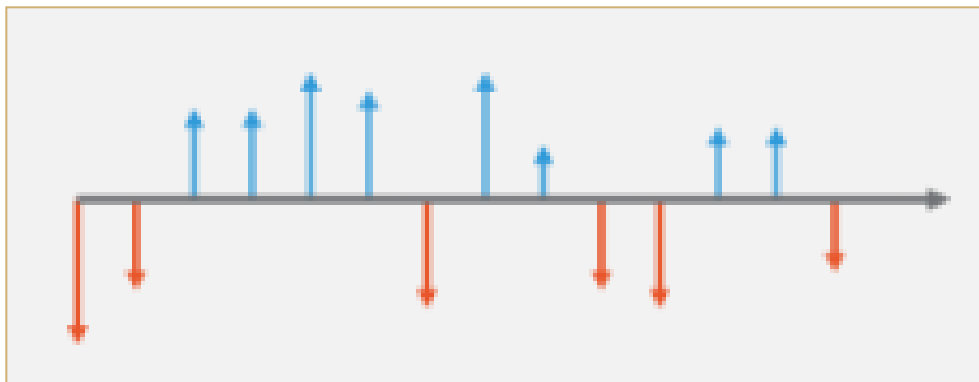
Fluxo Convencional: uma ou mais saídas de caixa seguido de várias entradas



Equação de grau  $n$   
TIR converge para o  
mesmo valor

# Múltiplas Soluções...

22



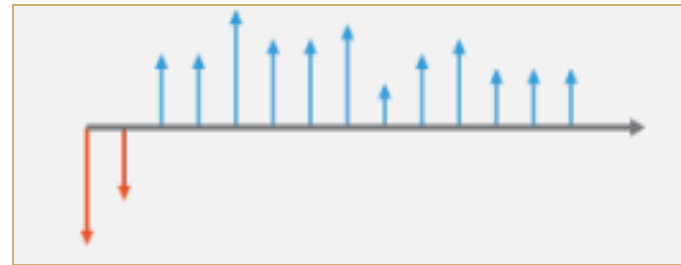
Posso ter mais de um TIR para o mesmo projeto

Fluxo Não Convencional: fluxos negativos e positivos alternados

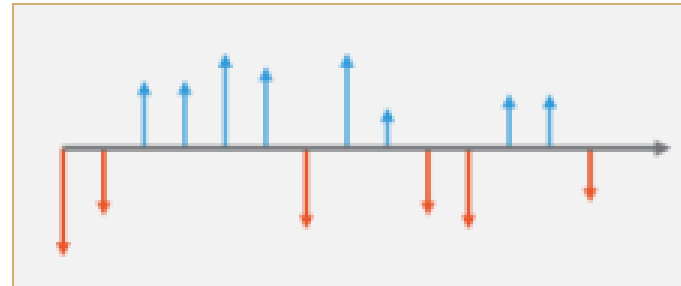
# Múltiplas Soluções...

23

Fluxo Convencional:  
sinais se modificam  
apenas uma vez



Fluxo Não Convencional:  
sinais se modificam mais  
de uma vez nos fluxos  
de caixa líquidos



# Testes Múltiplos da $i^*$

24

Para definir se o valor de  $i^*$  **será único** ou se **serão múltiplos**

Executar dois testes

## 1. Regra de Sinais

Número de raízes reais  $\leq$  Número de mudança de sinal



# Regra de Sinais

25

<b>Tipos de Séries</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>Max <math>i^*</math></b>
<b>Não convencional</b>	-	+	+	+	-	-	2
<b>Não convencional</b>	+	-	+	-	+	+	4
<b>Convencional</b>	-	+	+	+	+	+	1
<b>Convencional</b>	-	-	-	+	+	+	1
<b>Convencional</b>	+	+	+	-	-	-	1
<b>Não Convencional</b>	+	+	-	-	-	+	2

# Testes Múltiplos da $i^*$

26

2. Teste de Sinal do Fluxo de Caixa Acumulado (Norstrom's Test)

# Teste de Sinal do Fluxo de Caixa Acumulado

27

Se o valor do FCA  $< 0$  e torna-se  $> 0$ , há uma raiz real positiva

Os sinais se alteram 2 ou mais vezes  
Taxas de Retorno Múltiplas

# Testes Múltiplos da $i^*$

28

Com os resultados dos dois testes, define se o  $i^*$  será único ou se serão múltiplos



$i^*s$

Tentativa e Erro

ou

Excel

# Exercício 14.3

29

A equipe de projeto e testes de engenharia da Honda realiza trabalhos sob contrato para fábricas de automóveis do mundo inteiro. Durante os últimos 3 anos, os fluxos de caixa líquidos dos pagamentos de contratos variaram amplamente, conforme é apresentado a seguir, principalmente devido à incapacidade de as grandes fábricas pagarem seus contratos

Ano	Fluxos de Caixa (\$1.000)
0	+ 2.000
1	-500
2	- 8.100
3	+ 6.800

- Determine o número máximo de valores  $i^*$  que podem satisfazer a relação TIR
- Escreva a relação TIR, baseada no VP, e aproxime os valores  $i^*$  esboçando o VP em relação a  $i$ , manualmente
- Calcule os valores de  $i^*$  usando Excel

# Exercício 14.4

30

A equipe de projeto e testes de engenharia da Honda realiza trabalhos sob contrato para fábricas de automóveis do mundo inteiro. Durante os últimos 3 anos, os fluxos de caixa líquidos dos pagamentos de contratos variaram amplamente, conforme é apresentado a seguir, principalmente devido à incapacidade de as grandes fábricas pagarem seus contratos

Ano	Fluxos de Caixa (\$1.000)
0	+ 2.000
1	-500
2	- 8.100
3	+ 6.800

- Determine o número máximo de valores  $i^*$  que podem, satisfazer a relação TIR
- Escreva a relação TIR, baseada no VP, e aproxime os valores  $i^*$  esboçando o VP em relação a  $i$ , manualmente
- Calcule os valores de  $i^*$  usando Excel

# Análise do Excel

31

Ano	Fluxo de Caixa
0	2.000
1	-500
2	-8.100
3	6.800
<b>Soma</b>	<b>200</b>

Foram encontrados 2  $i^*$ s

$\{7.47\%, 41.35\%\}$

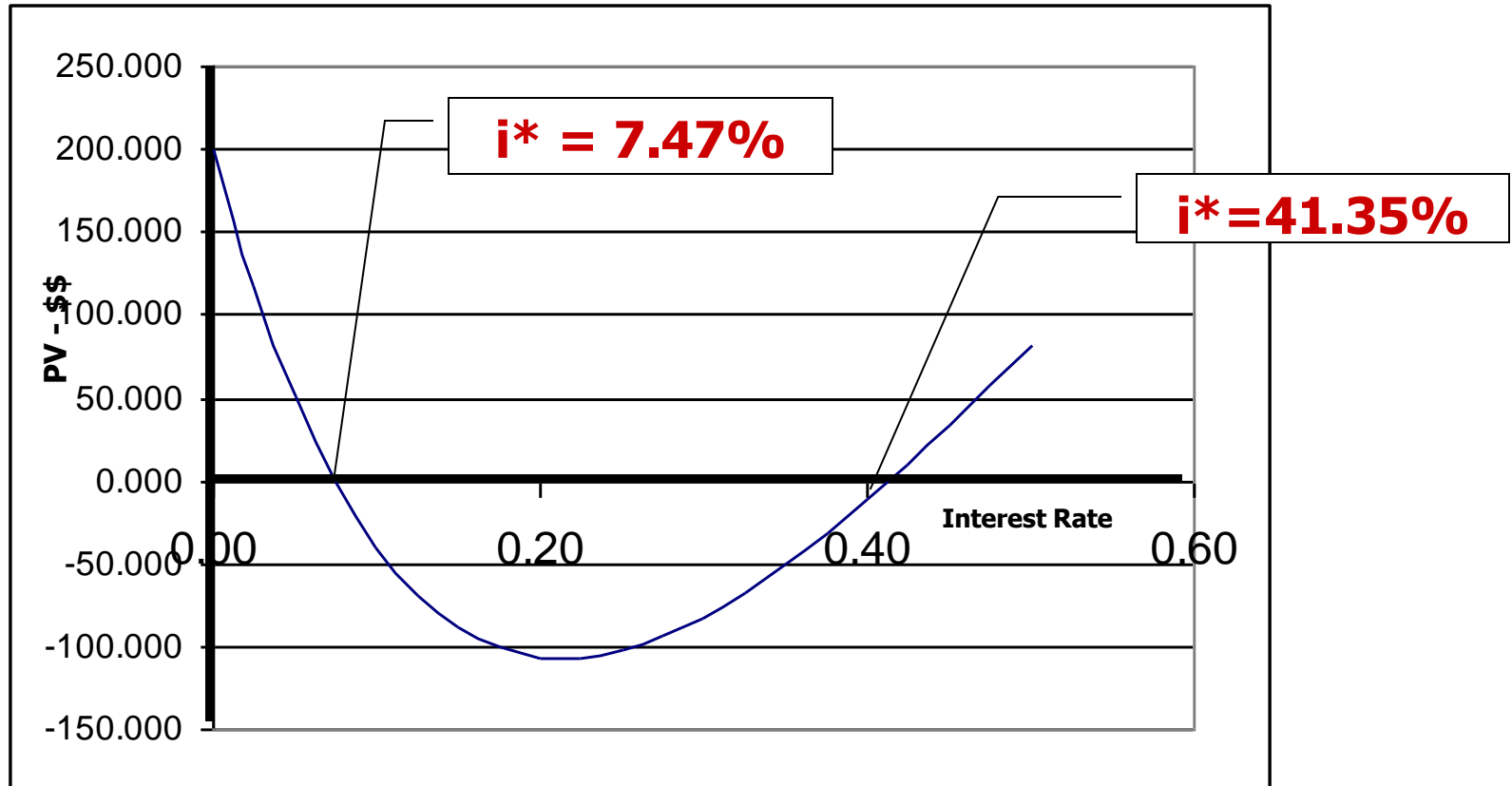
TIR	0%
Esperado	7,47%
TIR	
VPL	200
TIR	30%
Esperado	41,35%
TIR	

**Primeiro  $i^*$  usando  
valor esperado de 0%**

**Segundo  $i^*$  usando  
valor esperado de  
30%**

# Exercício 14.3

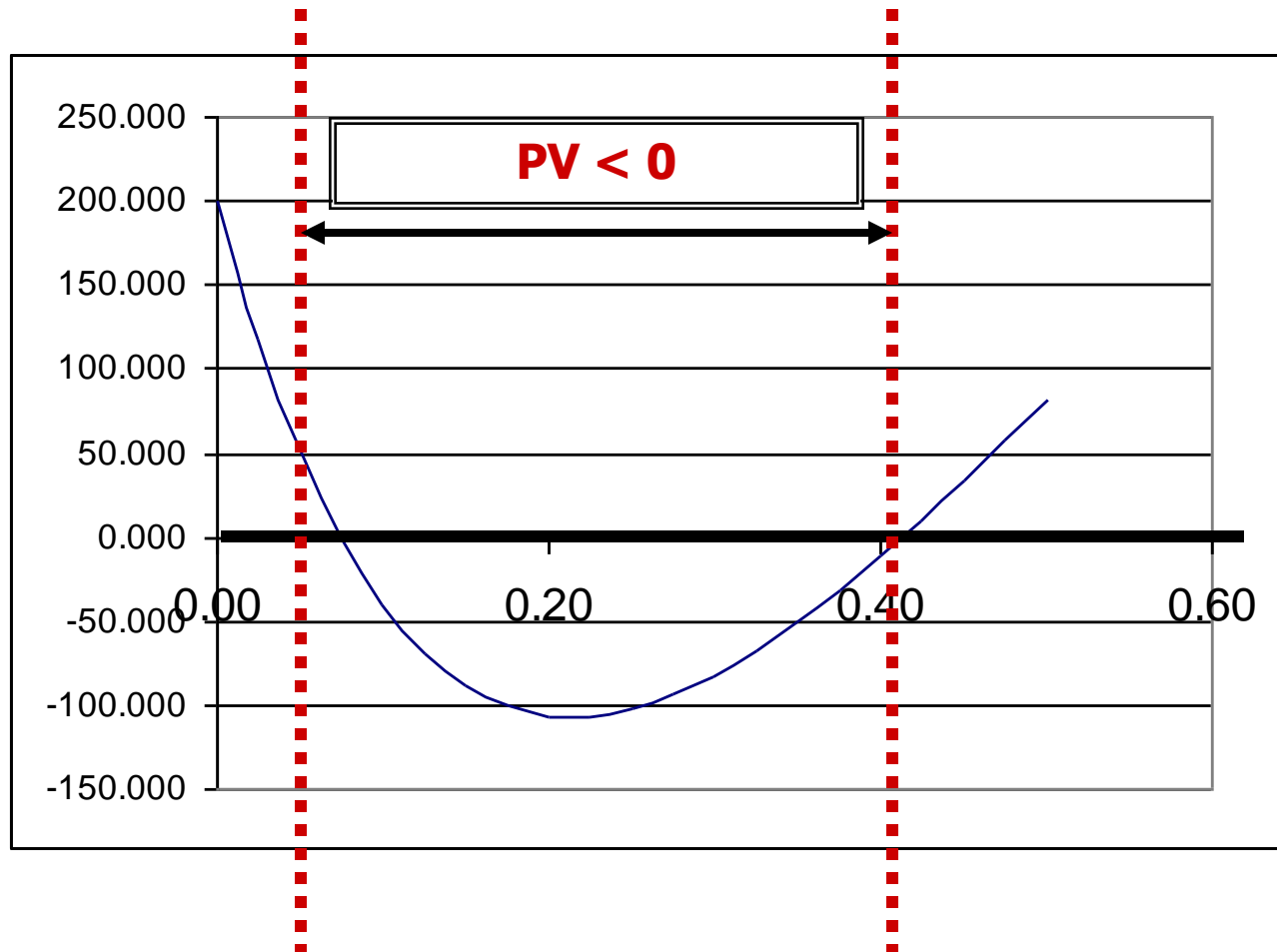
32





# Exercício 14.3

33



Se o TMA está entre os dois valores de  $i^*$ ,  
rejeitar investimento

# Saldo do Investimento

34

Examine o Investimento ou Saldos do Projeto a cada taxa  $i^*$

$i^* = 7,47\%$	
Ano	Saldos do Projeto
0	2.000
1	1.649,36
2	-6.327,47
3	0

$i^* = 41,35\%$	
Ano	Saldos do Projeto
0	2.000
1	2.327,04
2	4.810,69
3	0

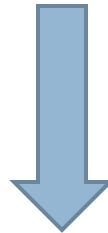
Os dois  $i^*$ s resultam em  
Saldo Final 0

Saldos diferentes

# Taxa de Retorno Multiplas

35

Múltiplos  $i^*$ s.....



Propor nova abordagem...

# Taxa Composta de Retorno

36

## **ROI (Retorno do Capital Investido) ou $i'$**

1. Converte uma série não convencional em convencional (1 raiz)
2. Pressupõe que os recursos liberados durante um projeto são reinvestido a uma taxa "c".

# Taxa Composta de Retorno $i'$

37

Quando existem Múltiplas TIRs, calcular Taxa Composta de Retorno  $i'$

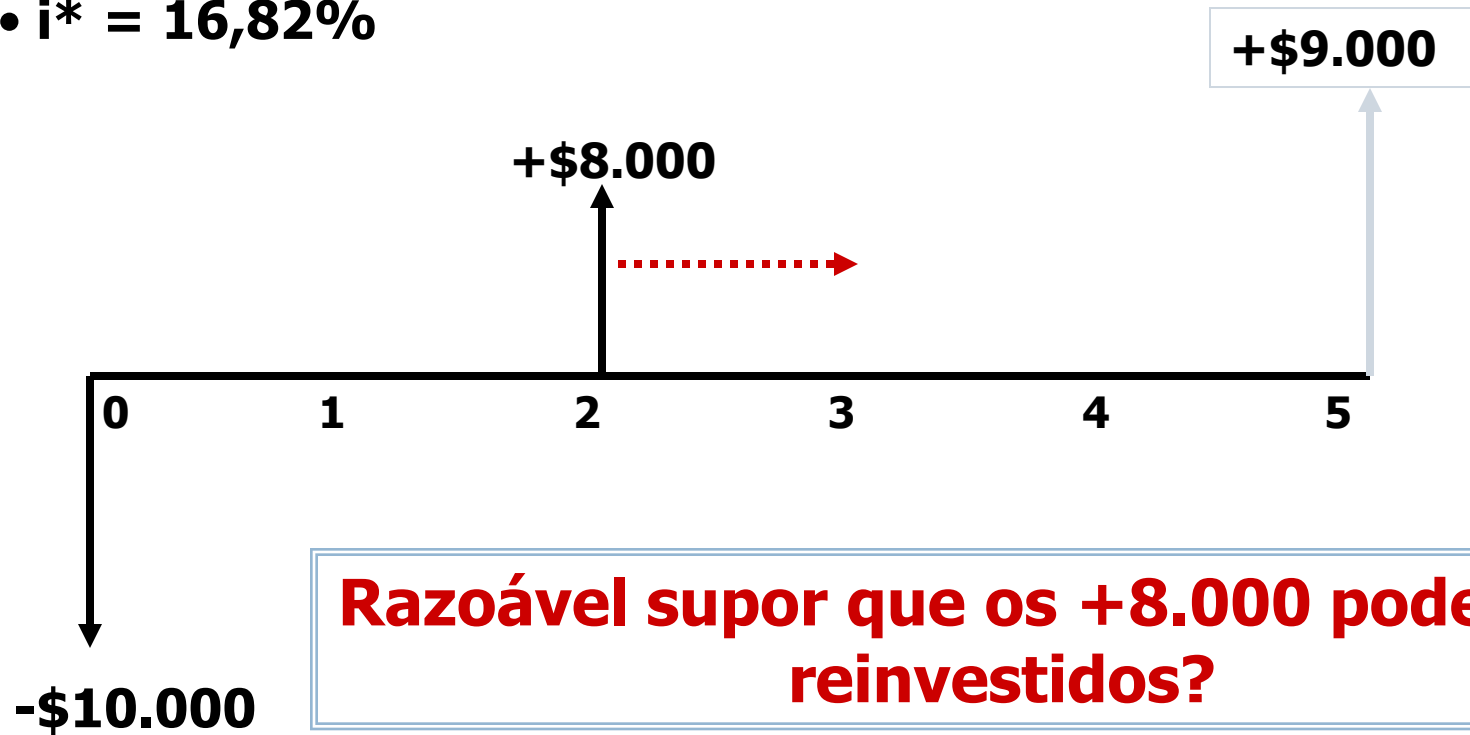
- $i^*$ : Taxa Interna de Retorno
- $c$ : Taxa Externa da Retorno ou Taxa de Reinvestimento

Taxa que a empresa pode reinvestir seus superávits por ao menos 1 período de tempo

# Taxa Composta de Retorno

38

- $i^* = 16,82\%$



# Taxa Composta de Retorno $i'$

39

$$i' : i^*/c$$

$i^*/c : i^*$  dado um valor de “c”

Qual é a TIR, dado que a taxa de reinvestimento é “c”?

# Taxa Composta de Retorno

40

$$F_t = F_{t-1}(1+i) + C_t$$

$n$  = total de anos do projeto

$C_t$  = fluxo de caixa líquido no ano  $t$

$$i = \begin{cases} c & \text{se } F_{t-1} > 0 \text{ (Investimento Líquido Positivo)} \\ i'' & \text{se } F_{t-1} < 0 \text{ (Investimento Líquido Negativo)} \end{cases}$$



# Exercício 14.4

41

Ano	Fluxo de Caixa (\$)
0	50
1	-200
2	50
3	100

**c** = TMA (geralmente!)

$c = \text{TMA} = 15\%$

# Exercício 14.5

42

Considerando a série de fluxos de caixa, calcule a taxa composta de retorno utilizando uma taxa de reinvestimento de 14% ao ano.

Ano	Fluxo de Caixa
0	3.000
1	-2.000
2	1.000
3	-6.000
4	3.800

# Exercício 14.6

43

A equipe de projeto e testes de engenharia da Honda realiza trabalhos sob contrato para fábricas de automóveis do mundo inteiro. Durante os últimos 3 anos, os fluxos de caixa líquidos dos pagamentos de contratos variaram amplamente, conforme é apresentado a seguir, principalmente devido à incapacidade de as grandes fábricas pagarem seus contratos

Ano	Fluxos de Caixa (\$1.000)
0	+ 2.000
1	-500
2	- 8.100
3	+ 6.800

Calcule a taxa composta de retorno para a equipe de engenharia da Honda, considerando que a) a taxa de reinvestimento é de 7,47% e b) TMA corporativa de 20%.

# Resumo

44

## Taxa Composta de Retorno

Quando existem múltiplos  $i^*$ s:

1. Escolha um dos  $i^*$ s

ou

2. Calcule a Taxa Composta de Retorno  $i''$

Dê preferência aos outros métodos de avaliação como  
VP ou VA

# Conclusão

45

**Dar preferência aos Métodos VP e VA ao invés da TIR**

Quando usar a  $i^*$  (TIR)?

Calcular  $i^*$  (TIR) somente para VP ou VA positivos

Projeto com  $VP < 0$ , não calcular  $i^*$  (descartar)

Projeto com  $VP > 0$ , calcular  $i^*$

# Exercício 14.7

46

Uma empresa que produz discos de embreagem para carros de corrida teve os fluxos de caixa apresentados a seguir, em um dos seus departamentos. Calcule a) a taxa interna de retorno b) a taxa composta de retorno utilizando uma taxa de reinvestimento de 15% ao ano. R. a) 28,6% a.a. b) 26,6% a.a.

Ano	Fluxo de Caixa (\$1000)
0	-65
1	30
2	84
3	-10
4	-12

# Exercício 14.8

47

Determine a taxa composta de retorno, para os fluxos de caixa da tabela abaixo, considerando que a taxa de reinvestimento é a própria TMA de 15% ao ano. O projeto se justifica? R.  $i' = 21,24\%$ , como  $i' > \text{TMA}$ , projeto se justifica.

Ano	Fluxo de Caixa Líquido	Fluxo de Caixa Cumulativo	Ano	Fluxo de Caixa Líquido	Fluxo de Caixa Cumulativo
0	0	0	6	500	-350
1	200	200	7	400	50
2	100	300	8	300	350
3	50	350	9	200	550
4	-1.800	-1.450	10	100	650
5	600	-850			