



**ESCOLA POLITÉCNICA**  
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FORMANDO ENGENHEIROS E LÍDERES



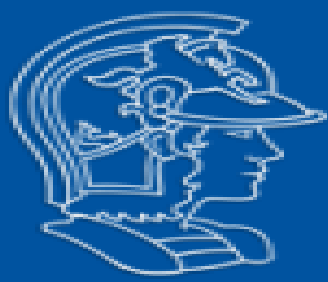
## PRO3362 - Engenharia Econômica & Finanças

2º Semestre 2023: Segundas 13h10; Quintas 7h30

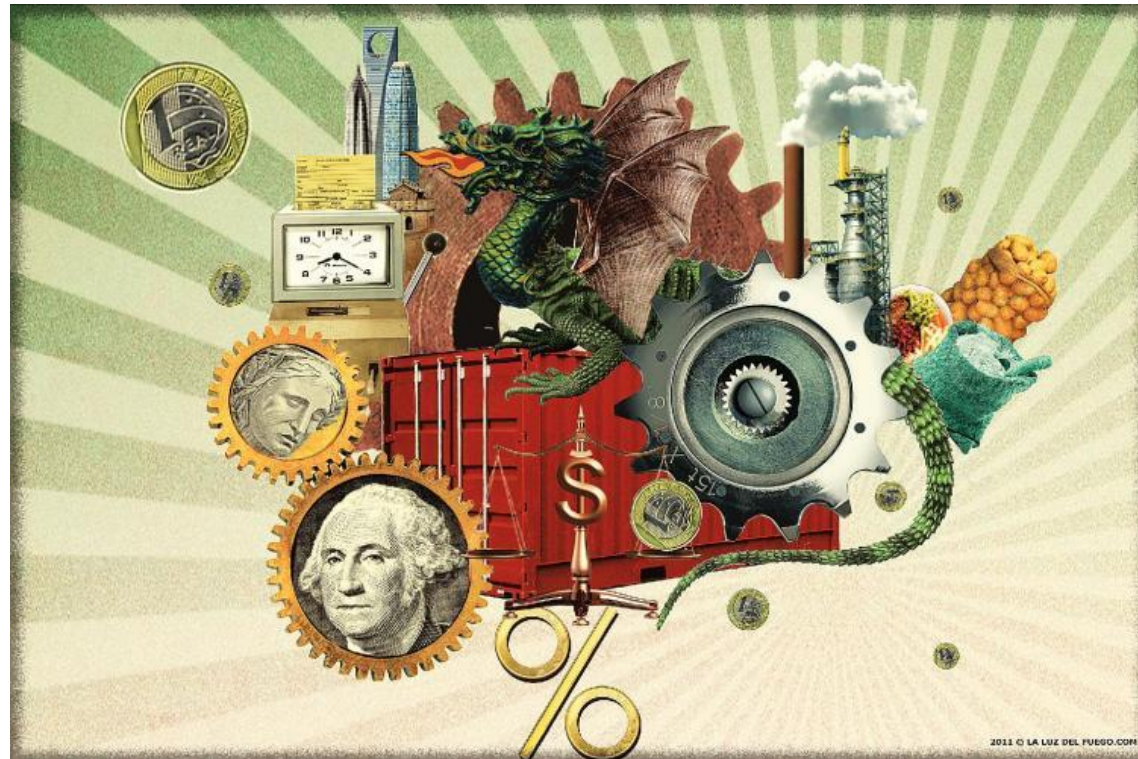
Prof. Dr. Erik Rego – [erikrego@usp.br](mailto:erikrego@usp.br) – sala FG223

[linkedin.com/in/erik-rego-021124/](https://linkedin.com/in/erik-rego-021124/)

[lattes.cnpq.br/6689850159735369](https://lattes.cnpq.br/6689850159735369)



# *TAXA INTERNA DE RETORNO*





## 6.1 Taxa Interna de Retorno - TIR

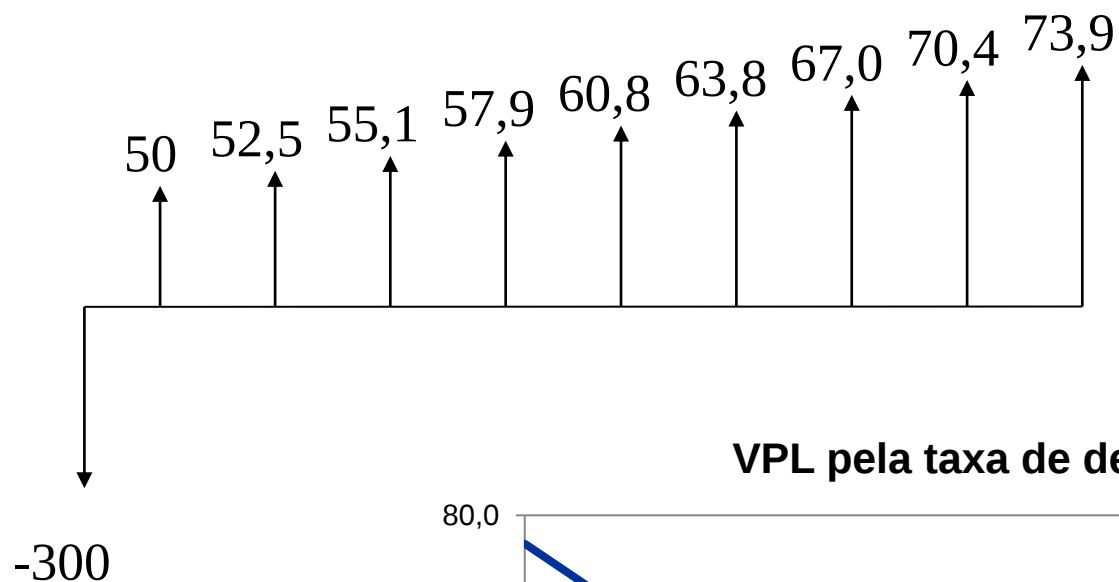
## 6.2 TIR - Limitações

## 6.3 TIR Modificada

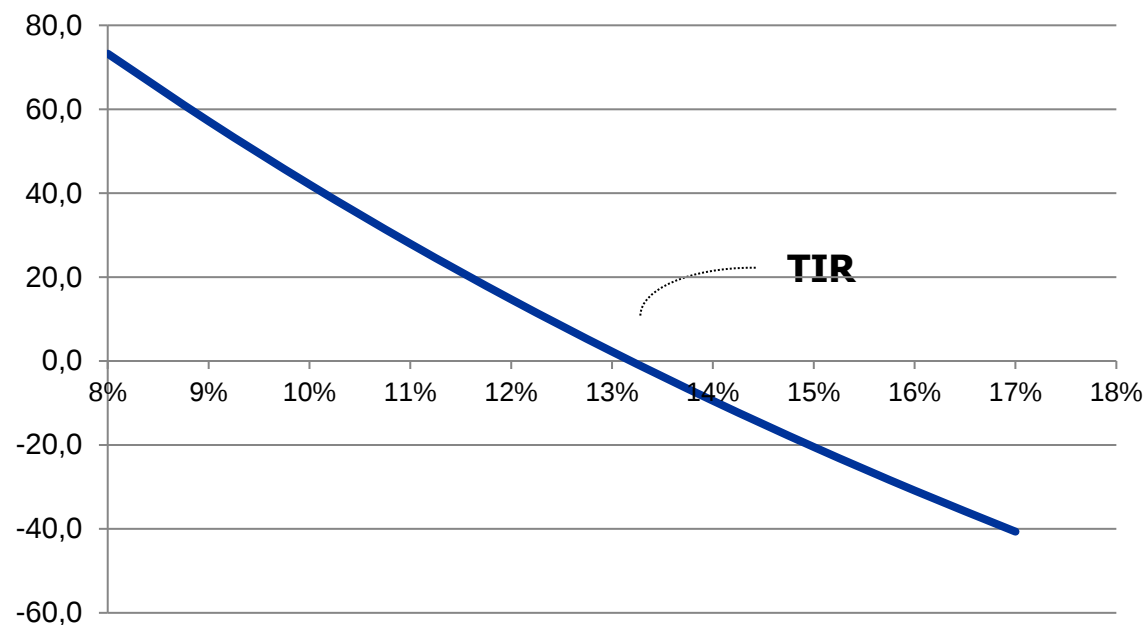
## 6.4 Comparação TIR x VPL



# TIR – TAXA INTERNA DE RETORNO



VPL pela taxa de desconto



| i   | VPL     |
|-----|---------|
| 8%  | 73,25   |
| 9%  | 57,16   |
| 10% | 42,09   |
| 11% | 27,96   |
| 12% | 14,70   |
| 13% | 2,24    |
| 14% | (9,47)  |
| 15% | (20,49) |
| 16% | (30,88) |
| 17% | (40,67) |



## TIR – TAXA INTERNA DE RETORNO



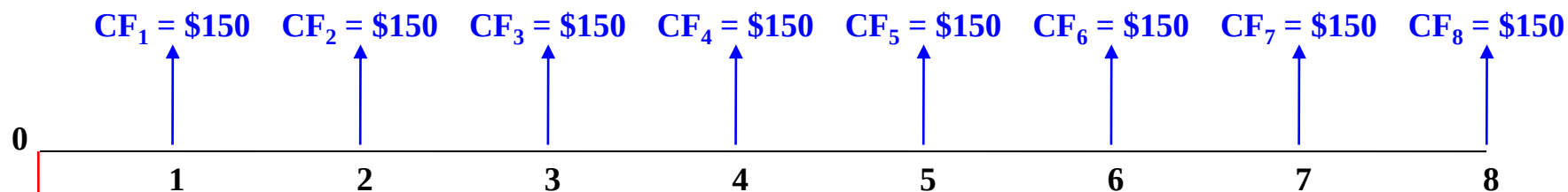
Matematicamente, a Taxa Interna de Retorno é a taxa hipotética de desconto que anula o Valor Presente Líquido;

Não tem como finalidade a avaliação da rentabilidade absoluta a um determinado custo de capital; ao contrário, seu objetivo é encontrar uma taxa intrínseca de rendimento;

A TIR não denota a taxa de retorno auferida em cada período, mas sim a rentabilidade média ponderada geometricamente, segundo o critério de juros compostos.



## EXEMPLO DE CÁLCULO



$$VPL = CF_0 + PV_1 + PV_2 + PV_3 + PV_4 + PV_5 + PV_6 + PV_7 + PV_8$$

$$VPL = CF_0 + \frac{CF_1}{(1+i)^1} + \frac{CF_2}{(1+i)^2} + \frac{CF_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{CF_8}{(1+i)^8}$$

$$VPL = 0 = CF_0 + \frac{CF_1}{(1+TIR)^1} + \frac{CF_2}{(1+TIR)^2} + \dots + \frac{CF_8}{(1+TIR)^8}$$

$$0 = -500 + \frac{150}{(1+TIR)^1} + \frac{150}{(1+TIR)^2} + \dots + \frac{150}{(1+TIR)^8}$$

$$TIR = 24,95\%$$



# UTILIZAÇÃO DA TIR EM PROJETOS INDEPENDENTES



A **regra decisória** a ser seguida no método da TIR é: empreenda o projeto de investimento de capital se a TIR exceder o custo de oportunidade do capital.

- Se  $TIR > \text{custo de oportunidade}$  → **Aceita-se** o projeto
- Se  $TIR < \text{custo oportunidade capital}$  → **Rejeita-se** o projeto.

TIR e VPL do projeto independente levam sempre às mesmas conclusões de aceitação ou rejeição

- TIR superior ao custo de oportunidade leva a VPL positivo
- TIR inferior ao custo de oportunidade leva a VPL negativo



**6.1 Taxa Interna de Retorno - TIR**

**6.2 TIR - Limitações**

**6.3 TIR Modificada**

**6.4 Comparação TIR x VPL**



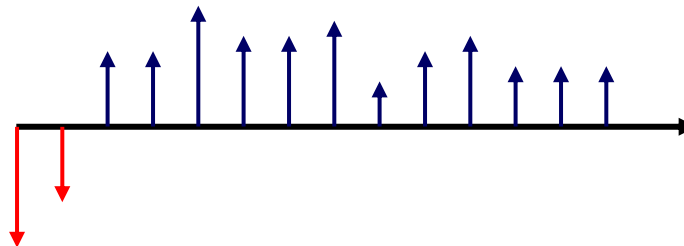
# LIMITAÇÕES DA TIR:

## (1) MÚLTIPLAS SOLUÇÕES EM FLUXOS NÃO CONVENCIONAIS

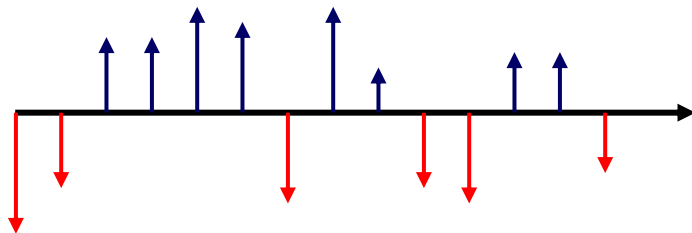


$$VPL = 0 = CF_0 + \frac{CF_1}{(1 + TIR)^1} + \frac{CF_2}{(1 + TIR)^2} + \dots + \frac{CF_8}{(1 + TIR)^8}$$

Fluxo convencional: uma ou mais saídas de caixa seguidas de uma série de entradas



Fluxo não convencional: fluxos positivos e negativos alternados



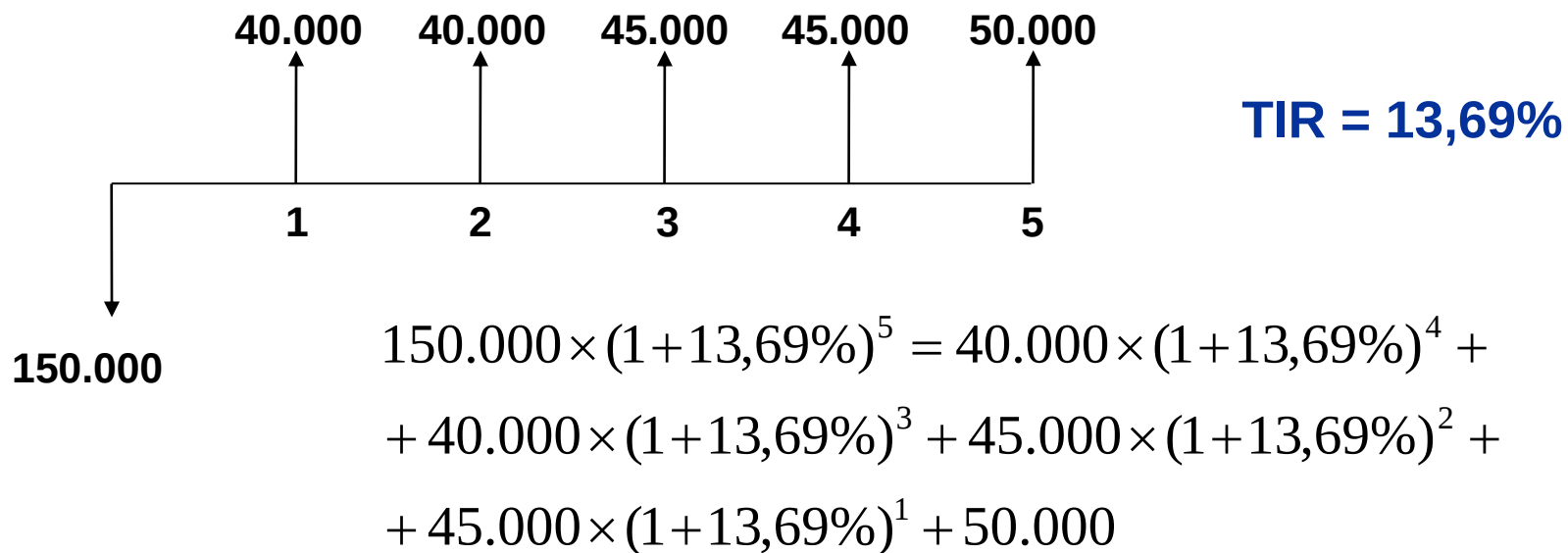
→ cada mudança na direção dos fluxos de caixa do projeto pode resultar em mais uma TIR



## LIMITAÇÕES DA TIR:

### (2) TAXA DE RETORNO E A TAXA DE REINVESTIMENTO

A TIR esperada da decisão de investimento depende não apenas dos fluxos de caixa projetados, mas também de que os mesmos possam ser reaplicados durante o prazo que se estender o projeto



O que aconteceria se os fluxos de caixa do projeto fossem reinvestidos à taxa de renda fixa do mercado?

O retorno do projeto seria maior ou menor?



**6.1 Taxa Interna de Retorno - TIR**

**6.2 TIR - Limitações**

**6.3 TIR Modificada**

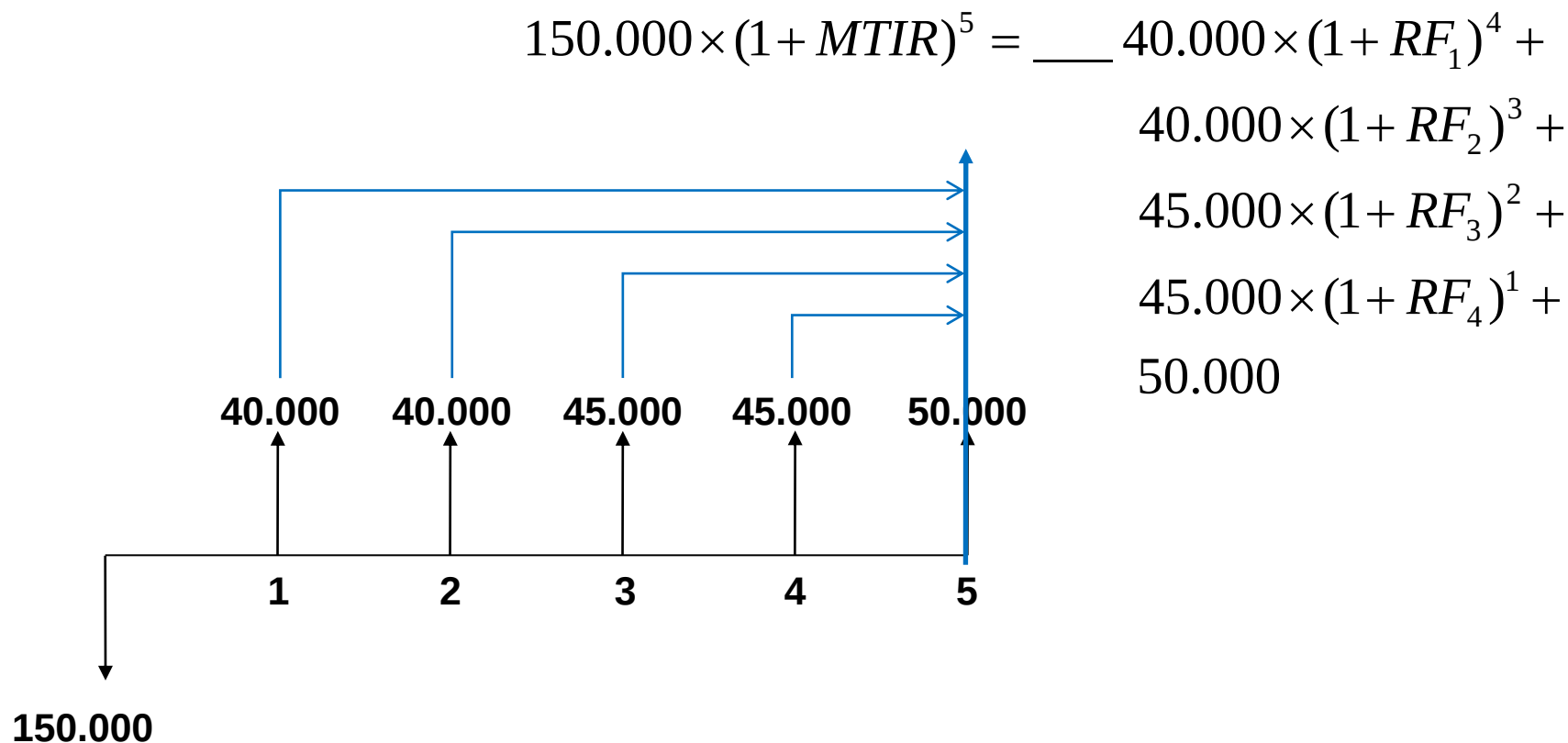
**6.4 Comparação TIR x VPL**



# MTIR: TAXA INTERNA DE RETORNO MODIFICADA

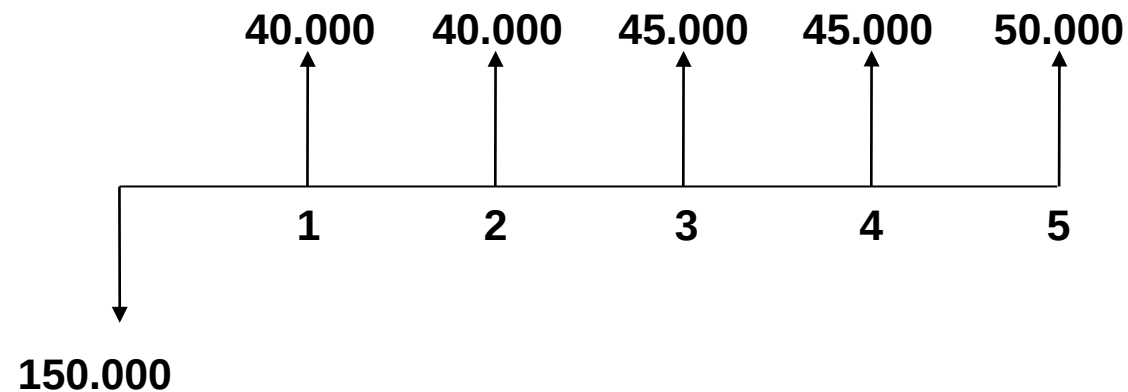


A TIR modificada é a taxa que iguala o investimento inicial projetado ao valor futuro dos fluxos de caixa reinvestidos à taxas de renda fixa.





# MTIR: TAXA INTERNA DE RETORNO MODIFICADA



Supondo uma Taxa de Reinvestimento de 9,0%, qual a **MTIR**?

$$\begin{aligned} 150.000 \times (1 + \text{TIRM})^5 \\ = 40.000 \times (1 + 9\%)^4 + 40.000 \times (1 + 9\%)^3 + 45.000 \\ \times (1,09)^2 + 45.000 \times (1,09)^1 + 50.000 \times (1,09)^0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 150.000 \times (1 + \text{TIRM})^5 &= 56.463 + 51.801 + 53.465 + 49.050 + 50.000 \\ &= 260.779 \end{aligned}$$

$$(1 + \text{TIRM})^5 = \frac{260.779}{150.000} = 1,7385$$

$$\text{TIRM} = \sqrt[5]{1,7385} - 1 = 11,7\% \text{ a.a}$$

**Se Custo Oportunidade = 12%**

**TIR (13,7%) > 12%**

**MTIR (11,7%) < 12%**

**NÃO É VIÁVEL**



# AULA 06 – TAXA INTERNA DE RETORNO



**6.1 Taxa Interna de Retorno - TIR**

**6.2 TIR - Limitações**

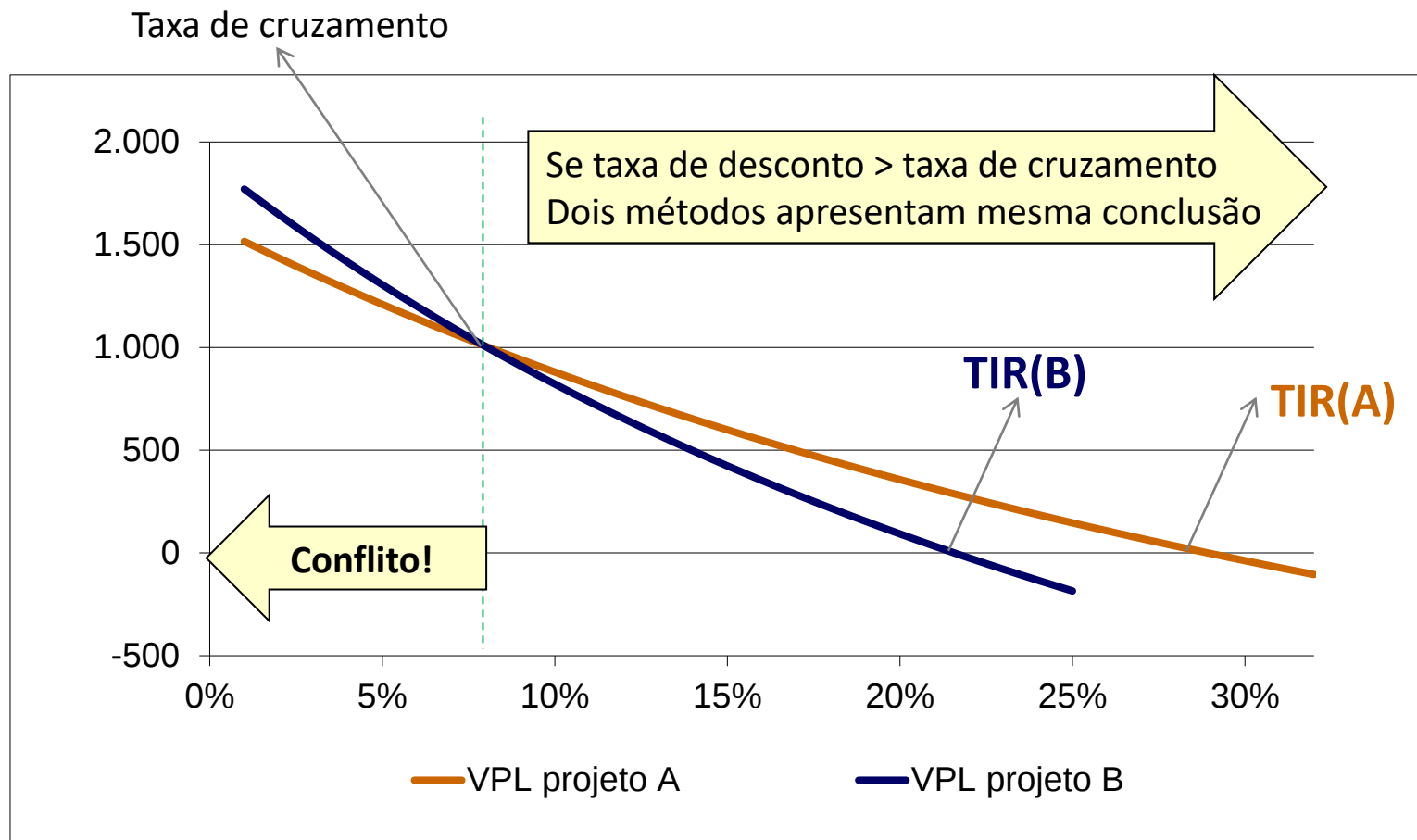
**6.3 TIR Modificada**

**6.4 Comparação TIR x VPL**



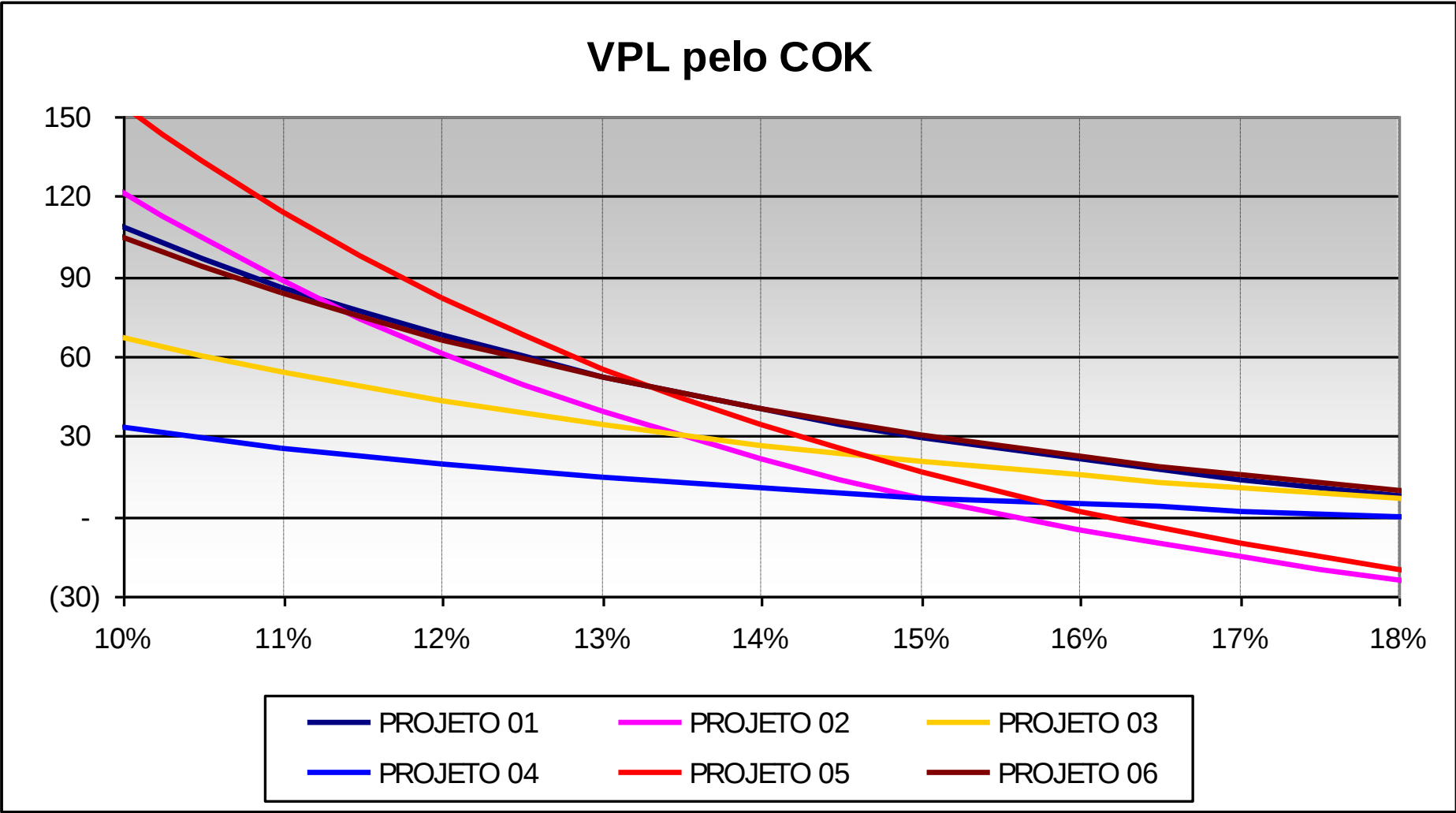
# CONFLITO ENTRE TIR E VPL

VPL de dois projetos (A e B), em função da taxa de desconto





# CONFLITO ENTRE TIR E VPL





Para contornar esses problemas, emprega-se o conceito da taxa incremental de Fisher

Para tanto, analisa-se o fluxo incremental relativo aos projetos.



# PROJETOS MUTUAMENTE EXCLUSIVOS

## CONFLITO TIR x VPL



Projetos Mutuamente Exclusivos são aqueles que não podem ser levados adiante simultaneamente

O objetivo final da análise de investimento é encontrar a melhor alternativa de investimento ou captação dadas as alternativas disponíveis

Considere os seguintes projetos mutuamente exclusivos e custo de capital de **12% a.a.**

|        | Projeto C | Projeto D |
|--------|-----------|-----------|
| $CF_0$ | -500      | -1.000    |
| $CF_1$ | 200       | 450       |
| $CF_2$ | 250       | 450       |
| $CF_3$ | 300       | 450       |
| $CF_4$ | 350       | 450       |



# PROJETOS MUTUAMENTE EXCLUSIVOS

## CONFLITO TIR x VPL



|               | Projeto C        | Projeto D        |
|---------------|------------------|------------------|
| $CF_0$        | -500             | -1.000           |
| $CF_1$        | 200              | 450              |
| $CF_2$        | 250              | 450              |
| $CF_3$        | 300              | 450              |
| $CF_4$        | 350              | 450              |
| VPL (12%a.a.) | <b>313,8</b>     | <b>366,8</b>     |
| TIR           | <b>36,4%a.a.</b> | <b>28,5%a.a.</b> |

O que fazer?

- TIR é expressa em termos relativos (%), não absolutos;
- TIR não leva em conta que Investimento  $D > C$ ;
- Em termos de riqueza, VPL do Projeto D é melhor.



## FLUXO INCREMENTAL



|               | Projeto C | Projeto D | D – C     |
|---------------|-----------|-----------|-----------|
| $CF_0$        | -500      | -1.000    | -500      |
| $CF_1$        | 200       | 450       | 250       |
| $CF_2$        | 250       | 450       | 200       |
| $CF_3$        | 300       | 450       | 150       |
| $CF_4$        | 350       | 450       | 100       |
| VPL (12%a.a.) | 313,8     | 366,8     | 53,0      |
| TIR           | 36,4%a.a. | 28,5%a.a. | 17,8%a.a. |

Agora ficou mais fácil

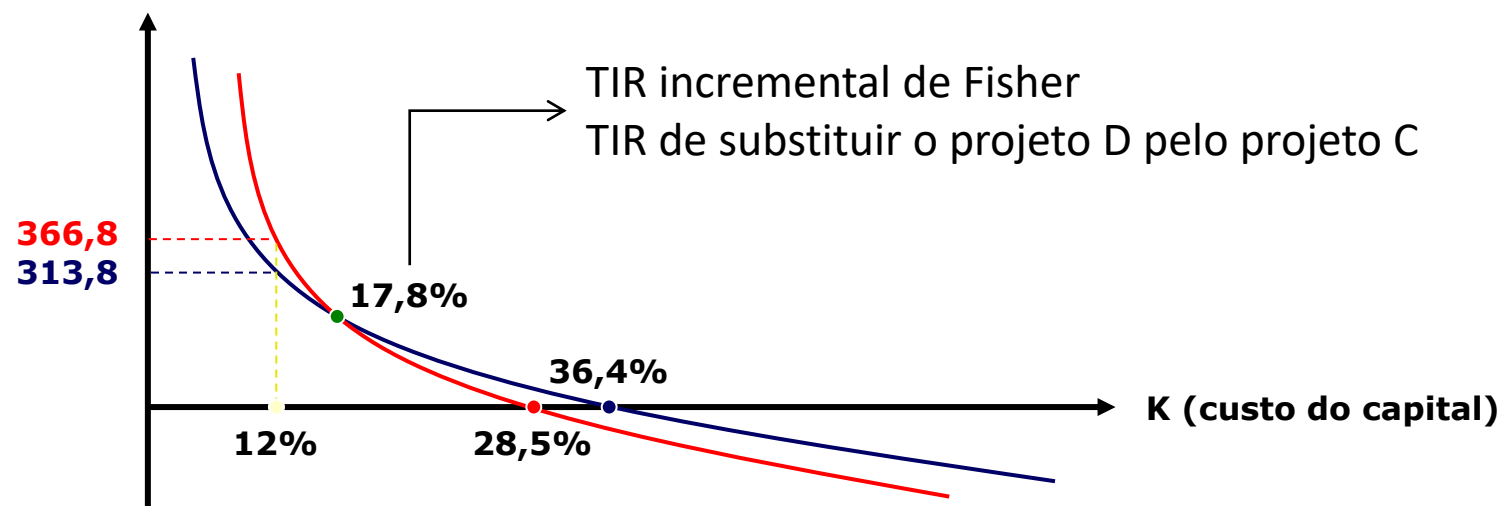
- VPL incremental define a riqueza adicional que o investimento de maior escala (no caso o D) acrescenta;
- TIR incremental representa a taxa de retorno que torna os dois investimentos com atratividade econômica equivalente.



# GRAFICAMENTE



|                | Projeto C | Projeto D | D – C     |
|----------------|-----------|-----------|-----------|
| Investimento   | -500      | -1.000    | -500      |
| VPL (12% a.a.) | 313,8     | 366,8     | 53,0      |
| TIR            | 36,4%a.a. | 28,5%a.a. | 17,8%a.a. |



**Obrigado**