



# **MOBILIDADE E SISTEMAS DE TRANSPORTES**

## **SELEÇÃO DE PROJETOS DE TRANSPORTE**

Prof. Dr. Daniel Caetano

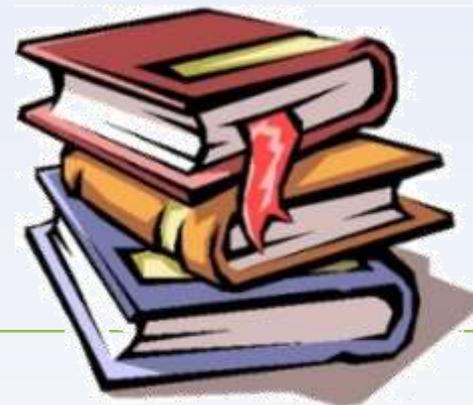
2019 - 1

# Objetivos

- Compreender a premissa da seleção de projetos
- Compreender o conceito de avaliação econômica de projetos
- Conhecer as principais metodologias econômicas para avaliação de projetos



# Material de Estudo



| Material           | Acesso ao Material   |
|--------------------|--|
| Apresentação       | <a href="http://www.caetano.eng.br/">http://www.caetano.eng.br/</a><br>(Mobilidade e Sistemas de Transportes – Aula 11)  |
| Minha Biblioteca   | <i>A Decisão de Investir – Métodos e Modelos para Avaliação Econômica</i> (Andrade) – Muito Detalhado!<br><i>Engenharia de Infraestrutura de Transportes – Uma Integração Multimodal</i> (Hoel, Garber, Sadek), Cap 5 – Visão ampla de todo o processo<br><i>Vias de Transporte</i> (Albano), Cap 11 – Noções sobre terminais / integração |
| Biblioteca Virtual | -  |
| Material Adicional | Análise de Custo Benefício em Projetos de Infraestrutura de Transporte (CNT) <a href="http://tinyurl.com/y22swk9k">http://tinyurl.com/y22swk9k</a><br>TCC sobre Avaliação de Projetos: <a href="http://tinyurl.com/yy4ytt98">http://tinyurl.com/yy4ytt98</a>   |

**RETOMANDO...**

# **OFERTA DE TRANSPORTES**



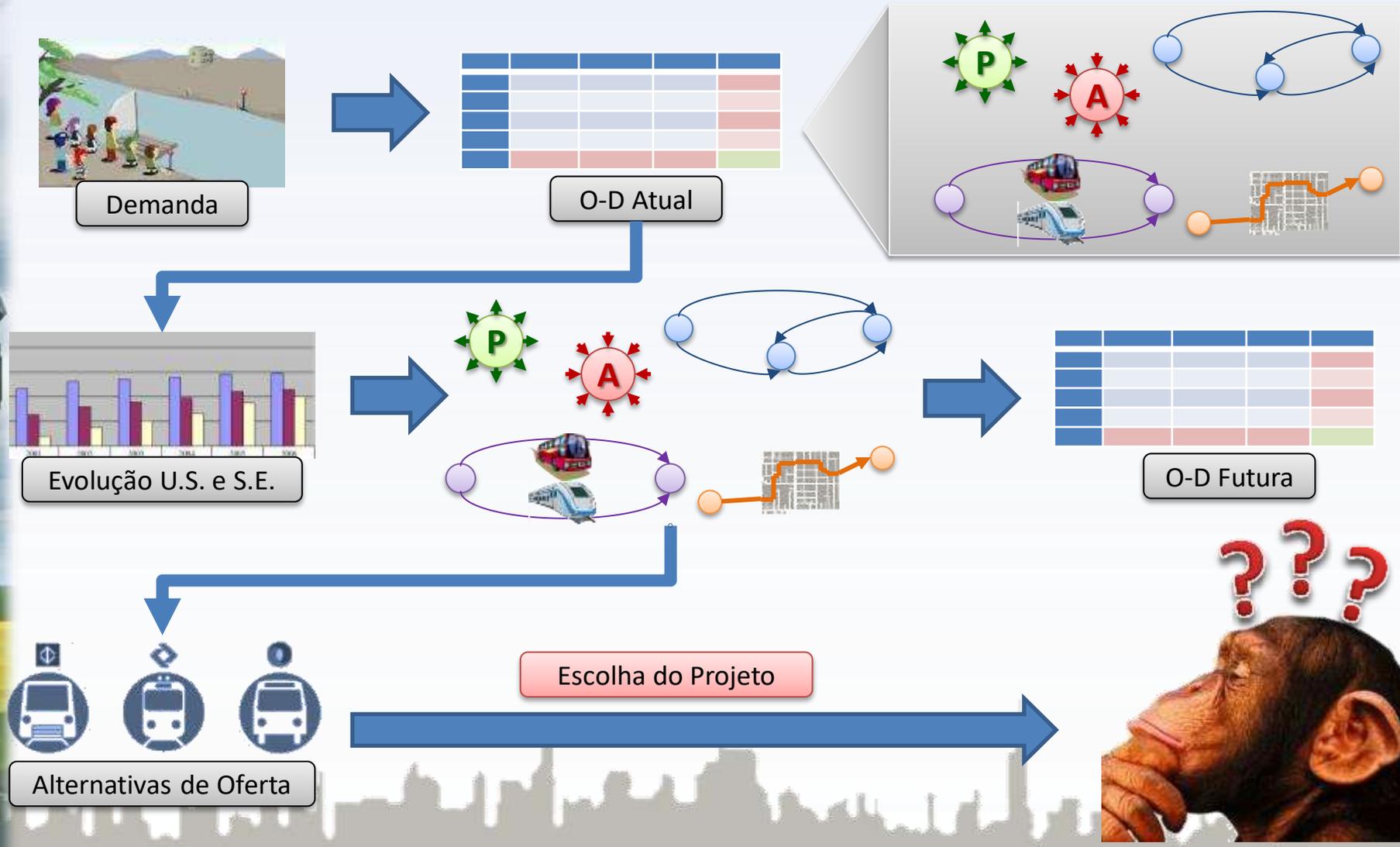
# Oferta de Transporte

- Pressuposto: Planejamento Urbano já ok
  - Foco: Atender a demanda
  - Objetivos (conflitantes?)
    - Eficiência econômica
    - Sustentabilidade financeira
    - Sustentabilidade ambiental
    - Qualidade de Serviço → atrair o usuário
- } “Preço” baixo?

# SELEÇÃO DE ALTERNATIVAS EM PROJETOS DE TRANSPORTE



# Resumo do Plan. de Transportes



# Seleção de Projetos

- Como selecionar entre projetos tão distintos?



- Executar avaliação de projetos...
  - Criteriosa e comparativa!

# Avaliação de Projetos – O Que É?

- Avaliar Projetos?
  - Comparar: Impactos Positivos x Negativos
    - Econômicos x Sociais x Ambientais
    - Indicar *trade-offs*
- Alternativa de Projeto deve:
  - Ser possível
    - Possibilidade Tecnológica / Existência de Recursos
  - Ser superior às outras (“não fazer”)
    - Eficácia
    - Eficiência Econômica (benefício/custo)



# Avaliação de Projetos – Quando?

- Avaliação: Dois Momentos
  - Pré-implantação: analisar melhor alternativa
    - “Agora”
    - Concepção, planejamento, projeto
    - Construção e operação
    - Considerar ciclos-viciosos
  - Pós-implantação: analisar desempenho
    - “Ao longo do tempo”
    - Monitoramento



# Métodos de Avaliação de Projetos

- Analisar possibilidades...
  - ...para viabilizar uma nova configuração desejável
    - Questões sociais, ambientais e econômicas
    - Desempenho técnico
- Quais alternativas?
  - “Não fazer”
  - Independentes
  - Mutuamente Exclusivas
  - Combinações (das não M.E.)



**PITU / PD**

# Métodos de Avaliação de Projetos

- Diversos métodos
  - Avaliação Técnica
  - Avaliação Econômica
    - Valor Presente Líquido
    - VPL/Investimento
    - Benefício Custo
    - Efetividade
  - Matrizes de Impacto
  - Vantagens e Desvantagens
    - Composição

**Viabilidade: Técnica +  
Econômica + Ambiental +  
Eficácia + Eficiência**



# PRINCÍPIOS DA AVALIAÇÃO TÉCNICA



# Síntese da Avaliação Técnica

- Coerência com o PD / PITU
- Equilíbrio Oferta x Demanda
  - a) Demanda do horizonte de projeto
  - b) Capacidade: veículo x linha x sistema
    - Gargalos.
- Integração de Modos
  - a) Complementariedade x Competição
  - b) Terminais: acesso/egresso x transbordo
    - Integração Física
    - Integração Tarifária.



# MÉTODOS DE AVALIAÇÃO ECONÔMICA



# Métodos de Avaliação Econômica

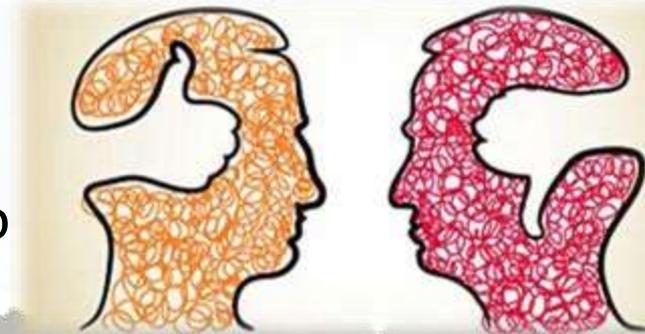
- Converter impactos em valor moeda
  - Método do Valor Presente Líquido
  - Análise VPL/Investimento
  - Análise Benefício/Custo
  - Análise de Efetividade
- Em geral:
  - Desempenho do sistema: consideração limitada
    - Comparar alternativas de desempenho similar
    - Caso contrário: resolver na análise técnica prévia.

Nesse pode ser mais ampla!



# Métodos de Avaliação Econômica

- Existem dificuldades comuns a todos
  - Objetividade x Subjetividade
  - Como avaliar valor \$\$\$ de custos e benefícios?
    - Quais custos e benefícios? Para quem é cada um deles?
    - **Objetivo Privado: lucro**
    - **Objetivo Público: múltiplos**
      - Efetividade \$, mobilidade, qualidade de vida...
    - Eficiência: critérios?
  - Viés quase inevitável
    - \$ longo prazo x taxa de desconto



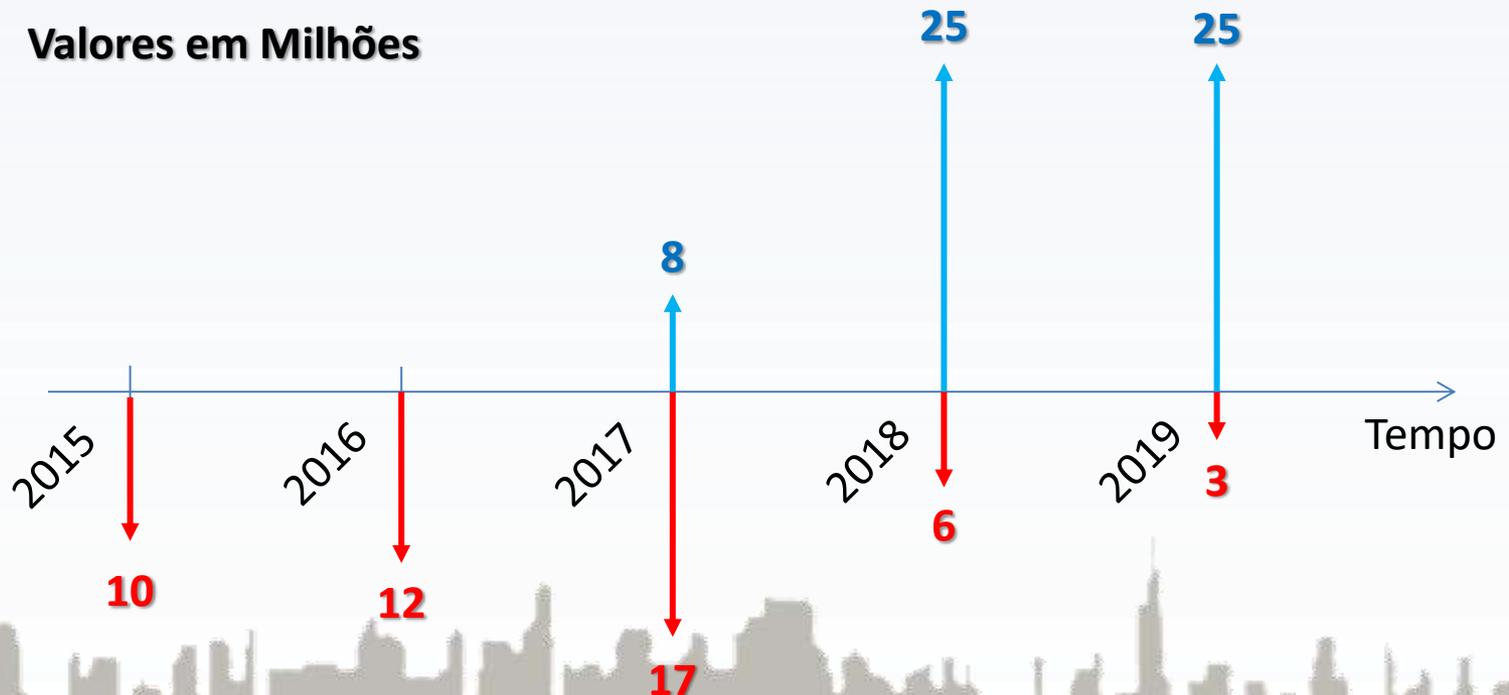
MÉTODOS DE AVALIAÇÃO ECONÔMICA:  
**VALOR PRESENTE LÍQUIDO**



# Método do Valor Presente

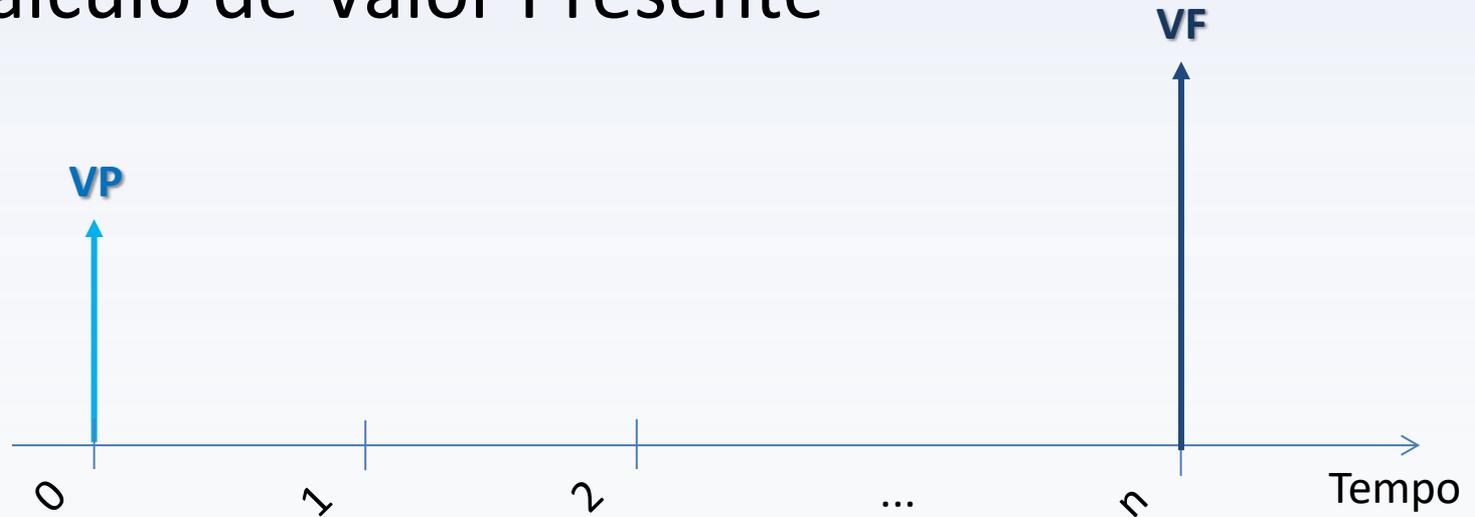
- Estabelecer fluxo de caixa
  - Receitas e benefícios são “encaixes”
  - Investimentos, custos e impactos negativos são “desencaixes”

Valores em Milhões



# Revisão de Matemática Financeira

- Cálculo de Valor Presente



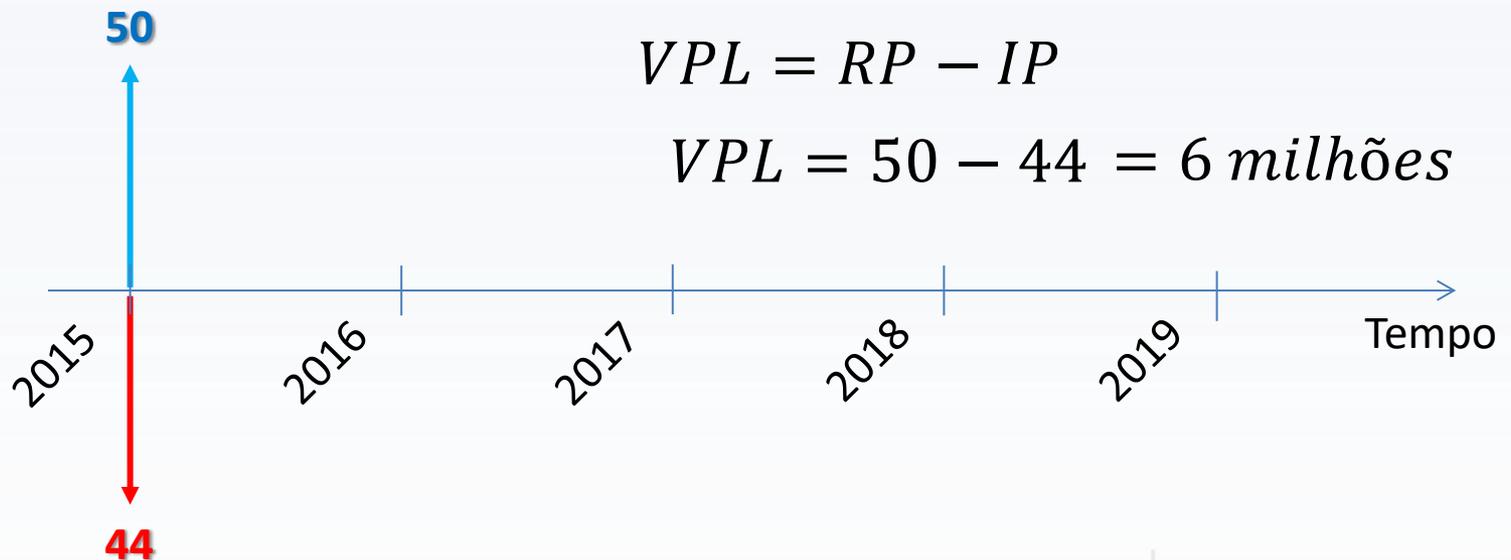
$$VP = \frac{VF}{(1 + j)^n}$$

# Método do Valor Presente

- Calcular o Valor Presente

- Receita Presente e Investimento Presente

Valores em Milhões ...e calcular o Valor Presente Líquido



$$VPL = RP - IP$$

$$VPL = 50 - 44 = 6 \text{ milhões}$$

# Método do Valor Presente

- Como usar?
  - $VPL > 0 \rightarrow$  projeto viável
  - Valores absolutos: ranquear alternativas
    - Para projetos de investimentos similares
- Limitação:
  - “6 milhões” é quanto?
  - Magnitude do investimento some!
- Alternativa?
  - Análise VPL/Investimento
  - Análise Benefício/Custo

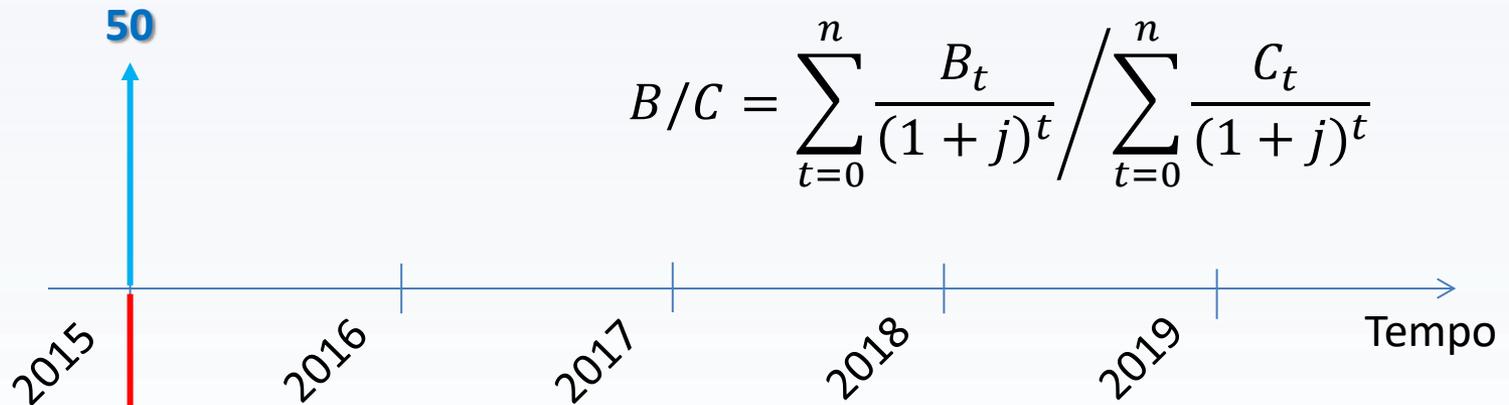
MÉTODOS DE AVALIAÇÃO ECONÔMICA:  
**ANÁLISE BENEFÍCIO/CUSTO E  
VPL/INVESTIMENTO**



# Análise Benefício / Custo

- Calcular o Valor Presente
  - Receitas e Custos

Valores em Milhões ...e calcular a relação Benefício/Custo



$$B/C = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+j)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+j)^t}}$$

$$B/C = 50/44 = 1,136 \quad \frac{B}{C} = \mathbf{1,136}$$

# Análise Benefício / Custo

- Problema da análise B/C
  - Alguns benefícios...
  - ...Podem ser vistos como redução de custo

$$\frac{BPL + \Delta}{CPL} \neq \frac{BPL}{CPL - \Delta}$$

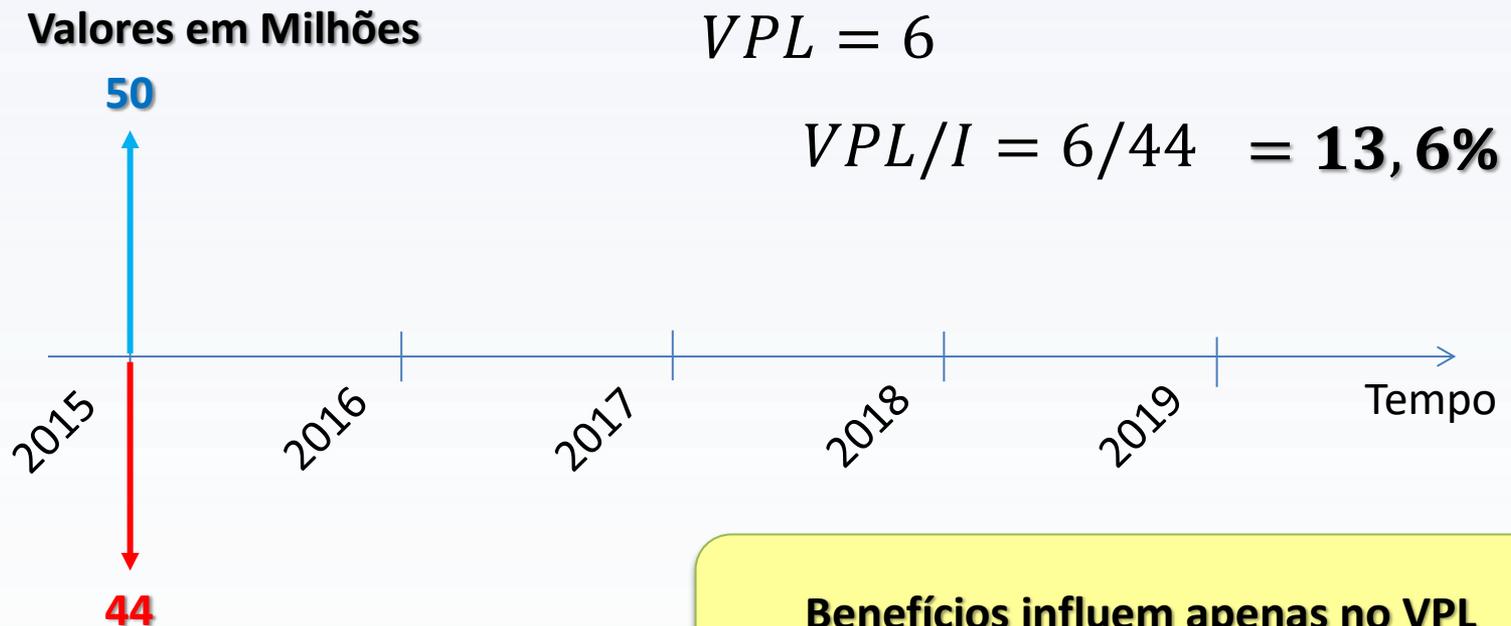
$$B/C = (50 + 1)/44 = 1,159$$

$$B/C = 50/(44 - 1) = 1,163$$

- Subjetividade e distorção
  - Como reduzir a distorção?

# Método do VPL/Investimento

- Calcular o Valor Presente Líquido
  - E dividir pelo investimento (financeiro!)



**Benefícios influem apenas no VPL**  
**Custos influem no VPL e no I**

# Análise VPL/Investimento

- Limitação:
  - Valores relativos
    - Retorno é “bem maior” que investimento...
    - Mas quanto é?
  - Taxa de Desconto
    - Mitiga benefícios futuros
      - Gerações futuras!
- Alternativa?
  - Análise de Sensibilidade
    - Variar custos e benefícios
  - **Nunca realizar análise econômica isoladamente**



# Atenção: Taxa Interna de Retorno

- Taxa  $j$  tal que  $VPL = 0$ 
  - Benefícios igualam investimento inicial

$$\sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1 + tir)^t} = 0$$

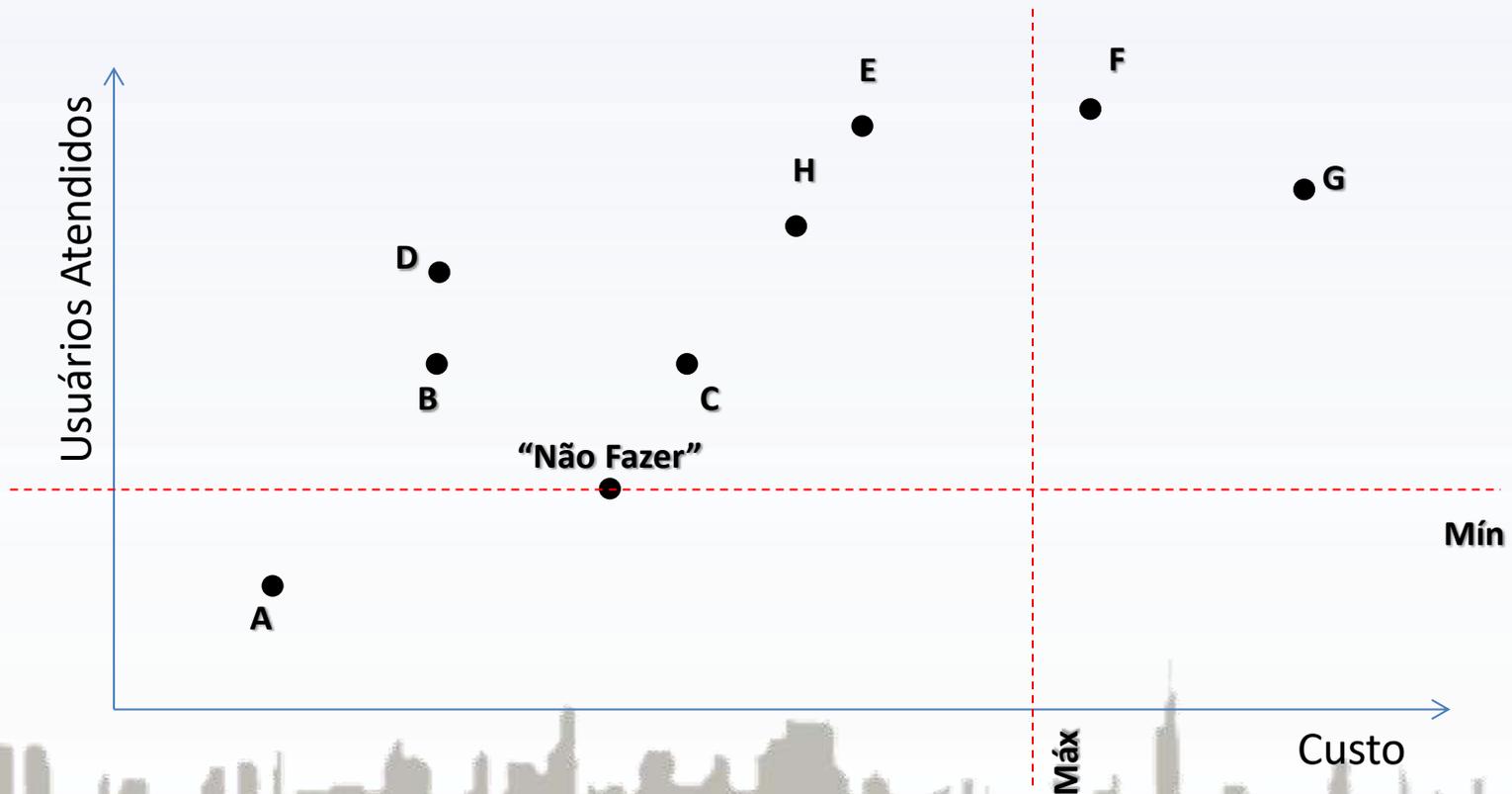
- TIR indica *atratividade*:  $tir >$  taxa mínima
  - Não serve para “classificar” projetos
  - Principalmente se vidas úteis muito diferentes
- Classificar por VPL
  - $VPL > 0$

MÉTODOS DE AVALIAÇÃO ECONÔMICA:  
**ANÁLISE DE EFETIVIDADE**



# Análise de Efetividade

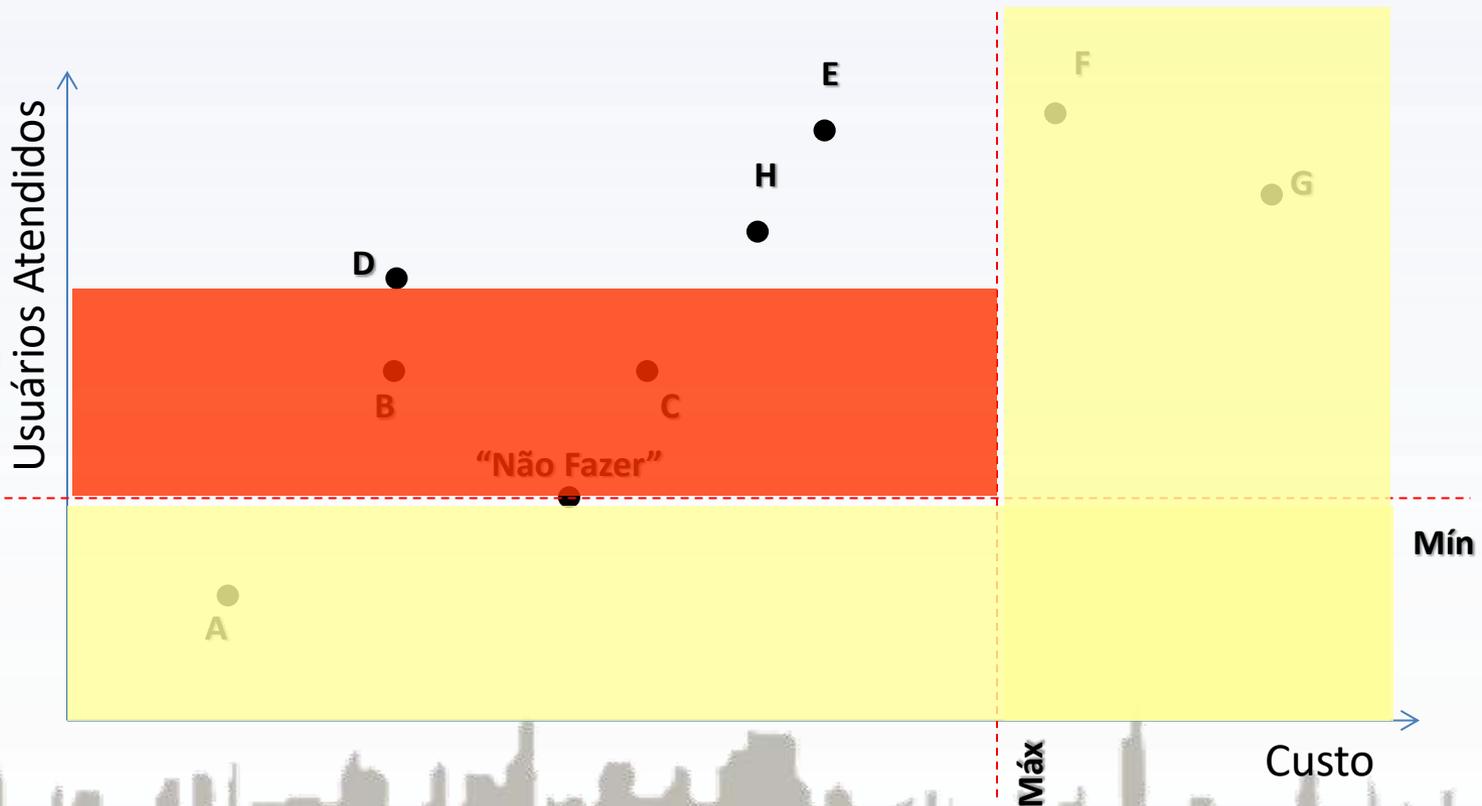
- Custo x Eficácia:
  - Maximizar resultados frente ao custo



# Análise de Efetividade

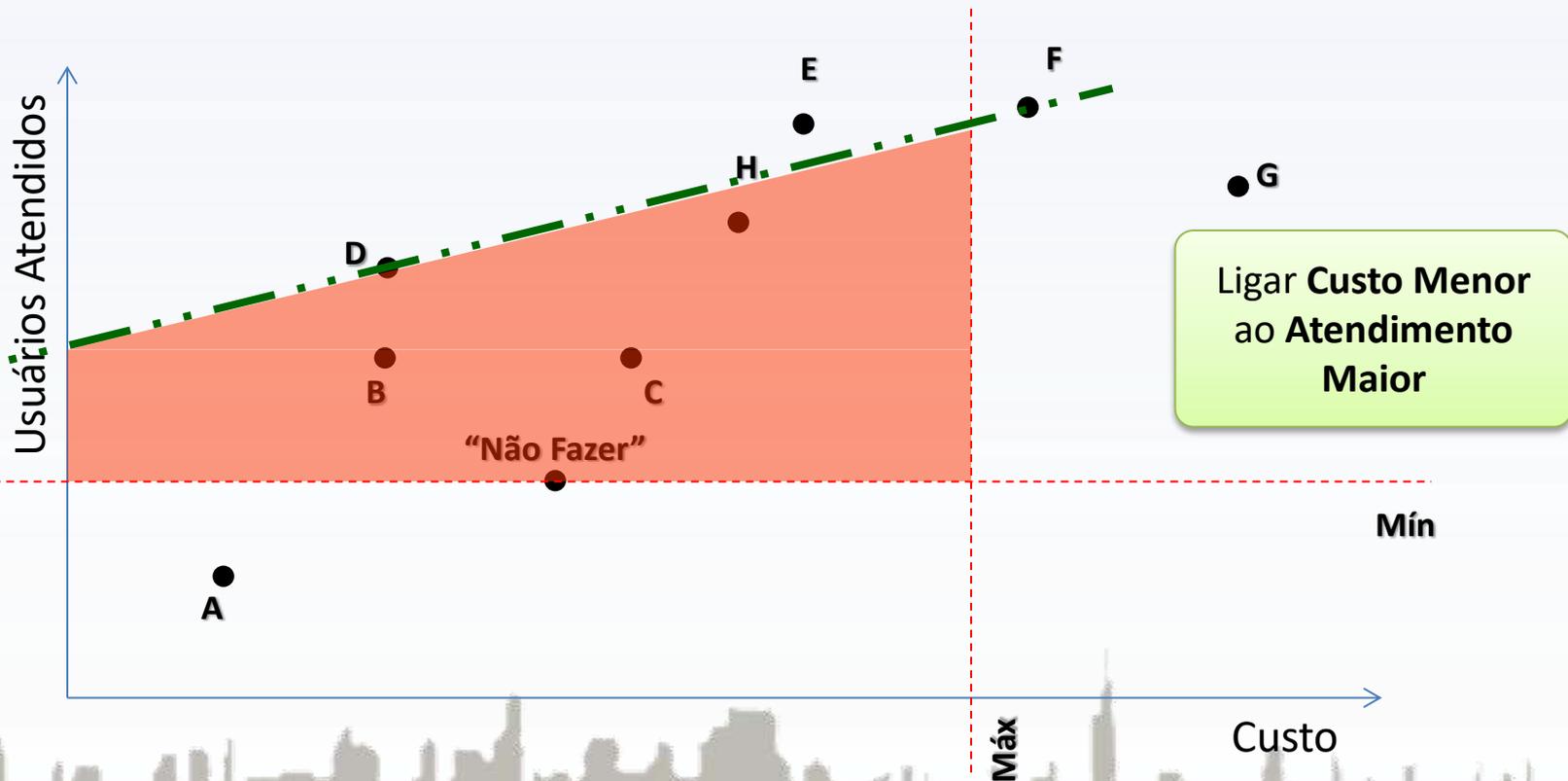
- Custo x Eficácia:
  - Maximizar resultados frente ao custo

Critério de Efetividade (Benefício)



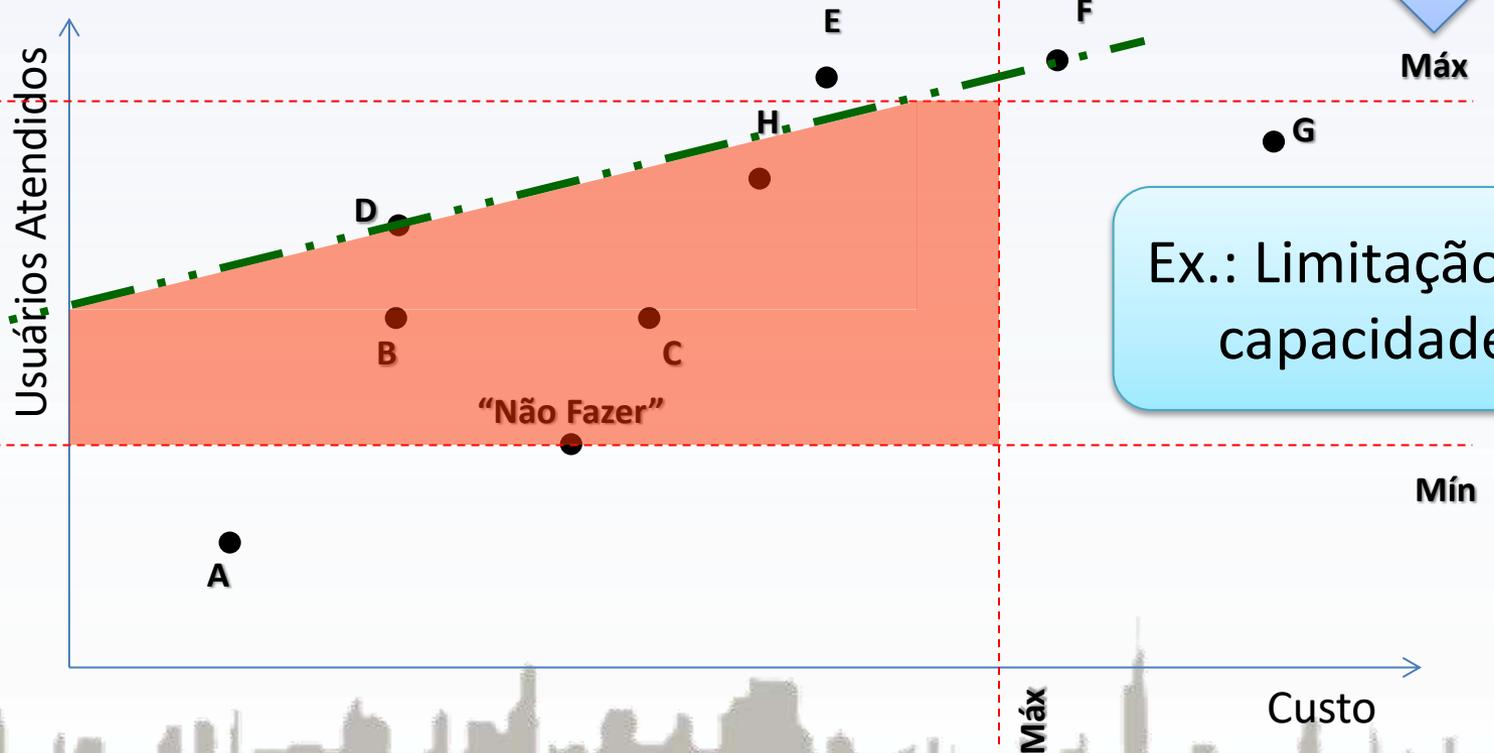
# Análise de Efetividade

- Custo x Eficácia:
  - Maximizar resultados frente ao custo



# Análise de Efetividade

- Custo x Eficácia:
  - Maximizar resultados frente ao custo



# Análise de Efetividade

- Múltiplos critérios de efetividade?
  - Múltiplas dimensões
- Como escolher?
  - Selecionar a melhor (dentro da área viável)
  - *Ranquear* alternativas (sem pesos)
  - Pontuar cada alternativa (pesos para critérios)
- Análise conjunta
  - Usar valor “B/C” como benefício (ordenadas)
  - Usar custo presente líquido (abscissas)

# EXEMPLO DE AVALIAÇÃO ECONÔMICA



# Exemplo de Aplicação

## Fluxo de caixa

|         | Ano  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---------|------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Projeto | 0    | 1 | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 |
| A       | -100 | 2 | 10 | 15 | 20 | 30 | 35 | 38 | 35 | 25 | 15 |
| B       | -90  | 5 | 15 | 25 | 30 | 34 | 30 | 22 | 15 | 10 | 5  |
| C       | -50  | 2 | 8  | 12 | 15 | 20 | 22 | 18 | 10 | 8  | 5  |

## Fluxo de caixa descontado

|         | Ano  |     |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
|---------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| Projeto | 0    | 1   | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10  |
| A       | -100 | 1,8 | 8,3  | 11,3 | 13,7 | 18,6 | 19,8 | 19,5 | 16,3 | 10,6 | 5,8 |
| B       | -90  | 4,5 | 12,4 | 18,8 | 20,5 | 21,1 | 16,9 | 11,3 | 7,0  | 4,2  | 1,9 |
| C       | -50  | 1,8 | 6,6  | 9,0  | 10,2 | 12,4 | 12,4 | 9,2  | 4,7  | 3,4  | 1,9 |

| Projeto | Custo | Benefício | VPL  | B/C  | TIR   |
|---------|-------|-----------|------|------|-------|
| A       | 100   | 125,6     | 25,6 | 1,26 | 14,4% |
| B       | 90    | 118,7     | 28,7 | 1,32 | 16,7% |
| C       | 50    | 71,8      | 21,8 | 1,44 | 18,2% |

O que inclui?

# Receitas, Custos e Benefícios

## DEMONSTRATIVO DO RESULTADO LÍQUIDO DE CUSTO/BENEFÍCIO

Valores correntes de 2000/1999 - Em R\$ mil

|                              | <b>2000</b> | <b>1999</b> |
|------------------------------|-------------|-------------|
| <b>RECEITA LÍQUIDA(*)</b>    | 622,349     | 617,796     |
| <b>CUSTOS TOTAIS</b>         | -940,956    | -831,423    |
| <b>PREJUÍZO DO EXERCÍCIO</b> | -318,607    | -213,627    |

Como Justificar?

# Balanço Social do Metrô/SP

| <b>DEMONSTRATIVO DOS BENEFÍCIOS GERADOS PELO SISTEMA METROVIÁRIO</b> |                    |                                |                  |            |                  |
|--|--------------------|--------------------------------|------------------|------------|------------------|
|  |                    | Valores correntes de 2000/1999 |                  |            |                  |
|  |                    | 2000                           |                  | 1999       |                  |
|  | Unidade            | Quantidade                     | Valor            | Quantidade | Valor            |
|  |                    | Mil                            | R\$ Mil          | Mil        | R\$ Mil          |
| REDUÇÃO DA EMISSÃO DE POLUENTES                                      | Kg/Ano             | 16.571                         | 755.594          | 16.829     | 724.077          |
| REDUÇÃO DO CONSUMO DE COMBUSTÍVEL                                    | Litro/Ano          | 416.789                        | 264.265          | 432.110    | 203.041          |
| REDUÇÃO DO CUSTO OPERACIONAL DO SISTEMA ÔNIBUS E AUTOMÓVEL           | Km/Ano             | 419.984                        | 621.236          | 426.508    | 764.059          |
| REDUÇÃO DO CUSTO DO TEMPO DE VIAGEM                                  | HV*/Ano            | 361.409                        | 1.454.012        | 355.178    | 1.301.343        |
| Jornada para o trabalho  |                    | 229.965                        | 639.301          | 226.000    | 572.533          |
| Negócios   |                    | 56.127                         | 605.328          | 55.159     | 541.295          |
| Outros   |                    | 75.317                         | 209.383          | 74.019     | 187.515          |
| REDUÇÃO DO NÚMERO DE ACIDENTES                                       | Vítimas totais/Ano | 1,26                           | 21.138           | 1,21       | 19.178           |
| Gastos hospitalares + assistenciais                                  |                    |                                | 7.624            |            | 6.917            |
| Perda de produção  |                    |                                | 13.514           |            | 12.261           |
| <b>TOTAL</b>   |                    |                                | <b>3.116.245</b> |            | <b>3.011.698</b> |

# Balanço Social do Metrô/SP

## DEMONSTRATIVO DO RESULTADO LÍQUIDO DE CUSTO/BENEFÍCIO

Valores correntes de 2000/1999 - Em R\$ mil

|                              | 2000      | 1999      |
|------------------------------|-----------|-----------|
| <b>RECEITA LÍQUIDA(*)</b>    | 622,349   | 617,796   |
| <b>CUSTOS TOTAIS</b>         | -940,956  | -831,423  |
| <b>PREJUÍZO DO EXERCÍCIO</b> | -318,607  | -213,627  |
| <b>BENEFÍCIOS SOCIAIS</b>    | 3.116.245 | 3.011.698 |
| <b>LÍQUIDO</b>               | 2.797.638 | 2.798.071 |

Balanço Social ↔ Avaliação Ambiental

# CONCLUSÕES



# Resumo

- Alternativas
    - Base em: PD + PITU + Demanda no Horizonte
    - Podem ser muito distintas!
  - Avaliação Técnica + Econômica + Ambiental
  - Avaliação Econômica
    - VPL, B/C, VPL/I, Efetividade
- 
- Tecnologias para Planejamento e Controle
    - O que tem sido usado?

# PERGUNTAS?

