

# Análise Econômica em Conservação de Energia

José Jorge de Oliveira Neto



Faculdade de Tecnologia e Ciências da Bahia  
Alagoinhas - BA

# Introdução

- ▶ Decisão de investimento necessitam de uma análise
- ▶ Norteadas por índices econômicos
- ▶ Tradução da atratividade do investimento
- ▶ Valor Presente Líquido
- ▶ Valor Anual Uniforme
- ▶ Taxa Interna de Retorno
- ▶ Tempo de Retorno de capital



# Fluxo de Caixa

- ▶ Maneira simplificada de representar as receitas e despesas
- ▶ Representação gráfica ao longo do tempo
- ▶ Tudo que for receita é representado por uma seta para cima
- ▶ Toda despesa é representada por uma seta para baixo

# Fluxo de Caixa

- ▶ I - Investimento
- ▶ A - Aporte
- ▶ n - Períodos de tempo
- ▶ F - valor futuro

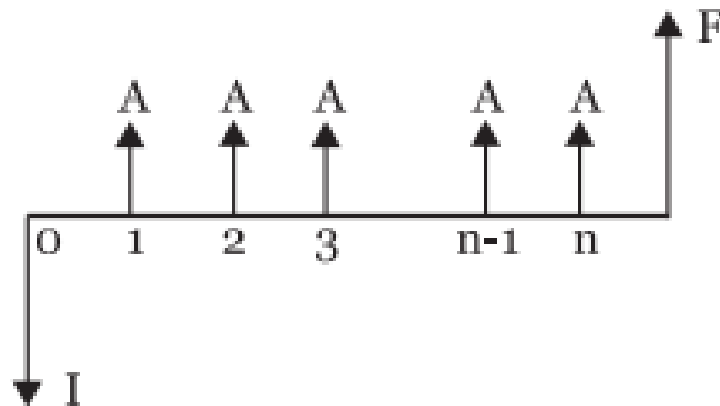


Figura 5.1 - Exemplo de fluxo de caixa

- ▶ Unidade de tempo pode ser qualquer uma, sendo mais comum mensal e anual

# Fluxo de Caixa

- ▶ Taxa de juros  $i$
- ▶ Procura exprimir o valor do dinheiro
- ▶ Prêmio por esperar para receber o que é devido
- ▶ Assim podemos relacionar o valor futuro  $F$  com o valor presente  $P$

$$F = P + P \times i = P(1 + i)$$

- ▶ Quando se considera  $n$  períodos:

$$F = P(1 + i)^n$$

# Fluxo de Caixa

- ▶ Na prática,  $n$  representa a vida útil de um equipamento, vida contábil ou período de análise
- ▶ *Para sistemas fotovoltaicos, costuma-se utilizar 25 anos*
- ▶ Vamos pensar no caso a seguir

# Exemplo

- ▶ Devo receber mil reais. Se eu não ganhar este valor hoje, quanto eu devo receber daqui a dois anos para compensar este atraso? Considere uma taxa de juros de 12% ao ano.

# Exemplo

▶ Devo receber mil reais. Se eu não ganhar este valor hoje, quanto eu devo receber daqui a dois anos para compensar este atraso? Considere uma taxa de juros de 12% ao ano.

▶  $P = 1000$ ;

▶  $i = 0,12$

▶  $N = 2$

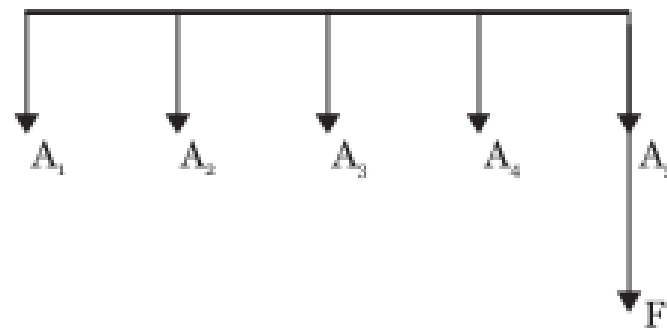
$$F = P(1 + i)^n$$

$$F = 1000(1 + 0,12)^2$$

$$F = 1144 \text{ reais}$$

# FRC - Fator de Recuperação de Capital

- ▶ Vamos supor agora que o investimento é feito por meio de uma série de aportes anuais
- ▶ O cálculo deve ser cumulativo



$$F = A_1(1 + i)^1 + A_2(1 + i)^2 + A_3(1 + i)^3 + A_4(1 + i)^4$$

# FRC - Fator de Recuperação de Capital

- ▶ Se as anuidades e os intervalos de tempo forem iguais, caracteriza-se uma *série uniforme* - uma progressão geométrica
- ▶ Dessa forma, poderíamos lançar mão da fórmula de soma dos elementos

$$S_n = a_1 \cdot \frac{q^n - 1}{q - 1}$$

- ▶ Nosso caso particular:
  - ▶  $q = 1+i$
  - ▶  $A_1 = A$

# FRC - Fator de Recuperação de Capital

► Resulta:

$$F = \frac{A(1+i)^n}{i}$$

$$\frac{F}{A} = \frac{(1+i)^n}{i}$$

# FRC - Fator de Recuperação de Capital

- ▶ Como relação importante dessa expressão, podemos extrair o FRC

$$FRC(n, i) = \frac{A}{P} = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

# Fator de Valor Presente

- ▶ Invertendo, encontramos o fator de valor presente

$$FVP(n, i) = \frac{P}{A} = \frac{(1 + i)^n - 1}{i(1 + i)^n}$$

# Critérios para tomada de decisão

- ▶ Utilizam as expressões anteriores
- ▶ Os métodos:
  - ▶ Do Valor Presente Líquido
  - ▶ Do Valor Anual Uniforme
  - ▶ Do Tempo de Retorno de Capital
  - ▶ Da Taxa Interna de Retorno

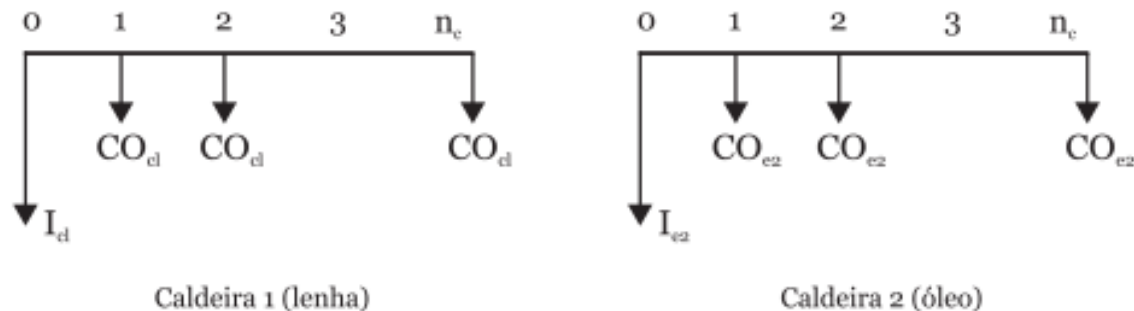
# Valor Presente Líquido

- ▶ Interessante quando se deseja comparar alternativas mutuamente excludentes
- ▶ Todos os benefícios e custos são trazidos para o presente
- ▶ A alternativa com maior VPL será a mais atraente

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

# Valor Presente Líquido

- Exemplo - aquisição de uma caldeira onde se tem duas alternativas: A caldeira I é mais cara, mas consome lenha, um combustível mais barato. A caldeira II é mais barata, mas consome óleo pesado, mais caro que a lenha. Assumindo-se uma vida econômica igual para os dois equipamentos, e igual a  $n_c$ . A taxa de Juros adotada é igual a  $i$  % a.a.



# Valor Presente Líquido

- ▶ Considerando o consumo anual do vapor constante, assim como a eficiência dos equipamentos. Assumindo custos de manutenção e operação constantes, o valor presente líquido será a soma do valor da série ao investimento

$$VPL_{c_1} = I_{c_1} + CO_{c_1} \cdot FVP(i, n_e)$$

$$VPL_{c_2} = I_{c_2} + CO_{c_2} \cdot FVP(i, n_e)$$

- ▶ O melhor investimento é aquele que possuir maior VPL

# Valor Presente Líquido

- ▶ Exemplo: Um investimento de 6000 reais, gerou entradas de caixa em reais da seguinte forma: 1200 após 30 dias, 2000 após 60 dias e 37000 após 150 dias. Calcular VLP do projeto considerando um custo de oportunidade de 6% ao mês.

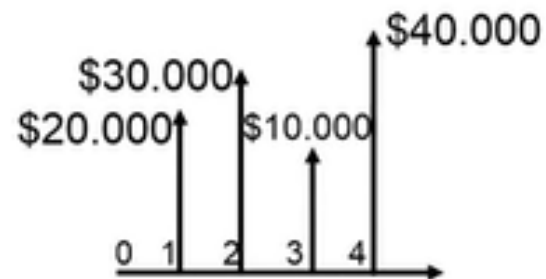
# Valor Anual Líquido

- ▶ Também utilizado para alternativas mutuamente excludentes
- ▶ Possui a vantagem de comparar vidas úteis diferentes
- ▶ Trabalha com a distribuição de custos e de investimentos utilizando o FRC
- ▶ O que apresentar o valor uniforme mais atraente será a alternativa

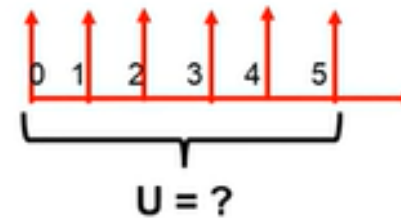
# Valor Anual Líquido

- ▶ Exemplo: Dados os dividendos de \$20000, 30000, 10000, 40000 recebidos nos 1, 2, 3 e 4 anos, transformar tais dividendos em uma série uniforme equivalente, considerando ser 20% ao ano a taxa mínima de atratividade

Fluxo de Caixa



Valor Uniforme Líquido

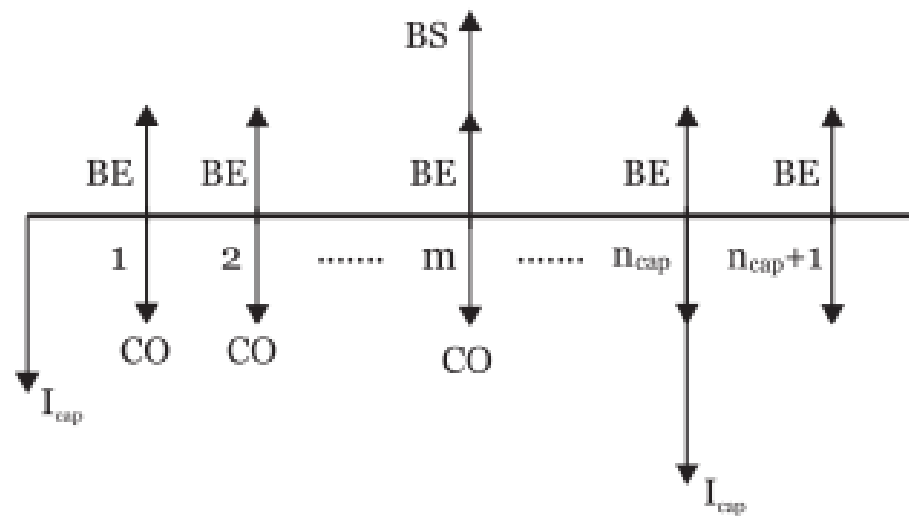


# Valor Anual Líquido

- ▶ Exemplo: Diante das duas alternativas I e II, considerando a taxa mínima de atratividade igual a 20% aa.
- ▶ Alternativa I: Investimento = \$300 | Retorno anual durante 10 anos = \$150
- ▶ Alternativa II: Investimento = \$250 | Retorno anual durante 10 anos = \$100

# Valor Anual Líquido

- ▶ Exemplo: considerando agora um estudo de caso de colocação de um banco de capacitores. Existem diversos benefícios como, redução de perdas, custos em conta e liberação de capacidade. A liberação de capacidade só é contabilizada quando se é utilizada para alimentação de outro sistema. O benefício será, exatamente, igual ao custo de aquisição e equipamentos para abastecer o sistema:



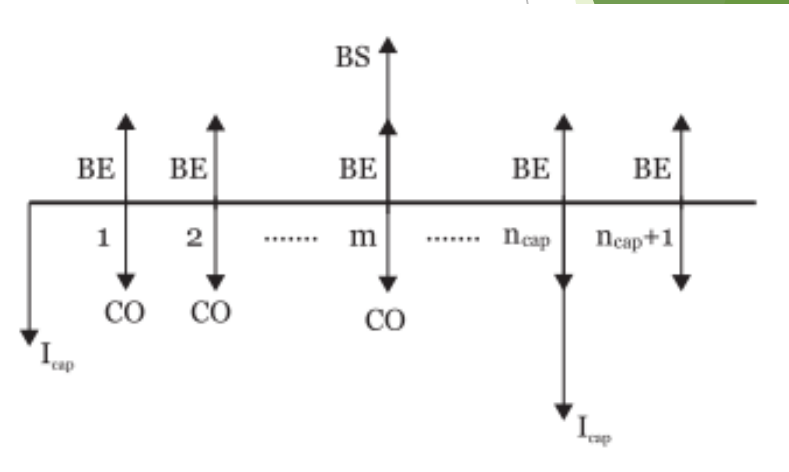
# Valor Anual Líquido

- ▶ BE e CO já estão uniformes
- ▶ Dividindo o problemas em m
- ▶ BS e I<sub>cap</sub> ainda não
- ▶ Chamemos de BA o custo anual dos equipamentos ainda não adquiridos. O valor de aquisição I<sub>e</sub> e vida útil n<sub>e</sub>

$$BA = I_e \cdot FRC(i, n_e)$$

- ▶ Também podemos transformar I<sub>cap</sub> em uma série uniforme, onde n<sub>cap</sub> é a vida do empreendimento

$$CA = I_{cap} \times FRC(i, n_{cap})$$



# Valor Anual Líquido

- ▶ A série uniforme a partir de  $m$  do fluxo de caixa é
- ▶  $BA - CO - CA$
- ▶ Esta série infinita pode ser transformada em um valor anual localizado em  $m-1$ . Fazendo FVP tender ao infinito, dividimos a subtração por  $i$

$$BT = \frac{BA - CO - CA}{i} \cdot \frac{1}{(1+i)^{m-1}}$$

# Valor Anual Líquido

- ▶ Agora basta trazer os demais valores para o instante m-1 por meio do FVP

$$\mathbf{VAL = BT + (BE-CO).FVP(i,m-1)}$$

- ▶ Se VAL for positivo o Empreendimento é atrativo, caso contrário, não será
- ▶ É possível dividir o custo anual pela energia economizada - índice de \$/kwh

# Taxa Interna de Retorno

- ▶ É a taxa de juros que torna nulo o valor presente líquido do projeto dentro de um período de tempo
- ▶ Quando TIR for maior que a taxa de juros considerada para o empreendimento, considera-se atrativo

$$VPL = \frac{FC_1}{(1+i)^1} + \frac{FC_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FC_n}{(1+i)^n} - I = 0$$

$$A \cdot \frac{(1+i)^n - 1}{i \cdot (1+i)^n} - I = 0$$

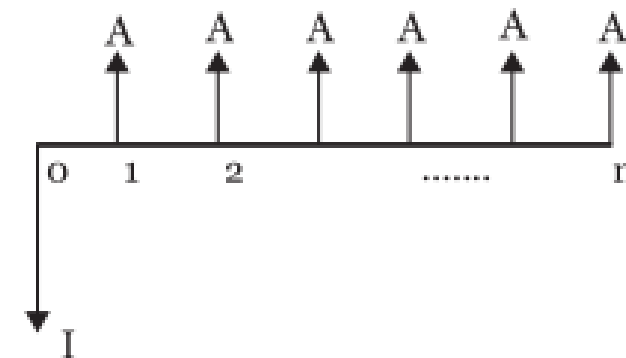
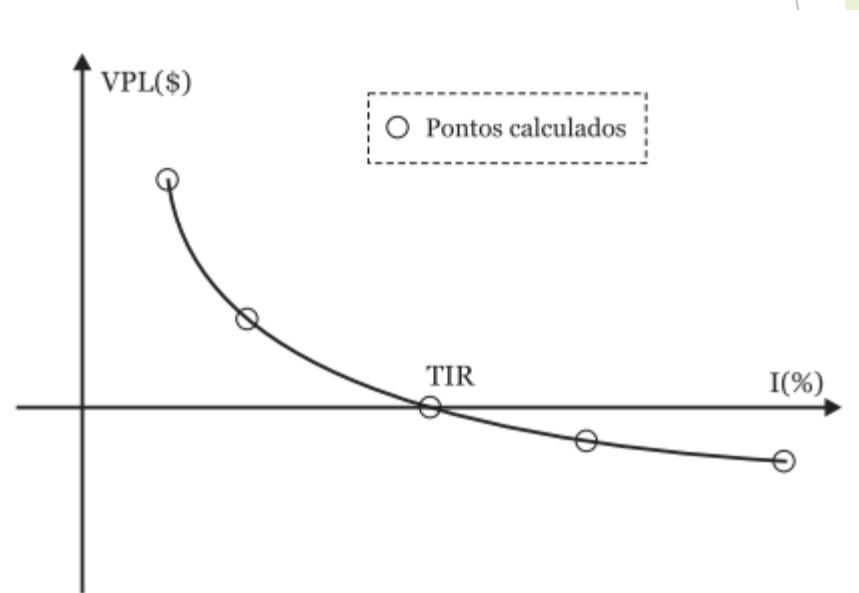


Figura 5.5 - Taxa interna de retorno

# Taxa Interna de Retorno

- ▶ Comumente calculado por métodos numéricos
- ▶ Newton-Raphson

$$y - f(x_0) = f'(x_0)(x - x_0)$$



# Taxa Interna de Retorno

- ▶ A análise de custo-benefício embute este conceito
- ▶ É a relação entre o custo total atual e o benefício total atual
- ▶ Matematicamente, pode-se demonstrar que para um n muito grande:

$$VPL = -I + \frac{A}{i} = 0$$

$$TIR = \frac{A}{I}$$

# Tempo de Retorno de Capital

- ▶ *Payback*
- ▶ O mais difundido
- ▶ Fácil aplicação e entendimento
- ▶ *Payback* simples - onde não se leva em conta a taxa de juros
- ▶ *Payback* descontado - número de períodos que zera o valor líquido presente

$$A \cdot \frac{(1+i)^n - 1}{i \cdot (1+i)^n} - I = 0$$

$$n = - \frac{\ln(1-I/A \cdot i)}{\ln(1+i)}$$

# Exercícios

- ▶ 1. Um projeto de investimento, cujo aporte de capital inicial é de R\$ 20.000,00, irá gerar, após um período, retorno de R\$ 35.000,00. Qual a Taxa Interna de Retorno (TIR)
- ▶ 2. Calcule a Taxa Interna de Retorno para um investimento de 4000 reais, com retorno de 3000 reais anuais, por dois anos.
- ▶ 3. Um consumidor deseja instalar um sistema fotovoltaico com orçamento de 100.000 reais. A média da conta de luz deste consumidor é de 1200 reais por mês. Qual o Tempo de Retorno Simples (*Payback* simples) desse investimento em anos?
- ▶ 4. Um investimento de 100.000 reais, gerou entradas de caixa em reais de 20.000 reais por ano. Calcular VLP do projeto considerando um custo de oportunidade de 20% ao ano por um período de 5 anos.
- ▶ 5. Um investimento em uma tecnologia de iluminação garante uma economia de 50 reais mensais, a um investimento inicial de 300 reais. Calcule
  - a) o payback simples
  - b) O payback descontado