



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção



**PRO
3213**

**Princípios de Administração
de Empresas**

Apostila 06: Engenharia econômica Análise de investimentos

Prof. Clovis Alvarenga Netto

Séries Uniformes



Características Básicas:

- Parcelas de mesmo **Valor Nominal**
- Intervalo constante entre as parcelas

Exemplos:

- Prestações de crediário referentes à compra de um eletrodoméstico
- Prestações para compra de casa própria
- Prestações para compra de máquinas ou equipamentos



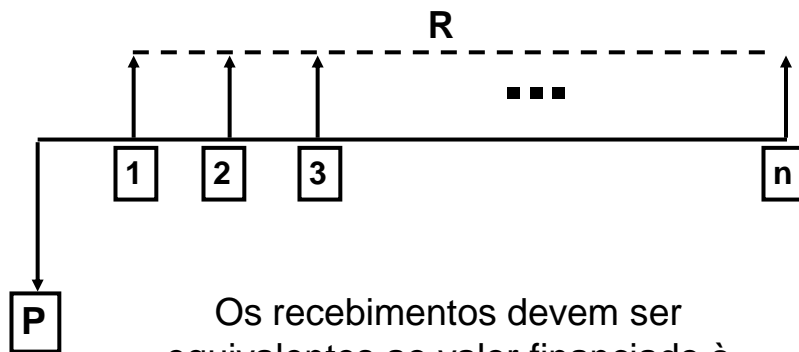
Classificação

- **Postecipada (ou postergada).**
Ex.: pagamento inicia após 30 dias
- **Antecipada**
Ex.: pagamento com entrada à vista
- **Diferida (com carência)**
Ex.: pagamento de um equipamento fabril após 2 anos da sua compra



Estrutura geral – Representação

Série Postecipada



Dedução da fórmula

Série Postecipada



$$P = \frac{R}{(1+i)^1} + \frac{R}{(1+i)^2} + \dots + \frac{R}{(1+i)^n}$$

$$P = R \cdot \left[\frac{1}{(1+i)^1} + \frac{1}{(1+i)^2} + \dots + \frac{1}{(1+i)^n} \right]$$



Fórmula final - Série Postecipada

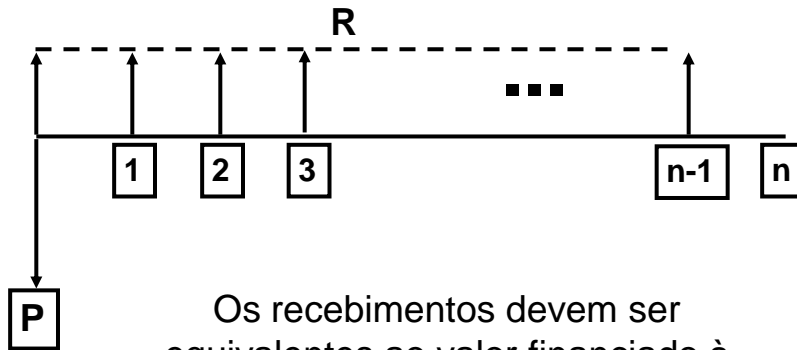


$$P = R \cdot \frac{(1+i)^n - 1}{i \cdot (1+i)^n}$$

n = Número de parcelas
R = Valor de cada parcela
i = Taxa de juros
P = Valor presente



Estrutura geral – Representação Série Antecipada



Os recebimentos devem ser equivalentes ao valor financiado à taxa de juros (i)



Dedução da fórmula Série Antecipada



$$P = R + \frac{R}{(1+i)^1} + \frac{R}{(1+i)^2} + \dots + \frac{R}{(1+i)^{n-1}}$$

$$P = R \cdot \left[1 + \frac{1}{(1+i)^1} + \frac{1}{(1+i)^2} + \dots + \frac{1}{(1+i)^{n-1}} \right]$$



Fórmula final - Série Antecipada



$$P = R \cdot \frac{(1 + i)^n - 1}{i \cdot (1 + i)^{n-1}}$$

n = Número de parcelas

R = Valor de cada parcela

i = Taxa de juros

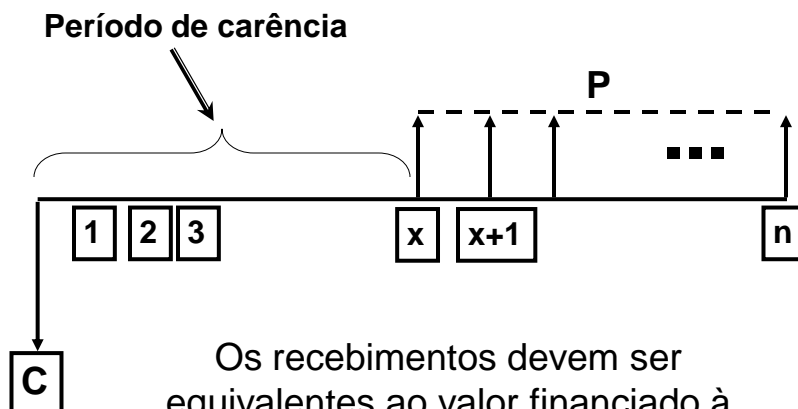
P = Valor presente



Estrutura geral – Representação



Série Diferida



Cuidado importante



As variáveis i e n devem sempre estar na mesma unidade de tempo

Exemplos:

Parcelas mensais \Rightarrow Taxa em % ao mês
Parcelas trimestrais \Rightarrow Taxa em % ao trimestre
Parcelas semestrais \Rightarrow Taxa em % ao semestre



Parte B – Exercícios



sobre série uniforme de pagamentos

Peguem o Caderno de Exercícios 2 e comecem a resolver as questões de número 1 e 2



Exercício 1



1. Um empréstimo de R\$ 220.000,00 deverá ser pago em 4 prestações anuais, iguais e consecutivas, vencendo-se a primeira um ano após a contagem do capital. Sendo a taxa de 20% ao ano, qual é o valor da prestação a ser paga?



Solução do Exercício 1



1. Um empréstimo de R\$ 220.000,00 deverá ser pago em 4 prestações anuais, iguais e consecutivas, vencendo-se a primeira um ano após a contagem do capital. Sendo a taxa de 20% ao ano, qual é o valor da prestação a ser paga?

Resposta: **Letra B**

- a) Clicar na função PGTO
- b) Preencher $i = 20\%$, $N_{per} = 4$, $VP = - 220.000$
- c) Preencher Tipo = 0 (postecipado)
- d) O resultado que aparece na tela é R\$ 84.983,61



Solução do Exercício 2



2. Uma loja vende um aparelho de som por R\$ 520,00 à vista ou em 5 parcelas iguais mensais de R\$ 115,00, sendo que a primeira é dada como entrada. Que taxa mensal de juros a loja está computando em suas vendas a prazo ?



Solução do Exercício 2



2. Uma loja vende um aparelho de som por R\$ 520,00 à vista ou em 5 parcelas iguais mensais de R\$ 115,00, sendo que a primeira é dada como entrada. Que taxa mensal de juros a loja está computando em suas vendas a prazo ?

Resposta: **Letra A**

- a) Clicar na função TAXA
- b) Preencher Nper = 4, Pgto = 115 e VP = - 520
- c) Preencher Tipo = 1 (antecipado)
- d) O resultado que aparece na tela é 5,2955%



Amortização e Juros



Definições:

Amortização: pagamento do valor contratado

Juros: pagamento do “aluguel” do valor contratado (pode ser simples ou composto)



Alternativas para Amortização



1) Tabela Price
(Sistema Francês)

2) Sistema de
amortização constante
- SAC

As prestações
são calculadas
como uma série
uniforme



Amortização e Juros nas Séries



Uniformes (Tabela Price)

Empréstimo de R\$ 100.000,00 a ser pago em 5 meses, com uma taxa de juros de 10% a.m. →

Valor Uniforme (prestação) = R\$ 26.379,25

Final do mês	Saldo da dívida	Juros	Valor uniforme (prestação)	Amortização
1 ^o	100.000,00			
2 ^o				
3 ^o				
4 ^o				
5 ^o				

Amortização = pagamento do Principal (valor do empréstimo)



Amortização e Juros nas Séries



Uniformes (Tabela Price)

Empréstimo de R\$ 100.000,00 a ser pago em 5 meses, com uma taxa de juros de 10% a.m. →

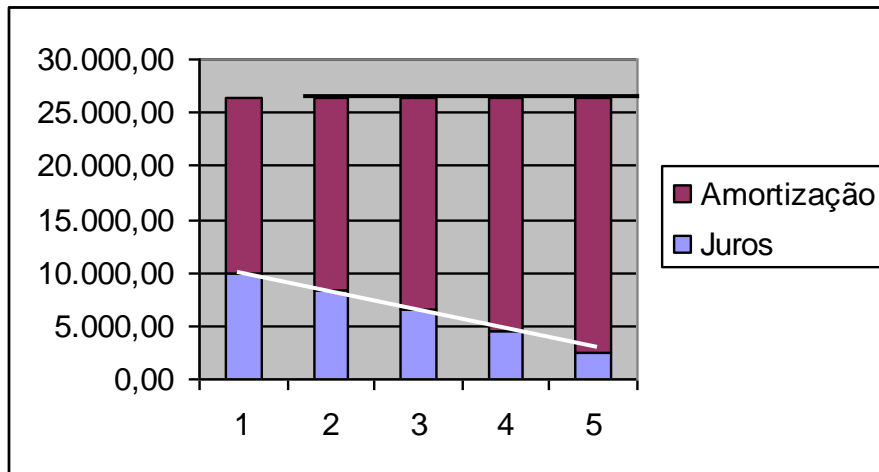
Valor Uniforme (prestação) = R\$ 26.379,25

Final do mês	Saldo da dívida	Juros	Valor uniforme (prestação)	Amortização
1 ^o	100.000,00	10.000,00	26.379,25	16.379,25
2 ^o	83.620,25	8.362,03	26.379,25	18.017,72
3 ^o	65.602,53	6.560,25	26.379,25	19.819,50
4 ^o	45.783,03	4.578,30	26.379,25	21.801,45
5 ^o	23.981,58	2.398,16	26.379,25	23.981,59

Amortização = pagamento do Principal (valor do empréstimo)



Amortização e Juros nas Séries Uniformes (representação gráfica)



Sistema de Amortização Constante (SAC)

Definição:

As amortizações são constantes e calculadas dividindo-se o valor financiado pelo número de prestações

Exemplo: prestações imobiliárias

Amortização e Juros no SAC



Empréstimo de R\$ 100.000,00 a ser pago em 5 meses, com uma taxa de juros de 10% a.m.

Final do mês	Saldo da dívida	Juros	Amortização	Valor da prestação
1 ^o	100.000,00			
2 ^o				
3 ^o				
4 ^o				
5 ^o				

Amortização = pagamento do Principal (valor do empréstimo)



Amortização e Juros no SAC



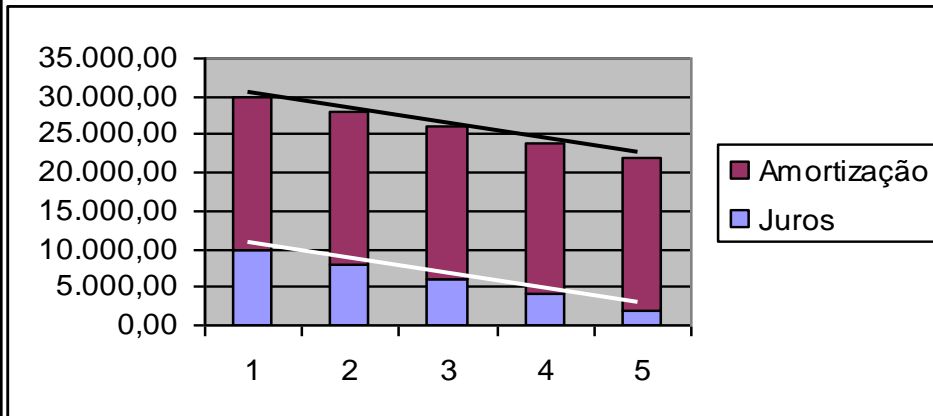
Empréstimo de R\$ 100.000,00 a ser pago em 5 meses, com uma taxa de juros de 10% a.m.

Final do mês	Saldo da dívida	Juros	Amortização	Valor da prestação
1 ^o	100.000,00	10.000,00	20.000,00	30.000,00
2 ^o	80.000,00	8.000,00	20.000,00	28.000,00
3 ^o	60.000,00	6.000,00	20.000,00	26.000,00
4 ^o	40.000,00	4.000,00	20.000,00	24.000,00
5 ^o	20.000,00	2.000,00	20.000,00	22.000,00

Amortização = pagamento do Principal (valor do empréstimo)



Amortização e Juros no SAC (representação gráfica)



Engenharia Econômica

Princípios da Engenharia Econômica



- ∩ Não existe decisão a ser tomada se existe uma única alternativa
- ∩ Só podem ser comparadas alternativas homogêneas
- ∩ Apenas a diferenças entre alternativas são relevantes
- ∩ Os critérios para tomada de decisão devem reconhecer o valor do dinheiro no tempo
- ∩ Devem ser considerados os problemas relativos ao racionamento de capital



Princípios da Engenharia Econômica



- ∩ Devem ser separadas as decisões que possam ser tomadas separadamente
- ∩ Devem ser consideradas as incertezas associadas às previsões efetuadas
- ∩ Devem ser consideradas os eventos qualitativos não quantificáveis monetariamente
- ∩ Manter a realimentação de informações
- ∩ Utilizar dados econômicos e financeiros



Limitações da Engenharia Econômica



- ∞ É impossível transformar em dados todas as considerações variáveis encontradas
- ∞ A taxa de retorno e a taxa de juros, na realidade, não são as mesmas
- ∞ O modelo pressupõe que as taxas de juros não variam durante o período de análise
- ∞ O modelo pressupõe que o fluxo de caixa real é sempre viável
- ∞ A complexidade do modelo deve ser compatível com a confiabilidade dos dados assumidos



Pré-condições do estudo



- ∞ Só analisar alternativas tecnicamente viáveis
- ∞ Só analisar alternativas para as quais se tenha capacidade financeira



Métodos Clássicos de Análise de Investimento



- ∞ Método do Custo Anual Uniforme (CAU)
 - Valor Presente Líquido Anualizado ou Valor Anual Uniforme Equivalente

- ∞ Método do Valor Atual (VA)
 - Valor Presente Líquido (VPL)

- ∞ Método da Taxa de Retorno (TIR/TRI)
 - Taxa Interna de Retorno (TIR)
 - Taxa de Retorno Incremental (TRI)



Análise de Investimento



∞ Pay Back (Tempo de Retorno)

Um micro-empendedor faz um empréstimo de R\$ 300 000,00 para aquisição de um Foodtruck. Com a produção e comercialização dos lanches, ele espera um lucro mensal de R\$ 18 000,00.

O investidor precisa obter retorno do seu investimento em, no máximo, 1 ano e meio, senão o financiador vai tomar-lhe o bem financiado.

Deve ser feito o investimento?



Método *inadequado* de Análise de Investimento



- ∞ Pay Back (Tempo de Retorno)
- ∞ Dividir a somatória dos investimentos, custos e despesas pela somatória das receitas auferidas e calcular o tempo para retorno do capital investido
- ∞ Método simples e rápido, porém não considera a variação do dinheiro no tempo



Exemplo



Investimento em novo equipamento (compra do equipamento, instalação, equipamentos auxiliares, etc): R\$ 8 milhões

Economias provenientes do uso do novo equipamento (aumento de produção, redução de MO, redução em custos de manutenção): R\$ 2,5 milhões/ano

Pay Back = $8 / 2,5 = 3,2$ anos



Exemplo

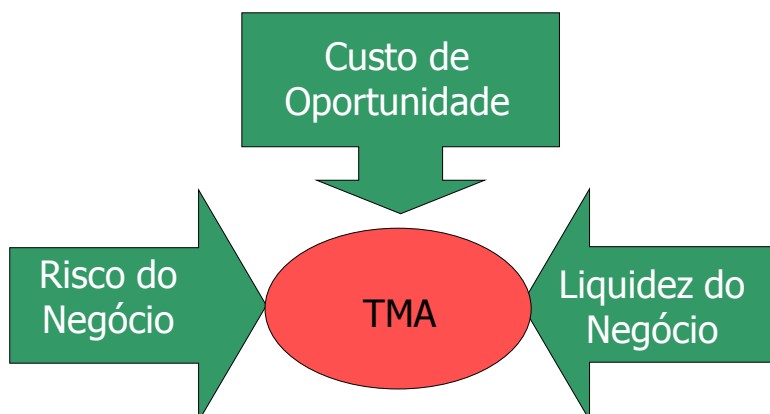
Investimento em novo equipamento (compra do equipamento, instalação, equipamentos auxiliares, etc): R\$ 8 milhões

Economias provenientes do uso do novo equipamento (aumento de produção, redução de MO, redução em custos de manutenção): R\$ 2,5 milhões/ano

Elaborar uma planilha para calcular o tempo correto para recuperação do investimento, considere a taxa de juros de 6,0% a.a.



A Taxa Mínima de Atratividade (TMA)



Custo de oportunidade



Remuneração que poderia ser obtida se nenhuma das alternativas de investimento fosse adotada

É o ganho “mínimo garantido”



Risco do negócio



O ganho de uma alternativa tem que remunerar o risco inerente à sua adoção

Via de regra:
“quanto maior o risco, maior a remuneração”



Liquidez



Facilidade ou velocidade com que se consegue sair de uma posição no mercado e se assumir outra

Facilidade em converter um ativo em “dinheiro vivo”



Método do Custo Anual Uniforme



Distribuir ao longo da vida útil todos os valores existentes no fluxo de caixa, transformando-os em uma única série uniforme de pagamentos ou recebimentos

Para distribuir os valores uniformemente ao longo da vida útil, utiliza-se a TMA (taxa mínima de atratividade). CAU maiores que zero são interessantes, e quanto maior o CAU, mais interessante é a alternativa (mais receitas são geradas para cobrir as despesas com aquela taxa de juros)



Método do Custo Anual Uniforme



No caso de investimentos, o CAU será sempre negativo, e nesse caso a escolha recairá na alternativa de CAU mais baixo

Diferenças de vidas úteis ficam implicitamente solucionadas, pois assume-se que os custos anuais se repetirão



Problema para estudo



- ∞ Uma empresa deseja substituir a frota de veículos a serem utilizados para o trabalho de seus vendedores. Foi decidido comprar veículo popular, podendo ser novo ou com até 5 anos de vida.
- ∞ Estudos preliminares do setor operacional determinaram a cotação dos veículos e os custos anuais de manutenção, de acordo com o tempo de vida do veículo, a serem realizadas ao longo do ano e alocadas ao seu final.



Final do ano	Cotação	Custo manutenção (\$/ano)
0 Km	\$ 15.000,00	\$ 0,00
1	\$ 12.500,00	\$ 2.500,00
2	\$ 10.200,00	\$ 2.800,00
3	\$ 8.500,00	\$ 3.500,00
4	\$ 7.000,00	\$ 3.000,00
5	\$ 6.200,00	\$ 3.700,00

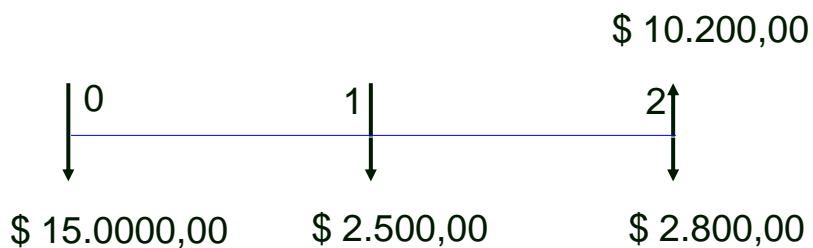
A empresa utiliza TMA de 10% a.a.

Defina a melhor opção: comprar um carro “zero” e trocá-lo a cada 2 anos, ou comprar um carro com 1 ano de vida e substituí-lo a cada 3 anos?



Opção 1

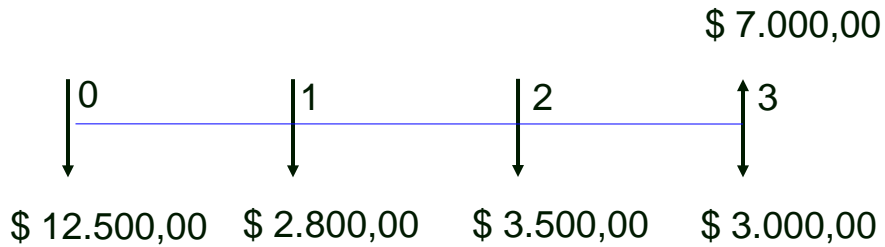
Comprar um carro “zero” e trocá-lo a cada 2 anos



Opção 2



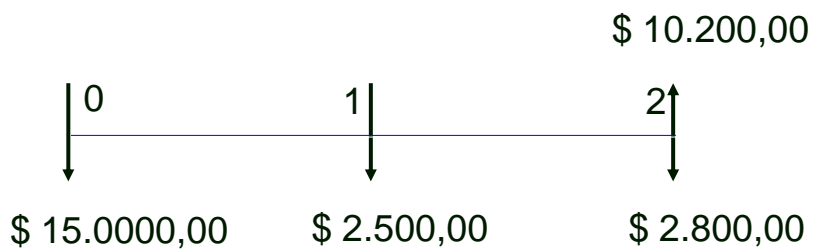
Comprar um carro com 1 ano de vida e trocá-lo a cada 3 anos



Opção 1



Comprar um carro “zero” e trocá-lo a cada 2 anos



$$CAU_{\text{opção 1}} = -\$2.500,00 - \$15.000,00 (P \rightarrow R)_{10\%}^2 + \$9.900,00 (S \rightarrow R)_{10\%}^2$$

$$CAU_{\text{opção 1}} = -\$2.500,00 - \$8.642,86 + \$4.714,29$$

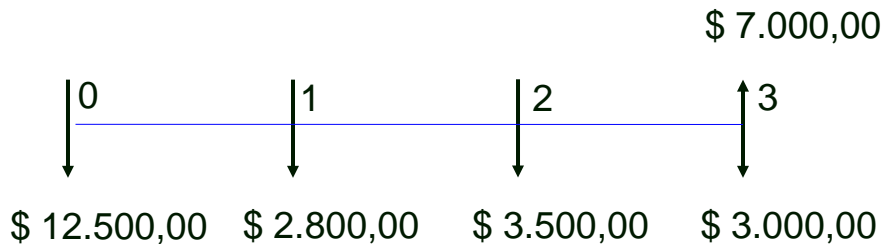
-\$6.428,57



Opção 2



Comprar um carro com 1 ano de vida e trocá-lo a cada 3 anos



$$CAU_{\text{opção 2}} = -\$2.800,00 - [\$700,00 (S \rightarrow P)^2_{10\%} + \$12.500,00] (P \rightarrow R)^3_{10\%} + \$6.800,00 (S \rightarrow R)^3_{10\%}$$

$$CAU_{\text{opção 2}} = -2.800,00 - [578,51 + 12.500,00] (P \rightarrow R)^3_{10\%} + 2.054,38$$

$$CAU_{\text{opção 2}} = -2.800,00 - 5.259,06 + 2.054,38$$



-\$6.004,68

Método do Valor Atual ou Valor Presente Líquido



- ∞ Calcular o valor atual (VA ou VPL) pela somatória de todos os valores existentes no fluxo de caixa, utilizando para isso a TMA
- ∞ Para a análise de um projeto, $VA > 0$ indica projeto interessante
- ∞ Para a comparação de dois ou mais projetos, o de maior VA é o mais interessante



Método do Valor Atual ou Valor Presente Líquido



- ∞ Só é possível comparar projetos equivalentes, com a mesma vida útil
- ∞ Quando há diferenças de vidas úteis, utilizar:
 - ∞ Técnica da Capitalização Infinita
 - ∞ Técnica do Mínimo Múltiplo Comum



Técnica de Capitalização Infinita



- Considerar que as vidas úteis das alternativas se repetem infinitamente, ou seja, as alternativas são perpétuas

- Encontrar o CAU de cada alternativa
- Considerar que o CAU se repetirá indefinidamente
- Achar o Valor Atual considerando uma vida infinita



Fórmula final - Série Postecipada



Relembrando!!!

$$P = R \cdot \frac{(1 + i)^n - 1}{i \cdot (1 + i)^n}$$

n = Número de parcelas

R = Valor de cada parcela

i = Taxa de juros

P = Valor presente



Técnica de Capitalização Infinita



$$P = R \left[\frac{1 - \frac{1}{(1 + i)^n}}{i} \right]$$

$$\text{Para } n \rightarrow \infty \quad P = R \frac{1}{i}$$



Técnica do Mínimo Múltiplo Comum



Técnica do Mínimo Múltiplo Comum

Utilizar o MMC entre as vidas úteis das alternativas e considerar a repetição do investimento integralmente, de forma idêntica, ao longo do tempo referente ao MMC



Método da Taxa Interna de Retorno



Permite encontrar a remuneração do investimento em termos percentuais

Determinar a taxa de juros que permite igualar receitas e despesas na data 0, transformando o valor atual do investimento em 0 (zero). A taxa encontrada é chamada de Taxa Interna de Retorno, e deve ser comparada à TMA



Método da Taxa Interna de Retorno



A TIR permite avaliar a atratividade de um investimento. Para comparar investimentos diferentes, com desembolsos diferentes, deve-se utilizar a Taxa de Retorno Incremental

