

ENGENHARIA ECONÔMICA

FINALIDADE: APRESENTAR CRITÉRIOS PARA ESCOLHA ENTRE ALTERNATIVAS DE INVESTIMENTOS. SÃO CRITÉRIOS QUANTITATIVOS QUE AUXILIAM NO PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO.

EXEMPLO DE PROBLEMA TÍPICO:

QUAL A MELHOR ALTERNATIVA EM RELAÇÃO AS DUAS SEGUINTE:

1. ENQUANTO A

- A. R\$ 1.000
A VISTA
- B. VIDA ÚTIL:
5 ANOS
- C. MANUTENÇÃO
R\$ 150/SEM.
- D. FATURAMENTO
R\$ 700/ANO

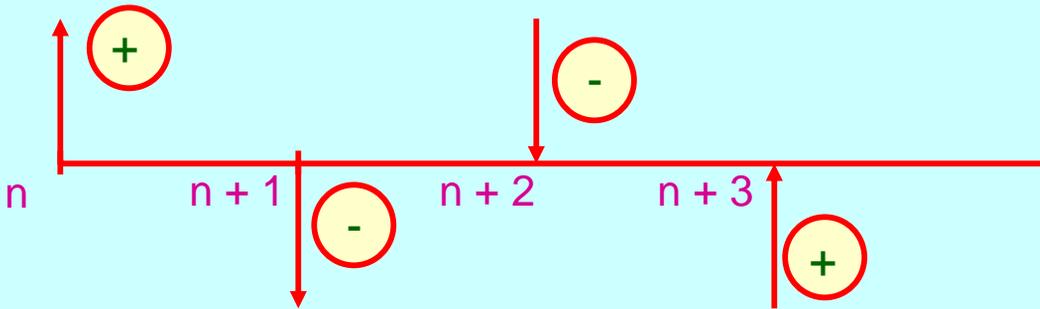
2. ENQUANTO B

- A. R\$ 500 ENTRADA + 2 x R\$ 400
A CADA 3 MESES
- B. VIDA ÚTIL:
4 ANOS
- C. MANUTENÇÃO
R\$ 135/TRIM.
- D. FATURAMENTO
R\$ 700/ANO

ALGUNS PRINCÍPIOS BÁSICOS:

- 1 - TODAS AS DECISÕES SÃO TOMADAS A PARTIR DE ALTERNATIVAS. SEM ELAS NÃO EXISTEM DECISÕES A TOMAR.
- 2 - É NECESSÁRIO UM DENOMINADOR COMUM PARA MENSURAR AS ALTERNATIVAS.
- 3 - OS CRITÉRIOS PARA DECISÕES DEVEM LEVAR EM CONTA O VALOR NO TEMPO DO DINHEIRO.
- 4 - UM CERTO PESO DEVE SER DADO PARA AS INCERTEZAS ASSOCIADAS AS ALTERNATIVAS.
- 5 - OS RESULTADOS OBTIDOS PELA E. E. NÃO LEVAM EM CONTA FATORES SUBJETIVOS.
- 6 - É PORTANTO, NECESSÁRIO DIFERENCIAR A QUALIDADE DA DECISÃO DA QUALIDADE DO RESULTADO.

CONVENÇÕES UTILIZADAS NO CURSO:



EQUIVALÊNCIA DE CAPITAIS

- É INDIFERENTE PAGAR UMA CONTA DE R\$ 1.200 HOJE OU DAQUI A 10 DIAS?
- 1 UFIR TEM O MESMO VALOR HOJE E DAQUI A 40 DIAS?

QUANTIA É DIFERENTE DE VALOR

O DINHEIRO NÃO TEM O MESMO VALOR ATRAVÉS DO TEMPO, MESMO EXISTINDO INFLAÇÃO...

CONCEITO DE EQUIVALÊNCIA:

VÁRIOS CAPITAIS SÃO DITOS EQUIVALENTES QUANDO SEUS VALORES, TRANSFERIDOS PARA UMA MESMA DATA, COM A MESMA TAXA DE JUROS, FOREM IGUAIS.

EXEMPLO:

CUSTO DE OPORTUNIDADE

SE O MERCADO PAGA 20% a. a. POR UMA APLICAÇÃO, MANTER UM CAPITAL NA CONTA CORRENTE SIGNIFICA INCORRER EM UM CUSTO DE OPORTUNIDADE DE 20% a. a. ISTO É O QUE O CAPITAL DEIXA DE RENDER OU O QUE SE ESTÁ PERDENDO POR NÃO OPTAR PELA MELHOR APLICAÇÃO.

O QUE ACONTECE SE UM DADO BANCO PASSAR A OFERECER JUROS DE 50% a. a. ?

EM MUITOS CASOS DE PROBLEMAS DE ENGENHARIA ECONÔMICA É FORNECIDO O VALOR DO CUSTO DE OPORTUNIDADE AO INVÉS DO JUROS OU RENDIMENTOS DE UMA APLICAÇÃO.

JUROS SIMPLES x JUROS COMPOSTOS

EXEMPLO: UM BANCO EMPRESTA DINHEIRO A 10% a. a., COBRANDO R\$ 1.100 POR UM EMPRÉSTIMO DE R\$ 1.000.

$$1.100 = 1.000 (1 + i), \text{ ONDE } i = 0,1$$

SE O EMPRÉSTIMO TIVER SIDO POR 3 ANOS,

$$1.300 = 1.000 (1 + 3i)$$



$$V_f = V_i (1 + ni)$$

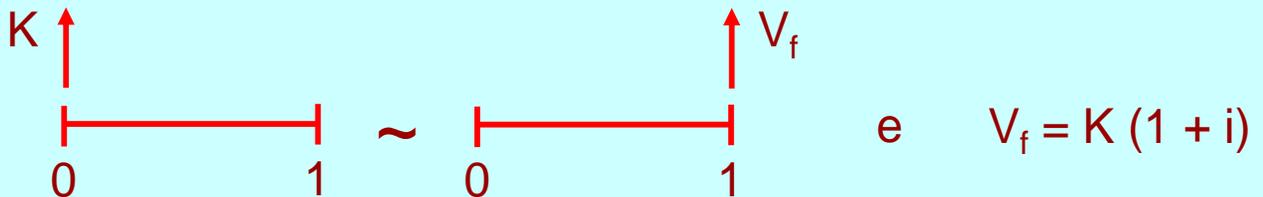
QUE É A FÓRMULA DE CÁLCULO PARA JUROS SIMPLES.



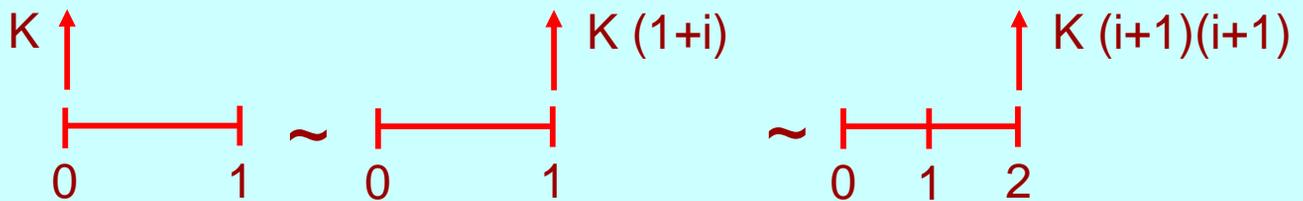
V_f e V_i SÃO EQUIVALENTES.

JUROS COMPOSTOS

O FLUXO DE CAPITAIS AO INVESTIRMOS O CAPITAL K A UMA TAXA DE JUROS i E:



SE, AO FINAL DO PERÍODO TODO, O CAPITAL FOR INVESTIDO POR MAIS UM PERÍODO, A MESMA TAXA i ,



PORTANTO, QUANDO OS JUROS DE CADA PERÍODO FOREM BASEADOS NA QUANTIA TOTAL DEVIDA AO TÉRMINO DO PERÍODO ANTERIOR, TEMOS:

$$V_f = V_a (1 + i)^n \quad \text{SENDO } V_f \text{ E } V_a \text{ EQUIVALENTES}$$

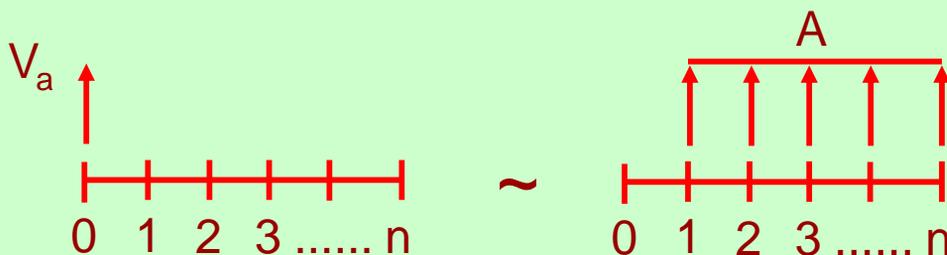
USO DA TABELA: EXEMPLO

UMA PESSOA TOMA EMPRESTADO HOJE R\$ 1.000 E DEVE PAGAR A DÍVIDA EM 5 ANOS, A UMA TAXA DE JUROS DE 10% a. a., COM CAPITALIZAÇÃO ANUAL DOS JUROS. QUAL A QUANTIA A SER PAGA DAQUI A 5 ANOS?

SOLUÇÃO:

VALOR EQUIVALENTE A UMA SÉRIE UNIFORME DE PAGAMENTOS:

DEFINIÇÃO:



$$V_a = \frac{A}{(1+i)} + \frac{A}{(1+i)^2} + \dots + \frac{A}{(1+i)^n} = \sum_{n=1}^N \frac{A}{(1+i)^n}$$

➔
$$\frac{V_a}{A} = \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}$$

EXEMPLO

É FEITA A COMPRA DE UMA MÁQUINA POR R\$ 100.000 QUE SERÁ ALUGADA POR R\$ 15.000 MENSAIS DURANTE 8 MESES. O VALOR RESIDUAL SERÁ R\$ 50.000. CONSEGUE-SE UM EMPRÉSTIMO BANCÁRIO QUE EXIGE 10% DE JUROS a. m. ESTE É UM BOM NEGÓCIO?

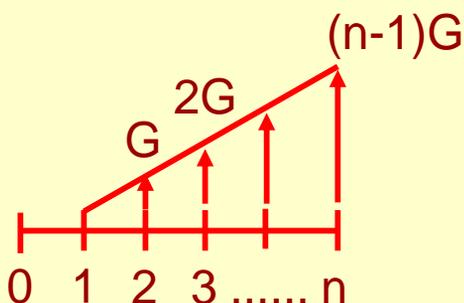
SOLUÇÃO:

E SE HOVER UM OUTRO NEGÓCIO QUE RENDE 15% a. m.?

SOLUÇÃO:

VALOR EQUIVALENTE DE UMA SÉRIE GRADIENTE

UNIFORME:



$$\frac{A}{G} = \left[\frac{(1+i)^n - 1 - ni}{i^2(1+i)^n} \right]$$

EXERCÍCIO:

DETERMINAR, SUPONDO TAXA DE JUROS DE 5% a. a., A QUANTIA QUE DEVE SER DEPOSITADA NO INÍCIO DE CADA ANO, POR 10 ANOS, A FIM DE FORNECER UM FUNDO DE R\$ 10.000 NO FINAL DO 10º ANO.

SOLUÇÃO:

EXERCÍCIO:

NO DIA 01/07/2016, R\$ 1.000 FORAM DEPOSITADOS EM UM FUNDO QUE RENDE 4% DE JUROS. OUTROS R\$ 1.000 SERÃO DEPOSITADOS A CADA 01/07 SEGUINTE, ATÉ 01/07/2026 INCLUSIVE.

PEDE-SE QUE O FUNDO FORNEÇA UMA SÉRIE DE RETIRADAS UNIFORMES ANUAIS COMEÇANDO EM 01/07/2031, E QUE A RETIRADA FINAL EM 01/07/2036 ESGOTE O FUNDO.

DE QUANTO SERÁ A RETIRADA AO FINAL DE CADA ANO, DURANTE A SEQUÊNCIA DE RETIRADAS?

JUROS NOMINAIS E EFETIVOS

AO TOMARMOS EMPRESTADO K A UMA TAXA DE 1% a.m., ESTAREMOS PAGANDO O EQUIVALENTE A 12% a.a.?

NA VERDADE, ESTAMOS PAGANDO:

- - - - - ▶ UMA TAXA EFETIVA DE 1,0% a.m.
- - - - - ▶ UMA TAXA NOMINAL DE 12% a.a.
- - - - - ▶ UMA TAXA EFETIVA ANUAL DE 12,7%.



PORTANTO, QUANDO UMA TAXA DE JUROS NOMINAL DE $i\%$ AO ANO, FOR CAPITALIZADA EM INTERVALOS MENORES QUE UM ANO, O JURO RESULTANTE EFETIVO É MAIOR QUE O NOMINAL ANUAL

NO EXEMPLO ANTERIOR, QUAL A TAXA EFETIVA AO ANO SE OS JUROS FOREM CAPITALIZADOS A 0,5% a.m.?

SOLUÇÃO:

GENERICAMENTE, TEMOS QUE:

SE i_{ef} = TAXA EFETIVA POR PERÍODO

M = Nº DE PERÍODOS DE JUROS POR ANO

i_{nom} = TAXA NOMINAL ANUAL

ENTÃO,

$$i_{ef \text{ MÊS}} = \frac{i_{nom \text{ ANO}}}{M}$$

E

$$(1 + i_{ef}) = \left[1 + \frac{i_{nom}}{M} \right]^M$$

JUROS NOMINAIS E INFLAÇÃO

DOIS CONCEITOS BÁSICOS:

QUANTIA x VALOR

SE EU TENHO HOJE R\$ 10.000 E A INFLAÇÃO É DE 110%
a.a.

--- → AO FINAL DE UM ANO TEREI UMA QUANTIA
COM MENOR VALOR.

SE EU APLICAR ESTE VALOR NA POUPANÇA
(6% + C.M.), TEREI: $10.000 (1 + 0,06) (1 + CM)$

GENERICAMENTE, PODE-SE DIZER QUE:

PARA: $J =$ TAXA DE JUROS TOTAIS

$I =$ TAXA DE JUROS REAL

$F =$ TAXA DE INFLAÇÃO

$$K (1 + J) = K (1 + I) (1 + F) = K (1 + I + F + IF)$$

E, AO FINAL DE N PERÍODOS,

$$K (1 + J)^N = K (1 + I)^N (1 + F)^N$$

EXEMPLO 1:

UM INVESTIMENTO RENDE NO TOTAL, 5% AO MÊS. SE A INFLAÇÃO É DE 2% a.m., QUAL A TAXA REAL DE JUROS DESTE INVESTIMENTO?

SOLUÇÃO:

MÉTODOS EQUIVALENTES DE SELEÇÃO DE ALTERNATIVAS:

PRÉ-REQUISITOS:

- COMPATIBILIDADE TÉCNICA DE EQUIPAMENTOS SEMELHANTES (POR EXEMPLO: SUA PRECISÃO)
- VIDAS ÚTEIS OU HORIZONTES COMPARÁVEIS.

NA PRÁTICA, 3 SÃO OS MÉTODOS MAIS COMUNS:

1. VALOR ATUAL OU VALOR PRESENTE
2. EQUIVALENTES UNIFORMES ANUAIS
3. TAXA INTERNA DE RETORNO

EXEMPLO DOS DOIS PRIMEIROS MÉTODOS:

ALTERNATIVA A

ALTERNATIVA B

CUSTO INICIAL	10.000	12.000
VIDA DO PROJETO	6 ANOS	6 ANOS
CUSTOS DE OPERAÇÃO	1.500	1.600
TAXA MÍNIMA RETORNO	12%	12%
VALOR RESIDUAL	-	3.000

AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS COM HORIZONTES DIFERENTES:

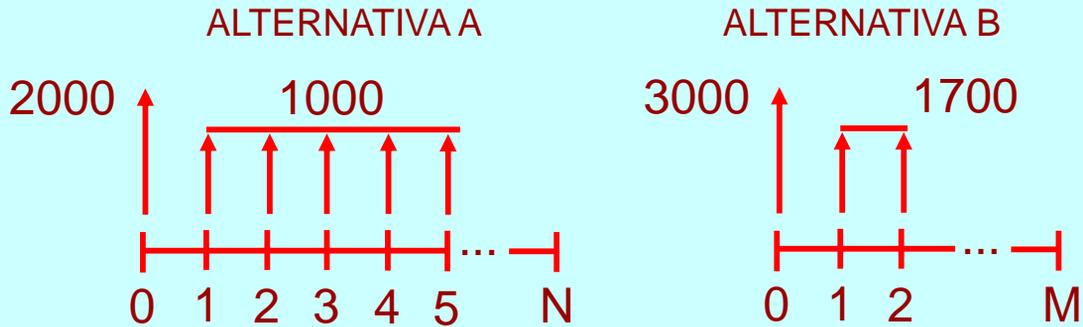
SE A CONDIÇÃO DE REPETIBILIDADE DAS CONDIÇÕES INICIAIS PUDER SER EXTRAPOLADA PARA PERÍODOS ALÉM HORIZONTE INICIAL DE PLANEJAMENTO, PODE-SE TOMAR UM HORIZONTE COMUM QUE É O M.M.C. DOS HORIZONTES BÁSICOS.

CASO CONTRÁRIO, É PRECISO LEVANTAR QUAIS AS CONDIÇÕES ALÉM HORIZONTES.

RESOLUÇÃO PELO MÉTODO DO VALOR PRESENTE:

EXEMPLO:

SUPONHA O SEGUINTE FLUXO DE PAGAMENTOS:



PERGUNTA-SE: QUAL DOS DOIS PLANOS É MELHOR SE “A” E “B” SÃO MÁQUINAS DE MESMO DESEMPENHO?

Vamos resolver considerando 2 situações distintas com respeito à vida útil dos dois equipamentos:

1) se $M = N = 25$ meses

2) E O QUE ACONTECERIA SE “A” DURASSE 25 MESES E “B” 20 MESES?

NESTE SEGUNDO CASO DEVEREMOS CONSIDERAR UM HORIZONTE ÚNICO DE 100 MESES E ASSIM RESOLVER O PROBLEMA:

1. PELO MÉTODO DO VALOR PRESENTE

2. PELO MÉTODO DO E.U.A.

SOLUÇÕES:

OBSERVAÇÃO IMPORTANTE:

O MÉTODO DOS E.U.A. PRESTA-SE BEM A ANÁLISE DE ALTERNATIVAS COM HORIZONTES DIFERENTES. POIS NÃO É PRECISO ACHAR UM HORIZONTE COMUM.

PORÉM, DEVEREMOS LEMBRAR QUE AO FAZER A COMPARAÇÃO, ESTAMOS IMPLICITAMENTE ASSUMINDO A REPETIBILIDADE DAS CONDIÇÕES INICIAIS PELO HORIZONTE COMUM.

DEVE-SE, NA PRÁTICA, QUESTIONAR A VIABILIDADE DE SE ASSUMIR TAIS HIPÓTESES.

JÁ NO CASO DA APLICAÇÃO DO MÉTODO DO VALOR PRESENTE, É FÁCIL VER QUE DEVEMOS NECESSARIAMENTE TRABALHAR COM O M.M.C. DOS DIVERSOS HORIZONTES.

MÉTODO DA TAXA INTERNA DE RETORNO

- T. I. R. -

A TAXA DE RETORNO DE UMA DADA PROPOSTA DE INVESTIMENTO É A TAXA DE JUROS PARA A QUAL O VALOR ATUAL DOS RECEBIMENTOS RESULTANTES DO PROJETO É IGUAL AO VALOR ATUAL DOS DESEMBOLSOS.

EXERCÍCIO-EXEMPLO:

SUPONHA O SEGUINTE FLUXO DE CAIXA DE UM DADO INVESTIMENTO:

<u>FINAL DO ANO</u>	<u>VALOR</u>
0	- 850
1 - 20	48
20	1000

ACHE A T. I. R. DESTE CASO

HORIZONTE E MÉTODO DA T. I. R.:

SE CADA ALTERNATIVA MANTIVER SUAS CONDIÇÕES INICIAIS AO LONGO DO HORIZONTE COMUM, NÃO É NECESSÁRIO FAZER A EXTENSÃO AO M.M.C., FRISANDO TAL HIPÓTESE NA SOLUÇÃO DO PROBLEMA.

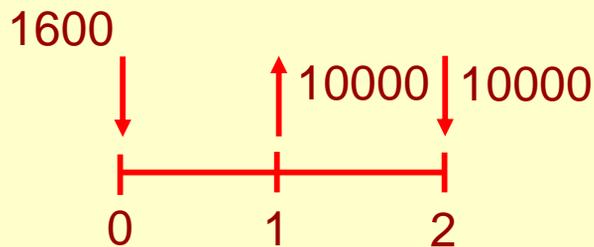
A VANTAGEM DO MÉTODO DA T.I.R. EM RELAÇÃO AOS DEMAIS É O FATO DESTE NÃO EXIGIR, A PRIORI, UMA TAXA MÍNIMA ACEITÁVEL.

POR OUTRO LADO, PELA REGRA DE DESCARTES, UM POLINÔMIO PODE TANTAS RAÍZES POSITIVAS QUANTAS FOREM AS MUDANÇAS DE SINAL DE C_j NA FORMA GERAL DO POLINÔMIO:

$$0 = \sum_{j=0}^n C_j (1 + i)^{-j}$$

QUE É A FORMULAÇÃO GENÉRICA DE UM PROBLEMA DE T.I.R.

POR EXEMPLO, NO SEGUINTE FLUXO DE CAPITAIS, AS SOLUÇÕES ENCONTRADAS SÃO:



$$0 = 1600 - 10000 (1+i)^{-1} + 10000 (1+i)^{-2}$$

$$i = 25\% \text{ e } i = 400\%$$

PORTANTO, NENHUMA DELAS É CORRETA E ASSIM,

CUIDADO: NÃO É RECOMENDÁVEL O MÉTODO DA T.I.R. PARA O CASO DE MÚLTIPLAS RAÍZES POIS NESTE CASO, NÃO SE TEM CONTROLE SOBRE QUAIS SÃO AS VERDADEIRAS RESPOSTAS PARA O PROBLEMA EM QUESTÃO.

AMORTIZAÇÃO - CÁLCULO DO SALDO DEVEDOR

JOÃO TOMA DINHEIRO EMPRESTADO; NAS PARCELAS DE PAGAMENTO EXISTE:

- a) PARTE DEVIDO A REPOSIÇÃO DO PRINCIPAL DO CAPITAL INICIAL (K)
- b) PARTE DEVIDO AOS JUROS SOBRE O SALDO DEVEDOR (R)

HÁ DUAS FORMAS CORRENTES / USUAIS DE SE AMORTIZAR UMA DÍVIDA:

1. SISTEMA DE PAGAMENTO UNIFORME OU TABELA PRICE:

NESTE SISTEMA AS COTAS DE REPOSIÇÃO DO CAPITAL ANUAL AUMENTAM EM P.G. COM RAZÃO $(1 + i)$ E OS PAGAMENTOS/PRESTAÇÕES SÃO CONSTANTES E IGUAIS A $(K + R)$.

2. SISTEMA DE AMORTIZAÇÃO CONSTANTE (SAC):

NESTE CASO AS PARCELAS DE AMORTIZAÇÃO É QUE SÃO CONSTANTES E OS JUROS PAGOS NO FINAL DE CADA PERÍODO SÃO CALCULADOS SOBRE O SALDO DEVEDOR ANTERIOR. AS PRESTAÇÕES PODEM SER CALCULADAS TAMBÉM COMO $(K + R)$.

EXEMPLO:

UMA DÍVIDA DE 10.000 VAI SER PAGA EM 5 PRESTAÇÕES ANUAIS, COM JUROS DE 10% a.a..

FORMULAR O PLANO DE AMORTIZAÇÃO DESTA DÍVIDA SEGUNDO OS DOIS MÉTODOS AQUI VISTOS.

OBSERVAÇÃO IMPORTANTE: OS DOIS MÉTODOS SÃO EQUIVALENTES.

EFEITO DO IMPOSTO DE RENDA:

ESTE ESTUDO É IMPORTANTE POIS O QUE INTERESSA SOB O PONTO DE VISTA DE LUCROS, É O LUCRO LÍQUIDO, OU SEJA, O QUE SE RECEBE APÓS OS DESCONTOS DO TIPO I.R.

PORTANTO, ANTES DE MAIS NADA É PRECISO DIFERENCIAR ALGUNS CONCEITOS IMPORTANTES:

DESGASTE: SIGNIFICA A PERDA DE QUALIDADE DE UM EQUIPAMENTO DEVIDO AO SEU USO. É UM CONCEITO “FÍSICO”.

VIDA ÚTIL: DIZ RESPEITO À DURAÇÃO ECONÔMICA DE UM EQUIPAMENTO.

DEPRECIÇÃO: É UM CONCEITO CONTÁBIL PELO QUAL OS GOVERNOS RECONHECEM QUE A VIDA ÚTIL DOS EQUIPAMENTOS. É LIMITADA, ESTABELECE O DIREITO DE QUE AS FIRMAS CONSTITUAM UM FUNDO DE RESERVA PARA SUBSTITUÍ-LOS. A DEPRECIÇÃO É CONSIDERADA DESPESA.

COMENTÁRIOS SOBRE O VALOR CONTÁBIL DE EQUIPAMENTOS:

Def. VALOR CONTÁBIL É IGUAL AO VALOR ORIGINAL (DE COMPRA) MENOS A DEPRECIACÃO ACUMULADA.

SE UM EQUIPAMENTO É VENDIDO POR PREÇO ACIMA DO VALOR CONTÁBIL, A DIFERENÇA DEVE ENTRAR NOS LIVROS COMO LUCRO, SOBRE O QUAL INCIDE IMPOSTO DE RENDA. CASO CONTRÁRIO, REGISTRAR-SE-Á UMA PERDA QUE DIMINUIRÁ OS LUCROS PASSÍVEIS DE TAXAÇÃO.

UMA FIRMA “A” QUE COMPRE UM EQUIPAMENTO USADO DE UMA FIRMA “B”, FARÁ JUS A DEPRECIACÃO DESSE EQUIPAMENTO MESMO QUE ELE JÁ TENHA SIDO TOTALMENTE DEPRECIADO PELA FIRMA “A”.

COMPRA DE EQUIPAMENTO NÃO É DESPESA.

EM QUALQUER COMPRA DE EQUIPAMENTO EM PRESTAÇÕES, É PRECISO DECOMPOR CADA PRESTAÇÃO NAS PARCELAS CORRESPONDENTES À AMORTIZAÇÃO DA DÍVIDA E AOS JUROS SOBRE O SALDO DEVEDOR. A AMORTIZAÇÃO DA DÍVIDA É INVESTIMENTO (e não é despesa); OS JUROS SÃO DESPESA E PORTANTO ABATIDOS DA RECEITA BRUTA PARA O CÁLCULO DO LUCRO FINAL.

EXEMPLO DE SOLUÇÃO DE PROBLEMA LEVANDO EM CONSIDERAÇÃO I.R. E DEPRECIAÇÃO

UM EQUIPAMENTO É ADQUIRIDO POR 1.000 E, AO FINAL DE 15 ANOS, PODE SER VENDIDO POR 1/10 DE SEU VALOR INICIAL. CONSIDERANDO UM CUSTO DE OPORTUNIDADE DE 20%, CALCULAR O E.U.A. DESTA AQUISIÇÃO NOS SEGUINTE CASOS:

1. SEM LEVAR EM CONSIDERAÇÃO O I.R.
2. CONSIDERANDO I.R. DE 30% SOBRE OS LUCROS/RECEITAS; A DEPRECIAÇÃO DEVE SER LINEAR, EM 10 ANOS, E O VALOR RESIDUAL CONTÁBIL NULO.
3. O EQUIPAMENTO É USADO DURANTE 3 ANOS E, EM SEGUIDA, VENDIDO POR 500. (DEPRECIAÇÃO E VALOR RESIDUAL: MESMAS CONSIDERAÇÕES DO CASO ANTERIOR).
4. A COMPRA DO EQUIPAMENTO É FEITA EM 5 PRESTAÇÕES ANUAIS PELO SISTEMA SAC, JUROS DE 10% SOBRE SALDO DEVEDOR; VENDA APÓS 15 ANOS, I.R. DE 30%.

LEASING

UMA ALTERNATIVA À AQUISIÇÃO DE EQUIPAMENTOS PODE SER A DO LEASING.

CASO SEJA FEITA A COMPRA, O EQUIPAMENTO É INCORPORADO AO PATRIMÔNIO DA EMPRESA, PORTANTO, SOFRE DEPRECIÇÃO.

NO CASO DO LEASING, TUDO FUNCIONA COMO SE HOUVESSE UM ALUGUEL, QUE PODE SER CONTABILIZADO COMO DESPESA.

NO FINAL DO CONTRATO, OU O EQUIPAMENTO VOLTA À FINANCEIRA, OU PODE SER COMPRADO PELA EMPRESA PELO SEU VALOR RESIDUAL.

VANTAGEM DO LEASING:

1. EM EMPREENDIMENTOS QUE EXIJAM MUDANÇAS FREQUENTES DE LOCAL.
2. EMPREENDIMENTOS DE CURTO PRAZO.
3. USO DE TECNOLOGIAS DE RÁPIDA OBSOLESCÊNCIA.