

UNIDADE IV : ANÁLISE DE INVESTIMENTOS (A.I.) (ENGENHARIA ECONÔMICA)

CONCEITO:

Quando da realização de um determinado investimento, levantamos várias alternativas para sua execução final.

Ao conjunto de determinados métodos utilizados para otimizar as alternativas propostas denominamos A. I. e ao processo de otimização, engenharia econômica.

A engenharia econômica compreende a análise econômico-financeira, através de métodos determinísticos ou probabilísticos, de alternativas de investimento.

Um estudo de A. I. compreende:

- a) - um investimento a ser realizado; por exemplo:
 - comprar um veículo a prazo ou a vista;
 - substituição de um equipamento por outro;
 - construção de uma nova fábrica;
 - lançamento de um novo produto;
 - reposição de equipamentos;
 - condições de trabalho dos funcionários;
 - atendimento a novos padrões de qualidade;
 - construir uma rede de abastecimento de água.
- b) - enumeração das alternativas tecnicamente viáveis;
- c) - análise de cada alternativa;
- d) - comparação de cada alternativa;
- e) - escolha da melhor alternativa.

A decisão da implantação de um projeto deve considerar:

- critérios econômicos: rentabilidade do investimento;
- critérios financeiros: disponibilidade de recursos;
- critérios imponderáveis: fatores não conversíveis em dinheiro(boa vontade de um fornecedor, boa imagem da empresa,etc.).

FLUXO DE CAIXA: É um diagrama constituído de um esquema simplificado de entradas (receitas) e saídas (despesas) que envolvem cada alternativa do investimento.

TAXA MÍNIMA DE ATRATIVIDADE (TMA): É a taxa de juros mínima por que convém o investidor optar em determinado projeto de investimento.

EXEMPLO:

PESSOA FÍSICA: - taxa de juros da caderneta de poupança;

PESSOA JURÍDICA:

- taxa de juros dos bancos comerciais;
- taxa de juros dos bancos de investimentos;
- valorização dos títulos públicos;
- valorização de estoques;
- rentabilidade da empresa.

A vida útil de um investimento pode ser considerada como a diferença entre a data final do retorno do capital e a data inicial do investimento.

VIDA ECONÔMICA de um equipamento: o intervalo ótimo entre duas substituições.

FATORES DE DECISÃO

Os principais fatores econômicos que nos auxiliam na escolha da melhor alternativa de investimento são os seguintes:

- a) receitas operacionais;
- b) despesas operacionais e de investimento;
- c) custo inicial(valor do investimento) e valor residual;
- d) taxa mínima de atratividade(TMA);
- e) vida útil do investimento e depreciação;
- f) imposto de renda do investidor.

MÉTODOS DE ANÁLISE DE INVESTIMENTO.

Existem métodos denominados determinísticos e probabilísticos. Abordaremos somente três dos métodos determinísticos, por serem os principais.:

- 1) MÉTODO DO VALOR PRESENTE LÍQUIDO(VPL);
- 2) MÉTODO DA TAXA INTERNA DE RETORNO(TIR);
- 3) MÉTODO DO CUSTO ANUAL EQUIVALENTE UNIFORME(CAUE).

1) MÉTODO DO VALOR PRESENTE LÍQUIDO VPL

Consiste em calcular o valor presente de uma série de pagamentos (ou recebimentos), iguais ou diferente a uma mesa taxa de juros(geralmente a TMA) e deduzir deste valor o fluxo inicial(valor do empréstimo, do financiamento ou do investimento).

A equação matemática do *VPL* é dada por

$$VPL = \frac{CF_1}{1+i} + \frac{CF_2}{(1+i)^2} + \frac{CF_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{CF_j}{(1+i)^j} + \dots + \frac{CF_n}{(1+i)^n} - CF_0$$

onde

CF_j = valor fluxo de caixa de ordem j;

i = taxa de desconto;

CF_0 = valor do fluxo de caixa inicial (data 0) ou valor do investimento inicial(Obras civis, Instalações, Equipamentos, Máquinas, Móveis e Utencilios , Veículos, Despesas Pré-Operacionais e projeção de Capital de Giro)

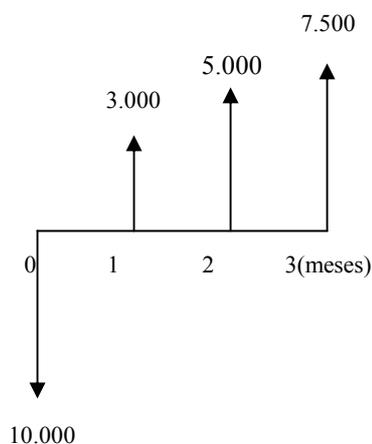
Se $VPL > 0$, então haverá um ganho adicional(expresso em valores de hoje) em relação ao mesmo investimento aplicado à taxa de desconto, isto é, **o investimento será atrativo**; caso contrário teremos uma perda(expressa em valores de hoje) e **o investimento não será atrativo**.

Se $CF_1 = CF_2 = \dots = CF_n = CF$ a equação do *VPL* será

$$VPL = CF \times a_{\overline{n}|i} - CF_0 \text{ onde } a_{\overline{n}|i} = \frac{1 - (1+i)^{-n}}{i}.$$

Exemplos. 1) Um empréstimo, no valor de 10.000 UM, será liquidado em 3 prestações mensais e sucessivas de 3.000 UM; 5.000 UM e 7.500 UM. Sabendo-se que a taxa de juros é de 7% am. Verificar se o investimento é atrativo pelo método valor presente líquido.

Solução: Temos o seguinte fluxo de caixa.



ou ainda

Mês	0	1	2	3
Valor(UM)	-10.000	3.000	5.000	7.500

Resolvendo pela fórmula do valor presente, tem-se:

$$VPL = \frac{3.000}{1+0,07} + \frac{5.000}{(1+0,07)^2} + \frac{7.500}{(1+0,07)^3} - 10.000$$

$$VPL = \frac{3.000}{1,07} + \frac{5.000}{(1,07)^2} + \frac{7.500}{(1,07)^3} - 10.000$$

$$VPL = \frac{3.000}{1,07} + \frac{5.000}{1,14} + \frac{7.500}{1,23} - 10.000$$

$$VPL = 2.803,74 + 4.367,17 + 6.122,23 - 10.000 = 13.293,17 - 10.000 = 3.293,17$$

Isso significa que o valor presente dos três pagamentos mensais, à taxa de 7% am, é 13.293,17 UM, ou seja, 10.000 UM + 3.293,17 UM.

Como o *VPL* é maior que zero o investimento é atrativo

2) Examinar se o projeto a seguir pode ser aceito, adotando-se uma TMA de 8% am:

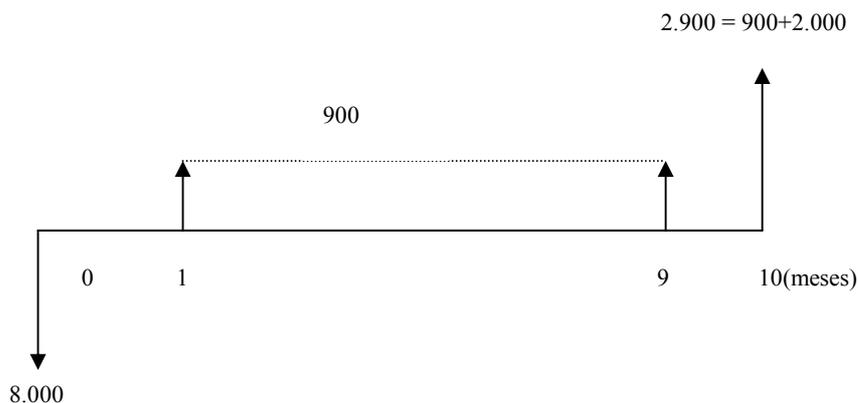
investimento inicial = 8.000 UM;

vida útil = 10 meses;

receitas líquidas mensais = 900 UM;

valor residual = 2.000 UM.

Tem-se o seguinte fluxo de caixa.



Usando a fórmula do valor presente líquido, vem:

$$VPL = \frac{900}{1+0,08} + \frac{900}{(1+0,08)^2} + \frac{900}{(1+0,08)^3} + \dots + \frac{900+2.000}{(1+0,08)^{10}} - 8.000 = - 1.034,54$$

Como o $VPL = -1.034,54 < 0$, logo o projeto não deve ser aceito.

Elaboração do Fluxo de Caixa Operacional (FCO) de um Projeto de Investimento Usando o VPL

Para elaborar o FCO de um projeto de investimento você precisa, ao final de cada ano de:

Receitas(R), Custos(C), depreciação(Dep), a alíquota (T)do Imposto de Renda(IR), etc.

O imposto de renda IR devido pelo lucro do projeto será igual a:

$$IR = (R - C - Dep) \times T.$$

Deduzindo o imposto de renda IR do lucro bruto operacional LB, onde $LB = R - C$, correspondente obtemos o Fluxo de Caixa Operacional FCO:

$$FCO = LB - IR = R - C - (R - C - Dep) \times T \Rightarrow$$

$$FCO = (R - C) \times (1 - T) + Dep \times T.$$

Adicionando ao FCO as atividades **investimento em ativos fixos, valor residual e capital de giro** obtém-se o fluxo de caixa FC do projeto, também conhecido como fluxo de caixa líquido, em qualquer ano de um investimento.

Exemplo: As estimativas do projeto de expansão da empresa “Roda Viva” são as seguintes:

- Prazo de análise de cinco anos;
- Investimento na data zero igual a 2.750.000 UM;
- Depreciação total e linear durante os cinco anos;
- Alíquota do imposto de renda igual a 35%;
- Valor residual nulo, na data terminal do investimento.

O quadro abaixo mostra as receitas anuais e os custos anuais(em 1.000 UM):

Anos	1	2	3	4	5
Receitas	2.550	2.650	2.800	2.850	3.000
Custos	1.460	1.550	1.690	1.765	1.990

Verificar se este investimento deve ser aceito pelo método do VPL, considerando a taxa mínima requerida(TMA) pela empresa “Roda Viva” de 12% aa.

Solução: Para verificar se este investimento deve ser aceito, inicialmente construímos o fluxo de caixa como mostra o quadro abaixo.

Anos	0	1	2	3	4	5
(+)Receitas		2.550,00	2.650,00	2.800,00	2.850,00	3.000,00
(-)Custos		1.460,00	1.550,00	1.690,00	1.765,00	1.990,00
Depreciação		550,00	550,00	550,00	550,00	550,00
FCO		901,00	907,50	914,00	897,75	849,00
FC	(2.750,00)	901,00	907,50	914,00	897,75	849,00

Os resultados registrados no quadro acima foram obtidos como segue:

- Como a depreciação será total e linear durante os cinco anos, o valor da depreciação anual será igual ao valor do investimento dividido por 5 ou $\frac{2.750,00}{5} = 550,00$;
- O fluxo de caixa operacional FCO do primeiro ano igual a R\$ 901,00 foi obtido pela fórmula $FCO = (R - C) \times (1 - T) + Dep \times T$ ou seja

$$FCO = (2.550,00 - 1.460,00) \times (1 - 0,35) + 550,00 \times 0,35 = 901,00 .$$

Os FCO's dos quatro anos restantes foram obtidos da mesma maneira.

Finalmente, construímos o FC do projeto registrado na última linha do quadro acima. Agora, vamos calcular o VPL do fluxo de caixa FC e tem-se:

$$VPL = \frac{901,00}{1,12} + \frac{907,00}{(1,12)^2} + \frac{914,00}{(1,12)^3} + \frac{897,75}{(1,12)^4} + \frac{849,00}{(1,12)^5} - 2.750,00 = 480,767$$

Como o $VPL > 0$, logo este investimento deve ser aceito a uma TMA de 12%aa.

Análise Incremental

Dentro do procedimento de seleção de projetos mutuamente excludentes, todos com o mesmo prazo de análise, vimos que escolher o projeto com menor investimento não assegura que se escolha o projeto que adicionará maior valor à empresa.

Tendo como objetivo a maximização do retorno do capital investido, a Análise Incremental permitirá escolher o melhor projeto que demandar o maior desembolso tendo financeiramente justificado cada incremento de capital.

Procedimento da Análise Incremental

Os n projetos P_1, P_2, \dots, P_n do grupo são projetos mutuamente excludentes, individualmente aceitos e ordenados pelo valor crescente do **Investimento**, de forma que o investimento do projeto P_j é maior que o do projeto P_{j-1} . O procedimento análise incremental aplicado com o método da TIR é o seguinte:

- 1) O projeto com menor investimento P_1 é o primeiro **projeto desafiado**.
- 2) O projeto P_1 é desafiado com o **projeto desafiante** P_2 construindo o fluxo de caixa incremental $\Delta (P_2 - P_1)$, obtido como resultado da diferença entre os fluxos de caixa dos projetos P_2 menos P_1 .

- 3) Depois de calcular o VPL do fluxo de caixa incremental $\Delta (P_2 - P_1)$ é aplicado o critério
- Se VPL de $(P_2 - P_1) > 0$, então o fluxo de caixa incremental $\Delta (P_2 - P_1)$ deve ser aceito, pois o incremento de investimento será recuperado, remunerado com a TMA requerida e gerará lucro extra. Ao aceitar o fluxo de caixa incremental $\Delta (P_2 - P_1)$ afirmamos que o Projeto 2 é melhor que o Projeto 1, e que o Projeto 1 deve ser abandonado.
 - Caso contrário, se VPL de $(P_2 - P_1) < 0$ o fluxo de caixa incremental $\Delta (P_2 - P_1)$ não deve ser aceito, pois o Projeto 1 é melhor que o Projeto 2 que deve ser abandonado.
- 4) Este procedimento é repetido até esgotar os n projetos de investimento.
- 5) Finalizando o procedimento, o projeto vencedor será escolhido como o melhor projeto do grupo de projetos mutuamente excludentes.

Exemplo . Com o lançamento do novo produto a empresa “Minas Catarina” espera aumentar sua participação no mercado. Foram analisados e preparados três projetos:

- 1) Produzir por terceiros.
- 2) Produzir na própria empresa “Minas Catarina”, aproveitando o equipamento existente, realizando uma operação manual .
- 3) Produzir na própria empresa “Minas Catarina” construindo numa área livre do terreno da empresa “Minas Catarina”, adquirindo o equipamento necessário.

Os fluxos de caixa semestrais depois dos impostos dos três projetos estão no quadro abaixo. Usando o método do VPL considerando a TMA de 8,5% ao semestre, selecionar o melhor projeto, aplicando o procedimento da análise incremental.

Solução: As quatro primeiras colunas do quadro seguinte mostram os fluxos de caixa dos três projetos, ordenados de forma crescente pelo valor de investimento

Semestre	Projeto 1	Projeto 2	Projeto 3	$\Delta (P_2 - P_1)$	$\Delta (P_3 - P_2)$
0	-6.000,00	-30.000,00	-70.000,00	-24.000,00	-40.000,00
1	5.000,00	9.000,00	13.000,00	4.000,00	4.000,00
2	6.000,00	10.500,00	16.000,00	4.500,00	5.500,00
3	7.500,00	12.500,00	19.000,00	5.000,00	6.500,00
4	8.500,00	14.000,00	22.000,00	5.500,00	8.000,00
5	9.500,00	16.000,00	25.000,00	6.500,00	9.000,00
6	10.000,00	17.500,00	27.000,00	7.500,00	9.500,00
7	11.000,00	18.500,00	30.000,00	7.500,00	11.500,00
8	11.500,00	19.500,00	32.000,00	8.000,00	12.500,00
TIR	100,77 %	37,74 %	23,34 %	16,34 %	10,69 %

Começamos por desafiar o Projeto 1 com o Projeto 2 preparando o fluxo de caixa incremental $\Delta (P_2 - P_1)$ registrado na quinta coluna do quadro acima.

Calculando do VPL de $(P_2 - P_1)$ vem

$$VPL(P_2 - P_1) = \frac{4.000}{(1,085)} + \frac{4.500}{(1,085)^2} + \frac{5.000}{(1,085)^3} + \frac{5.500}{(1,085)^4} + \frac{6.500}{(1,085)^5} + \frac{7.500}{(1,085)^6} + \frac{7.500}{(1,085)^7} + \frac{8.000}{(1,085)^8} - 24.000 = 8.715,00.$$

Como $VPL(P_2 - P_1) = 8.715,00 > 0$, podemos afirmar que o Projeto 2 é melhor que o Projeto 1 e o Projeto 1 deve ser abandonado.

Em seqüência, o Projeto 2 é desafiado com o Projeto 3, inicialmente, preparando do fluxo de caixa incremental $\Delta(P_3 - P_2)$ na sexta coluna do quadro acima.

Calculando o VPL de $(P_3 - P_2)$ vem

$$VPL(P_3 - P_2) = \frac{4.000}{(1,085)} + \frac{5.500}{(1,085)^2} + \frac{6.500}{(1,085)^3} + \frac{8.000}{(1,085)^4} + \frac{9.000}{(1,085)^5} + \frac{9.500}{(1,085)^6} + \frac{11.500}{(1,085)^7} + \frac{12.500}{(1,085)^8} - 40.000 = 4.034,00.$$

Como $VPL(P_3 - P_2) = 4.034,00 > 0$, podemos afirmar que o Projeto 3 é melhor que o Projeto 2 e o Projeto 2 deve ser abandonado.

Conclusão: O Projeto 3 é o melhor dos três projetos.

Ajuste do Prazo de Análise dos Projetos Mutuamente Excludentes (com repetição de ciclo)

Os projetos mutuamente excludentes que participam da seleção do melhor projeto devem ter o mesmo prazo de análise. Muitas vezes os projetos podem ter prazos diferentes devido às vidas úteis diferentes dos modelos e/ou tecnologias. Nestes casos, antes de realizar a seleção do melhor projeto, os prazos de análise dos projetos mutuamente excludentes deverão ser igualados calculando o **mínimo múltiplo comum dos prazos de análise dos projetos**.

Exemplo: Para a movimentação de carga no almoxarifado de produtos acabados é necessário compra uma empilhadeira. Com a cotação de dois fabricantes de empilhadeiras foram preparados dois projetos:

PROJETO 1. Investimento de 45.000 UM e vida útil de cinco anos. O custo anual é de 5.115 UM e valor residual na data final do projeto é de 2.650 UM depois dos impostos.

PROJETO 2. Investimento de 63.000 UM e vida útil de dez anos. O custo anual depois dos impostos é de 5.075 UM e valor residual nulo na data final do projeto.

Se as duas empilhadeiras atendem satisfatoriamente às necessidades do almoxarifado, qual deve ser a empilhadeira selecionada considerando uma TMA de 12% aa?

Solução: O mínimo múltiplo comum entre 5 e 10 é 10, logo o fluxo de caixa do Projeto 1 será

Anos	Valor		
0	-45.000,00		
1	-5.115,00	6	-5115,00
2	-5115,00	7	-5115,00
3	-5115,00	8	-5115,00

4	-5115,00	9	-5115,00
5	-5115,00	10	-5115,00
5	-42.350,00	10	2.650,00

Calculando o VPL do Projeto 1, vem

$$VPL_1 = -5.115 \times \frac{1 - (1,12)^{-10}}{0,12} - \frac{42.350}{(1,12)^5} + \frac{2.650}{(1,12)^{10}} - 45.000 = -97.078,19.$$

Calculando o VPL do Projeto 2, vem

$$VPL_2 = -5.075 \times \frac{1 - (1,12)^{-10}}{0,12} - 63.000 = -91.674,88.$$

Logo, escolhemos o projeto com menor custo, ou seja, o Projeto 2.

2 Método da Taxa Interna de Retorno (TIR)

A taxa interna de retorno é a taxa de desconto que torna o valor presente líquido de um fluxo de caixa igual a **Zero**. A taxa interna de retorno será obtida igualando a equação do valor presente líquido a zero, isto é,

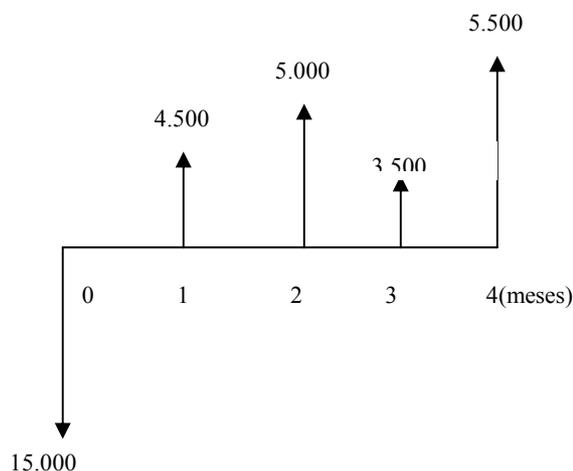
$$CF_0 = \frac{CF_1}{1+i} + \frac{CF_2}{(1+i)^2} + \frac{CF_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{CF_n}{(1+i)^n} \quad \text{ou} \quad CF_0 = \sum_{j=1}^n \frac{CF_j}{(1+i)^j}.$$

O método consiste em determinar, para cada investimento que se pretenda realizar, a taxa de juros que proporciona um fluxo de caixa equivalente ao que se espera obter com o projeto.

A taxa de retorno, é a taxa de juros que torna nulo o valor presente de um investimento.

A taxa de retorno de uma proposta de investimento é a taxa de juros para a qual o valor presente dos recebimentos resultante do projeto é exatamente igual ao valor presente dos desembolsos.

Exemplos: 1) Calcular a taxa interna de retorno (custo do capital para o tomador do empréstimo), correspondente a um empréstimo de 15.000 UM, a ser liquidado em quatro pagamentos mensais de 4.500 UM; 5.000 UM; 3.500 UM e 5.500 UM. O fluxo de caixa desta operação, tomando-se como referência a instituição financeira, é representado como segue



A solução desse problema consiste em resolver a seguinte equação matemática, pela fórmula dada acima:

$$15.000 = \frac{4.500}{1+i} + \frac{5.000}{(1+i)^2} + \frac{3.500}{(1+i)^3} + \frac{5.500}{(1+i)^4} \text{ ou}$$

$$\text{VPL} = \frac{4.500}{1+i} + \frac{5.000}{(1+i)^2} + \frac{3.500}{(1+i)^3} + \frac{5.500}{(1+i)^4} - 15.000$$

A solução dessa equação somente pode ser obtida por um processo iterativo, ou seja, por tentativa e erro. Assim, a solução desse problema é feita como segue:

1) A TIR procurada está no intervalo [8% , 9%];

2) Você agora calcula o VPL para 8% e o VPL para 9%, ou seja

$$\text{VPL}(8\%) = \frac{4.500}{1,08} + \frac{5.000}{(1,08)^2} + \frac{3.500}{(1,08)^3} + \frac{5.500}{(1,08)^4} - 15.000 = 274,44$$

$$\text{VPL}(9\%) = \frac{4.500}{1,09} + \frac{5.000}{(1,09)^2} + \frac{3.500}{(1,09)^3} + \frac{5.500}{(1,09)^4} - 15.000 = -64,18$$

3) Fazendo a interpolação linear, você encontra a TIR., assim

$$8\% \quad \text{VPL} = 274,44$$

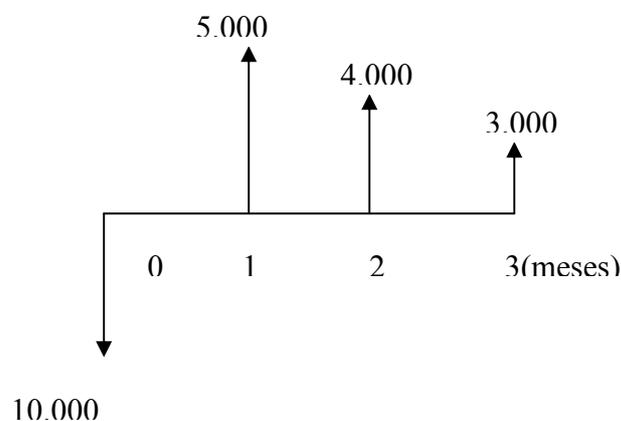
$$i \quad \text{VPL} = 0$$

$$9\% \quad \text{VPL} = -64,18$$

$$\frac{i - 8}{9 - 8} = \frac{0 - 274,44}{-64,18 - 274,44} = \frac{-274,44}{-338,62} = 0,8015 \Rightarrow i - 8 = 0,8105 \Rightarrow i = 8,8105$$

Logo, a taxa interna de retorno deste empréstimo é 8,81% ao mês.

2) O sr. Natanael Bom de Bico renegotiou com o Banco Confiança um dívida de 10.000 UM para ser liquidada com pagamento de três Notas Promissórias, a primeira no valor de 5.000 UM, a segunda de 4.000 UM e a terceira de 3.000 UM, vencíveis, respectivamente, em 30, 60 e 90 dias da data da contratação. Conforme o fluxo de caixa do Banco Confiança abaixo, calcular a taxa de juros compostos cobrada em tal empréstimo.



Solução: O valor emprestado pelo Banco (10.000 UM) será retornado por meio do recebimento futuro das notas promissórias mencionadas.

Deve-se encontrar uma única taxa de juros que faça com que o somatório dos valores presente das prestações seja igual ao valor do principal na data zero e deve satisfazer à equação da acima:

$$10.000 = \frac{5.000}{1+i} + \frac{4.000}{(1+i)^2} + \frac{3.000}{(1+i)^3} \text{ ou}$$

$$VPL = \frac{5.000}{1+i} + \frac{4.000}{(1+i)^2} + \frac{3.000}{(1+i)^3} - 10.000.$$

Observação: ATIR está entre 10% am e 11% am.

O VPL(10%) é igual a 105,18 e o VPL(11%) é igual a -55,43 e fazendo a interpolação linear você encontra a TIR = 10,65% am

Logo, podemos então concluir que a taxa de juros cobrada pelo Banco Confiança é de 10,65% am.

3) Um equipamento no valor de 45.000 UM é totalmente financiado, para pagamento em 9 parcelas mensais, sendo, as 3 primeiras, de 4.500 UM, as 2 seguintes, de 5.000 UM, as 3 seguintes, de 6.500 UM e, a nona, de 7.500 UM. Qual a taxa interna de retorno(anual) dessa operação?

Solução: Temos o seguinte VPL

$$VPL = 4.500 \times a_{\overline{3}|i} + \frac{5.000 \times a_{\overline{2}|i}}{(1+i)^3} + \frac{6.500 \times a_{\overline{3}|i}}{(1+i)^5} + \frac{7.500}{(1+i)^9} - 45.000.$$

Observação: A TIR está entre 2%am e 3% am.

O VPL de 2% é igual a 379,16 e o VPL de 3% é igual a -1.907,74 e fazendo a interpolação linear você encontra a TIR = 2,16% am e ao ano você tem TIR = 29,23%.

Logo, a taxa interna de retorno mensal dessa operação é 2,16 % am e a TIR anual é 29,23%.

4) A respeito de um projeto, os seguintes dados são conhecidos:

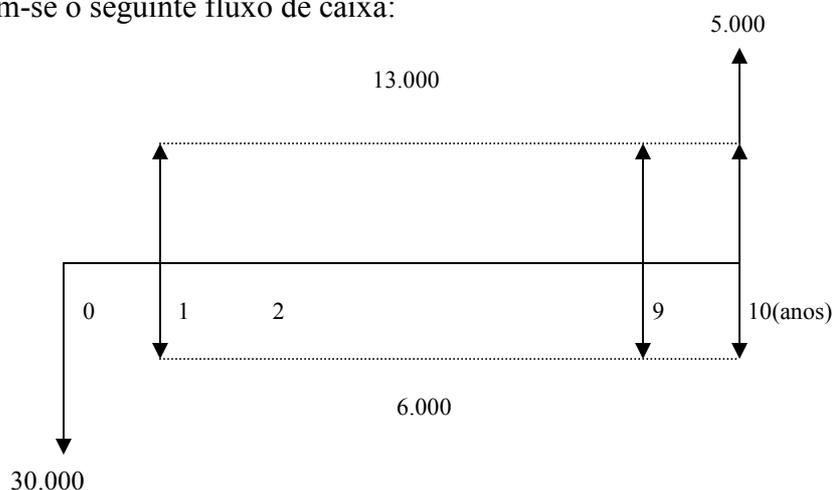
Investimento inicial = 30.000 UM; valor residual = 5.000 UM;

vida econômica = 10 anos; receita anual = 13.000 UM;

custo operacional anual = 6.000 UM.

Calcular a taxa interna de retorno(anual) desse investimento.

Tem-se o seguinte fluxo de caixa:



Solução: A TIR está entre 20% aa e 21% aa. Resposta. 20,15% aa.

Logo, a taxa de retorno anual desse investimento é 20,15%.

5) A gerência de novos investimentos da empresa “Maxell” está realizando a análise do projeto para lançamento de um novo produto no mercado. Verificar se o projeto de investimento cujo o fluxo de caixa anual após os impostos está no quadro abaixo, pelo método da TIR, considerando uma taxa mínima de atratividade (TMA) de 10% aa.

Anos	Capitais(UM)
0	-400.000,00
1	100.000,00
2	100.000,00
3	100.000,00
4	100.000,00
5	100.000,00

Solução: A TIR deste fluxo de caixa está entre 7% aa e 8% aa e fazendo a interpolação linear você encontra 7,93% aa.

Como a TIR = 7,93% aa é menor que a TMA = 10% aa, o projeto não deve ser aceito.

6) Na tentativa de melhorar o resultado do projeto, o gerente de novos investimentos sugeriu incluir o valor residual estimado do equipamento na data final do projeto. Verificar se o projeto deve ser aceito, pelo método da TIR considerando uma TMA =10% aa.

Solução: O novo fluxo de caixa está abaixo

Anos	Capitais(UM)
0	-400.000,00
1	100.000,00
2	100.000,00
3	100.000,00
4	100.000,00
5	100.000,00
5	90.000,00

Solução: A TIR do fluxo de caixa está entre 13% aa e 14% aa e fazendo a interpolação linear você encontra 13,05% aa.

Como a TIR = 13,05% aa é maior que a TMA =10% aa o projeto deve ser aceito.

7) Escolher o melhor projeto pelo método da TIR **aplicando a análise incremental**, considerando uma TMA de 15% aa.

Anos	Projeto 1(UM)	Projeto 2(UM)	$\Delta (P_2 - P_1)$
0	-210.000,00	-260.000,00	-50.000,00
1	65.000,00	70.000,00	5.000,00
2	70.000,00	85.000,00	15.000,00
3	75.000,00	90.000,00	15.000,00
4	90.000,00	100.000,00	10.000,00
5	100.000,00	130.000,00	30.000,00
TIR	23,89% aa	21,56% aa	12,31% aa

Solução: Calculando a TIR do Projeto 1, você encontra 23,89% aa.

A TIR do Projeto 1 é maior que a TMA de 15% aa, o Projeto 1 deve ser aceito.

Do mesmo modo você calcula da TIR do Projeto 2 obtêm 21,56% aa e é maior que a TMA de 15% aa, logo o Projeto 2 deve ser aceito.

O fluxo de caixa incremental $\Delta (P_2 - P_1)$ foi obtido, calculando $P_2 - P_1$ em cada ano. No ano zero $(260.000) - (210.000) = (50.000)$; ao final do primeiro ano $70.000 - 65.000 = 5.000$ e assim por diante. A TIR do fluxo de caixa incremental $\Delta (P_2 - P_1)$ é igual a 12,31% aa.

Como TIR de $\Delta (P_2 - P_1)$ é menor que a TMA de 15% aa, logo, o Projeto 1 é melhor que o Projeto 2.

3 Metodo do Custo Anual Uniforme Equivalente(CAUE)

O fluxo de caixa de cada alternativa é reduzido a uma **SÉRIE ANUAL UNIFORME** com o uso da TMA. Os valores obtidos nas várias alternativas são comparados entre si, sendo a **MELHOR** a de menor custo anual.

O CAUE é dado pela expressão $CAUE = CARC + CO$ onde

$CARC =$ Custo Anual de Recuperação do Capital (Depreciação + Juros),

$CO =$ Custo Operacional Anual (matéria prima, combustível, manutenção, etc.).

O $CARC$ é dado pela expressão matemática

$$CARC = (CF_0 - VR) \times \frac{1}{a_{n|i}} + VR \times i, \text{ onde}$$

$CF_0 =$ Valor do Investimento ou custo do ativo;

$VR =$ Valor Residual ao final do projeto de investimento;

$n =$ Vida útil do projeto de investimento;

$i =$ TMA.

Logo, o CAUE será

$$CAUE = (CF_0 - VR) \times \frac{1}{a_{n|i}} + VR \times i + CO.$$

Exemplos. 1) Dois Projetos de investimento estão sendo analisados pela empresa “Arapongas”, dados pelo quadro abaixo. Qual o melhor projeto, sabendo-se que a TMA da empresa “Arapongas” é 15% aa, pelo método do CAUE?

	Projeto A	Projeto B
Investimento inicial	2.000 UM	1.500 UM
Custo Operacional Anual	300 UM	450 UM
Valor Residual	400 UM	600 UM
Vida útil	5 anos	5 anos

Solução: Cálculo CAUE do Projeto 1

$$CAUE_1 = (2.000 - 400) \times \frac{0,15}{1 - (1,15)^{-5}} + 400 \times 0,15 + 300 = 477,30 + 60 + 300 = 537,30 + 300 = 837,30.$$

Note que o CARC é igual a 537,30 onde a Depreciação = 320 UM(pelo método linear $Dep = \frac{CF_0 - VR}{n}$) e o juro = 217,30 UM (537,30 – 320,00).

Cálculo do CAUE do Projeto 2

$$CAUE_2 = (1.500 - 600) \times \frac{0,15}{1 - (1,15)^{-5}} + 600 \times 0,15 + 450 = 268,48 + 90 + 450 = 358,48 + 450 = 808,48.$$

Como $CAUE_2$ é menor que $CAUE_1$, o Projeto 2 é o melhor e deve ser escolhido.

2) A empresa “Tela de Arame Ltda” objetiva ampliar as suas instalações e para isto a compra de duas máquinas estão sendo analisadas para este investimento a uma TMA = 10% aa. e imposto de renda 30%.Os seguintes dados foram obtidos:

	Máq A	Máq .B
Investimento inicial	2.500 UM	2.300 UM
Custo operacional anual	650 UM	550 UM
Valor residual	700 UM	800 UM
Vida útil	8 anos	8 anos
Receita anual	1.400 UM	1.300 UM

Pelo método do CAUE qual a máquina a ser comprada pela empresa “Tela de Arame Ltda”?

Solução: Calculando do CAUE da Máquina A ,vem:

$$CAUE_A = (2.500 - 700) \times \frac{0,10}{1 - (1,1)^{-8}} + 700 \times 0,10 + 650 = 337,40 + 70 + 650 = 407,40 + 650 = 1.057,40.$$

Você sabe que o Lucro Bruto Anual (LB) é a diferença entre a Receita Bruta Anual (RA) e o Custo Bruto Anual (CAUE), ou seja,

$$LB = RA - CAUE = RA - (Dep + juros + CO) = RA - Dep - juros - CO \text{ ou}$$

$$LB + \text{juros} = RA - \text{Dep} - CO.$$

O Lucro Tributável (LT) será $LT = LB + \text{juros}$;

sendo T a alíquota do Imposto de Renda (IR), temos que $IR = LT \times T$ e finalmente o Lucro Líquido (LL) será

$$LL = LT - IR = LT - LT \times T = LT \times (1 - T).$$

$$\text{Logo, } LB = 1.400 - 1.057,40 = 342,60; \text{ Dep} = \frac{2.500 - 700}{8} = 225,00 \text{ e}$$

$$\text{juros} = 407,40 - 225,00 = 182,40. \text{ Assim } LT = 342,60 + 182,40 = 525,00 \text{ e o .}$$

$$LL = 525 \times (1 - 0,30) = 367,50 \text{ UM.}$$

Calculando o CAUE da Máquina B, vem:

$$CAUE_B = (2.300 - 800) \times \frac{0,10}{1 - (1,10)^{-8}} + 800 \times 0,10 + 550 =$$

$$281,17 + 80 + 550 = 361,17 + 550 = 911,17.$$

$$\text{O } LB = 1.300 - 911,17 = 388,83 ; \text{ Dep} = 187,50 ; \text{ juros} = 361,17 - 187,50 = 173,67.$$

$$\text{Logo, } LT = 388,83 + 173,67 = 562,50 \text{ e o } LL = 562,50 \times (1 - 0,30) = 393,75 \text{ UM.}$$

Resumindo temos:

	Máquina A	Máquina B
CAUE	1.057,40 UM	911,17 UM
LL(Lucro Líquido)	367,50 UM	393,75 UM

Resposta: A empresa “Tela de Arame Ltda” deverá comprar a Máquina B, pois apresenta maior lucro líquido.

3) A máquina A custa 200.000 UM, com 80.000 UM de valor residual ao final de 6 anos, e as despesas operacionais anuais são de 100.000 UM ao ano, nos primeiros 3 anos, de 120.000 UM ao ano, nos últimos 3 anos e uma receita anual de 170.000 UM. A máquina B custa 160.000 UM, com 60.000 UM de valor residual ao final de 6 anos e despesas operacionais são de 110.000 UM ao ano, nos primeiros 3 anos, de 130.000 UM ao ano, para os 3 últimos anos e uma receita anual de 140.000 UM, nos 3 primeiros anos e 190.000 UM nos 3 últimos anos. Se a TMA = 15% aa, qual a máquina a escolher, usando o método do CAUE e imposto de renda de 35%?

Solução: Calculando o CAUE da máquina A, vem:

$$CAUE_A = (200.000 - 80.000) \times \frac{0,15}{1 - (1,15)^{-6}} + 80.000 \times 0,15 + CO =$$

$$31.708,43 + 12.000 + CO = 43.708,43 + CO.$$

O valor presente de CO é

$$CO = 100.000 \times \frac{1 - (1,15)^{-3}}{0,15} + \frac{120.000 \times \frac{1 - (1,15)^{-3}}{0,15}}{(1,15)^3} =$$

$$228.322,51 + \frac{273.987,01}{1,52088} = 228.322,51 + 180.150,91 = 408.473,42.$$

O CO anual uniforme é

$$CO = 408.473,42 \times \frac{0,15}{1 - (1,15)^{-6}} = 107.933,75.$$

Portanto o $CAUE_A = 43.708,43 + 107933,75 = 151.642,18$

$$O LB = 170.000 - 151.642,18 = 18.357,82 ; Dep = \frac{200.000 - 80.000}{6} = 20.000 ;$$

$$Juros = 43.708,43 - 20.000 = 23.708,43.$$

Logo, o $LT = 18.357,82 + 23.708,43 = 42.066,25$ e o

$$LL = 42.066,25 \times (1 - 0,35) = 27.343,06 \text{ UM.}$$

Calculando o CAUE da máquina B, vem:

$$CAUE_B = (160.000 - 60.000) \times \frac{0,15}{1 - (1,15)^{-6}} + 60.000 \times 0,15 + CO =$$

$$26.423,69 + 9.000 + CO = 35.423,69 + CO.$$

O valor presente do CO é

$$CO = 110.000 \times \frac{1 - (1,15)^{-3}}{0,15} + \frac{130.000 \times \frac{1 - (1,15)^{-3}}{0,15}}{(1,15)^3} =$$

$$251.154,76 + \frac{296.819,27}{1,52088} = 251.154,76 + 195.163,49 = 446.318,25.$$

O CO anual uniforme é

$$CO = 446.318,25 \times \frac{0,15}{1 - (1,15)^{-6}} = 117.933,75.$$

Portanto, o $CAUE_B = 35.423,69 + 117.933,75 = 153.357,44 \text{ UM.}$

O valor presente das receitas é

$$VP = 140.000 \times \frac{1 - (1,15)^{-3}}{0,15} + \frac{190.000 \times \frac{1 - (1,15)^{-3}}{0,15}}{(1,15)^3} =$$

$$319.651,52 + \frac{433.812,77}{1,52088} = 319.651,52 + 285.238,00 = 604.889,52.$$

A receita anual uniforme (RA) é

$$RA = 604.889,52 \times \frac{0,15}{1 - (1,15)^{-6}} = 159.834,14.$$

$$LB = 159.834,14 - 153.357,44 = 6.476,70 ; Dep = \frac{160.000 - 60.000}{6} = 16.666,67 ;$$

$$\text{Juros} = 35.423,69 - 16.666,67 = 18.757,02.$$

$$\text{Logo, o LT} = 6.476,70 + 18.757,02 = 25.233,72 \text{ e o LL} = 25.233,72 \times (1 - 0,35) = 16.401,92.$$

Resumindo, temos:

	Máquina A(UM)	Máquina B(UM)
Custo Operacional Anual	107.933,75	117.933,75
CARC	43.708,43	35.423,69
CAUE	151.642,18	153.357,44
Receita Anual	170.000	159.834,14
Lucro Líquido Anual	27.343,06	16.401,92

Resposta: A máquina “A” deve ser a escolhida.

4) Considere dois equipamentos para produzirem peças conforme quadro abaixo:

	EQUIP. DA PEÇA A	EQUIP. DA PEÇA B
INVEST. INICIAL	20.000 UM	30.000 UM
CUSTO ANUAL DE MANUT.	1.500 UM	2.000 UM
CUSTO DE MÃO DE OBRA	0,75 UM P/ HORA	0,85 UM P/ HORA
CUSTO DE MATERIA PRIMA	0,95 UM P/ PEÇA	0,75 UM P/ PEÇA
DESPESAS INDIRETAS ANUAL	1.600 UM	1.800 UM
VALOR RESIDUAL	20% DO INVES. INIC.	25% DO INVES. INIC.
VIDA ÚTIL DOS EQUIPAM.	CINCO ANOS	CINCO ANOS

Admitindo-se que:

- 1) Os equipamentos trabalharão , em média, 2.880 horas por ano;
- 2) A peça A tem uma duração de execução de 15 minutos e, a peça B, 20 minutos;
- 3) O preço de venda da peça A é de 3,25 UM e da peça B, 4,15 UM;
- 4) O imposto de renda é 30%;
- 5) Os investimentos são mutuamente excludentes.

Determinar a melhor alternativa, pelo método do CAUE, empregando a TMA de 20% aa.

Solução:

ALTERNATIVA 1 EQUIPAMENTO DA PEÇA A

$$\text{CAUE} = (20.000 - 4.000) \times \frac{0,20}{1 - (1,2)^{-5}} + 4.000 \times 0,20 = 16.000 \times 0,334380 + 800 + \text{CO} =$$

$$\text{CAUE} = 5.350,08 + 800 + \text{CO} = 6.150,08 \text{ UM.}$$

$$CARC = 5.350,08 \Rightarrow \begin{cases} Dep = \frac{20.000 - 4000}{5} = 3.200 \\ Juros = 2.150,08 \end{cases}$$

$$\text{Receita Anual(RA)} = \text{Número de peças A produzidas por ano} \times 3,25 \text{ UM} = \frac{2.880}{\frac{15}{60}} \times 3,25 = 11.520 \times 3,25 = 37.440 \text{ UM.}$$

Custos Operacionais Anuais(CO)

Manutenção:	1.500 UM
Mão de Obra: 2880 x 0,75 =	2.160 UM
Matéria Prima: 11.520 x 0,95 =	10.944 UM
Despesas Indiretas:	1.600 UM
Total :	16.204 UM.

Portanto, CAUE = 6.150,08 + 16.204 = 22.354,08 UM.

$$LB = 37.440 - 22.354,08 = 15.085,92 \text{ UM}$$

$$RT = LB + Juros = 15.085,92 + 2.150,08 = 17.236,00 \text{ UM}$$

$$LL = 17.236,00 \times (1 - 0,30) = 12.065,20 \text{ UM.}$$

ALTERNATIVA 2 EQUIPAMENTO DA PEÇA B

$$CAUE = (30.000 - 7.500) \times \frac{0,20}{1 - (1,2)^{-5}} + 7.500 \times 0,20 + CO =$$

$$CAUE = 7.523,54 + 1.500 + CO.$$

$$CARC = 7.523,54 \Rightarrow \begin{cases} Dep = \frac{30.000 - 7.500}{5} = 4.500 \\ Juros = 3.023,54 \end{cases}$$

$$\text{Receita Anual(RA)} = \frac{2.880}{\frac{20}{60}} \times 4,15 = 8.640 \times 4,15 = 35.856 \text{ UM.}$$

Custos Operacionais Anuais

Manutenção:	2.000 UM
Mão de Obra = 2.880 x 0,85 =	2.448 UM
Matéria Prima = 8.640 x 0,75 =	6.480 UM
Despesas Indiretas:	1.800 UM
Total:	12.728 UM.

$$\text{Portanto, CAUE} = 9.023,54 + 12.728,00 = 21.751,54 \text{ UM}$$

$$LB = 35.856 - 21.751,54 = 14.104,46 \text{ UM}$$

$$RT = 14.104,46 + 3.023,54 = 17.128 \text{ UM}$$

$$LL = 17.128 \times (1 - 0,30) = 11.989,60 \text{ UM.}$$

Resposta: Primeira Alternativa.