



UNIDADE VI – ANÁLISE DE INVESTIMENTOS

1. INTRODUÇÃO

Após a classificação dos projetos tecnicamente corretos é imprescindível que a escolha considere aspectos econômicos. É a engenharia econômica que fornece os critérios de decisão, para a escolha entre as alternativas de investimento.

PROCESSO DE AVALIAÇÃO DE UM PROJETO DE INVESTIMENTO

- Estimativa dos fluxos de caixa incrementais, depois de impostos, esperados para o projeto;
- Avaliação do risco do projeto e determinação da taxa de atratividade;
- Cálculo dos indicadores econômicos;
- Reconhecimento das limitações do modelo, estimativa, valoração e incorporação na análise dos intangíveis associados ao projeto;
- Tomada de Decisão.

O valor de um projeto é baseado em sua capacidade de gerar fluxos de caixas futuros, ou seja, na capacidade de gerar renda econômica. Assim sendo, as alternativas de investimento podem ser comparadas somente se as consequências monetárias foram medidas em um ponto comum no tempo.

Como regra geral, rentabilidade mais alta implica em maior risco. Além disso, a escolha entre alternativas nas quais investir os fundos limitados disponíveis envolve custos de oportunidade, pois a escolha por um investimento pode significar a rejeição de outros e, talvez a desistência da oportunidade de obter mais lucros com maiores riscos. A análise de investimentos de capital requer, portanto, um grau justo de raciocínio econômico e projeção das condições futuras, o que vai além do uso das demonstrações financeiras normais.

Infelizmente, nem todos os métodos utilizados são baseados em conceitos corretos. Por esta razão é muito importante ter cuidado com uso de alguns destes métodos, e principalmente, conhecer suas limitações.

Neste curso serão estudados quatro métodos de avaliação, que convenientemente aplicados dão o mesmo resultado e formam a base da engenharia econômica.

- Método do Valor Presente Líquido (**VPL**);
- Método da taxa interna de retorno (**TIR**);
- Método do **PAYBACK**;
- Método do **CUSTO ANUAL EQUIVALENTE (CAE)**.

Estes métodos são equivalentes e indicam sempre a mesma alternativa de investimento, que é a melhor do ponto de vista econômico. Embora indiquem o mesmo resultado, existe é claro vantagens e desvantagens um em relação ao outro, e que serão comentadas ao longo do curso.

Partindo-se do princípio de que todo projeto de investimento, enquanto operação financeira, pode ser descrito por um fluxo de caixa, a análise desse fluxo por uma das metodologias aqui abordadas subsidia a tomada de decisão quanto a:

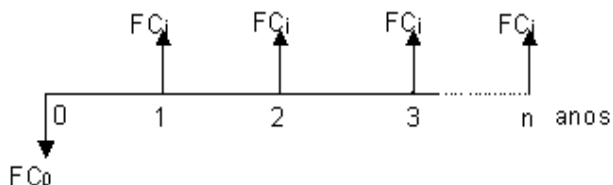
- a) ingressar ou não em um determinado projeto;
- b) escolher o melhor projeto entre as opções disponíveis.

4.1 – VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL)

O método do Valor Presente Líquido (VPL) tem como finalidade calcular, em termos de valor presente, o impacto dos eventos futuros associados a uma alternativa de investimento. Em outras palavras, mede o valor presente dos fluxos de caixa gerados pelo projeto ao longo de sua vida útil.

Considerado o principal critério para avaliação de projetos de investimento, o Valor Presente Líquido (VPL), pode ser conceituado como a diferença entre os fluxos de caixa de um projeto (entradas e saídas) descapitalizados até o momento “0” e o seu custo inicial.

Tomando-se a figura abaixo como a representação genérica dos fluxos gerados por projetos de investimento:



Onde:

$$\left\{ \begin{array}{l} FC_0 = \text{Fluxo inicial (custo)} \\ FC_j = \text{Fluxo de caixa gerado pelo projeto para o } j\text{-ésimo período (benefícios)} \\ n = \text{tempo final de duração do projeto.} \\ r = \text{Taxa de atratividade} \end{array} \right.$$

A equação de cálculo do VPL, a partir de sua definição, é dada por:

$$VPL = \left[\frac{FC_1}{(1+r)} + \frac{FC_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{FC_n}{(1+r)^n} \right] - FC_0$$

$$VPL = \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+r)^j} - FC_0$$

Podemos observar que o valor presente líquido de um fluxo de caixa qualquer (VPL), nada mais é do que o somatório do valor presente dos benefícios ou prestações (FC_j), descapitalizados para o momento “0”, menos o custo inicial da operação de investimento (FC_0).

A taxa que serve para a descapitalização dos fluxos (r), também denominada taxa de atratividade, representa o retorno exigido pelos investidores para entrar no projeto.

O objetivo do VPL é encontrar alternativas de investimento que valham mais do que custam para os patrocinadores. Encontrar alternativas de investimento que valham mais para os patrocinadores do que custam — alternativas que tenham um VPL positivo.

Seu cálculo reflete as preferências entre consumo presente e consumo futuro e a incerteza associada aos fluxos de caixa futuros.

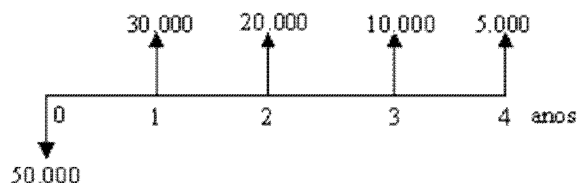
a) Regras de Utilização do VPL

Escolhida a taxa mínima de retorno (r), um investimento deve ser aceito se o VPL for positivo ($VPL > 0$) e rejeitado se o VPL for negativo ($VPL < 0$). Havendo mais de um projeto disponível que possa ser aceito, a escolha recairá naquele de maior VPL.

Importante! Um projeto com $VPL > 0$ indica que o valor presente dos benefícios esperados para o projeto é maior que seu custo. Por outro lado, um projeto com $VPL < 0$ indica que o valor presente dos fluxos de caixa esperados para este projeto é inferior ao seu custo.

Exemplos 01

1. A partir do fluxo de caixa abaixo, representativos de um projeto de investimento, calcule o VPL considerando uma taxa de desconto (atratividade) de (a) 10% e (b) 18%. Indique, para cada uma das taxas, se o projeto deverá ou não ser aceito.



2. Considerando que uma alternativa de investimento requeira um desembolso inicial de \$200.000 que propiciaria a geração de fluxos de caixa de \$75.000 por ano durante cinco anos, determine o VPL calculado a um custo do capital de 15% a.a.. O projeto seria viável?

4.2 – TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR)

A Taxa Interna de Retorno (TIR) é a taxa de desconto que iguala o VPL estimado de um investimento a zero. Ou seja, é a taxa de retorno do projeto de investimento.

Matematicamente, dado que o VPL é calculado por:

$$VPL = \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+r)^j} - FC_o$$

Aplicando-se o conceito da TIR na equação acima, onde a TIR é a taxa de desconto que torna o VPL = 0, têm-se:

$$VPL = \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+r)^j} - FC_o = 0$$

$$FC_o = \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+r)^j}$$

A partir desta equação, pode-se inferir que a TIR será a taxa de desconto ou retorno que iguala o valor presente dos fluxos futuros de um investimento ao seu custo inicial.

Calculada a TIR de um projeto, este será aceito se a taxa encontrada for superior à taxa de retorno exigida pelo investidor e rejeitado se for inferior a esta taxa. Havendo mais de um projeto disponível que possa ser aceito, a escolha recairá naquele de maior TIR.

a) Cálculo da TIR

O cálculo da TIR não é direto e, mesmo realizado mediante o uso de calculadoras financeiras, ou do Excel, constitui-se num processo de tentativa e erro.

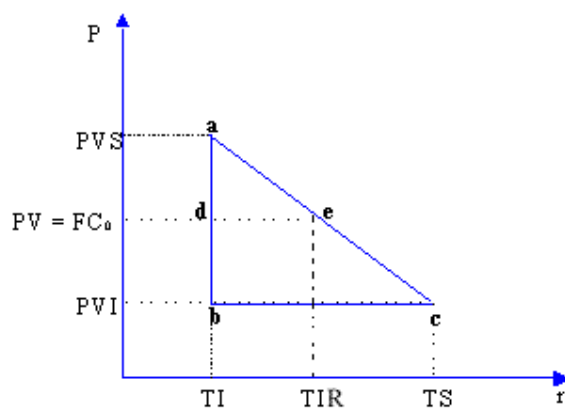
Para permitir maior agilidade nesse processo, utilizaremos um método denominado interpolação linear, baseado na equivalência de triângulos.

Inicialmente, vamos inferir sobre a relação entre a taxa de juros e o valor presente de fluxos de caixa e depois transpor esta relação geometricamente.

Podemos inferir, que a taxa de retorno (r) possui uma relação inversa com o custo inicial do projeto (FC_0), devido a encontrar-se no denominador da equação que transforma o somatório (Σ) dos fluxos futuros em valor presente e os iguala a FC_0 .

Assim, no processo de tentativa e erro para determinar a TIR, caso seja escolhida uma taxa de retorno maior do que a TIR verdadeira, o valor presente dos fluxos de caixa será menor do que FC_0 . Por outro lado, caso seja escolhida uma taxa de retorno menor do que a TIR verdadeira, o valor presente dos fluxos será maior do que FC_0 .

Representando a relação entre a taxa e o valor presente dos fluxos em termos geométricos, têm-se:



Na figura acima, podemos verificar que a TIR é a taxa (r) que iguala o valor presente (PV) dos fluxos de caixa futuros de um projeto ao seu custo FC_0 .

Se a taxa escolhida for superior (TS) a TIR, resultará em um valor presente inferior (PVI) ao FC_0 , dada sua relação inversa.

Se a taxa escolhida for inferior (TI) a TIR, resultará em um valor presente superior (PVS) ao FC_0 . Esta relação, demonstrada geometricamente, gera dois triângulos cuja razão dos lados (abc e ade) formam uma proporção, assim:

$$\frac{ab}{bc} = \frac{ad}{de}$$

Sendo no triângulo:

$$ab = PVS - PVI$$

$$bc = TS - TI$$

$$ad = PVS - FC_0$$

$$de = TIR - TI$$

Substituindo os valores na equação, temos:

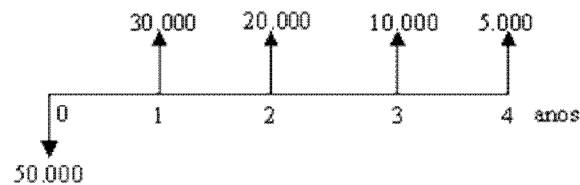
$$\frac{PVS - PVI}{TS - TI} = \frac{PVS - FC_0}{TIR - TI}$$

$$TIR = \frac{(PVS - FC_0) \cdot (TS - TI)}{(PVS - PVI)} + TI$$

Determinadas as variáveis; TS, TI, PVS e PVI, a equação pode ser aplicada para se obter a TIR.

Exemplos 02

1. Calcular a taxa interna de retorno do fluxo de caixa abaixo, representativo de um projeto de investimento, indicando se o mesmo deverá ou não ser aceito, caso a taxa de retorno exigida pelos investidores seja de 18% ao ano.



2. Considerando que uma alternativa de investimento requiera um desembolso inicial de \$200.000 que propiciaria a geração de fluxos de caixa de \$75.000 por ano durante cinco anos. Determine a TIR deste investimento. O investimento é viável considerando um custo de capital de 18% a.a.?

3. Calcule o VPL e a TIR de um projeto que requer um investimento inicial de R\$ 30.000,00 e produz um fluxo de caixa de R\$ 5.000,00 por ano, durante 12 anos. Determine a viabilidade do projeto de investimento, considerando um custo do capital igual a 8% a.a.

4.3 – MÉTODO DO PAYBACK

Muitas vezes é necessário sabermos o tempo de recuperação de um investimento. Ou seja, quantos anos decorrerão até que o valor presente dos fluxos de caixa previstos se iguale ao montante do investimento inicial. Dessa forma, o método do PAYBACK consiste em determinar o valor do tempo T na seguinte equação:

$$FC_o = \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+r)^T}$$

Este indicador é utilizado quando se deseja saber o tempo de recuperação do investimento. Tem maior utilidade na comparação entre várias alternativas de investimento, e não na análise de um só projeto. Utiliza-se o PAYBACK como um complemento do VPL e/ou da TIR.

Exemplos 03

1. Considerando que uma alternativa de investimento requeira um desembolso inicial de \$200.000 que propiciaria a geração de fluxos de caixa de \$75.000 por ano durante cinco anos. Determine o tempo de retorno do projeto.

2. Qual dos equipamentos mutuamente exclusivos, X ou Y, é mais adequado para realizar uma determinada operação? Considere um custo de capital de 10% a.a. e utilize os métodos do VPL, TIR e PAYBACK.

Equipamento	Investimento	Fluxo de caixa/ano	Vida útil
X	R\$ 12.000,00	R\$ 3.000,00	8 anos
Y	R\$ 13.000,00	R\$ 2.500,00	8 anos

ANÁLISE DE ALTERNATIVAS

A maioria dos investimentos empresariais tende a ser independente, ou seja, a escolha de um não impede a escolha de outro. Contudo, existem circunstâncias nas quais as alternativas competem entre si em seus propósitos específicos – são as chamadas alternativas excludentes. Se uma for escolhida as outras serão eliminadas por essa única decisão.

Vamos supor que uma empresa esteja analisando três alternativas de investimento: A, B e C. O custo do capital é de 9% a.a. e a vida útil das alternativas é de 7 anos. Admitamos que a qualidade das estimativas e a incerteza dos resultados sejam as mesmas nos três casos. As principais informações sobre as alternativas, encontram-se no quadro abaixo.

Alternativa	Investimento	Fluxo de Caixa Anual	Valor de Liquidação (7º ano)	VPL	TIR
A	R\$ 480,00	R\$ 113,00	R\$ 149,00		
B	R\$ 620,00	R\$ 125,00	R\$ 153,00		
C	R\$ 750,00	R\$ 165,00	R\$ 204,00		

- As três alternativas atendem a rentabilidade mínima de 9%.
- O método da TIR favorece a alternativa A, enquanto do ponto de vista do VPL a alternativa C é claramente a melhor.
- No caso de alternativas excludentes, a melhor alternativa seria a C. Apesar de ser uma alternativa mais cara, é a que cria maior valor em termos de valor presente.

Um procedimento usual na seleção e na comparação dos aspectos econômicos de alternativas excludentes é examinar o benefício que se obteria com uma mudança de investimentos menores para maiores.

- De A – B: Aumento de R\$ 140 no investimento com redução de R\$ 77 no VPL.
- De A – C: Aumento de R\$ 270 no investimento com aumento do VPL em R\$ 22. Além disso, o retorno desse investimento excede a rentabilidade desejada pela empresa, pois $TIR = 11,16\%$.

4.4 – MÉTODO DO CUSTO ANUAL EQUIVALENTE

Em determinados projetos ou serviços, os benefícios ou receitas dificilmente podem ser quantificados em termos monetários, entretanto os custos podem sê-los. Se existirem alternativas que produzem o mesmo serviço, quantificável ou não, a melhor delas será aquela que produzir os menores custos anualizados.

Muitas vezes, sobretudo em problemas de Engenharia Econômica, é mais fácil determinar os fluxos dos custos do que os de receitas. Por exemplo, se o problema consistir em escolher entre selecionar entre dois geradores que diferem entre si no tipo de combustível usado, gás natural ou energia elétrica? Como estimar os benefícios relacionados ao possível aumento de produtividade devido à instalação de um ar-condicionado central ou satisfação geral dos empregados?

O Custo Anual Equivalente (CAE) é basicamente um rateio uniforme, por unidade de tempo, dos custos de investimento, de oportunidade e operacionais das alternativas.

Exemplos 04

1. Uma empresa deseja adquirir um equipamento e no mercado existem duas marcas diferentes, A e B. O equipamento A custa R\$ 13.000,00 e tem vida útil de 12 anos, enquanto o equipamento B custa R\$ 11.000,00 e sua vida útil é de 8 anos. Qualquer que seja a marca escolhida, o benefício será o mesmo. R\$ 7.000,00/ano. O custo do capital da empresa é de 4% a.a.. Determine a melhor opção para a empresa.

2. Numa análise realizada em determinada empresa, foram detectados custos operacionais excessivamente elevados numa linha de produção, em decorrência da utilização de equipamentos velhos e obsoletos. Os engenheiros responsáveis pelo problema propuseram à gerência duas soluções alternativas.
 - A primeira consistindo numa reforma geral da linha, exigindo investimentos estimados em \$ 10.000, cujo resultado será uma redução anual de custos igual a \$ 2.000 durante 10 anos, após os quais os equipamentos seriam sucateados sem nenhum valor residual.
 - A segunda proposição foi a aquisição de uma nova linha de produção no valor de \$ 35.000 para substituir os equipamentos existentes, cujo valor líquido de revenda foi estimado a \$ 5.000. Esta alternativa deverá proporcionar ganhos de \$ 4.700 por ano, apresentando ainda um valor residual de \$ 10.705 após dez anos.

Sendo o custo do capital da empresa igual a 8% ao ano, qual das alternativas deve ser preferida pela gerência?

3. Uma empresa industrial pretende terceirizar durante 3 anos a fabricação de determinada peça. Um estudo mostrou que, se a peça for fabricada internamente. A produção de 8000 peças/ano exigirá um investimento inicial de R\$ 200.000,00 em equipamentos, além de custos operacionais totais de R\$ 18.000,00 por ano. Se a fábrica for terceirizada, o preço de compra é de R\$ 12 R\$/peça. Considerando um custo do capital de 8% ao ano, determine se a fabricação da peça deve ou não ser terceirizada.
4. Uma empresa está avaliando a aquisição de uma máquina que será utilizada no processod e produção. A máquina custa R\$ 73.000,00, tem uma vida útil de 10 anos e um valor residual previsto de R\$ 12.400,00. Os custos anuais de manutenção da máquina somam R\$ 11.000,00. Para operar a máquina é necessário somente um empregado com salário de R\$ 24/hora. A máquina tem capacidade de produção de 16 unidades por hora. O custo do capital empregado é de 12% ao ano. Determinar o custo anual equivalente da aquisição da máquina, sabendo que a produção anual é de 33200 unidades.
5. Uma empresa estuda a implementação de um sistema de transporte de material dentro de sua planta industrial. Existem três alternativas diferentes:
- Sistema manual:** requer contratação de uma grande equipe trabalho ao custo fixo de R\$ 1.050.000 por ano.
- Sistema de Empilhadeiras:** requer contratação de uma equipe menor de trabalhadores ao custo fixo de R\$ 100.000,00 por ano, mais a compra de 50 máquinas empilhadeiras ao custo de R\$ 40.000,00 cada. As empilhadeiras tem vida útil de 4 anos com valor residual de 10% de seu valor de aquisição. Os custos operacionais deste sistema são de R\$ 4.000,00 por ano para cada empilhadeira.
- Sistema de faixas transportadoras:** o sistema custa R\$ 3.000.000,00, tem vida útil de 7 anos com o valor residual de R\$ 1.000.000,00. Como esse sistema é bastante automatizado, requer um grupo muito pequeno de trabalhadores ao custo fixo de R\$ 50.000,00 por ano e gastos operacionais anuais de R\$ 40.000,00.

Considerando o custo de oportunidade de capital de 25% ao ano, e que as três alternativas geram benefícios iguais, analise as alternativas e determine o sistema que deverá ser selecionado.

6. Há 5 anos, uma empresa comprou uma máquina ao custo de R\$ 360.000,00. Hoje ela dispõe de duas opções: operar aquela máquina por mais 4 anos, ao término dos quais seu valor residual será zero, ou substituí-la hoje por uma máquina alugada mais moderna. Se for substituída, a máquina usada poderá ser vendida por R\$ 200.000,00. Supõe-se que a manutenção da máquina alugada corre por conta do arrendador e dispõe-se das seguintes informações sobre as duas opções no quadro abaixo.

Custos anuais	Máquina Nova	Máquina Antiga
Mão de obra	R\$ 300.000,00/ano	R\$ 250.000,00/ano
Materiais	R\$ 250.000,00/ano	R\$ 100.000,00/ano
Seguros	4% do valor inicial	Não há
Manutenção	R\$ 8.000,00/ano	Não há
Aluguel	Não há	R\$ 260.000,00

- a) Analise a melhor opção;
- b) Calcule o valor residual da máquina antiga que deixe a empresa indiferente diante das duas opções.

Boa Sorte!