

## **OS MÉTODOS QUANTITATIVOS DE ANÁLISE DE INVESTIMENTOS**

**Alexandre Assaf Neto**  
**Professor - Doutor do Departamento de**  
**Contabilidade e Atuária da FEA/USP.**

O estudo de avaliação de investimentos se refere basicamente às decisões de aplicações de capital em projetos que prometem retornos por vários períodos consecutivos.

O tema se insere no âmbito da administração financeira em longo prazo, promovendo repercussões importantes sobre o desempenho futuro da empresa e, ainda em termos agregados, sobre o crescimento da economia.

Uma empresa, em determinado instante, pode ser vista como um conjunto de projetos de investimento em diferentes momentos de execução. O seu objetivo financeiro, ao avaliar alternativas de investimento, é o de maximizar a contribuição marginal desses recursos de capital, promovendo o crescimento de sua riqueza líquida.

É importante ressaltar que o investimento de capital se apresenta geralmente como uma parte (algumas vezes pequena) do processo de tomada de decisões empresariais. Frequentemente, objetivos estratégicos se apresentam como fatores decisórios relevantes na seleção de projetos de investimentos. Esta realidade frustra, em diversos momentos, posições mais teóricas de se identificar as melhores alternativas a partir unicamente dos métodos quantitativos de avaliação de investimentos. Outros fatores de importância são também considerados na avaliação, permitindo incorporar um estudo de natureza qualitativa.

O segmento de investimento de capital é bastante complexo e amplo, envolvendo inúmeros critérios e métodos de análise. O presente trabalho não tem o intuito de abordar todas as suas partes. O objetivo básico é o de avaliar, dentro de um posicionamento mais crítico, os principais aspectos dos métodos quantitativos mais utilizados pelas empresas para análise de investimentos.

### **INFORMAÇÕES MÍNIMAS PARA AVALIAÇÃO DE INVESTIMENTOS**

O processo de avaliação de investimentos demanda uma série de informações financeiras, enunciadas segundo diversos critérios. Da mesma forma, diferentes estados de mercado e da economia interferem nos critérios de análise de investimentos.

As informações mínimas necessárias são descritas, em seus aspectos essenciais, a seguir.

#### **a) Fluxo de Caixa Líquido**

A avaliação de investimento é executada a partir de fluxo líquido de caixa, medido, para cada período do intervalo de tempo, pela diferença entre os fluxos de entrada e os de saída de caixa. Nestes fluxos são computadas somente os movimentos efetivos de recursos, com reflexos financeiros sobre o caixa, desprezando-se receitas e despesas de natureza eminentemente contábil (depreciação, amortização, reavaliação patrimonial, entre outros resultados que não são pagos ou recebidos em termos de caixa).

A análise de investimento é processada com base em fluxos de caixa, sendo o dimensionamento desses valores considerado como o aspecto mais importante da decisão. A representatividade dos resultados de um investimento é bastante dependente do rigor e confiabilidade com que os fluxos de caixa foram estimados.

A decisão de se avaliar projetos de investimento com base nos resultados de caixa, e não a partir do lucro, é devida a uma necessidade econômica, revelando a efetiva capacidade da empresa em remunerar o capital aplicado e reinvestir os benefícios gerados.

### **b) Valores Incrementais**

Os fluxos de caixa são computados em seus valores incrementais, ou sejam, pelos fluxos de entrada e saída de caixa que se originam da decisão de investimento em consideração. Isto equivale a concluir que, inexistindo o investimento, os fluxos de caixa atribuíveis à proposta deixam de existir.

O fluxo de caixa incremental adotado como modelo básico na análise de investimento apresenta-se genericamente com a seguinte estrutura:

$$FC = [\Delta ROP - IR(\Delta ROP)] + \Delta DND$$

$$FC = \Delta ROP \times (1 - IR) + \Delta DND$$

onde:

$\Delta FC$  = Fluxo de caixa incremental;

$\Delta ROP$  = resultado operacional incremental;

IR = alíquota de imposto de renda aplicável sobre o resultado operacional incremental;

$\Delta DND$  = despesas não desembolsáveis incrementais (depreciação, basicamente)

### **c) Taxa Mínima de Atratividade**

Na seleção de investimento é necessária a definição prévia da taxa de retorno exigida, isto é, a taxa de atratividade econômica do projeto.

Ao se trabalhar com métodos de fluxo de caixa descontado, a taxa de atratividade constitui-se no parâmetro de avaliação dos projetos, a meta econômica mínima a ser alcançada.

No método do valor presente líquido, a taxa de atratividade é o percentual de desconto dos fluxos de caixa. Sendo o valor presente das entradas menos o das saídas de caixa positivo, há indicação técnica de aceitação do investimento. Em caso contrário, deve ser rejeitado.

No método da taxa interna de retorno, a taxa de atratividade é comparada com o retorno calculado, indicando aceitação quando esta última for, pelo menos, igual à taxa de desconto utilizada.

## **4) Outras Informações**

Outras informações a respeito do processo de investimento devem ser levadas em consideração na análise.

\* Origens das Propostas: expansão, lançamento de novos produtos, modernização, instalação, realocação.

\* Tipos de Investimentos: independentes, economicamente dependentes, mutuamente excludentes, restrições orçamentárias.

É preciso levar em conta, ainda, os aspectos de risco inerentes a todo projeto. Como os investimentos são decisões tomadas fundamentalmente em relação ao futuro, é sempre necessário que se inclua uma avaliação do risco no estudo da viabilidade econômica.

Por exemplo, os fluxos de caixa definidos para as decisões de investimento são valores previstos de ocorrer ao longo de determinado período de tempo futuro, estando associados, evidentemente, às incertezas inerentes às previsões.

Existem diversos métodos de Matemática e Estatística usada para se avaliar o risco de um investimento, buscando todos eles conhecer a probabilidade de ocorrência de determinado estado de natureza e seus resultados. Algumas técnicas e métodos bastante adotados são: Medidas Estatísticas de Distribuição, Distribuição de Probabilidades, Método de Monte Carlo, Árvores de Decisão (adotada em decisões

seqüenciais), Simulação etc.

Muitas vezes, a unidade decisória adotada, de maneira mais simplificada, o incremento da taxa de retorno exigida do investimento como critério de avaliação de risco. Dependendo de certas circunstâncias, esta medida nem sempre é adequada.

A moderna teoria de Finanças vem incorporando, nas decisões de investimento em condições de risco, o método do CAPM - "Capital Asset Pricing Model", ou Modelo de Precificação de Ativos. O CAPM, em essência, define a remuneração pelo risco através da taxa adotada pelo mercado.

Tratando-se principalmente da economia brasileira, é necessário incluir-se a inflação nas decisões de investimento como um fator de maior risco. Os problemas mais relevantes da inflação são a dificuldade em prever os seus valores e maior complexidade em considerá-la tecnicamente no processo de análise.

Dentro da influência da inflação sobre a análise de investimento, a sua inclusão é tratada na definição da taxa de desconto a ser utilizada na avaliação dos benefícios e, mais intensamente, sobre os resultados de caixa gerados no tempo.

Diante do exposto, os fluxos de caixa das alternativas de investimento podem se apresentar expressos sob diferentes formas:

Fluxos de Caixa Nominais - encontram-se expressos em valores correntes da época de sua ocorrência;

Fluxos de Caixa Constantes - os valores apresentam o mesmo poder de compra, ou seja, estão referenciados em moeda de mesma capacidade aquisitiva;

Fluxos de Caixa Descontados - Os valores encontram-se todos atualizados para a data presente através de uma taxa de desconto definida para o investimento.

### MÉTODOS DE ANÁLISE

São definidos a seguir os métodos quantitativos de análise de investimento mais utilizados.

#### Valor Presente Líquido (NPV)

Reflete a riqueza em valores absolutos do investimento medida pela diferença entre o valor presente das entradas de caixa e o valor presente das saídas de caixa, isto é:

$$NPV = \left[ \frac{E_1}{(1+K)} + \frac{E_2}{(1+K)^2} + \dots + \frac{E_n}{(1+K)^n} \right] - \left[ S_0 + \frac{S_1}{(1+K)} + \dots + \frac{S_n}{(1+K)^n} \right]$$

Conseqüentemente:

$NPV = \left[ \sum_{j=1}^n \frac{E_j}{(1+K)^j} \right] - \left[ S_0 + \sum_{j=1}^n \frac{S_j}{(1+K)^j} \right]$
---

Onde:

E = Fluxos esperados de entrada de caixa, ou seja, fluxos operacionais líquidos de caixa gerados pelo investimento;

S = Fluxos de saída de caixa (investimento);

K = taxa de atratividade do investimento usada para atualizar o fluxo de caixa.

O método do NPV exige a definição prévia desta taxa para descontar os fluxos de caixa.

O NPV, desta forma, é determinado descontando-se os fluxos financeiros pela taxa de atratividade

(taxa de retorno exigida) definida para o projeto, apurando-se assim o retorno econômico esperado.

O critério de aceitação-rejeição do método é bastante simples: é considerado atraente todo investimento que apresente um IPV maior ou igual a zero. Projetos com NPV negativo indicam um retorno inferior à taxa mínima requerida, revelando ser economicamente desinteressante sua aceitação.

### Taxa Interna de Retorno (IRR)

A taxa interna de retorno (IRR) representa a taxa de desconto (taxa de juros) que iguala, num único momento, os fluxos de entrada com os de saída de caixa. Em outras palavras, é a taxa de juros que produz um NPV = 0.

Genericamente, a IRR é representada, supondo a atualização de todos os valores de caixa para o momento zero, da forma seguinte:

$$So = \left[ \sum_{j=1}^n \frac{S_j}{(1+K)^j} \right] = \sum_{j=1}^n \frac{E_j}{(1+K)^j}$$

Onde:

1 = taxa de rentabilidade equivalente periódica (IRR).

Pelo enunciado, para o cálculo da taxa interna de retorno é necessário o conhecimento do dispêndio de capital (ou dispêndios, caso o investimento esteja prevendo mais de uma aplicação de capital) e dos fluxos líquidos de caixa gerados exclusivamente pela decisão.

A IRR reflete a rentabilidade relativa (percentual) de um projeto de investimento expressa em termos de uma taxa de juros equivalente periódica.

A aceitação ou rejeição do investimento com base neste método é definida pela comparação que se faz entre a IRR encontrada e a taxa de atratividade exigida pela empresa. Se a IRR exceder a taxa mínima de atratividade o investimento é classificado como economicamente atraente. Caso contrário, há recomendação técnica de rejeição.

### Índice de Lucratividade (IL) e Taxa de Rentabilidade (TR)

O índice de lucratividade (IL) é medido pela relação entre o valor atualizado dos fluxos operacionais líquidos de entrada de caixa e os de saída de caixa (investimentos), ou seja:

$$IL = \frac{\sum_{j=1}^n \frac{E_j}{(1+K)^j}}{So + \sum_{j=1}^n \frac{S_j}{(1+K)^j}}$$

Indica, para cada \$1 aplicado em determinado investimento, quanto a empresa apurou de retorno, expressos todos os resultados em valores atualizados pela taxa mínima de atratividade.

Quando o índice de lucratividade for superior a 1,0, indica um valor presente líquido maior que zero, revelando ser o projeto economicamente atraente. Em caso contrário, IL menor que 1,0, tem-se um indicativo de desinteresse pela alternativa, a qual produz um valor atualizado de entrada de caixa menor que o de saída (NPV negativo).

Por outro lado, a taxa de rentabilidade (TR) consiste na relação entre o NPV, determinado a partir da taxa de atratividade, e o valor atualizado dos dispêndios de capital.

Genericamente, tem-se:

$$TR = \frac{NPV}{S_0 + \sum_{j=1}^n \frac{S_j}{(1+K)^j}}$$

Os dois métodos são representativamente bastante próximos, sendo conhecidos também por relação **custo/benefício**.

### Período de “Payback”

Apesar de não ser um método baseado no critério de fluxo de caixa descontado, o período de “Payback” se destaca pela sua simplicidade e ampla utilização pelas unidades decisórias.

O método consiste, em essência, no cálculo do prazo necessário para que o montante do dispêndio de capital efetuado seja recuperado através dos fluxos líquidos de caixa gerados pelo investimento.

### O “payback” convive com duas deficiências:

- não leva em conta os fluxos de caixa que ocorrem após o período de “payback”;
- não leva em conta as magnitudes dos fluxos de caixa e sua distribuição nos períodos que antecedem ao período de “payback”.

Diante dessas restrições, é recomendado que o período de “payback” seja determinado através do critério de fluxo de caixa descontado, sendo a dimensão do “payback” o tempo gasto para que o NPV passe de negativo para positivo.

No processo de decisão, o período de “payback” é comparado com o padrão estabelecido pela empresa. Excedendo ao limite fixado, o investimento apresenta indicações de rejeição. A aceitação se revela quando o “payback” for inferior ao padrão.

## ANÁLISE COMPARATIVA DOS MÉTODOS PARA UM ÚNICO INVESTIMENTO

Um projeto de investimento tratado individualmente é classificado como atraente se apresentar NPV positivo, ou IRR superior (ou igual) à taxa mínima de retorno requerida, ou um IL maior que 1, O (ou ainda uma TR positiva).

Para um único projeto de investimento, ou para projetos independentes (que podem ser implementados ao mesmo tempo), os métodos de análise que levam em conta os fluxos de caixa descontados convergem sempre para a mesma decisão. Ilustrativamente, admita o seguinte investimento:

PERÍODOS					
0	1	2	3	4	5
-\$1.200,00	\$200,00	\$400,00	\$400,00	\$600,00	\$600,00

Definindo-se em 15% a taxa periódica de atratividade para o investimento, têm-se os seguintes resultados dos métodos de avaliação:

--

NPV	IRR	IL	TR	"Payback"
\$180,73	20,2%	1,15	15,0%	4,4 anos

$$* NPV = [ \frac{200,00}{(1+i)} + \frac{400,00}{(1+i)^2} + \frac{400,00}{(1+i)^3} + \frac{600,00}{(1+i)^4} + \frac{600,00}{(1+i)^5} ] - 1.200,00$$

$$NPV = \$1.380,73 - \$1.200,00 = \$180,73$$

$$* 1.200,00 = [ \frac{200,00}{(1+i)} + \frac{400,00}{(1+i)^2} + \frac{400,00}{(1+i)^3} + \frac{600,00}{(1+i)^4} + \frac{600,00}{(1+i)^5} ]$$

IRR (i) = 20,2% ao período

\*  $IL = \$1.380,73 / \$1.200,00 = 1,15$

\*  $TR = \$180,73 / \$1.200,00 = 15,0\%$

\* "Payback" =  $(\$1.200,00 / \$1.380,73) \times 5 \text{ anos} = 4,4 \text{ anos}$ .

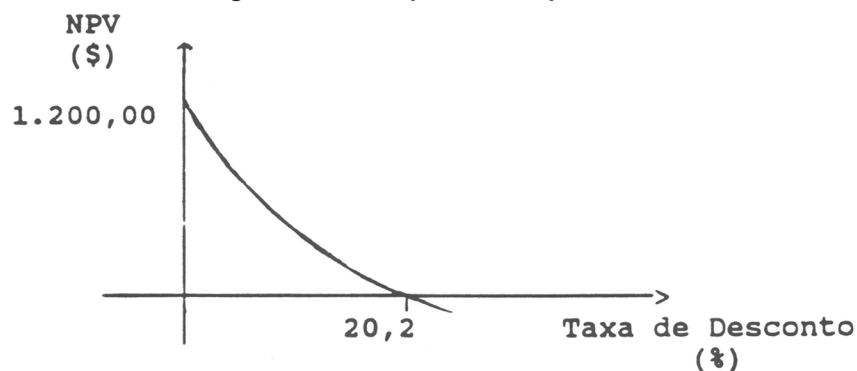
Pelos métodos emvolvendo fluxos de caixa descontados, o projeto é classificado como atraente por todos. Apresenta um NPV positivo, indicando um retorno em excesso em relação ao ganho exigido. A IRR supera a taxa de atratividade definida, revelando uma rentabilidade acima da mínima desejada. O IL é maior que 1,0, que representa o ponto de corte entre aceitação-rejeição deste método. Um IL maior 1,0 corrobora, conforme comentou-se, os resultados positivos demonstrados pelo NPV e IRR. Em consequência, a TR é também positiva, atingindo a 15,0%.

Finalmente, o período de "payback", revela, em valores atualizados, uma expectativa de retorno financeiro de aproximadamente 4,4 anos. Este resultado deve ser comparado com o limite-padrão fixado pela empresa.

Desta maneira, trabalhando-se com um único projeto de investimento, a aplicação dos métodos de avaliação é processada de maneira bastante simples tendo como característica a total coincidência em termos de decisão.

Os resultados do NPV e IRR podem ser graficamente representados pela Figura 1 abaixo.

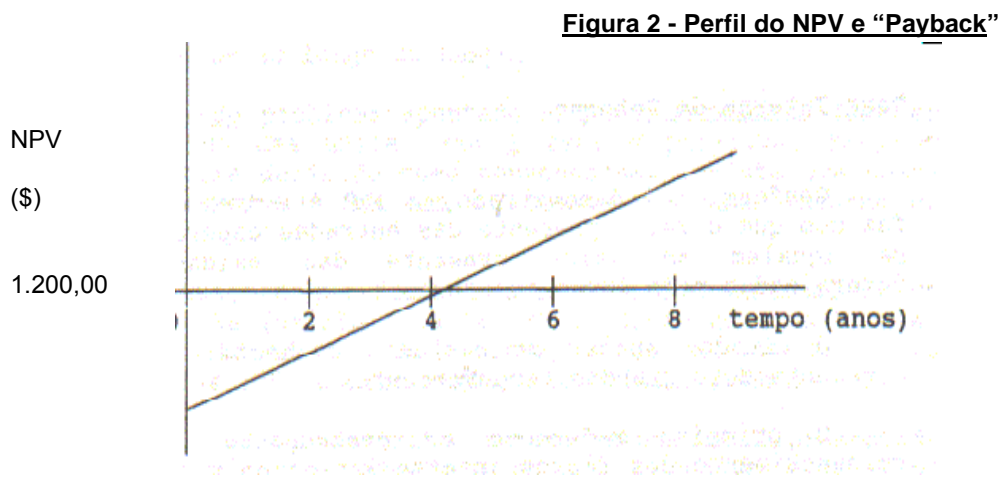
Figura 1 - Desempenho Comparativo: NPV x IRR



O gráfico comparativo do NPV e IRR permite representar o perfil do investimento e suas características de retorno. O eixo horizontal incorpora diferentes taxas de desconto a serem aplicadas aos fluxos de caixa. O eixo vertical determina o valor presente líquido obtido a partir de cada taxa de desconto descrita. O NPV é apurado para um intervalo de taxas razoavelmente amplo, permitindo refletir uma linha de comportamento bastante representativa.

Observe que o NPV decresce à medida que o percentual de desconto se eleva. A linha do NPV corta o eixo horizontal à taxa de 20,2%, ponto em que o NPV é nulo, indicando ser esta a IRR do investimento. Taxas de desconto acima deste valor produzem NPV negativos, indicando o desinteresse pela alternativa.

Na figura 2 processa-se uma comparação entre o valor presente líquido e o período de “payback”.



No momento inicial ( $t_0$ ) o NPV é negativo e igual ao valor do investimento de \$1.200,00. O NPV vai se incrementando ao longo do tempo de conformidade com a execução dos benefícios de caixa do investimento.

Para a recuperação total do investimento, indicado pela presença de um NPV nulo, são necessários, conforme calculado anteriormente, 4,4 anos. Esta marca temporal é indicada no gráfico através do ponto de interseção entre a linha do “payback” e o eixo horizontal do tempo.

Por outro lado, ao se analisar comparativamente dois ou mais projetos de investimento, os métodos quantitativos podem ser conflitantes em termos de decisão, recomendando alguns a aceitação e outros a rejeição de um mesmo investimento. É perfeitamente possível, em determinadas circunstâncias, deparar-se com situações em que o NPV classifica um determinado investimento X como o mais atraente; a IRR indica o desinteresse econômico dessa alternativa e seleciona o investimento Y como o que deve ser aceito; a TR, por sua vez, demonstra maior interesse pelo investimento Z, e assim por diante.

Nestas condições, a decisão ótima fica bastante prejudicada, impedindo que se alcance o objetivo de maximização da riqueza segundo um único critério.

Os itens seguintes deste trabalho abordam uma análise comparativa dos métodos quantitativos de avaliação de investimentos voltados para a obtenção de uma única decisão ótima.

## ANÁLISE CRÍTICA

### Taxa Interna de Retorno

Conforme foi demonstrado, a IRR é a taxa de juros que faz com que o valor presente das entradas esperadas de caixa se iguale ao valor presente das saídas de caixa determinadas pelo investimento.

O método, apesar de bastante conhecido e intuitivo, apresenta dois grandes inconvenientes.

O primeiro refere-se ao pressuposto implícito de reinvestimento dos fluxos intermediários de caixa à própria taxa interna  $i$  encontrada. Este pressuposto apresenta-se de difícil execução prática, somente verificada em algumas situações especiais.

Por exemplo, se uma empresa fizer um desembolso imediato de \$ 3.000,00 na expectativa de receber \$700,00 ao final de um ano, \$900,00 em dois anos, \$1.400,00 em três anos e \$1.700,00 em quatro anos, a taxa de retorno (IRR) esperada deste investimento atinge a 17,5% ao ano.

Esta taxa, no entanto, apesar de corretamente calculada, somente é verdadeira ao se admitir que todos os fluxos de caixa determinados pelo investimento sejam automaticamente reinvestidos à própria IRR de 17,5% ao ano até o final da vida do projeto.

Assim, ao se reinvestir os fluxos de entradas de caixa (benefícios de caixa) a IRR de 17,5% apura-se o montante de \$5.723,12 ao final do 4<sup>o</sup>. ano, o qual, confrontado geometricamente com o investimento de \$3.000,00 no momento inicial, revela uma taxa equivalente anual de 17,5%.

No entanto, ao se admitir o reinvestimento destes fluxos de entrada de caixa à taxa de 10% ao ano, por exemplo, chega-se a um montante de \$5.260,70 ao final do 4<sup>o</sup>. ano, apurando-se uma taxa equivalente composta de 15,0% ao ano.

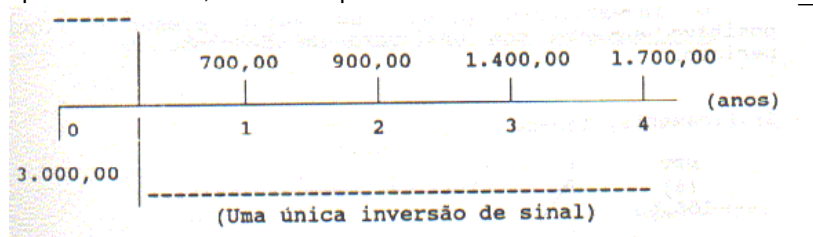
Logo, verifica-se que a IRR somente faz sentido se os fluxos de caixa puderem ser automaticamente reaplicados à própria taxa interna de juros calculada. Reinvestimento à taxa de juros inferiores, situações geralmente verificadas na prática, promovem uma redução da IRR calculada.

A taxa interna de retorno, quando usada para interpretar a taxa de retorno de um investimento, é entendida como dependente unicamente dos fluxos de caixa da alternativa de investimento em consideração, não levando em conta as suposições com relação às taxas de reinvestimento destes valores ao longo do tempo.

O segundo problema apontado é que o método da IRR nem sempre produz uma única taxa  $i$  real e positiva. Para um fluxo de caixa definido como convencional (existe uma única inversão de sinal) há uma e somente uma taxa interna de retorno.

E, situações que fogem a estrutura convencional de um fluxo de caixa (existe mais de uma inversão de sinal), além de uma só taxa interna de retorno, podem existir situações com múltiplas IRR ou, até mesmo, não existir nenhuma IRR.

A ilustração descrita anteriormente e representada através do diagrama do fluxo de caixa abaixo é do tipo convencional, indicando que a IRR existe e é única.



$$3.000,00 = \frac{0,00}{(1+i)} + \frac{900,00}{(1+i)^2} + \frac{1.400,00}{(1+i)^3} + \frac{1.700,00}{(1+i)^4}$$

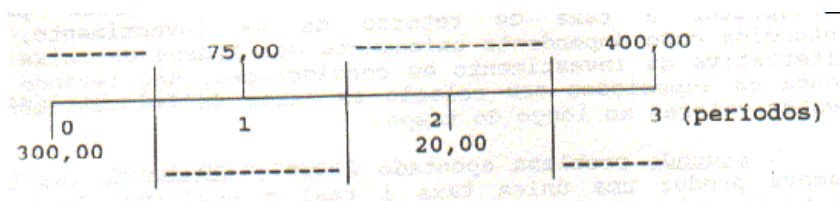
Resolvendo-se:

$i$  (IRR) = 17,5% ao ano



Os exemplos anunciados a seguir visam ilustrar numericamente os fluxos de caixa não—convencionais e seus possíveis resultados pelo uso do método da IRR.

**Investimento Não-Convencional Com Uma Única IRR**



(Mais de Uma Inversão de Sinal)

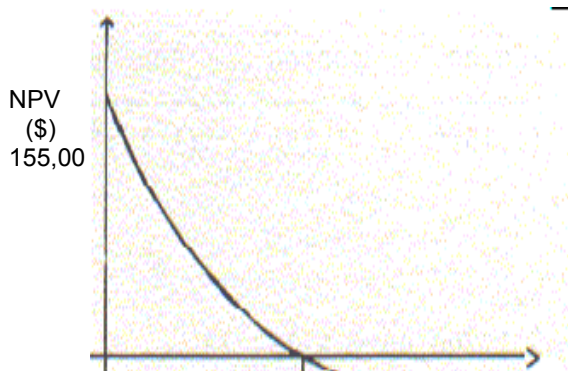
$$-300,00 + \frac{75,00}{(1+i)} + \frac{20,00}{(1+i)^2} + \frac{400,00}{(1+i)^3} = 0$$

Resolvendo-se:

I (IRR) = 16,9% ao período

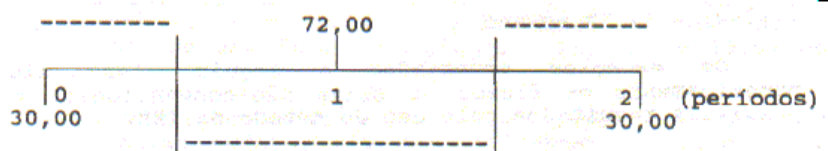
O investimento produz um valor presente líquido positivo somente com uma taxa de desconto de 16,9% ao período.

Graficamente, tem-se:



16,9 Taxa de Desconto (%)

• **Investimento Não-Convencional com Múltiplas IRR**

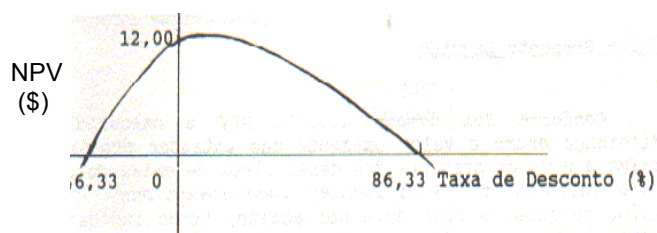


(Mais de Uma Inversão de Sinal)

$$\begin{array}{r} -30,00 = +72,00 \quad 30,00 \\ \hline (1+i) \quad (1+i)^2 \end{array}$$

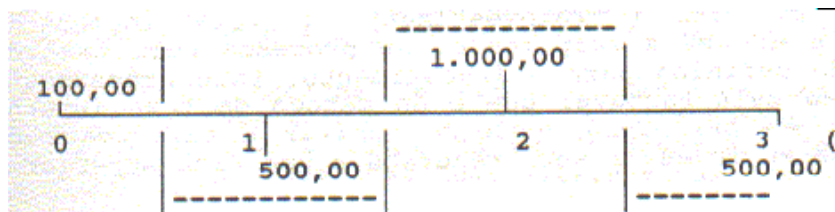
$IRR_1 = +86,33\%$  ao período

$IRR_2 = -46,33\%$  ao período



O valor presente líquido se anula com mais de uma taxa de juros, indicando a existência de múltiplas IRR.

**Investimento Não-Convencional com IRR Indeterminada**



(mais de Uma Inversão de Sinal)

$$\begin{array}{r} 50 \quad 0,00 \quad 1.000,00 \quad 500,00 \\ 100 - \frac{\quad}{(1+i)} + \frac{\quad}{(1+i)^2} - \frac{\quad}{(1+i)^3} = 0 \end{array}$$

$i(IRR) =$  indeterminado (não há solução).

A linha do NPV não corta o eixo horizontal em nenhuma parte, apresentando-se sempre maior que zero qualquer que seja a taxa de desconto utilizada.

Existem diversos critérios que objetivam interpretar a existência de múltiplas taxas de retorno. Apesar do fundamento lógico que costumam apresentar, os métodos não conseguem proporcionar resultados irrefutáveis. Nestas condições, é proposto que o método da IRR seja válido somente para investimentos convencionais, ou seja, para aqueles que apresentam uma única inversão de sinal em seus fluxos de caixa.

Ao se tratar de fluxos de caixa não-convencionais, sugere-se a utilização de outros métodos de análise de investimentos, notadamente o valor presente líquido.

### Valor Presente Líquido

Conforme foi demonstrado, o NPV é calculado pela diferença entre o valor presente das entradas previstas de caixa e o valor presente dos desembolsos de caixa requeridos pelo investimento. Basicamente, todo investimento com NPV maior ou igual a zero deve ser aceito, tendo indicativo de rejeição todos aqueles com NPV negativo.

Para uma determinada alternativa de investimento, o NPV indica a riqueza em excesso aos dispêndios determinados pelo projeto.

Identicamente ao método da IRR, o NPV admite o pressuposto do reinvestimento automático dos fluxos de caixa. A diferença básica, no entanto, é que no método da IRR está implícito o reinvestimento à taxa interna calculada, e no NPV a replicação se processa pela taxa de atratividade definida para o investimento. Este pressuposto do NPV é bem mais razoável que o do método da taxa interna de retorno; em princípio, pode-se admitir a capacidade de toda empresa em investir seus recursos a uma taxa superior à de mercado.

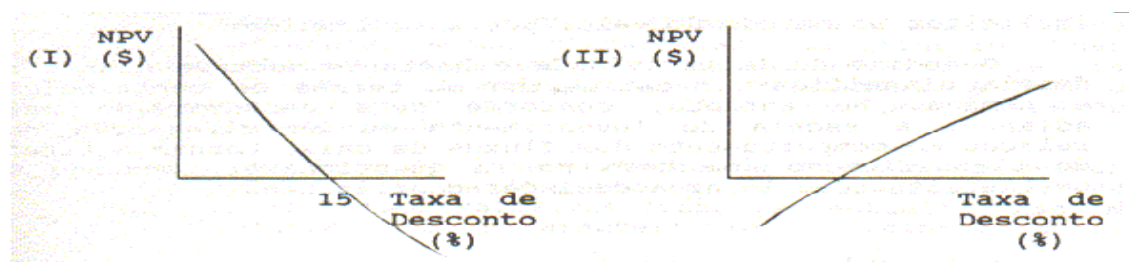
Uma dificuldade notada na aplicação do método do valor presente líquido é que seu significado nem sempre é corretamente compreendido pela unidade decidual. O entendimento da taxa interna de retorno, expressa em porcentagem, é bem mais intuitiva ao analista, facilitando a classificação dos investimentos.

Uma outra argumentação da dificuldade do NPV ser mais difundido como método de análise de investimento, é a necessidade de determinação prévia de uma taxa de desconto (Taxa de Atratividade). Isto é ilusório, pois a IRR precisa identicamente ser comparada com a taxa de retorno exigida pelo investimento.

Em suma, o método do valor presente líquido é admitido como o mais seguro e adequado tecnicamente em relação à IRR. É mencionado que a riqueza de um investimento é melhor mensurada em valores absolutos, e não em valores relativos.

### Extensões ao Perfil dos Métodos do NPV e IRR

Com o intuito de melhor compreender-se a relação entre o NPV e a IRR é interessante descrever-se graficamente os resultados dos fluxos de caixa de um investimento interpretado sob dois ângulos: aplicação de capital e tomada de capital emprestado.



O gráfico I é representativo de um aplicador de capital que procura uma taxa de retorno de 15% ao período. O gráfico II fixa-se na posição de um tomador de capital que obtém emprestado recursos a um custo de 15% ao período.

A taxa interna de retorno, definida como a taxa de juros que iguala o NPV a zero, é representada graficamente pelo ponto que a linha do valor presente líquido corta o eixo das abscissas. Nas duas alternativas,  $IRR = 15\%$ .

No gráfico 1 o NPV decresce à medida que a taxa de descontos se eleva, apresentando valores positivos até 15%. Para esta taxa o NPV se anula, indicando a IRR da alternativa. Taxas maiores que 15% produzem um valor presente negativo, indicando ser economicamente desaconselhável a alternativa para o aplicador.

Apesar do gráfico II ter sido elaborado a partir do mesmo exemplo, os valores de caixa apresentam sinais invertidos, resultando em curva também inversa em relação ao gráfico 1. Esta taxa de 15% para quem toma capital emprestado é a taxa mínima que deve ser auferida na aplicação desses recursos. Taxas de desconto menores que 15% ao período produzem NPV negativo, e maiores que 15%, NPV positivo. Em conclusão, a IRR de 15% é a menor taxa de desconto que produz um valor presente líquido positivo ao tomador do empréstimo.

### Índice de Lucratividade

O índice de lucratividade (IL) é determinado pela divisão entre o valor presente dos benefícios de caixa e o valor presente dos desembolsos exigidos pelo investimento.

O IL, assim como as taxas de rentabilidade (TR), podem ser consideradas como variantes do NPV, proporcionando resultados idênticos em relação às decisões de aceitar-rejeitar alternativas de investimentos independentes. Apresentam ainda as mesmas vantagens e pressupostos implícitos no método do valor presente líquido.

O índice de lucratividade é bastante adotado quando se deseja classificar investimentos em termos de contribuição econômica. No entanto, conforme será desenvolvido mais adiante, a escala do investimento ou as diferenças com relação ao comportamento dos fluxos de caixa tornam a tarefa de classificação com base no IL questionável, podendo em certas situações levar a decisões conflitantes.

### PROJETOS COM DIFERENTES TAMANHOS

Resultados conflitantes com relação à aplicação dos métodos quantitativos de análise podem ocorrer quando as magnitudes dos investimentos (e também dos benefícios econômicos de caixa) se apresentarem desiguais.

Para ilustrar as características desta situação, admita duas alternativas de investimento conforme identificadas a seguir. A taxa de retorno requerida para estes investimentos é de 20% ao período.

#### PERÍODOS

INV	O	1	2	3	N	PV	IRR	IL			
A	\$450.000	\$3	20.000	\$2	30.000	\$1	80.000	\$8	0.555,60	32,5%	1,18
B	\$900.000	\$3	60.000	\$2	50.000	\$9	00.000	\$9	4.444,40	25,6%	1,10

Ao se considerar as duas alternativas de investimento como independentes (a decisão com relação a um investimento não afeta o outro), não há nenhum conflito nos resultados apurados. Todos os métodos convergem para a atratividade econômica dos dois investimentos através do NPV positivo,

IRR maior que a taxa de retorno requerida e IL positivo e superior a 1,0.

Não se verificando restrições de natureza técnica ou orçamentária, os dois projetos de investimento podem ser aceitos (implementados simultaneamente) como decorrência dos resultados positivos computados pelos métodos de análise.

Por outro lado, se os investimentos forem classificados como mutuamente excludentes, a escolha de uma alternativa elimina a possibilidade de se implementar a outra, mesmo que todas demonstrem atratividade econômica.

Avaliando os resultados da análise efetuada sobre os investimentos, evidencia-se uma situação decisória de conflito. Pelo método do NPV, a alternativa B apresenta-se como mais atraente, sendo classificada em primeiro lugar pelo maior montante esperado de riqueza. Inversamente, os métodos da IRR e do IL selecionam o investimento A como o mais atraente, proporcionando a melhor taxa percentual de retorno e lucratividade.

Esta dualidade de interpretação na seleção da melhor alternativa decorre em razão principalmente do método da IRR ser expresso em termos relativos (taxa percentual) e não em valores absolutos, como é característica do valor presente líquido.

Observe que o desembolso de capital de B é o dobro de A, e a IRR, por se apresentar referenciada em porcentagem, não leva em conta esta disparidade de tamanho. Em termos de riqueza absoluta, inerente ao método do NPV, é mais atraente apurar-se um resultado de 25,6% sobre \$900.000,00, do que de 32,5% sobre \$450.000,00.

Uma ou outra maneira bastante esclarecedora de enfocar este problema é efetuar uma análise

incremental dos investimentos. A diferença entre os projetos B e A é que B exige um investimento de \$450.000,00 maior, prometendo em consequência fluxos de caixa adicionais de \$40.000,00, \$20.000,00 e \$720.000,00, respectivamente, ao final dos próximos três períodos, isto é:

	PERÍODOS			
	0	1	2	3
INVEST.B:	-\$900.000,00	\$360.000,00	\$250.000,00	\$900.000,00
INVEST.A:	-\$450.000,00	\$320.000,00	\$230.000,00	\$180.000,00
VALORES INCREMENTAIS-	\$450.000,00	\$40.000,00	\$20.000,00	\$720.000,00 (B-A)

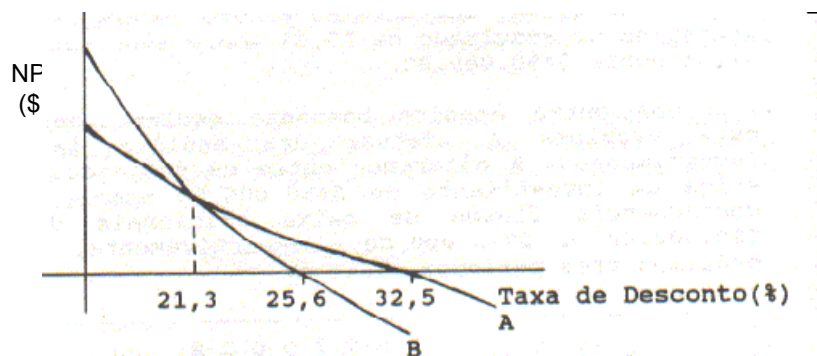
Apurando-se o valor presente líquido e a taxa interna de retorno do investimento incremental, chega-se aos seguintes resultados positivos em termos de atratividade dos investimentos:

- \*  $\Delta$  NPV = \$13.888,90 (valor presente líquido incremental)
- \*  $\Delta$  IRR = 21,3% ao período (taxa interna de retorno incremental).

O NPV incremental define a riqueza adicional rescindida pelo investimento B de maior escala. Em outras palavras, é o custo máximo a que o investimento B pode se elevar para que mantenha a sua preferência em relação a A.

A IRR representa a taxa de juros que torna os dois investimentos e equivalentes em termos de atratividade econômica, produzindo o mesmo valor presente líquido. Esta taxa é reconhecida por intercessão de Fisher. Para uma taxa de desconto de até 21,3% ao período, o investimento B é preferível a A, apresentando maior riqueza líquida. A partir de 21,3%, no entanto, o investimento A passa a ser o mais atraente.

Em termos gráficos, tem-se o seguinte comportamento dos investimentos A e B:



Como a taxa mínima de atratividade para os investimentos é de 20% ao período, a alternativa B é a que promove, para esta taxa de desconto, o maior valor presente líquido, sendo, portanto, a melhor opção econômica de investimento.

Na situação descrita de conflito decisório em projetos com disparidade de tamanho, o método do NPV é aceito como o que produz as melhores recomendações. A aplicação do IRR identifica algumas dificuldades em relação à seleção das alternativas, pois o método não leva em conta a escala do investimento.

**NPV e IL Aplicados em Investimentos mutuamente Excludentes**

Foi observado anteriormente que o índice de lucratividade produz as mesmas conclusões do método do NPV.

Na análise de investimentos independentes, o uso do IL é simples. Aceita-se todo projeto que apresenta índice superior a 1,0, o que indica um NPV maior que zero.

Em alternativas mutuamente excludentes, no entanto, a escolha do investimento com maior índice de lucratividade pode não refletir a melhor decisão. As razões são as mesmas apontadas anteriormente para o método da IRR: disparidade de tamanho dos investimentos e diferenças com relação à evolução dos fluxos de caixa ao longo do tempo.

Na ilustração desenvolvida anteriormente, observa-se que as indicações de seleção dos métodos não são coincidentes. Pelo NPV escolhe-se o investimento B, e pelo IL a alternativa A é a selecionada.

Uma vez mais a falha é verificada no fato do método não levar em consideração a escala do investimento, como é efetuado pelo NPV. Na análise incremental realizada, tem-se o seguinte índice:

$$AIL = \$463.888,90 / \$ 450.000,00 = 1,03$$

O índice de lucratividade incremental é superior a 1,0, indicando a atratividade do investimento.

A melhor decisão pode ser mais facilmente tomada selecionando-se a alternativa com maior valor presente líquido. A análise incremental corrobora a recomendação do método do valor presente líquido.

Por outro lado, em situações que envolvem investimentos com disparidade mas que produzem o mesmo valor presente líquido, a orientação de superioridade do método do NPV pode ser questionada.

Para ilustrar esta situação, são apresentados a seguir os investimentos C e D, para os quais está definida uma taxa mínima de atratividade de 20% ao período.

Pelo método do NPV os dois investimentos são atraentes e economicamente equivalentes, pois produzem o mesmo resultado líquido no momento presente.

INV	PERÍODOS					IL
	0	1	2	3	4	
C	-\$300.000	\$140.000	\$160.000	\$200.000	\$43.518,50	1,15
D	-\$600.000	\$220.000	\$150.000	\$615.200	\$43.518,50	1,07

A comparação envolve dois investimentos com diferentes tamanhos (o investimento D exige um desembolso de capital duas vezes maior que ) e que produzem o mesmo valor presente líquido.

Em condições de restrição de capital é necessário levar-se em conta a relação do valor presente líquido com o volume de recursos demandado pelo investimento, de forma a apurar-se o retorno oferecido por cada unidade de capital aplicado.

O índice de lucratividade considera este aspecto essencial à análise, oferecendo outros indicativos para a decisão. Para um mesmo NPV, obtém-se uma taxa de retorno maior na implementação do investimento C (IL = 1,15) do que em D (IL = 1,07).

**PROJETOS SEM INVESTIMENTO INCREMENTAL**

Em algumas situações de seleção de investimentos pode se deparar com alternativas apresentando diferentes e conflitantes resultados econômicos, mas demandando o mesmo valor de desembolso inicial. Nestes casos não há investimento incremental, conforme foi discutido ao se tratar de projetos com disparidade

de tamanho. A análise é efetuada sobre o comportamento dos fluxos de caixa ao longo do tempo.

Considere ilustrativamente os investimentos E e F descritos a seguir. A taxa de atratividade é fixada em 20% ao período.

INV	PERÍODOS			NPV	IRR
	O	1	2		
E	-\$500.000,00	\$650.000,00	\$100.000,00	\$111.111,10	43,0%
F	-\$500.000,00	\$80.000,00	\$820.000,00	\$136.111,10	36,3%

Admitindo-se inicialmente que os investimentos sejam independentes, isto é, podem ser implementados simultaneamente, a orientação dos resultados dos métodos de análise é pela aceitação das duas propostas. A presente NPV positivo e a IRR dos investimentos supera a taxa mínima de retorno requerida.

No entanto, ao se considerar os investimentos como mutuamente excludentes, surge uma divergência técnica de orientação, O método do NPV seleciona o investimento E como o mais atraente (maior riqueza absoluta), e o método da IRR indica E como a mais desejável (maior taxa percentual de retorno).

Os investimentos apresentam algumas características que os diferenciam da situação anterior com distintas escalas. Os dois projetos demandam o mesmo volume de desembolso inicial (\$500.000,00), mas apresentam nítidas diferenças no perfil de formação de seus benefícios de caixa ao longo do tempo.

No projeto E, os fluxos de caixa comportam-se de maneira decrescente no tempo, e no projeto F, de forma oposta, os fluxos de caixa são crescentes.

Essa dualidade de comportamento explica a natureza do conflito proporcionada pelo método de análise no tocante à seleção da melhor alternativa de investimento. Os métodos quantitativos de análise trazem implícito o pressuposto de reinvestimento dos fluxos de caixa pela taxa de desconto utilizada (método do NPV) ou pela própria taxa de retorno calculada (método da IRR).

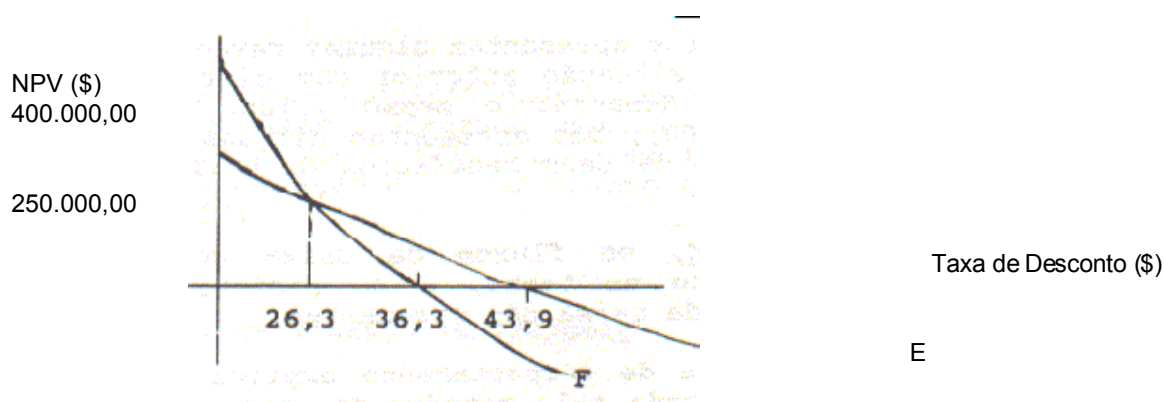
Nestas condições de reinvestimento automático, o método que apresenta fluxos de caixa decrescentes (valores maiores no início) é levado a determinar a maior IRR. Em verdade, quanto mais elevados se apresentarem os fluxos de caixa nos momentos iniciais do investimento, maior é a IRR calculada, uma vez que se assume que os valores de caixa são reinvestidos a esta taxa de juros.

O mesmo não se verifica com o método do NPV. O método admite reinvestimento à taxa de desconto utilizada, geralmente a IRR calculada. Fluxos de caixa mais elevados em períodos mais distantes promovem maior valor presente quando descontados pela taxa mínima de atratividade do que quando adotada a taxa interna de retorno.

Pela intercessão de Fisher, identificada pela taxa interna de retorno do investimento incremental (F - E), chega-se à taxa de juros de indiferença de 26,3% ao período, ou seja:

	PERÍODOS			Δ IRR
	O	1	2	
<b>FLUXO DE CAIXA</b>				
<b>INCREMENTAL (F — E)</b>	O	-\$570.000,00	\$720.000,00	26,3%

Graficamente, tem-se a seguinte representação:



Até a taxa de investimento de 26,3% (ponto de indiferença), o projeto F é o mais desejável, apurando maior valor presente líquido. A partir desta taxa até 43,9%, o investimento E passa a ser o mais atraente.

Sendo de 20% ao período a taxa de atratividade para as propostas, o projeto E, de maior NPV, destaca-se como o mais desejável. No raciocínio da decisão, admite-se como mais provável o reinvestimento dos fluxos de caixa à taxa de retorno requerida do que a IRR calculada. Observe que, uma vez mais, a análise se concreta na taxa de reinvestimento dos fluxos de caixa.

### CONCLUSÕES

O trabalho teve o objetivo de evidenciar os principais aspectos críticos dos métodos quantitativos de análise de investimentos. Foram considerados no estudo os métodos do fluxo de caixa descontado mais utilizados pelas empresas: valor presente líquido, taxa interna de retorno e índice de lucratividade.

Pela sua grande simplicidade e ampla utilização prática, foram também efetuadas algumas discussões sobre o período de 'payback". Diante das limitações técnicas bastante conhecidas, foi proposto que o seu uso fosse feito em valores de caixa atualizados.

Para os métodos de fluxo de caixa descontado, tecnicamente mais corretos, prevalece, na maioria dos casos, a superioridade do valor presente líquido. No entanto foi discutida uma situação em que o índice de lucratividade produz informações mais completas, principalmente diante de restrições orçamentárias.

### BIBLIOGRAFIA

- a) **ASSAF NETO**, Alexandre & **MARTINS**, Eliseu. Administração Financeira. São Paulo, Atlas, 1.985.
- b) **ABREU**, Paulo F. Simas P. de & **STEPHAN**, Christian. Análise de Investimentos. Rio de Janeiro, Editora Campus, 1.982.
- c) **BIERMAN, JR. Harold & SMIDT**, Seymour. The Capital Budgeting Decision. McMillan Publishing, 4ª ed.
- d) **DRIMER**, Roberto L. "Criterios Cuantitativos Para La Evaluación de Proyectos". Buenos Aires, Administración de Empresas, 1.988, Tomo XIX.