MÉTODO MANUAL PARA CÁLCULO DA TAXA INTERNA DE RETORNO

Warley Augusto Pereira[1]

Lindomar da Silva Almeida[2]

RESUMO

A Taxa Interna de Retorno (TIR) é a taxa de juros (desconto) que iguala, em determinado momento do tempo, o valor presente das entradas (recebimentos) com o das saídas (pagamentos) previstas de caixa. A TIR é usada como método de análise de investimentos, onde o investimento será economicamente atraente se a TIR for maior do que a taxa mínima de atratividade (taxa de retorno esperada pelo investimento). A TIR também é utilizada na comparação entre dois ou mais projetos de investimentos, quando estes forem mutuamente excludentes. Neste caso, o projeto que apresentar o maior valor da TIR será o projeto economicamente mais atraente. O cálculo da TIR é um processo muito complexo quando calculado à mão, sendo normalmente calculado com o uso de calculadoras financeiras ou programas de computador. Entretanto, para efeito didático, não é possível exigir dos alunos que tenham uma calculadora financeira, visto que estas são normalmente de alto custo. Além disso, quando o aluno realiza o cálculo à mão, ele se familiariza mais com o conceito da TIR. Assim, neste trabalho está sendo proposta uma técnica de cálculo da TIR pelo método de tentativa e erro (proposta inicialmente por GITMAN, 2002), mas que terá um refinamento para melhorar o grau de precisão dos resultados em relação ao método original de Gitman (2002). Foram realizados testes com diferentes configurações de fluxo de caixa para testar o método, verificando-se que o método de tentativa e erro, embora mais lento do que quando se usa uma calculadora financeira ou um software de computador, produz resultados bastante precisos.

ABSTRACT

The Internal Rate of Return (IRR) is the tax of interests (discounting) that it equals, at definitive moment of the time, the present value of the entrances (receiving) with the one of the exits (payments) foreseen of box. The IRR is used as method of analysis of investments, where the investment will be economically attractive if the IRR will be bigger of what the minimum tax of attractiveness (tax of return waited for the investment). The IRR also is used in the comparison between two or more projects of investments, when these will be mutually exculpatory. In this in case that, the project that to present the biggest value of the IRR will be the economically more attractive project. The calculation of the IRR is a complex process very when calculated by hand, being normally calculated with the use of financial calculators or programs of computer. However, for didactic effect, it is not possible to demand of the pupils who have a financial calculator, since these are normally of high cost. Moreover, when the pupil carries through the calculation by hand, it makes familiar more to the concept of the IRR. Thus, in this work it is being proposal one technique of calculation of the IRR for the attempt method and error (proposal initially for GITMAN, 2002), but that it will have a refinement to improve the degree of precision of the results in relation to the original method of Gitman (2002). Tests with different configurations of box flow had been carried through to test the method, verifying itself that the method of attempt and error, even so slower of what when a financial calculator or a software of computer is used, produces resulted sufficiently precise.

[1] Graduado, Mestre e Doutor em Engenharia Mecânica.
[2] Graduado em Economia, Mestre em Administração de Empresas.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Hoji (2006), a Taxa Interna de Retorno (TIR) é conhecida também como taxa de desconto do fluxo de caixa. A TIR é uma taxa de juros implícita numa série de pagamentos (saídas) e recebimentos (entradas), que tem a função de descontar um valor futuro ou aplicar o fator de juros sobre um valor presente, conforme o caso, para trazer ou levar cada valor do fluxo de caixa para uma data focal (data base de comparação de valores correntes de diversas datas). Geralmente, adota-se a data de início da operação – momento zero – como a data focal de comparação dos fluxos de caixa (NETO, 2006). A soma das saídas deve ser igual à soma das entradas, em valor da data focal, para se anularem (HOJI, 2006).

Segundo Neto (2006), normalmente, o fluxo de caixa no momento zero (fluxo de caixa inicial) é representado pelo valor do investimento, ou empréstimo ou financiamento; os demais fluxos de caixa indicam os valores das receitas ou prestações devidas.

Ainda de acordo com Hoji (2006), o conceito de TIR é utilizado para calcular a taxa de "*i*" quando existe mais de um pagamento e mais de um recebimento ou quando as parcelas de pagamento ou recebimento não são uniformes.

O método da Taxa de Retorno, usado para análise de investimentos, assume implicitamente que todos os fluxos intermediários de caixa são reinvestidos à própria TIR calculada para o investimento. O critério de decisão, quando a TIR é usada para tomar decisões do tipo "aceitar-rejeitar", é o seguinte: Se a TIR for maior que o custo de capital (taxa mínima de atratividade), aceita-se o projeto; se for menor, rejeita-se o projeto. Esse critério garante que a empresa esteja obtendo, pelo menos, sua taxa requerida de retorno. Tal resultado deveria aumentar o valor de mercado da empresa e, conseqüentemente, a riqueza dos seus proprietários (GITMAN, 2002). Entre duas alternativas econômicas com TIR diferentes, a que apresentar maior taxa representa o investimento que proporciona o maior retorno. A TIR não deve ser confundida com a taxa mínima de atratividade que o valor investido deverá proporcionar para que o investimento seja interessante (HOJI, 2006).

A taxa interna de retorno, apesar de ser consideravelmente mais difícil de calcular à mão do que o VPL (Valor Presente Líquido – outro método de análise de investimentos) é possivelmente a técnica sofisticada mais usada para a avaliação de alternativas de investimentos. Como a TIR é a taxa de desconto que faz com que o VPL de uma oportunidade de investimento iguale-se a zero (já que o valor presente das entradas de caixa é igual ao investimento inicial), matematicamente, a TIR é obtida resolvendo-se a Equação 1 para o valor de k que torne o VPL igual a zero (GITMAN, 2002).

$$VPL = \sum_{t=1}^{n} \frac{FC_t}{(1+k)^t} - I_0 \qquad (1)$$

$$0 = \sum_{t=1}^{n} \frac{FC_t}{(1+TIR)^t} - I_0 \qquad (2)$$

Onde: FC_t – valor presente das entradas de caixa;

I_0 – investimento inicial;

k – taxa de desconto (igual ao custo de capital de empresa);

t – tempo de desconto de cada entrada de caixa;

n - tempo de desconto do último fluxo de caixa.

De acordo com Gitman (2002) a TIR pode ser calculada tanto por tentativa e erro como se recorrendo a uma calculadora financeira sofisticada ou a um computador. Como será demonstrado a seguir, o cálculo da TIR à mão, empregando-se a Equação 2, não é um trabalho fácil.

Neste artigo será demonstrada a abordagem de tentativa e erro, visto que o objetivo deste trabalho é demonstrar um método para cálculo da TIR a ser usado em sala de aula, onde a maioria dos alunos não têm acesso a uma calculadora financeira (normalmente de alto custo).

2 METODOLOGIA

O método apresentado é baseado no método de tentativa e erro apresentado por Gitman (2002), conforme mostrado na Tabela 1. Porém, algumas alterações serão feitas para melhorar a precisão dos resultados, melhorando o desempenho do método.

Da Tabela 1, verifica-se que o cálculo da TIR para uma anuidade é consideravelmente mais fácil do que o cálculo para uma série mista de entradas de caixa.

Tabela 1 - Passos para cálculo da taxa interna de retorno (TIR) de anuidades e séries mistas

PARA UMA ANUIDADE

Passo 1: Calcule o período de payback para o projeto.

Passo 2: Use a Tabela 2 (fator de valor presente de uma anuidade, FJVPA) e ache, para a vida do projeto, o fator mais próximo ao valor de payback. A taxa de desconto associada a esse fator é a TIR com aproximação de até 1%.

PARA UMA SÉRIE MISTA

Passo 1: Calcule a entrada de caixa média anual.

Passo 2: Divida o investimento inicial pela entrada de caixa média anual, para obter um período de payback médio (ou fator de valor presente para uma anuidade, FJVPA). O payback médio é necessário, a fim de estimar a TIR para uma entrada de caixa anual média.

Passo 3: Use a Tabela 2 (FJVPA) e o período de payback médio da forma descrita no passo 2 para obter a TIR de uma anuidade. O resultado será uma aproximação muito grosseira da TIR, tomando-se como base a suposição de que a série mista é uma anuidade.

Passo 4: Ajuste subjetivamente a TIR no Passo 3, comparando o padrão de entradas de caixa médias anuais (calculadas no passo 1) com a série mista de entradas de caixa reais. Se as entradas de caixa reais nos primeiros anos forem maiores que as entradas de caixa médias, ajuste a TIR para cima. Se as entradas de caixa reais forem menores do que as entradas de caixa médias, ajuste a TIR para baixo. O valor do ajuste para cima ou para baixo situa-se, num intervalo de um a três pontos percentuais, dependendo de quanto a série mista de entradas de caixa efetivas difere das entradas de caixa médias anuais. Para pequenas diferenças, um ajuste de um ponto percentual pode ser o ideal, enquanto que para grandes diferenças, ajustes de três pontos percentuais são mais apropriados. Se as entradas de caixa médias estiverem relativamente próximas do padrão real, não faça nenhum ajuste na TIR.

Passo 5: Usando a TIR do passo 4, calcule o VPL do projeto com série mista. Tenha certeza de estar usando o fator de valor presente para $ 1,00, FJVP, na qual a TIR estimada é a taxa de desconto.

Passo 6: Se o VPL resultante for maior do que zero, eleve subjetivamente a taxa de desconto; se o VPL resultante for menor que zero, abaixe subjetivamente a taxa de desconto. Quanto mais o VPL resultante desviar-se de zero, maior deverá ser o ajuste. Geralmente, ajustes de um a três pontos percentuais são usados para pequenas diferenças, enquanto que maiores ajustes são necessários para grandes diferenças.

Passo 7: Calcule o VPL, usando a nova taxa de desconto. Repita o passo 6. Pare logo que achar duas taxas de desconto consecutivas que resultarem em um VPL positivo e outro negativo, respectivamente. Dentre essas taxas, a que resultar em um VPL mais próximo de zero será a TIR com aproximação de 1%.

Fonte: GITMAN, L. J. **Princípios de Administração Financeira**, 7ª Ed, Ed. HARBRA, São Paulo, 2002.

Para melhorar a precisão dos resultados, será feita uma aproximação por interpolação linear. Assim, após o cálculo da interpolação, o resultado terá uma aproximação final de alguns centésimos de percentagem com relação ao valor real da TIR, ao invés de 1% que o método de Gitman (2002) proporciona.

Hazzan e Pompeo (2004) mostram como é feito o cálculo da TIR por interpolação linear, a partir de dois valores de VPL, um positivo e outro negativo, assim como no método de Gitman. A diferença do método de Hazzan e Pompeo para o método de Gitman é que os primeiros vão atribuindo valores para a TIR, a partir de zero e vão incrementando de 5% em 5%, até obterem um VPL positivo e outro negativo, a partir daí eles realizam o procedimento de interpolação linear para obter a TIR final. O problema do método de Hazzan e Pompeo é que se a TIR for um valor muito alto o número de tentativas será muito grande, tornando o método extremamente lento. Além disso, a interpolação ocorre entre valores com um intervalo de 5%, valor alto em termos de interpolação, o que leva a resultados não tão precisos, a menos que se interpole mais de uma vez para refinar o resultado, tornando mais uma vez o processo lento.

O método de interpolação de Hazzan e Pompeo (2004), parte da resolução da Equação 1. Eles partem do princípio que o aspecto do gráfico da função dada pela Equação 1 se parece com a Figura 1, onde o ponto do gráfico que cruza o eixo das abscissas é a própria taxa interna de retorno.

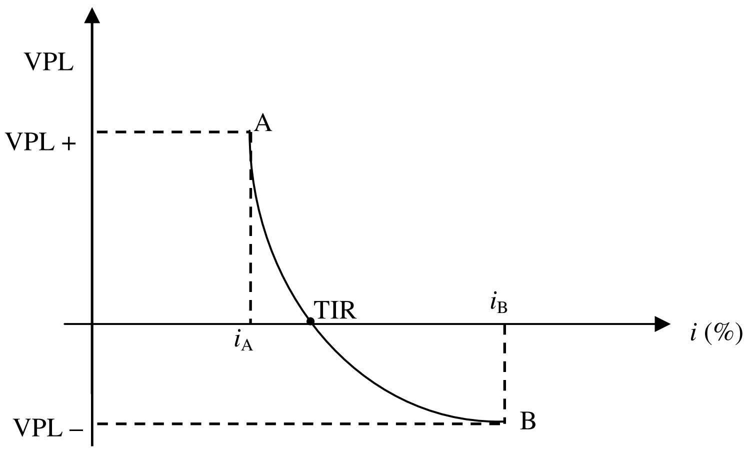

Figura 1 – Gráfico de VPL em função da TIR.

A interpolação linear consiste em se admitir que o arco AB é um segmento de reta e, assim, usando-se métodos da geometria clássica, pode-se determinar a TIR (Figura 2).

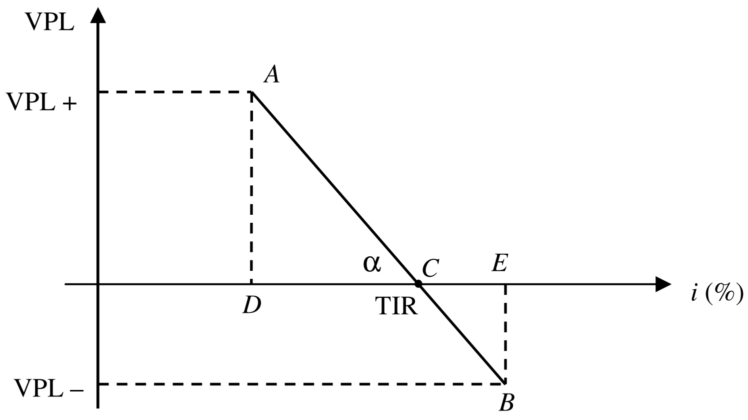

Figura 2 – Interpolação linear do arco AB da Figura 1

Nos triângulos ACD e BCE, podemos escrever:

$$tg\ \alpha = \left|\frac{\overline{AD}}{\overline{CD}}\right| = \frac{VPL+}{TIR-D} \qquad (3)$$

$$tg\ \alpha = \left|\frac{\overline{BE}}{\overline{CE}}\right| = \frac{VPL-}{E-TIR} \qquad (4)$$

Logo,

$$\frac{VPL+}{TIR-D} = \frac{VPL-}{E-TIR} \qquad (5)$$

A partir daí, determinar-se a TIR, com uma precisão de centésimos de porcentagem. Lembrando que, para efeito de cálculo, o valor do VPL – será positivo.

Pode-se ainda refinar o resultado, refazendo-se a interpolação a partir da TIR encontrada.

Tabela 2 – Fator de valor atual de uma anuidade de $ 1.

n	**1%**	**2%**	**3%**	**4%**	**5%**	**6%**	**7%**	**8%**	**9%**	**10%**	**12%**	**14%**
1	0,9901	0,9804	0,9709	0,9615	0,9524	0,9434	0,9346	0,9259	0,9174	0,9091	0,8929	0,8772
2	1,9704	1,9416	1,9135	1,8861	1,8594	1,8334	1,8080	1,7833	1,7591	1,7355	1,6901	1,6467
3	2,9410	2,8839	2,8286	2,7751	2,7232	2,6730	2,6243	2,5771	2,5313	2,4869	2,4018	2,3216

4	3,9020	3,8077	3,7171	3,6299	3,5460	3,4651	3,3872	3,3121	3,2397	3,1699	3,0373	2,9137
5	4,8534	4,7135	4,5797	4,4518	4,3295	4,2124	4,1002	3,9927	3,8897	3,7908	3,6048	3,4331
6	5,7955	5,6014	5,4172	5,2421	5,0757	4,9173	4,7665	4,6229	4,4859	4,3553	4,1114	3,8887
7	6,7282	6,4720	6,2303	6,0021	5,7864	5,5824	5,3893	5,2064	5,0330	4,8684	4,5638	4,2883
8	7,6517	7,3255	7,0197	6,7327	6,4632	6,2098	5,9713	5,7466	5,5348	5,3349	4,9676	4,6389
9	8,5660	8,1622	7,7861	7,4353	7,1078	6,8017	6,5152	6,2469	5,9952	5,7590	5,3282	4,9464
10	9,4713	8,9826	8,5302	8,1109	7,7217	7,3601	7,0236	6,7101	6,4177	6,1446	5,6502	5,2161
11	10,3676	9,7868	9,2526	8,7605	8,3064	7,8869	7,4987	7,1390	6,8052	6,4951	5,9377	5,4527
12	11,2551	10,5753	9,9540	9,3851	8,8633	8,3838	7,9427	7,5361	7,1607	6,8137	6,1944	5,6603

n	16	18	20	22	24	26	28	30	35	40	45	50
1	0,8621	0,8475	0,8333	0,8197	0,8065	0,7937	0,7813	0,7692	0,7407	0,7143	0,6897	0,6667
2	1,6052	1,5656	1,5278	1,4915	1,4568	1,4235	1,3916	1,3609	1,2894	1,2245	1,1653	1,1111
3	2,2459	2,1743	2,1065	2,0422	1,9813	1,9234	1,8684	1,8161	1,6959	1,5889	1,4933	1,4074
4	2,7982	2,6901	2,5887	2,4936	2,4043	2,3202	2,2410	2,1662	1,9969	1,8492	1,7195	1,6049
5	3,2743	3,1272	2,9906	2,8636	2,7454	2,6351	2,5320	2,4356	2,2200	2,0352	1,8755	1,7366
6	3,6847	3,4976	3,3255	3,1669	3,0205	2,8850	2,7594	2,6427	2,3852	2,1680	1,9831	1,8244
7	4,0386	3,8115	3,6046	3,4155	3,2423	3,0833	2,9370	2,8021	2,5075	2,2628	2,0573	1,8829
8	4,3436	4,0776	3,8372	3,6193	3,4212	3,2407	3,0758	2,9247	2,5982	2,3306	2,1085	1,9220
9	4,6065	4,3030	4,0310	3,7863	3,5655	3,3657	3,1842	3,0190	2,6653	2,3790	2,1438	1,9480
10	4,8332	4,4941	4,1925	3,9232	3,6819	3,4648	3,2689	3,0915	2,7150	2,4136	2,1681	1,9653
11	5,0286	4,6560	4,3271	4,0354	3,7757	3,5435	3,3351	3,1473	2,7519	2,4383	2,1849	1,9769
12	5,1971	4,7932	4,4392	4,1274	3,8514	3,6059	3,3868	3,1903	2,7792	2,4559	2,1965	1,9846

Fonte: GITMAN, L. J. **Princípios de Administração Financeira**, 7ª ed. São Paulo: HARBRA, 2002.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para melhor entendimento do método, serão demonstrados alguns exemplos de cálculo da TIR com diferentes configurações do fluxo de caixa. Para efeito de padronização, realizou-se em todos os exemplos fluxos de caixa para quatro anos.

EXEMPLO 1: Fluxo de caixa de uma anuidade (entradas constantes).

A seguir é apresentado um esquema de fluxo de caixa com investimento inicial no ano zero.

Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4
$ (100)	$ 60	$ 60	$ 60	$ 60

Para uma anuidade a Tabela 1 apresenta dois passos para o cálculo da TIR.

Passo 1: Cálculo do payback (prazo de retorno – PR), dado pela divisão do investimento inicial pelas entradas médias de caixa:

$$PR = \frac{100}{60} = 1,667$$

Passo 2: Da Tabela 2, a taxa para 4 anos a *TIR* fica entre 45% e 50%. Pelo método de Gitman o resultado da TIR seria o mais próximo, ou seja, 45%. Para o fluxo de caixa analisado, a TIR verdadeira, calculada em uma calculadora financeira é de 47,23%. Como a aproximação não é muito precisa, deve-se calcular o VPL para a TIR de 45% e a TIR de 50% e, a seguir, fazer a interpolação linear.

- TIR = 45%:

$$VPL_{45} = \frac{60}{1{,}45^1} + \frac{60}{1{,}45^2} + \frac{60}{1{,}45^3} + \frac{60}{1{,}45^4} - 100 = \ 3{,}171$$

- TIR = 50%:

$$VPL_{45} = \frac{60}{1{,}50^1} + \frac{60}{1{,}50^2} + \frac{60}{1{,}50^3} + \frac{60}{1{,}50^4} - 100 = \ -3{,}704$$

Interpolando, fica:

$$\frac{3{,}171}{TIR - 0{,}45} = \frac{3{,}704}{0{,}50 - TIR}$$

$$3{,}171.(0{,}50 - TIR) \ = 3{,}704.(TIR - 0{,}45)$$

Resolvendo, encontra-se: TIR = 47,31%.

Que é uma aproximação muito boa do valor real de 47,23%.

EXEMPLO 2: Fluxo de caixa com entradas crescentes.

Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4
$ (100)	$ 30	$ 38	$ 47	$ 65

Para uma série mista, a Tabela 1 apresenta sete passos para o cálculo da TIR.

Passo 1: Calculo da entrada de caixa média anual.

$$\bar{E} = \frac{30 + 38 + 47 + 65}{4} = 45$$

Passo 2: Cálculo do payback (prazo de retorno – PR):

$$PR = \frac{100}{45} = 2{,}222$$

Passo 3: Da Tabela 2, obtém-se para 4 anos, uma primeira aproximação da TIR = 28%.

Passo 4: Ajustar a TIR para baixo, visto que as entradas de caixa reais nos primeiros anos são menores do que as entradas de caixa médias. Como a série mista de entradas de caixa efetivas difere das entradas de caixa médias anuais, faz-se um ajuste de 2 pontos percentuais. Assim, TIR = 26%.

Passo 5: Cálculo do VPL para a TIR de 26%.

$$VPL_{26} = \frac{30}{1{,}26^1} + \frac{38}{1{,}26^2} + \frac{47}{1{,}26^3} + \frac{65}{1{,}26^4} - 100 = -2{,}97$$

Passo 6: Como o VPL resultante é menor que zero, abaixa-se subjetivamente a taxa de desconto. Da Tabela 2, o próximo valor é de 24%.

Passo 7: Recalculando o VPL para 24%:

$$VPL_{24} = \frac{30}{1{,}24^1} + \frac{38}{1{,}24^2} + \frac{47}{1{,}24^3} + \frac{65}{1{,}24^4} - 100 = 1{,}05$$

Como foi encontrado um VPL positivo e outro negativo, determina-se á TIR pelo VPL mais próximo de zero. Nesse caso, pelo critério de Gitman, a TIR = 24%, com um erro de menos de 1%. A TIR real calculada com uso de calculadora financeira é de 24,51%.

Para melhorar a aproximação, faz-se a interpolação, assim:

$$\frac{1{,}05}{TIR - 0{,}24} = \frac{2{,}97}{0{,}26 - TIR}$$

$$1{,}05.(0{,}26 - TIR) = 2{,}97.(TIR - 0{,}24)$$

Resolvendo, encontra-se: TIR = 24,52%.

Que é um valor praticamente igual à TIR real de 24,51%.

EXEMPLO 3: Fluxo de caixa com entradas decrescentes.

Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4
$ (60)	$ 36	$ 30	$ 22	$ 15

Para uma série mista, a Tabela 1 apresenta sete passos para o cálculo da TIR.

Passo 1: Calculo da entrada de caixa média anual.

$$\bar{E} = \frac{36 + 30 + 22 + 15}{4} = 25{,}75$$

Passo 2: Cálculo do payback (prazo de retorno – PR):

$$PR = \frac{60}{25{,}75} = 2{,}330$$

Passo 3: Da Tabela 2, obtém-se para 4 anos, uma primeira aproximação da TIR = 26%.

Passo 4: Ajustar a TIR para cima, visto que as entradas de caixa reais nos primeiros anos são maiores do que as entradas de caixa médias. Como a série mista de entradas de caixa efetivas difere das entradas de caixa médias anuais, faz-se um ajuste de 2 pontos percentuais. Assim, TIR = 28%.

Passo 5: Cálculo do VPL para a TIR de 28%.

$$VPL_{28} = \frac{36}{1{,}28^1} + \frac{30}{1{,}28^2} + \frac{22}{1{,}28^3} + \frac{15}{1{,}28^4} - 60 = 2{,}51$$

Passo 6: Como o VPL resultante é maior que zero, eleva-se subjetivamente a taxa de desconto. Da Tabela 2, o próximo valor é de 30%.

Passo 7: Recalculando o VPL para 30%:

$$VPL_{30} = \frac{36}{1{,}30^1} + \frac{30}{1{,}30^2} + \frac{22}{1{,}30^3} + \frac{15}{1{,}30^4} - 60 = 0{,}709$$

Como foi encontrado outro VPL positivo, eleva-se o valor da taxa em 2 pontos percentuais e recalcula-se o novo VPL. Assim:

$$VPL_{32} = \frac{36}{1{,}32^1} + \frac{30}{1{,}32^2} + \frac{22}{1{,}32^3} + \frac{15}{1{,}32^4} - 60 = -1{,}004$$

Como foi encontrado um VPL positivo e outro negativo, determina-se á TIR pelo VPL mais próximo de zero. Nesse caso, pelo critério de Gitman, a TIR = 30%, com um erro de menos de 1%. A TIR real calculada com uso de calculadora financeira é de 30,82%.

Para melhorar a aproximação, faz-se a interpolação, assim:

$$\frac{0{,}709}{TIR - 0{,}30} = \frac{1{,}004}{0{,}32 - TIR}$$

$$0{,}709.(0{,}32 - TIR) = 1{,}004.(TIR - 0{,}30)$$

Resolvendo, encontra-se: TIR = 30,83%.

Que é um valor praticamente igual à TIR real de 30,82%.

EXEMPLO 4: Fluxo de caixa com entradas oscilantes.

Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4
$ (50)	$ 30	$ 20	$ 27	$ 14

Para uma série mista, a Tabela 1 apresenta sete passos para o cálculo da TIR.

Passo 1: Cálculo da entrada de caixa média anual.

$$\bar{E} = \frac{30 + 20 + 27 + 14}{4} = 22{,}75$$

Passo 2: Cálculo do payback (prazo de retorno – PR):

$$PR = \frac{50}{22{,}75} = 2{,}198$$

Passo 3: Da Tabela 2, obtém-se para 4 anos, uma primeira aproximação da TIR = 35%.

Passo 4: Como a série mista de entradas de caixa efetivas oscila entre valores maiores e menores que os das entradas de caixa médias anuais, nenhum ajuste da TIR inicial será realizado.

Passo 5: Cálculo do VPL para a TIR de 35%.

$$VPL_{35} = \frac{30}{1{,}35^1} + \frac{20}{1{,}35^2} + \frac{27}{1{,}35^3} + \frac{14}{1{,}35^4} - 50 = -1{,}615$$

Passo 6: Como o VPL resultante é menor que zero, abaixa-se subjetivamente a taxa de desconto. Como o fluxo é oscilante, utiliza-se novamente a Tabela 2, onde o próximo valor abaixo de 35% é de 30%.

Passo 7: Recalculando o VPL para 30%:

$$VPL_{30} = \frac{30}{1{,}30^1} + \frac{20}{1{,}30^2} + \frac{27}{1{,}30^3} + \frac{14}{1{,}30^4} - 50 = 2{,}103$$

Como foi encontrado um VPL positivo e outro negativo, determina-se á TIR pelo VPL mais próximo de zero. Nesse caso, pelo critério de Gitman, a TIR = 35%, com um erro de menos de 1%. A TIR real calculada com uso de calculadora financeira é de 32,75%.

Para melhorar a aproximação, faz-se a interpolação, assim:

$$\frac{2{,}103}{TIR - 0{,}30} = \frac{1{,}615}{0{,}35 - TIR}$$

$$2{,}103.(0{,}35 - TIR) = 1{,}615.(TIR - 0{,}30)$$

Resolvendo, encontra-se: TIR = 32,83%.

Que é um valor muito próximo da TIR real de 32,75%.

Como pôde ser verificado nos exemplos apresentados, o método proposto para cálculo manual da TIR é bastante preciso e relativamente simples de se resolver, embora seja mais lento que o uso de uma calculadora financeira.

O método, apesar de eficiente, além de lento, apresenta outra limitação, que é a de só funcionar para fluxos de caixa com períodos regulares, isto é, períodos iguais de tempo (de ano em ano, por exemplo), embora a calculadora financeira tenha a mesma limitação. Porém, como o objetivo foi o de apresentar um método de resolução da TIR para os alunos que não possuem a calculadora financeira (normalmente de alto custo), os resultados foram bastante satisfatórios.

REFERÊNCIAS

GITMAN, Lawrence J. **Princípios de Administração Financeira**, 7ª ed. São Paulo: HARBRA, 2002. 841 p.

HAZZAN, Samuel; POMPEO, José Nicolau. **Matemática Financeira**. 5ª ed. São Paulo: SARAIVA, 2004. 232p.

HOJI, Masakazu. **Administração Financeira: uma abordagem pratica.** 5ª ed. São Paulo: ATLAS, 2006. 525.

NETO, Alexandre Assaf. **Matemática Financeira e Suas Aplicações**. 9ª ed. São Paulo: ATLAS, 2006. 448p.