

AVALIAÇÃO DE PROJETOS NO CASO DO CUSTO
DE OPORTUNIDADE DO CAPITAL VARIANDO COM O TEMPO

CLOVIS DE FARO ¹

NOVEMBRO, 1978

¹ Do Instituto de Planejamento Econômico e Social (IPEA/INPES) e Professor-Adjunto do Departamento de Engenharia Industrial da PUC-RJ.

AValiação DE PROJETOS NO CASO DO CUSTO
DE OPORTUNIDADE DO CAPITAL VARIANDO COM O TEMPO

1 - Introdução

Em recente número de Rumos do Desenvolvimento, dando prosseguimento à sua interessante sequência de artigos versando sobre o tema Avaliação Social, Cláudio Contador [2] apresentou uma análise dos principais indicadores de economicidade de projetos. Em particular, foram confrontados os critérios do valor presente líquido (VPL) e da taxa interna de retorno (TIR), evidenciando-se alguns dos percalços associados à implementação deste último.

Com o intuito de complementar a exposição do assunto, o presente trabalho busca aprofundar a comparação entre aqueles dois indicadores, dedicando especial ênfase ao caso em que a taxa periódica de desconto não pode ser tomada como invariante no tempo. Como resultado, corrobora-se a conclusão de que o VPL deva ser considerado como o indicador básico.

2 - Conceitos e Definições

Considere-se um projeto caracterizado pela chamada sequência de fluxos de caixa líquidos $\{F_0, F_1, F_2, \dots, F_n\}$,

onde: n é o número de períodos de vida útil do projeto; F_j , para $j = 1, 2, \dots, n$, é a diferença entre os benefícios e custos que se estimam irão ocorrer ao longo do j -ésimo período, e que é admitida como concentrada no fim desse período; e F_0 , suposto concentrado no início do primeiro período, é o "investimento" inicial. Conquanto fluxos intermediários possam assumir qualquer sinal, iremos supor que, para fins de análise e sem acarretar perda de generalidade, os fluxos F_0 e F_n sejam ambos não nulos.

Se, por ventura, ocorrer que F_0 ou F_n seja nulo, basta lançar mão do artifício que consiste em reduzir a vida do projeto, eliminando-se da análise, respectivamente, o primeiro ou o último período.

No caso mais geral, denotando-se por r_j o custo de oportunidade do capital relativo ao j -ésimo período da vida do projeto, o valor presente líquido do empreendimento será dado por:

$$VPL_0(r_1, r_2, \dots, r_n) = F_0 + \sum_{j=1}^n \frac{F_j}{\prod_{\ell=1}^j (1+r_\ell)} \quad (1)$$

Por outro lado, na hipótese em que seja razoável supor-se que a taxa de desconto (custo de oportunidade do capital) mantenha-se constante ao longo de toda a vida do projeto, e sendo r o seu valor periódico, o valor presente líquido do empreendimento poderá ser escrito como:

$$VPL_0(r) = \sum_{j=0}^n F_j (1+r)^{-j} \quad (2)$$

Do ponto de vista de sua economicidade, o projeto será considerado viável se, em qualquer dos dois casos, o seu *VPL* for positivo.

Restringindo-se a atenção ao campo das taxas de juro não-negativas, as quais, ao menos quando consideradas sob a forma aparente (i.e., antes de escoimadas da taxa de inflação), são as de efetivo interesse prático, diremos que r^* é uma taxa interna de retorno associado ao projeto em causa se:

$$VPL_0(r^*) = \sum_{j=0}^n F_j (1+r^*)^{-j} = 0, \quad r^* \geq 0 \quad (3)$$

Ou seja, face à expressão (2), uma *TIR* nada mais é do que uma taxa de juros, não-negativa e invariante com o tempo, que anula o *VPL* do projeto.

Para efeito da avaliação do projeto de acordo com o critério da taxa interna de retorno, é necessário que 3 condições básicas sejam verificadas: que exista uma taxa de juros que anule o *VPL* do projeto; que esta taxa seja única; e que fique assegurada uma indicação de economicidade consistente com a que seria fornecida pelo critério do *VPL*. Esta última condição nos leva a, por conveniência de análise, classificar os

projetos em dois tipos: a) aqueles em que $F_0 < 0$, que, por convenção, denominaremos de investimento; b) os em que $F_0 > 0$, ditos de financiamento.

Daqui por diante, trataremos somente do caso de projetos de investimento. Isso não acarretará perda de generalidade; pois, se $F_0 > 0$, trocaremos todos os sinais dos fluxos de caixa líquidos, tratando o projeto como se de investimento o fosse e tomando tão somente o cuidado de, posteriormente, inverter o sentido da avaliação.

3 - Custo de Oportunidade Constante

Seja r o valor constante do custo de oportunidade do capital, e suponhamos que $r^* > 0$ é a única taxa de juros não-negativa que anula o VPL do projeto. Então, o critério da TIR prescreve que o projeto seja considerado viável se $r^* > r$. Entretanto, excetuando-se o caso limite de soma nula (*) e remetendo-se o leitor à referência [4] para uma discussão detalhada do porque, somente podemos assegurar que a avaliação coincida com a derivada da aplicação do indicador VPL à taxa r , se a soma algébrica dos fluxos de caixa líquidos do projeto for positiva.

(*) Neste caso, ao menos uma TIR será nula e o projeto ou será inviável, ou apresentará mais de uma taxa de juros não-negativa que anula seu VPL.

Admitindo-se que a condição acima mencionada seja satisfeita, o que garante a existência de ao menos uma taxa positiva que anula o *VPL*, um importante problema prático é o de assegurar a unicidade da *TIR*, r^* . Conquanto sempre se possa explicitar todas as raízes do polinômio expresso por (2), tal processo é extremamente ineficiente e tedioso, valendo mais lançar mão de certas condições de suficiência, como as discutidas em [5]. Dentre estas, e de especial relevância para nossa análise, destaca-se a devida a Soper [8] ; que é satisfeita se:

$$\left\{ \begin{array}{l} F_n > 0 \\ \sum_{j=0}^k F_j (1+r^*)^{-j} \leq 0, \quad k = 1, 2, \dots, n-1 \end{array} \right. \quad (4)$$

Observe que esta condição é trivialmente satisfeita para o caso de projetos dito convencionais, que são caracterizados pela presença de exatamente uma variação de sinal na seqüência de seus fluxos de caixa líquidos.

A títulos de ilustração, seja o caso do projeto, que chamaremos *A*, e cuja seqüência de fluxos de caixa líquidos é: { -50, 100, -100, -400, 1200 }, e suponhamos que o custo de oportunidade do capital seja constante e igual a 10% por período. É fácil verificar que $r^* = 10\%$ é uma *TIR*, pois que:

$$VPL_0(r^*) = -50 + \frac{100}{(1+1)} - \frac{100}{(1+1)^2} - \frac{400}{(1+1)^3} + \frac{1200}{(1+1)^4} = 0$$

Além do mais, visto que o último fluxo de caixa é positivo e que:

$$\begin{aligned} - 50 + 100/2 &= 0 & , k = 1 \\ - 50 + 100/2 - 100/4 &= -25 & , k = 2 \\ - 50 + 100/2 - 100/4 - 400/8 &= -75 & , k = 3 = n-1 \end{aligned}$$

as condições de Soper são satisfeitas, donde poderemos afirmar que esta TIR é única. Por conseguinte, como $r^* > r$, o projeto será considerado viável; o que concorda com a aplicação do critério do valor presente líquido (observe-se que $VPL_0 (r = 0,1) \approx 477,35$).

Seja agora o caso do projeto $B: \{-2000, 3370, -1230\}$. Embora as condições de Soper não sejam satisfeitas, pois o último fluxo de caixa é negativo, o fato de que tenhamos exatamente duas variações de sinal na seqüência é suficiente para garantir a existência de uma única TIR positiva (com referência ao trabalho de Jean [6]); que é $r^* \approx 15,04\%$ por período. Deste modo, o projeto B também seria considerado viável; uma vez mais havendo concordância com a indicação do VPL (no caso, $VPL_0 (0,1) \approx 47,11$).

4 - Custo de Oportunidade Variável

Para o caso em que a taxa periódica de desconto julgada relevante seja variável com o tempo, precisamos adaptar a regra de avaliação segundo o critério da TIR . Similarmente ao caso de custo de oportunidade constante, suponha-se que, uma

vez verificado que a soma dos fluxos de caixa líquidos é positiva, seja assegurada a existência de uma única TIR , $r^* > 0$. Isso posto, uma extensão aparentemente lógica seria a de avaliar o projeto como viável se r^* for superior ao maior dos valores assumidos pelas taxas periódicas de desconto; isto é, aceite o projeto se $r^* > \bar{r} = \max \{ r_1, r_2, \dots, r_n \}$. Entretanto, ao contrário do que ocorria no caso de custo de oportunidade constante, a avaliação resultante nem sempre será coincidente com a obtida através o critério do valor presente líquido. Duas distintas possibilidades de inconsistência podem ocorrer:

$$a) r^* < \bar{r}, \quad VPL_0(r_1, \dots, r_n) > 0$$

Esta eventualidade é ilustrada no caso do projeto C: $\{-250, 140, 155, 170\}$, estudado por Contador [2] e aqui repetido por conveniência. Como o projeto é de investimento convencional, sabemos que haverá uma única TIR , que é $r^* \approx 37,26\%$ por período. Se $r_1 = r_2 = 40\%$ por período e $r_3 = 10\%$ por período, teremos $r^* < \bar{r} = 40\%$, e o projeto não seria considerado viável. Por outro lado, fazendo uso do critério do valor presente líquido, teremos uma indicação contrária, pois que:

$$VPL_0(0,4; 0,4; 0,1) = -250 + \frac{140}{1,4} + \frac{155}{1,4 \times 1,4} + \frac{170}{1,4 \times 1,4 \times 1,1} \approx 7,93 > 0$$

$$b) r^* > \bar{r}, \quad VPL_0(r_1, \dots, r_n) < 0$$

Esta segunda possibilidade, que parece ter sido apontada pela primeira vez em recente trabalho de Bernhard [1],

ocorre com o projeto que chamamos de B, no caso em que $r_1 = 12\%$ e $r_2 = 5\%$ por período. Isso porque $r^* = 15,04\% > \bar{r} = 12\%$, ao passo que:

$$VPL_0(0,12; 0,05) = -2000 + \frac{3370}{1,12} - \frac{1230}{1,12 \times 1,05} \approx -36,99 < 0.$$

Como também apontado por Bernhard [1], se para o particular projeto em análise forem satisfeitas as condições de Soper, então $r^* > \bar{r}$ tem como implicação que $VPL_0(r_1, \dots, r_n) > 0$. Isto é, para o caso do projeto A, podemos garantir que este será aceitável se a máxima taxa periódica de desconto for inferior a 100%. Entretanto, deve-se ressaltar que, como discutido em [3], não é porém necessário que as condições de Soper sejam satisfeitas para que se assegure consistência de avaliação.

5 - Conclusão

Muito embora seja, como confirmado em [7], um dos mais populares indicadores da economicidade de um projeto, o critério da taxa interna de retorno não é de aplicação isenta de percalços. Para o caso em que o custo de oportunidade do capital é invariante com o tempo, somente quando forem satisfeitas certas condições, como as aqui discutidas, é que podemos assegurar a correta aplicação do critério da TIR. Entretanto, se o custo de oportunidade do capital for variável, mesmo aquelas condições não mais são sempre suficientes para evitar a possibilidade de avaliações inconsistentes. Conseqüentemente, corrobo

rando o apresentado por Contador [2] , o critério do valor presente líquido deve ser tomado como o indicador básico.

REFERÊNCIAS

- [1] - BERNHARD, Richard H., "Unrecovered Investment, Uniqueness of the Internal Rate, and the Question of Project Acceptability", Journal of Financial and Quantitative Analysis, Vol. 12, nº 1, (march, 1977), pp. 33-8.
- [2] - CONTADOR, Cláudio R., "Princípios da Avaliação Social, IV", Rumos do Desenvolvimento, Ano 3, nº 13 (set./out., 1978), pp. 31-5
- [3] - DE FARO, Clovis, "A Sufficient Condition for a Unique Nonnegative Internal Rate of Return: Further Comments" , Journal of Financial and Quantitative Analysis, Vol. 13, nº 3 (september, 1978), pp. 577-84.
- [4] - _____ e DE MELLO E SOUZA, Alberto, "O Uso do Critério da Taxa Interna de Retorno e sua Aplicação em Investimentos Educacionais", Estudos Econômicos, Vol. 5, nº 3 (set./dez., 1975), pp. 37-64.
- [5] - _____ e SOARES, Luiz, "A Aplicabilidade do Critério da Taxa Interna de Retorno", Pesquisa e Planejamento Econômico, Vol. 6, nº 3, (dezembro, 1976) pp. 587-617.
- [6] - JEAN, William H., "On Multiple Rates of Return", The Journal of Finance, Vol. 23, nº 1 (march, 1968) pp. 187-91.

- [7] - SCHALL, L. D., SUNDEM, G. L., and GEIJSBEEK, W.R., "Survey and Analysis of Capital Budgeting Methods", The Journal of Finance, Vol. 33, nº 1, (march, 1978) pp. 281-7.
- [8] - SOPER, C.S., "The Marginal Efficiency of Capital: A Further Note", The Economic Journal, Vol. 69, nº 273 (march, 1959), pp. 174-77.