

Análise comparativa de fluxos de caixa e classificação de investimentos: um problema ainda não resolvido pela literatura e a proposta de um novo modelo

Jayme Wanderley da Fonte Neto (UFPE) jaymew@ig.com.br

Charles Ulises de Montreuil Carmona (UFPE) carmona@ufpe.br

Elaine Aparecida Araújo (UFPE) elaineadc@yahoo.com.br

Resumo

Dentro do contexto da administração financeira, os métodos de análise de investimentos e orçamento de capital são de larga utilização pelo meio empresarial. Na prática cotidiana das empresas, é constante a necessidade de decidir quanto à aceitação e seleção de alternativas de investimentos. Por conta desta importância, este é um assunto presente na maioria dos principais livros e manuais de administração financeira, já sendo também tema muito trabalhado em pesquisas na área de finanças corporativas. Porém, este trabalho identificou um problema ainda não resolvido nesta área: a análise comparativa de fluxos de caixa, principalmente aqueles com durações diferentes. Assim, o presente estudo objetivou identificar quais são os principais métodos de análise propostos pela literatura, bem como testar se os mesmos estão coerentes com a premissa da busca pela maximização do valor para o investidor. Na pesquisa, foram encontrados diferentes métodos de análise e, nos testes de simulação realizados, nenhum deles se mostrou coerente com a citada premissa. Dada esta constatação e considerando a inexistência de uma modelagem adequada, este trabalho elaborou uma proposta de modelo simples e que, ao mesmo tempo, é coerente com a maximização patrimonial do investidor.

Palavras-chave: Análise de investimentos; Engenharia econômica; Orçamento de capital

1. Introdução

Na prática cotidiana da administração financeira, as decisões de orçamento de capital e seleção de investimentos estão entre as mais presentes. Especificamente tratando da gestão baseada no valor, para a qual a premissa maior é a maximização do patrimônio dos acionistas, a seleção adequada das alternativas de investimentos mostra-se de fundamental importância. Empresas que adotem procedimentos metodológicos apropriados a cada situação específica apresentam vantagem competitiva em relação às que procedem neste processo decisório de modo inadequado.

Por conta desta importância é que a engenharia econômica e análise de orçamentos de capital são assuntos presentes nos principais manuais de finanças e, pelo mesmo motivo, trata-se de temática que já foi objeto de muita atenção pelo meio acadêmico.

Entretanto, mesmo frente a esta importância e sendo tema já largamente abordado pela literatura, ainda há um problema não resolvido: a questão da seleção de alternativas de investimento mutuamente excludentes, sejam suas durações iguais ou diferentes.

Em levantamento realizado na principal bibliografia financeira nacional e internacional, o presente trabalho encontrou uma considerável diversidade de procedimentos metodológicos, variando conforme os autores pesquisados. Em simples simulações realizadas,

foi registrado que a depender do procedimento utilizado, conflitantes decisões podem ser encontradas.

Desta forma, tem-se que esta problemática ainda não se encontra resolvida pela literatura em finanças. É fato que, principalmente para o meio empresarial que se depara constantemente com tal tipo de decisão, ainda não se sabe que método deve ser aplicado a cada situação particular. Neste mesmo sentido, inclusive, Volkman (1997), revisando os principais métodos até então desenvolvidos, expõe que sobre o assunto ainda existe uma considerável lacuna ao mencionar que: “To date, no capital budgeting method consistently selects investments such that shareholder wealth is maximized in all investment environments.” (p. 75).

A justificativa, portanto, do presente trabalho é a busca pela definição de um procedimento metodológico válido e aplicável a estas situações – o que, conforme pesquisado, não foi encontrado.

2. Objetivos e Metodologia

Frente a esta realidade, os objetivos propostos pelo trabalho são:

- (a) Proceder a uma análise da literatura, de forma a construir um quadro geral contendo as diversas metodologias propostas pelos diferentes autores pesquisados;
- (b) Realizar simulações em exemplos concretos com a utilização de cada um dos principais métodos propostos pela literatura, averiguando se os mesmos são matematicamente coerentes com a premissa fundamental da maximização da riqueza dos investidores;
- (c) Desenvolver uma metodologia de análise adequada à dita premissa.

De uma forma geral, buscar-se-á responder às seguintes perguntas de pesquisa:

Os métodos de análise comparativa de fluxos de caixa propostos pela literatura são compatíveis com a administração baseada no valor?

Caso contrário, que procedimentos metodológicos seriam recomendados?

Na revisão da literatura, a pesquisa irá centrar seu foco nos mais vendidos e citados livros e manuais em finanças – material este em que o meio empresarial, da fato, colhe metodologias para o tipo de análise que ora é estudada.

Em relação às simulações a realizar, serão utilizados diferentes exemplos de fluxos de caixa. Em regra, estes exemplos serão constituídos de um investimento inicial seguido de entradas de caixa. Considerando que o objetivo desta pesquisa é avaliar o procedimento metodológico-matemático da seleção da alternativa que maximizará o patrimônio do acionista, para efeito de simulação, será assumido que todos os investimentos possuem mesma magnitude de risco. Em seguida, quando do desenvolvimento da modelagem deste trabalho, serão tecidas algumas considerações sobre risco.

3. Definições Gerais e a Revisão da Literatura

Em relação aos tipos de decisões de investimentos e orçamento de capital, é preciso distinguir duas abordagens distintas: a aceitar-rejeitar, cuja análise averigua se o projeto está acima de um critério mínimo de aceitação; e a abordagem de classificação. Esta última consiste em ordenar os projetos conforme algum indicador, selecionando os melhores. Trata-se de uma abordagem aplicável frente a projetos que são mutuamente excludentes ou em situações de racionamento de capital.

No tocante aos métodos de análise, os autores em geral se concentram no período de recuperação – payback -, taxa interna de retorno (TIR), valor presente líquido (VPL), índice de lucratividade (IL) e valor presente líquido anualizado (VPLA). Alguns estudos trazem

também aprimoramentos das técnicas da TIR e VPL, como a taxa interna de retorno modificada (TIRM), taxa interna de retorno integrada (TIRI) e valor presente líquido integrado (VPLI). O foco do trabalho se centrará nos métodos VPL, VPLA, TIRM, TIRI e VPLI, pois são os prescritos como melhores pelos autores pesquisados. A TIR, por apresentar algumas desvantagens, tais como a necessidade de se analisar o fluxo de caixa incremental na seleção de duas alternativas mutuamente excludentes ou a possibilidade de se gerarem taxas múltiplas, problemas estes já suficientemente abordados pela literatura, não será objeto de maiores investigações.

Conforme é amplamente conhecido, o VPL possui a seguinte definição formal:

$$VPL = \sum_{t=0}^n \frac{FLC_t}{(1+i)^t}$$

Sendo FLC_t o Fluxo líquido de caixa no momento t ; i a taxa de desconto utilizada; e n a duração do investimento.

Caso o VPL seja positivo, em decisões do tipo aceitar-rejeitar, o projeto será considerado viável. Em abordagens de classificação, as opções escolhidas serão aquelas de maior VPL.

Um tópico presente em muitos livros de finanças é a existência de possíveis conflitos entre o VPL e a TIR. Em decisões do tipo aceitar-rejeitar, estes métodos levam às mesmas conclusões, porém quando se trata de classificar investimentos, pode haver divergências. Ressalte-se, entretanto, que tais conflitos são apenas aparentes, pois, com uma metodologia adequada, a TIR levará às mesmas conclusões que o VPL. Tal situação pode ser resolvida por meio do cálculo da taxa interna de retorno do fluxo de caixa incremental entre os investimentos analisados.

A partir deste aparente conflito, apresenta-se um importante fato: os pressupostos de reinvestimentos dos fluxos de caixa, em cada um destes métodos, são diferentes. Ross, Westerfield e Jaffe (2002), por exemplo, expõem que, ao se adotar a abordagem do VPL, assume-se a presunção de que os fluxos de caixa gerados serão reinvestidos à mesma taxa de desconto utilizada, também denominada de taxa mínima de atratividade (TMA). Em contrapartida, no método TIR, tem-se o pressuposto de que tais fluxos de caixa serão reinvestidos à própria taxa interna de retorno do projeto. Frente a esta realidade, portanto, a maioria dos autores defende uma superioridade teórica do VPL sobre a TIR, pois consideram ser mais realista e conservadora a presunção de que os fluxos gerados serão reinvestidos e remunerados pela TMA e não pela própria TIR do projeto.

Um outro método de análise é o VPLA, o qual se baseia no cálculo da prestação uniforme equivalente ao fluxo de caixa do projeto, tendo a seguinte formalização:

$$VPLA = \sum_{t=0}^n \frac{FLC_t}{(1+i)^t} \times \left[\frac{1}{FVA_{(n,i)}} \right]$$

Onde $FVA_{(n,i)}$ é o Fator de Valor Atual (para converter o valor de uma prestação uniforme no valor atual equivalente desta série).

Assim como no VPL, em decisões do tipo aceitar-rejeitar, serão considerados viáveis os de valores positivos e, no que se refere à classificação de projetos, serão preferíveis os de maior valor. Este método é muito comumente utilizado na análise de investimentos em máquinas e equipamentos cujos fluxos de caixa expressem apenas desembolsos. Nestas hipóteses, será escolhido o projeto de menor prestação, posto que representará o menor custo.

Um outro método é a taxa interna de retorno modificada. Weston e Brigham (2000) a conceituam:

É a taxa de desconto na qual o valor presente do projeto é igual ao valor presente de seu valor terminal, em que o valor terminal é encontrado como a soma dos valores futuros das entradas de caixa, compostas ao custo de capital da empresa. (p. 545)

Sua metodologia consiste em capitalizar, utilizando-se a TMA, os fluxos de caixa gerados pelo investimento até o seu momento final, sendo a TIRM aquela taxa que torne equivalente o investimento inicial a este valor futuro calculado. Este método, portanto, não adota a presunção de reinvestimentos à própria taxa interna de retorno do projeto, como faz a TIR. Parte-se do pressuposto de que os fluxos gerados serão reinvestidos à TMA, assim como o faz o método do VPL.

Galesne, Fensterseifer e Lamb (1999) expõem a metodologia da taxa interna de retorno integrada (TIRI). Este método é semelhante ao da TIRM só que admite a possibilidade de se utilizar uma taxa de reinvestimento diferente da taxa mínima de atratividade – como é feito com a TIRM. Estes autores também trabalham o chamado critério do valor presente líquido integrado (VPLI), que consiste em calcular o valor futuro dos fluxos de caixa de um projeto (exceto o investimento inicial) a partir de uma taxa estimada de reinvestimento. Em seguida, descapitaliza-se este valor futuro pela TMA, sendo, em seguida, subtraído o valor do investimento inicial. Trata-se de um método semelhante ao do VPL, só que supõe o reinvestimento a uma taxa diferente da TMA.

Especificamente em relação a estes últimos métodos citados – VPLI e TIRI -, deve-se atentar para o fato de que os mesmos podem levar o investidor a aceitar uma proposta de investimento economicamente inviável. Abaixo, segue uma demonstração:

T (ano)	FLC _t
0	-1.000.000
1	300.000
2	295.000
3	290.000
4	290.000

Tabela 1 – Projeto Z: Fluxo de Caixa para simulação da aplicação do VPLI e TIRI

Caso se considere uma taxa mínima de atratividade de 8% ao ano, este projeto é economicamente inviável, pois sua TIR é de apenas 6,82% a.a. e o seu VPL é negativo (R\$-25.937,26). Entretanto, caso se utilizassem as técnicas TIRI e VPLI, a uma taxa de reinvestimento dos fluxos de, por exemplo, 13% ao ano, seriam obtidos os seguintes resultados:

$$TIRI = \sqrt[4]{\frac{300.000 \times 1,13^3 + 295.000 \times 1,13^2 + 290.000 \times 1,13 + 290.000}{1.000.000}} - 1 = 9,30\% a.a.$$

$$VPLI = \frac{300.000 \times 1,13^3 + 295.000 \times 1,13^2 + 290.000 \times 1,13 + 290.000}{1,08^4} - 1.000.000 = 49.074,74$$

Dado o fato de que $VPLI > 0$ e $TIRI > TMA$, estes métodos sugeririam a viabilidade do projeto. Todavia, conforme ficou demonstrado, este projeto é inviável, pois $TIR < TMA$ e $VPL < 0$. Desta forma, fica exposto que tanto o método do VPLI quanto o da TIRI podem induzir o investidor à aceitação de um projeto que é inviável do ponto de vista econômico.

Um outro ponto que merece atenção é que, na análise de fluxos de caixa com durações diferentes, muitos autores sugerem, para efeito de comparação, que os seus prazos sejam uniformizados de acordo com o seu mínimo múltiplo comum, para que, em seguida, sejam calculados os VPLs. Neste procedimento, doravante denominado $VPL_{(MMC)}$, estar-se-á presumindo que, ao fim de cada projeto, o mesmo estaria se repetindo até alcançar o MMC

das vidas úteis de cada fluxo. Também é demonstrável que esta metodologia leva às mesmas conclusões obtidas com o VPLA.

Portanto, ao se utilizar o VPLA ou $VPL_{(MMC)}$ para comparar projetos com vidas úteis diferentes, deve-se atentar para a presença de duas suposições preliminares:

1º Pressuposto: os fluxos de caixa gerados ao longo do investimento serão reinvestidos à taxa mínima de atratividade;

2º Pressuposto: ao final do projeto, presume-se que o mesmo poderá se repetir nas mesmas condições de rentabilidade e *timing* dos fluxos de caixa originais.

3.1 O caso da análise comparativa de fluxos com durações desiguais

A questão da diferença nas durações dos fluxos de caixa é tida como uma dificuldade na seleção econômica dos investimentos. Frente a esta diferença, tem-se portanto que, em alguns casos, métodos convencionais como o VPL ou TIR não podem ser diretamente aplicados. Neste sentido, expõem Ross, Westerfield e Jaffe (2002), Casarotto Filho Kopittke (2000), Bodie e Merton (2002), Sanvicente (1987), Bierman Jr. E Smidt (1978), entre outros.

Ocorre que os autores pesquisados propõem diferentes procedimentos metodológicos aplicáveis a esta situação de análise comparativa, os quais, inclusive, podem apresentar diferentes conclusões. Na revisão da principal literatura disponível aos meios empresariais, composta pelos mais lidos livros e manuais em administração financeira, este trabalho encontrou seis diferentes abordagens, conforme a seguir:

1.º) Aplicar o VPLA ou $VPL_{(MMC)}$.

2.º) Aplicar o VPL sem prévia uniformização dos prazos pelo MMC, supondo que entre o final do projeto mais curto à conclusão do de maior duração os recursos serão aplicados à TMA.

3.º) Aplicar o VPLA ou $VPL_{(MMC)}$ apenas para as hipóteses com reais possibilidades de repetição do fluxo de caixa; e aplicar o VPL para o caso de inexistirem expectativas de efetiva repetição do investimento.

4.º) Reduzir, para efeito de análise, o fluxo de caixa do projeto de maior duração, estimando um valor residual no momento equivalente ao final da alternativa com vida útil mais curta.

5.º) Tentar prever as possibilidades de reinvestimentos no período que vai do final do projeto mais curto até o final da alternativa de maior duração.

6.º) Aplicar o VPLI ou TIRI.

Este levantamento foi realizado com base nos seguintes trabalhos: Bierman e Smidt (1978), Blank e Tarquin (1998), Bodie e Merton (2002), Carvalho (2002), Casarotto Filho e Kopittke (2000), Colier e Glacola (1998), Degarmo et. al (1997), Ferreira (2000), Galesne, Fensterseifer e Lamb (1999), Gitman (1997), Helfert (2000), Hummel e Taschner (1995), Leite (1994), Martins e Assaf Neto (1986), Pilão e Hummel (2003), Riggs, Bedworth e Randhaws (1996), Ross, Westerfield e Jaffe (2002), Samanez (1999) e Sanvicente (1987). Registre-se ainda que diversos outros autores pesquisados, aqui não citados, também se atêm a estes procedimentos apenas.

Dada esta realidade, conclui-se, desde já, pela inexistência de um esclarecimento adequado sobre que método utilizar. Ainda existe, portanto, uma indefinição e lacuna nesta área da administração financeira. Em termos concretos, é possível que os empresários, executivos ou analistas de investimentos não saibam que metodologia utilizar.

A existência desta lacuna na literatura financeira é corroborada por trabalhos como o de Volkman (1997) que, ao se referir ao VPLA e TIR, expõe: “However, both methods suffer from inconsistencies when ranking potential investment projects based on the Fisherian assumption of wealth maximization.” (p. 75). Tece também críticas ao VPLA e à TIRM,

defendendo, com argumentos matemáticos, serem inconsistentes. Outros que podem ser citados, compartilhando com este posicionamento, são Berkovitch e Israel (2003).

Desta forma, como primeira conclusão do trabalho, extrai-se que a análise comparativa de fluxos de caixa efetivamente ainda é um problema não solucionado pela literatura. Subsiste, portanto, a demanda por uma modelagem de análise mais robusta e que seja coerente com o pressuposto de maximização da riqueza do investidor.

4. Análise dos Métodos Propostos pela Literatura

Vista a existência de diferentes métodos propostos pela literatura para analisar um mesmo problema, neste momento do trabalho, serão efetuadas simulações através de exemplos concretos com valores fictícios.

Portanto, a seguir estão apresentadas as simulações com o VPL, VPLA e $VPL_{(MMC)}$. Em relação ao VPLI e TIRI, como foi apresentado no exemplo de tabela 01, já ficou demonstrado que estes podem levar à aceitação de investimentos economicamente inviáveis, sendo portanto, incoerentes com o objetivo de maximização do patrimônio do investidor.

- Simulação 01: Análise pela técnica do VPL de dois projetos mutuamente excludentes, com TMA de 8% ao ano e possibilidade de reinvestimentos dos fluxos de caixa gerados a 12% ao ano, considerando que o investidor dispõe de R\$ 900.000 e que não há qualquer garantia de que estes projetos poderão ser repetidos.

n	Projeto X	Projeto Y
0	-840.000,00	-900.000,00
1	150.000,00	480.000,00
2	150.000,00	390.000,00
3	150.000,00	330.000,00
4	180.000,00	
5	180.000,00	
6	180.000,00	
7	210.000,00	
8	210.000,0	

Tabela 2: Fluxos de caixa dos Projetos X e Y

Pelo método do Valor Presente Líquido, utilizando-se como desconto a TMA de 8% ao ano, a melhor opção seria o projeto X, pois seu VPL é maior: $VPL_X = R\$ 150.794,88 > VPL_Y = R\$ 140.771,22$

Entretanto, ao se calcular qual seria o patrimônio total do investidor (R\$ 900 mil) ao final do ano 8, conforme cada uma das escolhas, partindo-se do pressuposto que a taxa estimada de reinvestimento é de 12% ao ano, haveria as seguintes projeções:

1ª alternativa: aceitar o projeto X (em R\$ 1 mil): Valor Futuro do Patrimônio = $60 \times 1,12^8 + 150 \times 1,12^7 + 150 \times 1,12^6 + 150 \times 1,12^5 + 180 \times 1,12^4 + 180 \times 1,12^3 + 180 \times 1,12^2 + 210 \times 1,12^1 + 210 = R\$ 2.247$ mil

2ª alternativa: aceitar o projeto Y (em R\$ 1 mil): Valor Futuro do Patrimônio = $480 \times 1,12^7 + 390 \times 1,12^6 + 330 \times 1,12^5 = R\$ 2.412$ mil

Observa-se, portanto, que dada a real previsão de reinvestimento (TER = 12% a.a), a melhor opção é o projeto Y, contrariamente ao que foi estabelecido pelo método VPL. Sua aceitação permitirá que o investidor tenha um maior patrimônio (de R\$ 2.412 mil) ao final do oitavo ano.

- Simulação 2: Análise pelas técnicas do VPLA e $VPL_{(MMC)}$ de dois projetos mutuamente excludentes, com TMA de 8% ao ano e possibilidade de reinvestimentos a 12% ao ano, considerando que o investidor dispõe de R\$ 1.000.000 e que não há qualquer garantia de que estes projetos poderão ser repetidos.

Ano	Projeto A	Projeto B
0	-800.000,00	-1.000.000,00
1	400.000,00	200.00,00
2	350.000,00	250.00,00
3	200.00,00	470.00,00
4	200.00,00	650.00,00
5	150.00,00	
6	100.000,00	

Tabela 3: Fluxos dos Projetos A e B

Pelo método do VPLA, o melhor seria o Projeto B, pois $VPLA_A = 73.831 < VPLA_B = 75.598$. Pela técnica do $VPL_{(MMC)}$, chega-se à mesma conclusão $VPL_{(MMC)} A = 556.402,68 < VPL_{(MMC)} B = 569.713,07$.

Todavia, caso se fizesse a projeção da evolução patrimonial do investidor, seu patrimônio alcançaria os seguintes níveis ao final do 6º ano (em R\$ 1 mil):

1ª Opção: Projeto A: Valor Futuro do Patrimônio = $200 \times 1,12^6 + 400 \times 1,12^5 + 350 \times 1,12^4 + 200 \times 1,12^3 + 200 \times 1,12^2 + 150 \times 1,12^1 + 100 = \text{R\$ } 2.450 \text{ mil}$

2ª Opção: Projeto B: Valor Futuro do Patrimônio = $200 \times 1,12^5 + 250 \times 1,12^4 + 470 \times 1,12^3 + 650 \times 1,12^2 = \text{R\$ } 2.222 \text{ mil}$

A melhor opção, portanto, que efetivamente proporcionará um maior patrimônio ao investidor, é a aceitação do projeto A, contrariamente ao exposto pelo método do VPLA e $VPL_{(MMC)}$.

Fica, portanto, bem exposta a fragilidade dos métodos VPL, VPLA e $VPL_{(MMC)}$. Apesar de existir a possibilidade de seus resultados coincidirem com a melhor alternativa, isto não é garantido.

5. O Porquê de tais métodos terem se mostrado incoerentes com a premissa de maximização do patrimônio do investidor

O motivo primordial da incapacidade de tais métodos em levarem o investidor à melhor decisão de investimento é porque os mesmos ignoram as possibilidades de reinvestimentos esperadas ao longo do investimento. Foi visto que o método da TIR pressupõe que os fluxos de caixa gerados são reaplicados à própria TIR do projeto, ao passo que o método do VPL pressupõe estes reinvestimentos à TMA. O VPLA e o $VPL_{(MMC)}$ pressupõem estes reinvestimentos à TMA juntamente com a suposição de que os fluxos de

caixa poderão ser repetidos nas mesmas condições. A TIRM, assim como o VPL, parte do mesmo pressuposto de reinvestimentos à TMA.

Em geral, nem sempre os fluxos de caixa gerados pelo método TIR poderão ser reaplicados a esta mesma taxa. Em contrapartida, seria muito conservador pressupor que os valores são reinvestidos apenas pela TMA. Isto ocorre porque é de se esperar que uma hipotética distribuição das taxas de retornos dos vários investimentos realizados ao longo do tempo por um dado investidor tenha a seguinte distribuição:

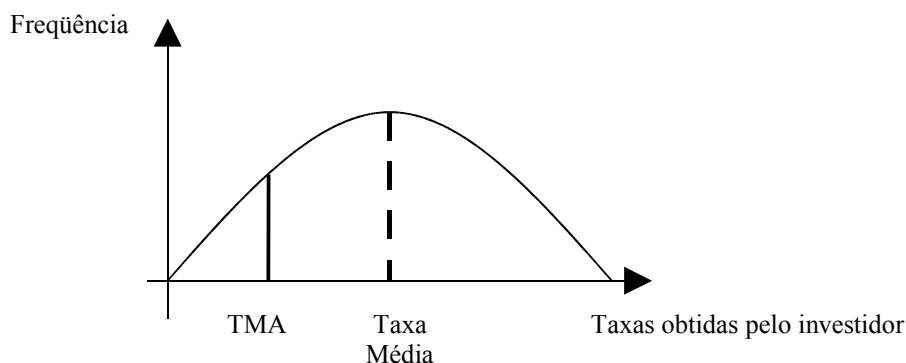


Gráfico 1: Hipotética distribuição dos retornos obtidos por um investidor ao longo do tempo

O gráfico 1 busca representar como se deve dar a distribuição de retornos obtidos por um investidor. Este, racionalmente, só irá aceitar projetos cujos retornos sejam superiores à TMA, porém como a incerteza e o risco são elementos presentes, é de se esperar que pelo menos parte dos investimentos não tenha sucesso e os retornos situem-se abaixo desta taxa. Estes estão representados pelo canto esquerdo do gráfico.

Espera-se, entretanto, que a maioria dos investimentos situem-se à direita da TMA, conforme distribuição do gráfico 01. O importante a observar é que, como a maioria dos investimentos devem produzir retorno acima da TMA, é esperado que a taxa média dos diversos investimentos realizados sejam superiores à TMA. Este artigo propõe que esta taxa média seja utilizada como parâmetro de reinvestimento dos fluxos de caixa intermediários gerados pelos projetos de investimentos analisados. Esta taxa estimada de reinvestimento (TER), portanto, passa a ter relevante importância nas decisões de seleção de projetos.

Ocorre que nenhum dos métodos testados – VPL, VPLA e $VPL_{(MMC)}$ incorporam esta informação. A TIRM também não, sendo, portanto, da mesma maneira inapropriada. Os únicos métodos pesquisados que fazem uso desta é o VPLI e TIRI, porém, conforme já demonstrado, podem levar a incorretas decisões.

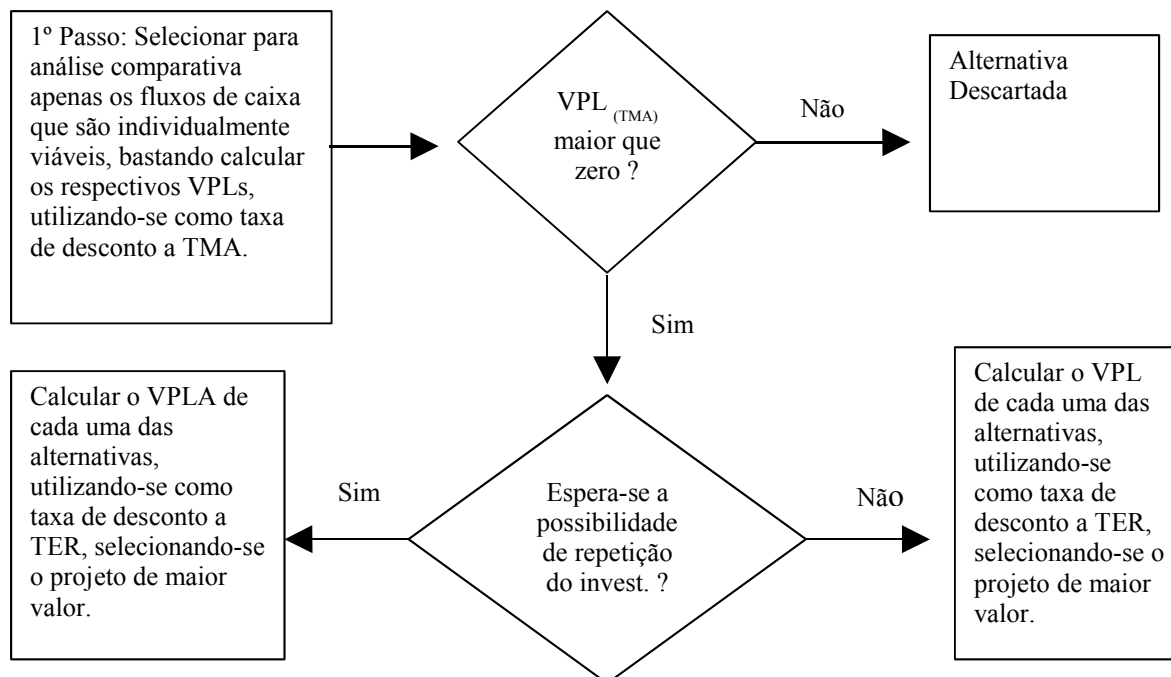
6. A Proposta de um Novo Modelo

Ressalte-se, primeiramente, que para análises do tipo aceitar-rejeitar, os métodos de fluxos de caixa descontados usualmente sugeridos pela literatura financeira atendem às necessidades, podendo ser utilizados o VPL, VPLA ou TIR. Não se deve, de forma alguma, utilizar os métodos VPLI ou TRI, pois estes métodos podem levar à seleção de alternativas inviáveis.

Para análise de classificação e seleção de projetos mutuamente excludentes com vidas úteis desiguais é que se propõe um novo modelo. Para tanto, dado o que já foi demonstrado, conforme gráfico 1, partirá da premissa de que, de uma forma geral, a Taxa Mínima de Atratividade não é, em regra, igual às futuras oportunidades de reinvestimentos. Pressupõe-se, assim, que:

Taxa Estimada de Reinvestimento (TER) > TMA.

Desta forma, este trabalho sugere para a análise comparativa de fluxos de caixa com durações desiguais a metodologia exposta no Quadro 01.



Quadro 01: Modelo Proposto para análise comparativa de fluxos de caixa (com durações iguais ou desiguais)

Para corroborar a validade deste modelo, será aplicado este método às alternativas de investimento expostas ao longo deste trabalho, nos exemplos das tabelas 1, 2 e 3. Será considerado um investidor que dispõe de um patrimônio de R\$ 1 milhão e tem como opções mutuamente excludentes os já mencionados projetos Z, X, Y, A, e B. Além disto, todos os projetos possuem semelhantes níveis médios de riscos, a TMA é de 8% ao ano e estima-se que o investidor terá a oportunidade de reinvestir as entradas de caixa geradas pelos projetos a uma taxa de 12% ao ano (TER).

Pelo modelo proposto, o primeiro passo seria eliminar o projeto Z, pois seu VPL calculado pela TMA é negativo.

Em seguida, já tendo conhecimento da TER, deve-se calcular os respectivos VPL a 12% ao ano, o que indicará os seguintes resultados:

$$VPL_A (TER) = R\$ 241.397,52$$

$$VPL_B (TER) = R\$ 125.493,37$$

$$VPL_X (TER) = R\$ 7.807,19$$

$$VPL_Y (TER) = R\$ 74.364,52$$

Por esse método, portanto, a melhor opção é o projeto A. Para demonstrar a validade desta conclusão, pode-se fazer uma projeção até o final do ano 8 e verificar qual dos investimentos fará com que o investidor acumule um maior patrimônio (em R\$ mil):

Com a aceitação do projeto A: Valor Futuro do Patrimônio = $200 \times 1,12^8 + 400 \times 1,12^7 + 350 \times 1,12^6 + 200 \times 1,12^5 + 200 \times 1,12^4 + 150 \times 1,12^3 + 100 \times 1,12^2 = R\$ 3.074$ mil

Com a aceitação do projeto B: Valor Futuro do Patrimônio = $480 \times 1,12^7 + 390 \times 1,12^6 + 330 \times 1,12^5 = R\$ 2.787$ mil

Com a aceitação do projeto X: Valor Futuro do Patrimônio = $60 \times 1,12^8 + 150 \times 1,12^7 + 150 \times 1,12^6 + 150 \times 1,12^5 + 180 \times 1,12^4 + 180 \times 1,12^3 + 210 \times 1,12^1 + 210 = \text{R\$ } 2.495 \text{ mil}$

Com a aceitação do projeto Y: Valor Futuro do Patrimônio = $480 \times 1,12^7 + 390 \times 1,12^6 + 330 \times 1,12^5 = \text{R\$ } 2.660 \text{ mil}$

Conforme se pode observar, considerando que o investidor estima a possibilidade de reaplicar seus fundos a uma taxa média de 12% ao ano, a opção que o deixará com maior patrimônio (R\$ 3,074 milhões) é a aceitação do projeto A, tal como foi determinado pelo método do VPL (TER). Caso se atente bem, pode ser observado que a ordem de classificação é igual para cada um dos métodos: o A é a melhor opção, a B é a segunda melhor, a Y é a terceira e a X é a pior. Isto ocorre porque a escolha dos projetos conforme o método do VPL (TER) é o que efetivamente garante a escolha da alternativa que maximiza o patrimônio total do investidor ao final do horizonte de tempo comum de análise.

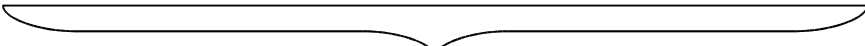
Algebricamente, dada a premissa de que os recursos disponibilizados ao longo do projeto serão aplicados à TER, pode-se comprovar que o método VPL (TER) é o que efetivamente conduz a uma decisão que implica num maior patrimônio do investidor ao final da vida útil do maior projeto.

A seguir, uma demonstração matemática, a partir da seguinte simbologia adotada: FC = fluxos gerados ao longo do projeto, a partir do momento 1; Π = investimento inicial requerido pelo projeto; TER = taxa estimada de reinvestimento; e VF* = valor futuro dos fluxos (exceto o investimento inicial), aplicados à TER.

$$\text{VPL (TER)} = \frac{\text{FC}_1}{(1 + \text{TER})^1} + \frac{\text{FC}_2}{(1 + \text{TER})^2} + \dots + \frac{\text{FC}_n}{(1 + \text{TER})^n} - \Pi$$

Caso se multiplique tudo por $(1 + \text{TER})^n$, tem-se:

$$\begin{aligned} & \text{VPL(TER)} \times (1 + \text{TER})^n = \\ & = \frac{\text{FC}_1 \times (1 + \text{TER})^n}{(1 + \text{TER})^1} + \frac{\text{FC}_2 \times (1 + \text{TER})^n}{(1 + \text{TER})^2} + \dots + \frac{\text{FC}_n \times (1 + \text{TER})^n}{(1 + \text{TER})^n} - \Pi \times (1 + \text{TER})^n \end{aligned}$$


 Valor Futuro (VF*) dos fluxos (exceto o investimento inicial) aplicados à TER

Isolando-se o VF*:

$$\text{VF}^* = \text{VPL(TER)} \times (1 + \text{TER})^n + \Pi \times (1 + \text{TER})^n$$

A partir desta igualdade, percebe-se a relação direta entre o VPL (TER) e o valor futuro do patrimônio do investidor, o qual será maximizado com a escolha da alternativa de investimento de maior VPL (TER).

Por fim, deve-se fazer a ressalva que este cálculo pode apresentar valores negativos para o VPL (TER). Isto, porém, não invalida o método. Nestas situações, basta escolher o VPL (TER) de maior valor. Registre-se que, sempre antes da escolha pelo VPL (TER), deve ser feita a prévia seleção pelo VPL (TMA). O Fato do VPL (TER) dar negativo, nesta fase,

indica apenas que a TIR do projeto é maior que a TMA e inferior à média histórica de reinvestimentos (TER).

Até o momento as simulações analisadas utilizaram como exemplos projetos em que não era esperada a sua repetição. Caso esta hipótese seja efetivamente esperada, conforme descrito no fluxograma do quadro 01, devem ser primeiramente selecionados os projetos com VPL (TMA) positivos e, em seguida, classificá-los por meio do cálculo do VPLA utilizando como taxa de desconto a TER.

6.1 O Modelo Proposto e a Questão do Risco

Para incorporar a questão do risco em decisões de engenharia econômica, diferentes técnicas existem, tais como análise de cenários, análise de sensibilidade, simulações, equivalentes à certeza, taxa de desconto ajustada ao risco (TDAR), dentre outras.

Em relação às análises de cenários, de sensibilidade, equivalentes à certeza e simulações, o modelo proposto é plenamente compatível e não se fazem necessárias maiores considerações.

Só é cabível uma observação quanto à TDAR. Esta técnica busca utilizar para desconto nos métodos de análise uma taxa que reflita entre outros aspectos a dimensão esperada do risco do investimento. Quanto maior for esta dimensão, maior será a taxa requerida. Nos exemplos desenvolvidos neste trabalho – apenas para efeito de simplificar didaticamente as demonstrações – foi presumido que todas as alternativas de investimentos possuíam iguais níveis de risco. Porém, o modelo desenvolvido é plenamente compatível com esta abordagem.

Para tanto basta proceder da seguinte maneira:

a) primeiramente, na fase de averiguação se os projetos são individualmente viáveis, deve-se ajustar a TMA conforme os riscos. Assim, já na fase de seleção, são afastados os projetos cujas rentabilidades sejam inferiores à taxa mínima ajustada ao risco.

b) Posteriormente, para os projetos selecionados, deve-se ajustar a TER da seguinte forma: manter a TER próxima à TIR média para projetos com medianos níveis de riscos. Caso os riscos de um dado projeto sejam maiores ou menores que os usualmente realizados pelos investidores, pode-se ajustar as TERs utilizadas em cada investimento comparado, sem nenhum problema.

A metodologia, portanto, conforme estes procedimentos, é apta a incorporar a variável risco nas análises.

7. Considerações Finais

Entre as conclusões do trabalho, pode-se apontar:

a) Apesar do grande número de publicações sobre o assunto e sua importância, ainda subsistem muitas divergências, não uniformidade de recomendações técnicas e imprecisões. Aponta-se, inclusive, que tal fato gera confusão e traz dificuldades tanto aos meios acadêmicos e empresariais, podendo inclusive fazer com que um dado investidor, seguindo as recomendações expostas em alguns livros, tome decisões que não levem à maximização de seu patrimônio.

b) Além disso, a partir de simulações efetuadas com os principais métodos de análise pesquisados, foi verificado que nenhum deles é sempre coerente com a premissa maior da maximização do patrimônio do investidor.

Desta forma, ficou demonstrado que a análise comparativa de fluxos de caixa mostrou-se ainda como um problema não definitivamente resolvido para a administração financeira, para a qual o modelo por este trabalho desenvolvido e proposto representa uma tentativa de expor uma melhor abordagem para a questão.

Referências Bibliográficas

- BERKOVITCH, E.; ISRAEL, R. Why the NPV criteria does not maximizes NPV. Working paper, Tel Aviv University, 2003.
- BIERMAN JR., H.; SMIDT, S. **As decisões de orçamento de capital**: análise econômica e financeira de projetos de investimentos. 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1978.
- BLANK, L. T.; TARQUIN, A. J. **Engineering Economy**. 4ª ed. McGraw-Hill, 1998.
- BODIE, Z.; MERTON, R. C. **Finanças**. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- CARVALHO, J. V. **Análise econômica de investimentos**: EVA: valor econômico agregado. Rio de Janeiro: Quality mark, 2002.
- CASAROTTO FILHO, N.; KOPITTKE, B. H. **Análise de investimentos**: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial. 9ª ed. São Paulo: Atlas, 2000.
- COLLIER, C. A.; GLACOLA, C. R. **Engineering economic and cost analysis**. 3ª ed. California: Addison-Wesley, 1998.
- DEGARMO, E. P.; SULLIVAN, W. G.; BONTADELLI, J. A.; WICKS, E. M. **Engineering Economy**. 10ª ed. New Jersey: Prentice Hall, 1997.
- FERREIRA, R. G. **Matemática financeira aplicada**: mercado de capitais, administração financeira, engenharia econômica. 5ª ed. Recife: Ed. Universitária UFPE, 2000.
- GALESNE, A.; FENTERSEIFER, J. E.; LAMB, R. **Decisões de investimentos da empresa**. São Paulo: Atlas, 1999.
- GITMAN, L. J. **Princípios de administração financeira**. 7ª ed. São Paulo: Habra, 1997.
- HELFERT, E. A. **Técnicas de análise financeira**: um guia prático para medir o desempenho dos negócios. 9ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2000.
- HUMMEL, P. R.; TASCHNER, M. R. B. **Análise e decisões sobre investimentos e financiamentos**: engenharia econômica: teoria e prática. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 1995.
- LEITE, H. P. **Introdução à administração financeira**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 1994.
- MARTINS, E.; ASSAF NETO, A. **Administração financeira**: as finanças das empresas sob condições inflacionárias. São Paulo: Atlas, 1986.
- PILÃO, N. E.; HUMMEL, P. R. V. **Matemática financeira e engenharia econômica**: a teoria e a prática da análise de projetos de investimentos. São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 2003.
- RIGGS, J. L.; BEDWORTH, D. D.; RANDHAWES, S. U. **Engineering economics**. 4ª ed. McGraw-Hill, 1996.
- ROSS, S. A.; WESTERFIELD, R. W.; JAFFE, J. F. **Administração financeira**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- SAMANEZ, C. P. **Matemática financeira**: aplicações à análise de investimentos. 2ª ed. São Paulo: Makron, 1999.
- SANVICENTE, A. Z. **Administração financeira**. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 1987.
- VOLKMAN, D. A. A Consistent Yield-Based Capital Budgeting Method. **Journal of Financial And Strategic Decisions**, v. 10, n. 3, 1997.
- WESTON, J. F.; BRIGHAM, E. F. **Fundamentos da administração financeira**. São Paulo: Makron Books, 2000.