

Abordagem probabilística do indicador TMA/TIR para avaliação do risco financeiro em projetos de investimentos

Jorge Harry Harzer (Católica SC) - harzer@catolicasc.org.br

Alceu Souza (PUCPR) - alceu.souza@pucpr.br

Wesley Vieira da Silva (PUCPR) - wesley.vieira@pucpr.br

June Alisson Westarb Cruz Cruz (Pucpr) - june.cruz@pucpr.br

Resumo:

Este trabalho tem por objetivo elaborar uma nova escala de risco para interpretar o indicador TMA/TIR da Metodologia Multi-índice para melhor representar o risco da decisão de investir em certo projeto de investimento, sem que para tal precise-se calcular P ($VPL < 0$). Trata-se de uma pesquisa aplicada quanto a sua natureza; descritiva e explicativa quanto ao seu objetivo; de análise e experimentação numérica quanto à estratégia de abordagem do problema e de coleta de dados secundários sobre projetos que utilizaram a Metodologia Multi-índice como método de análise. Analisaram-se 160 cenários na qual a relação $0,30 < TMA/TIR \leq 0,98$ e os resultados indicam que as probabilidades de perda não dependem da diferença absoluta entre a TMA e a TIR, mas dependem apenas do valor da relação TMA/TIR e do percentual de variabilidade atribuídos para a TMA e para a TIR. Verificou-se também que escala original da Metodologia Multi-índice para o risco de decisão superestima esse risco. A escala proposta neste artigo corrige, em parte, este viés.

Palavras-chave: *Análise de investimentos. Risco em projetos de investimentos. Metodologia Multi-índice.*

Área temática: *Métodos quantitativos aplicados à gestão de custos*

Abordagem probabilística do indicador TMA/TIR para avaliação do risco financeiro em projetos de investimentos

Resumo

Este trabalho tem por objetivo elaborar uma nova escala de risco para interpretar o indicador TMA/TIR da Metodologia Multi-índice para melhor representar o risco da decisão de investir em certo projeto de investimento, sem que para tal precise-se calcular P ($VPL < 0$). Trata-se de uma pesquisa aplicada quanto a sua natureza; descritiva e explicativa quanto ao seu objetivo; de análise e experimentação numérica quanto à estratégia de abordagem do problema e de coleta de dados secundários sobre projetos que utilizaram a Metodologia Multi-índice como método de análise. Analisaram-se 160 cenários na qual a relação $0,30 < TMA/TIR \leq 0,98$ e os resultados indicam que as probabilidades de perda não dependem da diferença absoluta entre a TMA e a TIR, mas dependem apenas do valor da relação TMA/TIR e do percentual de variabilidade atribuídos para a TMA e para a TIR. Verificou-se também que escala original da Metodologia Multi-índice para o risco de decisão superestima esse risco. A escala proposta neste artigo corrige, em parte, este viés.

Palavras-Chave: Análise de investimentos. Risco em projetos de investimentos. Metodologia Multi-índice.

Área Temática: Métodos quantitativos aplicados à gestão de custos

1 Introdução

A prospecção de oportunidades lucrativas de investimento de capital é parte integrante do programa de expansão de diversas empresas no Brasil e no mundo. Guimarães (1987) descreve a empresa como *locus* de acumulação de capital, sendo o lucro o principal componente para gerar esse acúmulo, de forma que ela necessita criar meios de esvaziar suas reservas de lucros em investimentos que gerem ainda mais lucro. O crescimento das firmas é guiado pela oportunidade de ganhar dinheiro (PENROSE, 2006) por meio da realização de novos investimentos. Contudo, essas oportunidades de investimentos trazem consigo a exposição a diversos fatores de risco, e todos eles, conduz ao risco de não recuperar o capital investido.

Souza e Clemente (2009) foram os pioneiros em propor a metodologia multi-índice de análise de investimentos de capital, de forma que possibilite avaliar, de forma simultânea, tanto o retorno como os riscos do projeto, mas não só o risco financeiro. Eles também procuraram mecanismos capazes de avaliar o risco operacional, o risco de gestão e o risco de negócio, que convergem em um conjunto de indicadores que visam medir o grau de exposição ao risco, em confronto com a expectativa de retorno. Argumentam que um conjunto de vários indicadores resulta em informações mais consistentes do que o uso isolado de qualquer um deles, o que ajuda a clarificar o processo decisório.

Na metodologia multi-índice, o risco financeiro é medido por um indicador que relaciona a Taxa Mínima de Atratividade – TMA com a Taxa Interna de Retorno – TIR do investimento, denominado TMA/TIR. O resultado desse indicador, por ser uma variável contínua, pode variar de muito próximo ao zero (o zero até é possível quando não há uma TMA aplicada ao projeto), o que indica um risco muito baixo, para o infinito, risco extremo.

Mas, como valores acima de um resultam em valor presente líquido negativo, a relação TMA/TIR, como índice de risco, limita-se à escala ao intervalo [0;1].

A relação entre a TMA e a TIR não é tão harmoniosa como um simples indicador possa representar. Ambas são variáveis aleatórias independentes e afetam a viabilidade financeira do investimento. A TMA, independente de se incorporar ou não um *spread* que represente o risco do projeto, sofre interferência de fatores conjunturais e impacta no valor do investimento. A TIR, por sua vez, é afetada tanto pelos parâmetros de entrada do projeto, como também por fatores conjunturais.

O indicador TMA/TIR pode ser utilizado como *proxy* no cálculo da probabilidade de se obter um resultado superior a um, o que indicaria que o investimento é de alto risco. Ocorre que calcular as probabilidades, quando se relacionam variáveis aleatórias contínuas, depende da existência de *softwares* específicos e pessoas familiarizadas com o tratamento estatístico de fluxos de caixas com características aleatórias. Isso pode ser um problema para algumas empresas de porte médio ou pequeno motivando então a essa discussão e justificando a proposição deste artigo. Outro problema é a escala original proposta por Souza e Clemente (2009) que superestima a percepção do risco da decisão classificando como médio ou médio/alto projetos que deveriam ter esse risco classificados como baixo ou baixo/médio

Um estudo realizado por Nogas, Souza e Silva (2011) também discute o indicador TMA/TIR considerando ambas variáveis aleatórias independentes. Como resultado, apresentaram uma tabela considerando um Coeficiente de Variação de dez a 50% (com incrementos de 10%) para as duas variáveis e fator TMA/TIR variando de 0,3 a 0,9 (com incrementos de 0,1) e suas respectivas probabilidades de que a TMA supere a TIR depois de iniciado o projeto. Eles não apresentam uma escala de risco para mensurar a probabilidade de perda. Ao invés disso, apresentaram uma regressão linear que permita estimar tais probabilidades com Coeficiente de Explicação (R^2 ajustado) de 0,8857, o que indica que a variação da probabilidade estimada, em 88,57% das vezes pode ser explicada pela variação do indicador TMA/TIR e Coeficiente de Variação atribuído para essas duas variáveis (NOGAS; SOUZA; SILVA, 2011). Entretanto, a aplicação do modelo de regressão proposto pelos autores obriga o decisor a pensar em Coeficiente de Variação, ao invés de lidar direto com variação percentual para mais e para menos nos valores das variáveis, o que dificulta um pouco o seu uso por parte de pessoas menos familiarizadas com aplicação de ferramental estatístico.

Diante de tais considerações, o objetivo deste trabalho é contribuir com a metodologia multi-índice, propondo uma nova escala de risco para interpretar o indicador TMA/TIR de forma que melhor represente o grau de risco financeiro do projeto, considerando ambas variáveis aleatórias independentes, e sem a necessidade de se recorrer a *softwares* específicos para determinar a probabilidade de se perder dinheiro no projeto, caso o investimento seja realizado. Não é pretensão apresentar uma escala exata do nível de risco assumido, o que é praticamente impossível quando se trata de projetos de investimentos. Ela também não elimina toda a subjetividade, pois ainda exige uma estimativa do percentual de variabilidade da TMA e TIR do projeto. O que se espera, portanto, é apresentar uma escala simples, fácil de usar e que possibilite o investidor ter uma noção da probabilidade de perda que o investimento está sujeito ao manipular essas duas variáveis.

Na sequência, a seção seguinte traz o referencial teórico do trabalho. A seção três aborda os procedimentos metodológicos utilizados na pesquisa. A seção quatro consiste no cerne deste trabalho, onde serão apresentados os resultados da pesquisa. Por fim, a seção cinco traz as considerações finais, onde também serão discutidas algumas limitações do uso da escala de risco proposta.

2 Risco e Incertezas em Projetos de Investimentos

Para Penrose (2006) o futuro nunca pode ser conhecido com precisão, o que significa que o planejamento das empresas é feito com base em expectativas acerca do futuro, com maior ou menor grau de precisão. Essas palavras podem muito bem serem aplicadas aos projetos de investimentos. De fato, toda atividade humana envolve incorrer certo grau de risco e, no mundo dos negócios, não é diferente. Ele está tão presente na vida das pessoas, a ponto de se estranhar não existir unanimidade na definição de “risco” (DAMODARAN, 2009). Knight (1964) alega que a palavra “risco” normalmente é usada de uma maneira solta para se referir a qualquer tipo de incerteza, visto do ponto de vista de uma contingência desfavorável e o termo “incerteza”, da mesma forma, tendo como referência o resultado favorável.

Embora o risco seja decorrente da incerteza, muitas vezes esses dois termos são tratados como sinônimos a ponto de, nas palavras de Souza e Clemente (2009), haver uma distinção de natureza muito mais teórica do que prática. A denominação “risco” é utilizada para situações em que é possível conhecer os possíveis estados futuros e suas probabilidades de ocorrência. O termo “incerteza” é utilizado para descrever aquelas situações em que não é possível saber os estados futuros ou quando não é possível estimar as probabilidades de que eles venham acontecer (BRITO, 2007; SOUZA; CLEMENTE, 2009; WOILER; MATHIAS, 2008).

Knight (1964) estreita um pouco mais o significado de “risco” ao mencionar dois tipos de probabilidades: a objetiva e a subjetiva. Por probabilidade objetiva entende-se aquela estabelecida *à priori*, com base em observações anteriores de mesma natureza. Probabilidade subjetiva é aquela estipulada na ausência de referência, normalmente obtida com base em julgamento decorrente da experiência de especialistas. Dessa forma, para Knight (1964), só pode ser caracterizado risco quando é possível estabelecer uma probabilidade objetiva de ocorrência de um evento; quando é necessário recorrer à probabilidade subjetiva, caracteriza uma situação de incerteza.

Galesne, Fensterseifer e Lamb (1999) consideram a definição de risco adotada pela maioria dos autores como incompleta e propõem uma ampliação do conceito. Os autores sugerem dois fatores adicionais que podem ser tomados conjuntamente para precisar uma noção de risco de um projeto de investimento: a “incerteza dos resultados” e “o caráter não desejado” de alguns desses resultados. Dessa forma, têm-se os desvios negativos e os desvios positivos, sendo que somente os primeiros são geradores de risco para os projetos de investimento (GALESNE; FENSTERSEIFER; LAMB, 1999).

Nos negócios, incerteza reflete a confiança do empresário em suas estimativas ou expectativas, ao passo que o risco diz respeito aos possíveis resultados de uma ação, em especial quando se refere a perdas em que se pode incorrer com essa ação (PENROSE, 2006). A incerteza pode ser gerada pela falta de informação ou simplesmente por informações imprecisas, variando em grau até atingir o ponto do imaginável, caracterizado pelo total desconhecimento sobre o futuro. Neste último caso, o problema ganha em profundidade, gerando os eventos considerados improváveis, mas de proporções altamente impactantes, denominado por Taleb (2008) de “Cisne Negro”.

Este trabalho considera risco sempre que seja possível atribuir um valor para mensurar uma potencial perda em projetos de investimentos, mesmo que de forma subjetiva. Contudo, independente das definições dadas para risco e incerteza, nada pode ser feito para eliminá-los. O que o investidor precisa é se munir do maior número de informações possíveis, pois a decisão de investir é de natureza complexa e, de acordo com Duclós e Santana (2009) um projeto de investimento representa um esforço de melhorar a qualidade da informação sobre as implicações desejadas ou não para diminuir os riscos do investimento. Dessa forma, se o investidor munir-se com mais informações e de melhor qualidade, é possível tomar uma

decisão com bases mais sólidas e reduzir as probabilidades de ocorrência de situações indesejadas.

3 Metodologia Clássica de Análise de Investimentos e alguns dos seus principais problemas

As métricas de análise mais comumente utilizadas na metodologia clássica são derivadas do método do fluxo de caixa descontado, prevalecendo o Valor Presente Líquido – VPL, Taxa Interna de Retorno – TIR e *Payback*. Ambas possuem suas vantagens e limitações.

O VPL, além de sua simplicidade de cálculo, tem a vantagem de proporcionar uma medida útil da variação esperada na riqueza a ser gerada pelo investimento, dado um conjunto de fluxos de caixa projetado e uma taxa de desconto preestabelecida (RYAN; RYAN, 2002; BERKOVITCH; ISRAEL, 2004). Além disso, de acordo com Ryan e Ryan (2002), o VPL não é sensível às múltiplas mudanças de sinal do fluxo de caixa e, parte do princípio de que seus fluxos positivos intermediários de caixa são reinvestidos pelo próprio custo de capital, sendo, portanto, uma hipótese mais realista.

Como desvantagem, o VPL é altamente sensível à taxa de desconto. Não há consenso sobre qual taxa é a mais adequada. Ela pode variar de uma simples taxa livre de risco, ou quase livre de risco, utilizada nas aplicações financeiras de baixo risco, como também pode ser o custo médio ponderado de capital da empresa, entre outras formas de se obter a taxa mínima de atratividade – TMA do investimento. De acordo com Martin (1997), enquanto a taxa de desconto é apenas um dado nas discussões teóricas, calcular o custo de capital pode ser difícil e consumidor de tempo, especialmente nas grandes e complexas organizações.

Para compor a TMA, a metodologia clássica normalmente adiciona um *spread* à taxa livre de risco para considerar o grau do risco a ser assumido no investimento, caso o projeto seja aceito. Esse adicional é proporcional ao risco, ou seja, quanto maior o risco do projeto, maior o adicional a ser incorporado à taxa livre de risco e vice-versa. Essa prática, além de arbitrária, contém a hipótese rígida de que o risco permanecerá inalterado ao longo da vida útil do investimento, o que pode não ser verdadeiro, podendo variar ao longo do ciclo de vida do investimento.

A TIR também deriva do modelo do fluxo de caixa descontado. Embora ela seja matematicamente definida como a taxa de desconto que iguala o valor presente de uma série de fluxos de caixa a zero (HARTMAN; SCHAFRICK, 2004), infelizmente seu conceito tem sido mal interpretado por muitos financistas e escritores de análise de investimentos, a exemplo de Assaf Neto (2003), Correia Neto (2009), Hartman e Schafrick (2004), Motta e Calôba (2009) e Santos (2011). Para eles, a TIR é definida como a taxa que mede a rentabilidade de um projeto em um determinado período de tempo. Outros autores como Galesne, Fensterseifer e Lamb (1999) e Lapponi (2000), apresentam uma interpretação um pouco mais restritiva, embora ainda considerem que a TIR pode, em algumas situações, ser considerada como a taxa que mede a rentabilidade do projeto. Ao considerar a TIR como medida de rentabilidade de um investimento, por definição, assume-se que os recursos liberados pelos fluxos de caixa são reinvestidos à própria TIR (RAYAN; RAYAN, 2002). Para Souza e Clemente (2009) é um engano referir-se à TIR como a rentabilidade do projeto, já que a melhor alternativa de aplicação para os recursos liberados pelo projeto é a TMA, considerada como uma taxa de aplicação com baixo grau de risco.

Da mesma forma que o VPL, com advento das calculadoras financeiras e planilhas eletrônicas, o cálculo da TIR tornou-se muito simples, além de não ser sensível à TMA, constituindo as suas principais vantagens. Hartman e Schafrick (2004) apontam outra vantagem da TIR: por ela ser uma taxa e não um valor absoluto pode ser vista como uma medida útil da eficácia de um projeto.

Entretanto, a literatura aponta mais limitações ao uso da TIR de forma que obscurece suas vantagens. A maioria deriva de suas propriedades matemáticas e não serão comentadas neste trabalho. Para fins de análise de investimentos, talvez sua limitação mais séria seja a de que a TIR, se confrontada com o VPL, não pode ser utilizada para classificar projetos, isto é, entre dois projetos, o que apresenta a maior TIR pode ter o menor VPL, a depender da TMA utilizada. Uma explicação para isso foi apresentada por Barney e Danielson (2004) ao descrever que um desacordo entre VPL e TIR pode surgir quando os momentos dos fluxos de caixa dos projetos são diferentes, de tal forma que a maior parte dos fluxos de caixa de um projeto ocorre nos primeiros anos, enquanto a maior parte dos fluxos de caixa do outro projeto acontece nos últimos anos.

Embora essa limitação da TIR possa ser facilmente contornada se ela for adequadamente utilizada em conjunto com o VPL, o fato é que a TIR é o método de avaliação predileto entre os executivos, conforme demonstra os estudos de Pike (1996) e as compilações de estudos apresentadas por Ryan e Ryan (2002).

O método do *Payback* calcula o número de períodos necessários para que os fluxos de benefício supere o capital investido (SOUZA; CLEMENTE, 2009). O resultado desse método em conjunto com uma meta de períodos definida para alcançar o retorno do investimento, define a barreira limiar para a aceitação do projeto. Existem dois métodos de cálculo do *Payback*. Na sua forma tradicional, ele é calculado com base nos valores nominais dos fluxos de caixa, não considerando o princípio básico das finanças: o de não levar em consideração o valor do dinheiro no tempo. Já na sua forma mais amplamente difundida atualmente, ele é calculado com base nos fluxos de caixa descontados.

De acordo com Lefley (1996), pesquisas indicam que o uso do *Payback* tem demonstrado estar positivamente relacionado com o tamanho do orçamento de capital, porém sua importância tem sido inversamente relacionada ao volume do capital investido. Também não há evidências de que seu uso seja significativamente influenciado pelo tamanho da empresa (LEFLEY, 1996). Nessa mesma linha, Yard (2000) alega que existem muitas empresas, mesmo de tamanho considerável, onde o *Payback* é usado como o único critério de avaliação de investimentos, porém, seu uso como único ou principal método parece ser um pouco mais comum em empresas de pequeno e médio porte.

As principais desvantagens apontadas pela literatura resumem-se a dois fatores: na sua forma tradicional, ele não leva em consideração o valor do dinheiro no tempo, e, para ambas as formas, ignora o momento dos retornos, bem como os retornos obtidos após o período de recuperação do capital (BLOCHER; STICKNEY, 1979; LEFLEY, 1996; YARD, 2000).

4 Metodologia Multi-índice de Análise de Investimentos

A metodologia multi-índice proposta por Souza e Clemente (2009) trata o risco como um componente multidimensional e, portanto, sugerem dois grupos de indicadores com abordagens distintas, um mede o retorno, enquanto o outro procura mensurar os riscos envolvidos no projeto. Diferencia-se da metodologia clássica, basicamente pelos seguintes motivos:

- a) a base para elaboração do fluxo de caixa do empreendimento é uma demonstração de resultados apurada pelo custeio variável;
- b) a análise dos riscos não se limita apenas na mensuração do risco financeiro do projeto de investimento. O risco operacional, o risco de gestão e o risco de negócio também são considerados;
- c) a TMA a ser utilizada não contempla o fator de risco e, portanto, deve refletir a melhor alternativa de investimento disponível no momento com baixo nível de risco;

- d) não utiliza de forma isolada um único indicador para recomendar o aceite do projeto. O conjunto de todos os indicadores, de risco e de retorno, é que subsidiam a decisão de investir;
- e) a rentabilidade do investimento é medida pelo o Retorno sobre o Investimento - ROI. Ao contrário da metodologia clássica que o retorno é equivocadamente mensurado pela TIR, esse indicador representa a melhor medida de rentabilidade a ser gerada pelo investimento;
- f) incorpora o Retorno Adicional sobre o Investimento – ROIA, como medida de retorno acima da TMA. Análogo ao conceito do Valor Econômico Adicionado – EVA, ele indica o quanto o investimento rende acima da TMA;
- g) os indicadores clássicos TIR e *Payback* não são considerados indicadores de retorno, mas sim de risco, com as respectivas associações à TMA e ao período (N) do investimento. Ou seja, ambos são convertidos em indicadores: TMA/TIR e índice *Payback/N*, quanto mais próximo do score um, indica maior grau de risco;
- h) incorpora o indicador Grau de Comprometimento da Receita – GCR, clássico da análise das demonstrações financeiras, como indicador de risco operacional;
- i) a mensuração dos riscos financeiros deve ser acompanhada de suas respectivas probabilidades de ocorrência.

Na metodologia multi-índice, ao contrário da clássica, é notória a preocupação de incorporar indicadores de riscos para que eles possam ser associados ao ROIA, de forma a melhorar a decisão. O risco financeiro do projeto é medido pelo indicador TMA/TIR. Sua essência consiste na proximidade entre as duas variáveis e, portanto, a TIR como medida de risco necessita ser redefinida. Nesse contexto, ela pode ser definida como a taxa que estabelece o limite superior para a variabilidade da TMA, ou seja, a diferença entre a TIR e a TMA estabelece o ponto de ruptura para a variabilidade máxima de acréscimo permitida sobre a TMA para recomendar o aceite do projeto. Uma variação acima desse limite representa o ponto a partir do qual o projeto torna-se inviável financeiramente

Na metodologia multi-índice, com exceção do ROIA, os demais indicadores de retorno são os mesmos encontrados na literatura clássica de análise de investimentos. Porém, um único indicador de forma isolada não suporta a decisão a ser tomada. Ao contrário, ao encontrar um VPL positivo, por exemplo, apenas significa que o projeto merece atenção e a análise continua com o cálculo dos demais indicadores de retorno e de medidas de risco. O uso conjunto dos indicadores produz informações mais consistentes do que seu uso isolado e se caracteriza pela avaliação do risco e do seu confronto com a expectativa de retorno (SOUZA e CLEMENTE, 2009). O Quadro 1 fornece um comparativo entre as metodologias de análise de investimentos.

Metodologia Clássica	Metodologia Multi-índice	Comentários
A Demonstração de Resultado, base para a elaboração do fluxo de caixa, é apurada na forma contábil clássica sem separar os custos e despesas entre fixos e variáveis.	A Demonstração de Resultado é elaborada pelo custeio variável. Portanto, segrega os custos e despesas entre fixos e variáveis.	A separação dos custos e despesas entre fixos e variáveis proporciona uma melhor compreensão da estrutura de custos do empreendimento e fornece uma visão mais clara sobre a variação nos resultados em função do volume de atividade.
O risco é limitado a um <i>spread</i> adicionado à TMA que subsidiará a tomada de decisão.	A TMA é uma taxa livre de risco. Corresponde à melhor alternativa de investimento com baixo nível de risco.	Na metodologia multi-índice o risco é analisado com um conjunto próprio de indicadores. Isso elimina a subjetividade que o <i>spread</i> incorpora e proporciona um valor presente dos fluxos de

		benefícios mais condizente com as diferentes alternativas de investimentos disponíveis no mercado.
Quando se utiliza de métricas de avaliação do risco, considera apenas o risco financeiro, normalmente limitando-se à análise de sensibilidade e/ou análise de cenários pessimista e otimista.	Os riscos são separados em suas diferentes classes entre: risco de não recuperar o capital investido; risco operacional, risco de gestão e risco de negócios, que aliados aos indicadores de retorno, fundamentam a decisão de investir.	A segregação dos riscos clarifica a compreensão dos diferentes fatores que afetam o negócio e que podem comprometer sua sobrevivência. Contudo, embora a metodologia multi-índice alerte para os diferentes tipos de riscos envolvidos no projeto, ainda carece de estudos mais profundos de forma a tornar seu uso mais prático.
A decisão de investir basicamente é restrita ao VPL e/ou a TIR. Um VPL positivo e/ou uma TIR superior à TMA indica o aceite do investimento. O Índice de Lucratividade e o <i>Payback</i> podem complementar a análise, mas, normalmente, não são decisivos ou não são analisados de forma conjunta com os demais.	A decisão de investir se baseia em vários indicadores. Além do VP, VPL e TIR, a análise é ampliada com o VPLa, IBC, ROI, ROIA, <i>Payback</i> , em conjunto com os indicadores de risco.	Um VPL positivo indica apenas que a análise do projeto de investimento pode prosseguir, mas não diz que ele deve ser aceito apenas com base nesse indicador. Só a utilização de vários indicadores em conjunto é capaz de fornecer uma visão mais ampliada sobre o investimento.
A TIR e o <i>Payback</i> são considerados indicadores de retorno.	A TIR comparada com a TMA e o <i>Pay-back</i> são considerados indicadores de risco financeiro. O retorno do investimento é medido pelo ROI e ROIA.	A TIR não pode ser considerada indicador de retorno, pois, os fluxos de benefícios do projeto não são reinvestidos à própria TIR, mas a uma taxa muito mais próxima à TMA. O <i>Payback</i> nada diz sobre o retorno do investimento. Contudo, sua proximidade com o ciclo final de vida do investimento fornece uma visão do risco de não se recuperar o capital investido. Quanto mais perto do final do ciclo de vida do projeto, maior o risco assumido.

Fonte: os autores, 2014

Quadro 1 – Comparativo entre a metodologia clássica e multi-índice de análise de investimentos

Cinco fatores de risco são contemplados na metodologia multi-índice e se caracterizam pela análise minuciosa de diversos fatores. O risco de gestão, conforme Souza e Clemente (2009) representa o grau de competência da equipe gestora e é medido pelo conhecimento e experiência acumulada em diversos aspectos da gestão. O risco de negócios relaciona-se a uma série de fatores externos que afetam o empreendimento. Souza e Clemente (2009) propõem três conjuntos de variáveis: análise dos fatores políticos, econômicos, sociais e tecnológicos (PEST); cinco forças de Porter (novos entrantes, produtos substitutos, fornecedores, clientes e concorrentes); pontos fracos e ameaças. O risco financeiro é medido por meio de dois indicadores (TMA/TIR e Índice *Payback*/N) e apenas o risco operacional é medido por um único indicador (GCR). Os cinco indicadores são confrontados com o indicador ROIA como subsídio à decisão de investir. O Quadro 2 ilustra a escala que representa o grau de risco proposta por Souza e Clemente (2009).

		Baixo	B/M	Médio	M/A	Alto
Retorno (ROIA)						
RISCOS	Risco Financeiro (TMA/TIR)					
	Risco de Não recuperação do Capital (Payback / N)					
	Risco Operacional (GCR)					
	Risco de Gestão					
	Risco de Negócio					
	Escala para o risco	0 a 0,2	0,2 a 0,4	0,4 a 0,6	0,6 a 0,8	0,8 a 1,0

Fonte: Adaptado de Souza e Clemente (2009)

Quadro 2 – Escala de confronto de retorno versus risco

Nesta escala, o risco financeiro medido pelo indicador TMA/TIR pode estar superavaliado. Harzer, Souza e Duclós (2013) demonstra esse fato. Os autores utilizaram os dados de um fluxo de caixa real, elaborado para o investimento em um hotel. Considerando seus valores determinísticos, esse indicador resultou em 0,67, o que pela escala proposta, representa um risco médio-alto. Os mesmos parâmetros desse fluxo de caixa foram transformados em probabilísticos, aplicando-se o Método de Monte Carlo. Utilizou-se a distribuição triangular e variação em dez pontos percentuais para mais e para menos em todos os parâmetros, cuidando para que a capacidade instalada do hotel não fosse excedida. Após 5.000 interações, verificou-se que a probabilidade da TMA superar a TIR foi zero. Esse resultado indica que a escala de risco financeiro medido por meio do indicador TMA/TIR pode estar superestimada.

5 Metodologia

A TMA e a TIR dos projetos de investimentos são consideradas variáveis aleatórias independentes. Assumindo-se determinados percentuais de alteração, para mais e para menos nos valores dessas variáveis, o indicador TMA/TIR é um índice, cuja escala vai de zero a um, utilizado na metodologia multi-índice para medir o risco financeiro de um projeto de investimento. O risco de perda medido por esse indicador é representado pela probabilidade de se obter um índice acima do seu limite na escala, ou seja, $P(VPL \leq 0) = P(TMA/TIR > 1)$. Uma probabilidade é, por definição, medida num intervalo $[0;1]$ e não em percentual, porém para facilitar a compreensão do risco de perda optou-se pelo uso de percentuais.

Para elaborar a nova escala que indique a probabilidade de se perder capital ao investir no projeto, fixou-se uma amplitude de variabilidade percentual da TMA e da TIR estipuladas de forma arbitrária entre 10% a 40%, com incrementos de cinco pontos percentuais entre elas. Cabe esclarecer que, neste trabalho, toda vez que for mencionado o termo amplitude de variação, refere-se à aplicação de um determinado percentual de variação, de forma igual para mais e para menos, sobre as variáveis TMA e TIR. Adicionalmente, tanto a TMA como os valores do indicador TMA/TIR foram estabelecidas da seguinte forma:

- TMA partindo de 8% a 16%, com saltos de um ponto percentual entre elas e índice TMA/TIR partindo de 0,30 a 0,60, com saltos de 0,10;
- TMA de 10% a 16% com saltos de dois pontos percentuais e índice TMA/TIR fixos em 0,65, 0,67, 0,68, 0,70, 0,71 e 0,72;
- TMA de 10% a 16%, com saltos de dois pontos percentuais e índice TMA/TIR de 0,74 a 0,98 com saltos de 0,01.

Esse procedimento justifica-se pelos seguintes motivos:

- As TMA arbitradas entre 8% a 16% são meramente para fins de cálculo e, como será visto adiante, a taxa não afeta as probabilidades, apenas o valor do indicador

irá afetar. Além do mais, TMA entre 10% a 16% está condizente com a realidade brasileira da época da elaboração deste trabalho;

- Partiu-se da hipótese de que qualquer amplitude de variação da TMA e da TIR abaixo de 10% apresentaria um resultado insignificante na probabilidade de perda. As variações de 10% a 40%, com saltos de cinco pontos percentuais para ambas as variáveis representam apenas algumas possibilidades e, da mesma forma, qualquer valor entre uma e outra variação resultaria em probabilidades muito próximas às obtidas. Embora estimar uma amplitude de oscilação de 40% para qualquer variável possa parecer improvável, optou-se em manter até esse limite;
- O valor do indicador TMA/TIR iniciou em 0,30 assumindo-se a hipótese de que abaixo deste valor e para qualquer amplitude de oscilação nessas duas variáveis dentro da faixa estabelecida, não há nenhuma probabilidade do indicador ser superior ao seu limite (1,0). Os saltos nos valores do indicador foram determinados de modo a encontrar os pontos em que as probabilidades de perda começaram a aparecer, dada uma determinada amplitude de variabilidade da TMA e da TIR;
- Calcular as probabilidades de perdas para um determinado valor estabelecido para o indicador TMA/TIR utilizando diferentes TMA tem dois propósitos: 1) o de demonstrar o comportamento das probabilidades de perda do valor do indicador associado a cada amplitude de variabilidade da TMA e da TIR; e, 2) certificar-se de que o número de interações das simulações realizadas foi suficiente para atingir a estabilidade da probabilidade de perda resultante.

Utilizou-se o método de Monte Carlo para transformar cada uma das relações TMA/TIR em modelos estocásticos. Dessa forma, foi realizada uma simulação para cada valor estabelecido para o indicador, associado a diferentes TMA, combinado com cada amplitude de variabilidade determinada para essas duas variáveis. Esse procedimento gerou um total de 160 rodadas de simulação com 5.000 interações (*runs*) cada. O *software* utilizado foi o *Crystal Ball*.

O método de Monte Carlo consiste em uma técnica matemática que gera amostras aleatórias de variáveis de saída a partir de várias amostras aleatórias de variáveis de entrada (SOARES, 2006). Envolve repetidas interações de forma aleatória entre as variáveis de entrada a fim de gerar as probabilidades de ocorrência dos valores das variáveis de saída. Com isso, ao associar a TMA com a TIR são possíveis infinitas combinações de valores dentro de um dado intervalo de variabilidade desses parâmetros.

O uso do método de Monte Carlo requer a escolha de uma distribuição de probabilidade definida a priori dependendo das características individuais das variáveis de entrada. Existem diversos tipos de distribuição, sendo que a normal é a mais conhecida. Contudo, a distribuição normal, além de requerer que se estabeleçam as oscilações dos valores em termos de desvios-padrão em torno da média, o que dificulta seu uso, certos números podem assumir valores negativos, o que não corresponde às características das variáveis estudadas neste trabalho. Dessa forma, assume que as variáveis TMA e TIR possam oscilar entre dois pontos fixos em torno do seu valor médio, o que torna a utilização da distribuição triangular mais apropriada.

Os pressupostos seguidos para aplicação do método de Monte Carlo são: as variáveis TMA e TIR são identicamente distribuídas em torno de seus valores médios; a média da TMA corresponde ao valor estabelecido para ela e a média da TIR corresponde ao valor calculado de acordo com o fluxo de caixa do projeto de investimento; a variação percentual em torno da média será aplicada de forma idêntica para ambas variáveis; e, o percentual aplicado sobre o valor médio das variáveis será o mesmo para mais e para menos.

Após as 160 rodadas de simulação, as probabilidades resultantes de cada valor do indicador TMA/TIR foram agrupadas pelas suas médias. Como cada valor estipulado para o indicador foi calculado empregando-se pelo menos quatro diferentes TMA, tem-se pelo menos quatro simulações, com pequenas variações entre os resultados, para o mesmo valor do indicador TMA/TIR em conjunto com cada uma das amplitudes de variabilidade utilizadas. As médias reduziram em uma única probabilidade para cada valor do indicador TMA/TIR associado com uma respectiva amplitude de variabilidade.

Finalmente, para construir uma escala capaz de dimensionar o grau de risco a ser assumido, implica em determinar pelo menos dois pontos fundamentais de corte: um para delimitar o grau de risco baixo e o outro para determinar o grau de risco alto. Dessa forma, partiu-se da hipótese de que até 5% de probabilidade de perda, o investimento é considerado de baixo risco pelos investidores, ponto até o qual eles investiriam no projeto sem hesitar. O ponto de ruptura, probabilidade de perda a partir do qual nenhum investidor aplicaria seu capital, foi estipulado em 30%. Estas constatações foram apuradas por meio de levantamento realizado com aproximadamente 50 alunos de graduação e especialização em cursos na área de negócios.

6 Apresentação e análise dos resultados

O risco medido pelo indicador TMA/TIR evidencia a probabilidade de a TMA superar a TIR ($P(TMA > TIR)$) ou de o indicador superar seu limite na escala ($P(TMA/TIR > 1)$) em função das características individuais do projeto. Tais probabilidades são as variáveis dependentes e os valores do indicador e o percentual de variabilidade aplicado a elas, são as variáveis independentes. Ao calcular as probabilidades para um determinado valor fixo do indicador utilizando-se de várias TMA, é possível demonstrar que essas probabilidades não dependem da TMA utilizada. Em outras palavras, elas não dependem da distância que separa a TIR da TMA para um determinado valor do indicador, como demonstra a Tabela 1. As probabilidades são afetadas somente pelo valor do indicador e pelo percentual de variabilidade estipulado para a TMA e TIR.

Tabela 1 - $P(TMA/TIR > 1)$ para variações de 10% a 40% na TMA e TIR

TMA	TIR	FATOR TMA/TIR	TIR - TMA	VARIAÇÃO % NA TMA E TIR						
				10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%
10,00%	11,90%	0,84	1,90%	0,01%	2,19%	6,99%	11,97%	16,29%	20,33%	23,02%
12,00%	14,29%	0,84	2,29%	0,05%	1,87%	6,42%	11,90%	16,61%	20,88%	22,97%
14,00%	16,67%	0,84	2,67%	0,00%	1,99%	6,51%	11,33%	15,91%	19,46%	23,68%
16,00%	19,05%	0,84	3,05%	0,00%	2,17%	7,29%	11,65%	15,86%	20,98%	23,61%
Média				0,02%	2,06%	6,80%	11,71%	16,17%	20,41%	23,32%
Desvio Padrão				0,02%	0,15%	0,41%	0,29%	0,35%	0,70%	0,38%
10,00%	10,31%	0,97	0,31%	29,91%	37,73%	40,27%	42,40%	43,15%	43,26%	44,85%
12,00%	12,37%	0,97	0,37%	30,86%	35,93%	39,58%	42,47%	41,77%	43,56%	45,56%
14,00%	14,43%	0,97	0,43%	31,30%	35,72%	39,52%	42,20%	44,59%	45,19%	44,31%
16,00%	16,49%	0,97	0,49%	31,54%	36,97%	39,32%	41,78%	43,40%	43,77%	45,44%
Média				30,90%	36,59%	39,67%	42,21%	43,23%	43,95%	45,04%
Desvio Padrão				0,72%	0,94%	0,41%	0,31%	1,16%	0,86%	0,58%

Fonte: os autores, 2014

A tabela 1 demonstra as probabilidades de perdas associadas ao valor do indicador com suas correspondentes amplitudes de variabilidade para a TMA e TIR, ambas calculadas com quatro TMA diferentes. O índice 0,84 corresponde ao primeiro que apresentou probabilidades de perdas em todas as amplitudes de variabilidade das variáveis. O índice 0,97 é o primeiro que atingiu a probabilidade limite de perda de 30% com 10% de variabilidade

nas duas variáveis. A quarta coluna demonstra a diferença entre as duas variáveis em pontos percentuais e a última linha de cada valor do indicador, os desvios-padrão calculados para cada um dos percentuais de variação estipulado para a TMA e TIR. Nota-se que independentemente do valor da diferença entre a TIR e TMA, as probabilidades de perdas resultantes não se alteram de forma significativa para o mesmo percentual de variação, a ponto de apresentarem pequenos desvios-padrão em torno de suas médias. Logo, as probabilidades não são afetadas pelo valor da TMA e a respectiva TIR que forma o indicador, mas tão somente pelo valor do indicador TMA/TIR, associado ao percentual de variabilidade estimado para a TMA e TIR do investimento.

Esse processo foi repetido para diferentes valores arbitrados para o indicador utilizando-se de várias taxas mínima de atratividade. Os cálculos iniciaram com o valor do índice estipulado em 0,30, sendo que até 0,40 não foi constatado nenhuma probabilidade de perda, independentemente do percentual de variação aplicado sobre as variáveis TMA e TIR. A partir de 0,50 e amplitude de variabilidade de 40% nas duas variáveis, o indicador começou apresentar pequenas probabilidades de perda, mas ainda insignificantes. Até 0,67 as probabilidades resultantes se mantiveram abaixo de 5%. Observe que 5% representa o primeiro ponto de corte para se considerar um investimento de baixo risco, conforme descrito na metodologia deste trabalho.

A partir de 0,68 e amplitude de variação de 40% nas variáveis TMA e TIR, as probabilidades de perda superaram 5% e começaram a aumentar de forma gradativa. A partir desse índice, para cada percentual de variabilidade aplicado às duas variáveis, procurou-se por pontos específicos de corte na probabilidade de perda, com adicionais de cinco pontos percentuais, até atingir o limite de 30%. Este valor representa o ponto de ruptura para que o investidor rejeite o projeto por considerar um investimento de alto risco. Com indicador TMA/TIR igual a 0,97 e 10% de variabilidade para mais e para menos nas duas variáveis, a probabilidade de perda limite de 30% foi atingida. Os valores médios das probabilidades de perda de cada valor estabelecido para o indicador são os que formam a escala de risco, conforme demonstra a Figura 1.

TMA/TIR	VARIACÃO % EM TORNO DA TMA E TIR						
	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%
0,65	0,00%	0,00%	0,00%	0,04%	0,47%	1,59%	3,34%
0,67	0,00%	0,00%	0,00%	0,10%	1,00%	2,73%	4,59%
0,68	0,00%	0,00%	0,00%	0,24%	1,27%	3,04%	5,37%
0,70	0,00%	0,00%	0,02%	0,50%	1,97%	4,12%	7,19%
0,71	0,00%	0,00%	0,02%	0,70%	2,49%	4,89%	7,72%
0,72	0,00%	0,00%	0,06%	1,04%	3,17%	5,77%	8,71%
0,74	0,00%	0,00%	0,27%	1,83%	4,41%	7,59%	9,90%
0,75	0,00%	0,00%	0,49%	2,39%	5,27%	8,37%	11,61%
0,76	0,00%	0,00%	0,88%	2,62%	6,04%	9,48%	12,69%
0,77	0,00%	0,02%	1,10%	3,65%	7,24%	10,31%	13,94%
0,78	0,00%	0,04%	1,48%	4,52%	7,98%	11,57%	15,22%
0,79	0,00%	0,13%	1,95%	5,25%	9,46%	13,12%	16,59%
0,80	0,00%	0,30%	2,78%	6,49%	10,53%	14,33%	17,81%
0,81	0,00%	0,59%	3,51%	7,85%	12,00%	16,33%	19,45%
0,82	0,00%	0,93%	4,33%	8,67%	13,68%	17,25%	20,41%
0,83	0,00%	1,47%	5,54%	10,09%	15,18%	18,73%	21,65%

0,84	0,02%	2,06%	6,80%	11,71%	16,17%	20,41%	23,32%
0,85	0,06%	2,89%	8,12%	14,06%	18,03%	21,55%	24,46%
0,86	0,27%	4,22%	10,11%	16,22%	19,86%	24,09%	26,70%
0,87	0,50%	5,47%	11,86%	17,72%	21,90%	25,23%	27,95%
0,88	1,11%	7,41%	14,07%	19,86%	23,45%	27,41%	29,35%
0,89	2,03%	9,29%	16,29%	21,85%	26,08%	29,24%	31,06%
0,90	3,28%	11,53%	18,84%	23,30%	28,06%	30,68%	33,59%
0,91	5,13%	14,66%	21,25%	26,68%	29,81%	32,55%	34,86%
0,92	7,93%	17,43%	24,11%	28,90%	32,27%	35,21%	36,21%
0,93	11,12%	21,03%	27,42%	31,62%	34,79%	37,19%	38,51%
0,94	14,70%	24,41%	29,86%	34,80%	36,99%	38,33%	39,64%
0,95	19,56%	28,62%	33,39%	35,94%	38,94%	39,73%	41,55%
0,96	24,43%	32,39%	37,22%	39,69%	40,34%	42,55%	44,01%
0,97	30,90%	36,59%	39,67%	42,21%	43,23%	43,95%	45,04%
0,98	36,75%	40,33%	43,29%	44,43%	45,29%	46,15%	46,72%

Fonte: os autores, 2014.

Figura 1 – Escala de risco financeiro do projeto medido pela $P(TMA > TIR)$

A escala proposta inicia para valores do indicador TMA/TIR igual a 0,65. Foi descrito anteriormente que com índice 0,50 e 40% de variação nas duas variáveis já se verificava pequenas probabilidades da TMA superar a TIR. Com índice de 0,60 elas ainda podem ser consideradas irrelevantes. A perda média observada para 40% de variabilidade foi de 1,51%, 0,55% com 35% de variabilidade e de 0,06% para 30% de variação nos valores da TMA e TIR, por isso optou-se em excluir os índices abaixo de 0,65 da escala.

A utilização dessa escala requer que a equipe responsável pela elaboração do projeto seja capaz de estimar o percentual de variabilidade da TMA e TIR em torno dos seus valores considerados mais prováveis. Ela considera também dois pontos limites de probabilidade de perda, conforme descrito anteriormente.

Sua utilização é simples: depois de se ter em mãos a TIR calculada pelo fluxo de caixa projetado e o correspondente valor do indicador TMA/TIR, o analista deverá estimar o quanto acredita que estas variáveis possam oscilar em termos percentuais. Para encontrar a probabilidade de se perder capital caso o projeto seja aceito, basta localizar na primeira coluna da escala a linha que corresponde ao indicador calculado e cruzar essa linha com a coluna que corresponda ao percentual de variação estimado para as variáveis. Por exemplo: se o indicador TMA/TIR resultar em 0,80 e estima-se que por questões conjunturais e dado o nível de incerteza relacionado ao projeto as duas taxas podem oscilar em torno de 30%, a probabilidade de perda será de 10,5%. A interpretação dessa perda quanto ao seu grau de intensidade depende do perfil pessoal de cada um. Um investidor mais avesso à perda tenderá a interpretar essa probabilidade como alta demais e poderia recusar o projeto, mas um investidor mais propenso ao risco talvez possa achar que 10,5% representa um risco baixo e aceitaria investir no projeto.

Essa escala representa uma contribuição à metodologia multi-índice criada por Souza e Clemente (2009) de forma a quantificar as probabilidades de se perder capital caso o investidor opte em aceitar um projeto de investimento. Ela também elimina a rigidez da escala original ao considerar os diferentes valores resultantes para o indicador TMA/TIR ao associar a ele diferentes faixas de variação nas duas variáveis que compõem o indicador. Porém, enquanto as probabilidades associadas a cada valor estipulado para o indicador em conjunto

com os respectivos percentuais de variabilidade tenha uma base matemática e representa uma boa estimativa do grau de perda, os pontos de corte entre os diferentes níveis de risco sugeridos ainda são arbitrários e seria mais prudente deixar a interpretação a cargo de cada um de acordo com seu grau de propensão ao risco.

7 Considerações finais

Todo projeto de investimento é elaborado com base em expectativas feitas no presente e extrapoladas para o futuro. Um investimento de capital é, por definição, uma decisão de risco. Se não todos, mas a maioria das fontes passíveis de risco converge para o risco de perder capital ao aceitar a decisão de investir no projeto. Um dos indicadores de risco financeiro de um projeto de investimento proposto pela metodologia multi-índice de Souza e Clemente (2009) corresponde à relação TMA/TIR. Seu resultado vai do zero, que significa ausência de risco, a um (1,0) risco máximo. Os autores da metodologia multi-índice também propõem um escala com cinco níveis de risco, com saltos de 0,2 entre eles, para que o resultado desse indicador seja interpretado entre grau de risco baixo a risco alto. Estudos evidenciam que esta escala possa estar superestimando o risco. Outro problema relacionado a essa escala, é que ela não quantifica a probabilidade da TMA superar a TIR.

O objetivo deste trabalho foi contribuir com a metodologia multi-índice ao propor uma nova escala de risco para interpretar o indicador TMA/TIR de forma que melhor represente o grau de risco do projeto, considerando que ambas as variáveis são aleatórias e independentes, e sem a necessidade de se recorrer a *softwares* específicos para determinar a probabilidade de se perder dinheiro no projeto, caso o investimento seja realizado.

Utilizou-se o método de Monte Carlo para estimar as probabilidades de perdas do investimento para compor a nova escala. As probabilidades foram calculadas para valores do indicador TMA/TIR arbitrados de 0,30 a 0,98, utilizando-se de diferentes TMA e associadas a sete percentuais de variabilidade para mais e para menos nos valores da TMA e da TIR. Considerando-se que as probabilidades para cada valor arbitrado para o indicador foram calculadas com pelo menos quatro TMA diferentes e sete percentuais de variabilidade nas duas variáveis, ao todo foram feitas 160 simulações com 5.000 interações em cada uma.

Os resultados indicam que as probabilidades de perda não dependem da diferença absoluta entre a TMA e a TIR em que um dado valor do indicador é calculado. Eles dependem apenas do valor do indicador propriamente dito e do percentual de variabilidade atribuído para as variáveis TMA e TIR.

Essas simulações possibilitaram elaborar uma nova escala para interpretar o risco financeiro de projetos de investimentos, associando as respectivas probabilidades de perda para diferentes valores do indicador com diferentes níveis de incerteza relacionados a quanto que cada uma dessas variáveis pode oscilar para que o projeto se torne inviável. Da mesma forma que a escala original da metodologia multi-índice, ela também apresenta cinco classificações quanto ao grau de perda, porém, ele proporciona uma melhor interpretação ao quantificar essa perda dado o valor do indicador e o quanto cada variável pode oscilar em torno de seus valores considerados mais prováveis.

Embora a escala proposta se apresente mais completa que a da metodologia multi-índice, ela contém algumas limitações: requer que a equipe responsável pela elaboração do projeto de investimento estime um percentual de variabilidade nas variáveis TMA e TIR do projeto, não eliminando a subjetividade inerente a qualquer estimativa; os percentuais de oscilação dessas variáveis são fixos em sete níveis, de 10% a 40% em saltos de cinco pontos percentuais, não permitindo valores inferiores ou intermediários; considera que os únicos parâmetros que oscilam são a TMA e a TIR. A TMA pode ser alterada por fatores conjunturais e ela afeta o valor do projeto, mas a TIR, além de sofrer flutuações decorrentes

da conjuntura, é altamente sensível aos parâmetros do projeto. Logo, essa escala não é precisa.

De qualquer forma, não é possível pensar em exatidão quando se está lidando com projetos de investimentos. Todos os parâmetros são estimados e os riscos persistem. A escala proposta é um avanço ao possibilitar uma leitura mais adequada ao mensurar as probabilidades de se perder dinheiro ao investir no projeto, sem a necessidade de *softwares* e equipes capacitadas para operar e interpretar os seus resultados. E isso, é essencialmente útil às pequenas e médias empresas que carecem dos recursos necessários, ajudando a melhorar as suas decisões.

As limitações descritas acima remetem a novas pesquisas. Como possibilidades destacam-se: elaborar uma nova escala que estime as probabilidades de perda considerando alterações nos demais parâmetros do projeto, como quantidades, preços, custos e despesas variáveis, custos e despesas fixas etc.; aplicar a escala proposta neste trabalho em projetos de investimento e alterar os parâmetros de modo que a TMA e TIR resultem em percentuais de oscilação bem próximos aos utilizados, de forma a validar ou refutar esta escala; estudar variáveis que sejam capazes de mensurar os demais fatores de risco de projetos, como o risco operacional, risco de gestão e risco de negócio, pontos em que a metodologia multi-índice ainda não foi explorada.

Referências

- ASSAF NETO, A. **Finanças corporativas e valor**. São Paulo: Atlas, 2003.
- BARNEY Jr., L. D.; DANIELSON, M. G. Ranking Mutually Exclusive Projects. **The Engineering Economist**, n. 49, p. 43–61, 2004.
- BERKOVITCH, E.; ISRAEL, R. Why the NPV Criterion does not Maximize NPV. **The Review of Financial Studies**, v. 17, n. 1, p. 239-255, Spring 2004.
- BLOCHER, E.; STICKNEY, C. Duration and risk assessments in capital budgeting. **The Accounting Review**, v. 54, n. 1, p. 180-188, Jan. 1979.
- BRITO, O. **Gestão de riscos: uma abordagem orientada a riscos operacionais**. São Paulo: Saraiva, 2007.
- CORREIA NETO, J. F. **Elaboração e avaliação de projetos de investimento: considerando o risco**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.
- DAMODARAN, A. **Gestão estratégica do risco: uma referência para a tomada de riscos empresariais**. Tradução Félix Nonnenmacher. Porto Alegre: Bookman, 2009.
- DUCLÓS, L. C.; SANTANA, V. L. **Ciclo estratégico da informação: como colocar a TI no seu devido lugar**. Curitiba: Champagnat, 2009.
- GALESNE, A.; FENSTERSEIFER, J. E.; LAMB, Roberto. **Decisões de Investimentos da Empresa**. São Paulo: Atlas, 1999.
- GUIMARÃES, E. A. **Acumulação e crescimento da firma: um estudo de organização industrial**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1987.
- HARTMAN, J. C.; SCHAFRICK, I. C. The Relevant Internal Rate of Return. **The Engineering Economist**, n. 49, p. 139–158, 2004.
- HARZER, J. H.; SOUZA, A.; DUCLÓS, L. C. Método de Monte Carlo aplicado a análise de projeto: estudo de investimento em um empreendimento hoteleiro. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE CUSTOS, 08, 2013, Porto. **Anais...** Porto, 2013.

KNIGHT, F. **Risk, uncertainty and profit**. Reprints of economic classics. Augustus M. Kelley Bookseller: New York, 1964.

LAPPONI, J. C. **Projetos de investimento: construção e avaliação do fluxo de caixa**. São Paulo: Lapponi Treinamento e Editora, 2000.

LEFLEY, F. The payback method of investment appraisal: a review and synthesis. **International Journal of Production Economics**, n. 44, p. 207-224, 1996.

MARTIN, R. Internal rate of return revisited. **Social Science Research Network**, 1997. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2139/ssm.39520>. Acesso em: 29 ago. 2008.

MOTTA, R. R.; CALÔBA, G. M. **Análise de investimentos: tomada de decisão em projetos industriais**. São Paulo: Atlas, 2009.

NOGAS, P. S. M.; SOUZA, A.; SILVA, W. V. Análise de investimentos: uma contribuição probabilística ao índice TMA/TIR da Metodologia Multi-Índice. **Revista Iberoamericana de Ciencias Empresariales y Economía**, Montevideo, Ano 2, n. 2, p. 43-55, 2011.

PENROSE, E. **A teoria do crescimento da firma**. Tradução de Tamás Szmrecsányi. Campinas: Editora da Unicamp, 2006.

PIKE, Richard. A longitudinal survey on capital budgeting practices. **Journal of Business Finance & Accounting**, v. 23, n. 1, p. 79-92, Jan. 1996.

RYAN, P. A.; RYAN, G. P. Capital Budgeting Practices of the Fortune 1000: How Have Things Changed? **Journal of Business and Management**, v. 8, n. 4, Winter 2002.

SANTOS, J. O. **Valuation: um guia prático: metodologias e técnicas para análise de investimentos e determinação do valor financeiro de empresas**: São Paulo: Saraiva, 2011.

SOARES, J. A. R. **A análise de risco, segundo o método de Monte Carlo, aplicada à modelagem financeira das empresas**. 2006. 95 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Economia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

SOUZA, A.; CLEMENTE, A. **Decisões financeiras e análise de investimentos: fundamentos, técnicas e aplicações**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

TALEB, N. N. **El Cisne Negro: el impacto de lo altamente improbable**. Barcelona: Paidós, 2008.

YARD, S. Developments of the payback method. **International Journal of Production Economics**, n. 67, p. 155-167, 2000.

WOILER, S.; MATHIAS, W. F. **Projetos: planejamento, elaboração, análise**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2008.