



# AVALIAÇÃO DO **RISCO** FINANCEIRO

**EM PROJETOS DE INVESTIMENTOS  
A PARTIR DA RELAÇÃO TMA/TIR:**

UMA CONTRIBUIÇÃO À METODOLOGIA MULTI-ÍNDICE

**Jorge Harry Harzer**

 **Atena**  
Editora  
Ano 2023

The background of the cover is a dark gray with various financial charts overlaid. At the top, there is a candlestick chart. Below it, a line graph with circular markers trends upwards. In the lower right, a bar chart is visible with the value '28.19' next to one of the bars. On the left side, there are several overlapping, semi-transparent rectangular blocks. The title text is centered and superimposed on these elements.

# **AVALIAÇÃO DO RISCO FINANCEIRO**

**EM PROJETOS DE INVESTIMENTOS  
A PARTIR DA RELAÇÃO TMA/TIR:**

UMA CONTRIBUIÇÃO À METODOLOGIA MULTI-ÍNDICE

**Jorge Harry Harzer**

 **Atena**  
Editora  
Ano 2023

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Camila Alves de Cremo

Ellen Andressa Kubisty

Luiza Alves Batista

Nataly Evilin Gayde

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2023 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2023 Os autores

Copyright da edição © 2023 Atena

Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena

Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo do texto e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva do autor, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos ao autor, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial**

**Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí

Prof. Dr. Alexandre de Freitas Carneiro – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Profª Drª Ana Maria Aguiar Frias – Universidade de Évora

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
 Prof. Dr. Antonio Carlos da Silva – Universidade de Coimbra  
 Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
 Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais  
 Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
 Prof. Dr. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí  
 Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
 Profª Drª Caroline Mari de Oliveira Galina – Universidade do Estado de Mato Grosso  
 Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense  
 Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de LisboaProf. Dr. Daniel Richard Sant’Ana –  
 Universidade de Brasília  
 Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
 Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo  
 Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
 Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará  
 Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
 Profª Drª Geuciane Felipe Guerim Fernandes – Universidade Estadual de Londrina  
 Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes  
 Claros  
 Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná  
 Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
 Prof. Dr. Jadilson Marinho da Silva – Secretaria de Educação de Pernambuco  
 Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
 Prof. Dr. Jodeyson Islony de Lima Sobrinho – Universidade Estadual do Oeste do  
 Paraná  
 Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México  
 Profª Drª Juliana Abonizio – Universidade Federal de Mato Grosso  
 Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
 Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia  
 Profª Drª Kátia Farias Antero – Faculdade Maurício de Nassau  
 Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal do Paraná  
 Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
 Profª Drª Lucicleia Barreto Queiroz – Universidade Federal do Acre  
 Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
 Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Universidade do Estado de Minas Gerais  
 Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
 Profª Drª Marianne Sousa Barbosa – Universidade Federal de Campina Grande  
 Profª Drª Marcela Mary José da Silva – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
 Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
 Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
 Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
 Prof. Dr. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso  
 Prof. Dr. Pedro Henrique Máximo Pereira – Universidade Estadual de Goiás  
 Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco  
 Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Federal da Bahia /  
Universidade de Coimbra

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

## Avaliação do risco financeiro em projetos de investimentos a partir da relação TMA/TIR: uma contribuição à metodologia multi-índice

**Diagramação:** Ellen Andressa Kubisty  
**Correção:** Yaiddy Paola Martinez  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** O autor  
**Autor:** Jorge Harry Harzer

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)	
H343	<p>Harzer, Jorge Harry</p> <p>Avaliação do risco financeiro em projetos de investimentos a partir da relação TMA/TIR: uma contribuição à metodologia multi-índice / Jorge Harry Harzer. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2023.</p> <p>Formato: PDF  Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  Modo de acesso: World Wide Web  Inclui bibliografia  ISBN 978-65-258-1663-0  DOI: <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.630231907">https://doi.org/10.22533/at.ed.630231907</a></p> <p>1. Investimentos. I. Harzer, Jorge Harry. II. Título.  CDD 332.1</p>
Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166	

**Atena Editora**  
Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## DECLARAÇÃO DO AUTOR

O autor desta obra: 1. Atesta não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao conteúdo publicado; 2. Declara que participou ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certifica que o texto publicado está completamente isento de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirma a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhece ter informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autoriza a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



Dedico esta Tese à Luciane, minha esposa, à Mariana e Carolina, minhas filhas, pela compreensão e apoio recebido ao longo desta importante etapa da minha formação. Enfrentar esse desafio só foi possível porque sabia que vocês estavam ao meu lado.

Cursar o doutorado, realizar as inúmeras atividades, escrever vários artigos e principalmente, desenvolver uma tese, não é algo que se faz sozinho. Nesta longa caminhada, muitas pessoas estiveram presentes, me ensinaram, ajudaram, apoiaram nos momentos de angústias e entenderam a minha ausência em vários momentos. Logo, tenho muito a agradecer, algo que parece fácil, simples e pequeno diante de tantas contribuições recebidas. Portanto, esquecer alguém, seria uma indelicadeza que não gostaria de estar cometendo, mas se acontecer, desde já peço perdão, mas jamais entenda como ingratidão, apenas um mero esquecimento. Também não quero hierarquizar as pessoas, apenas estarei escrevendo de acordo com as lembranças dos acontecimentos.

O doutorado é um processo de longo prazo, difícil, trabalhoso e às vezes sofrido. Realizar essa empreitada quando se tem uma família para cuidar, um trabalho com inúmeras atividades que não param de acontecer, confesso, não foi nada fácil. Por isso, inicio agradecendo à minha família por me apoiar e serem meus eternos incentivadores para que eu não desistisse desse sonho. Luciane, você é uma pessoa especial, tem uma paciência sem fim e um coração gigante; Mariana e Carolina, minhas princesas, razão de minha existência. Amo demais vocês três. Obrigado por me entenderem nos incontáveis períodos de ausência, pelos fins de semana e feriados sem passar ao lado de vocês, pelo tempo de isolamento em que estive imerso no escritório me dedicando aos estudos. Enquanto isso, a vida passava lá fora, ficamos mais velhos, a saúde um tanto mais fragilizada enquanto os acontecimentos não param. Vamos recuperar todo esse tempo juntos.

Por falar em família, não poderia deixar de agradecer à minha mãe e ao meu pai (in memoriam). Eles foram os grandes responsáveis pelo início de toda minha formação acadêmica. Apesar das dificuldades, sempre foram meus incentivadores. A persistência que carrego comigo é uma herança que trago deles.

Professor Doutor Alceu Souza, meu orientador, incentivador, amigo. É um verdadeiro “Mestre”. Sou seu discípulo, seguidor e pesquisador de sua criação: a Metodologia Multi-índice de análise de projetos de investimentos. Agradeço muito por me “emprestar” esse tema para que eu pudesse pesquisar. Hoje ele faz parte de minha carreira acadêmica e falo dele com entusiasmo. Espero ter contribuído com a sua obra. E mais ainda, agradeço por não ter permitido que eu desanimasse, por apontar-me o “caminho das pedras” quando os números insistiam em me mostrar aquilo que eu não queria ver e deixavam ocultas as sutilezas que só o olhar experiente e cuidadoso do orientador conseguia enxergar. Essa tese só foi possível graças aos seus ensinamentos. Serei seu eterno aluno e discípulo porque tenho ciência de que tenho ainda muito a aprender contigo.

Merece um agradecimento todo especial.

Sou grato também a todos os professores do doutorado. Aprendi muito com todos vocês. Se eu fosse listar todos os nomes, estaria estendendo demais os agradecimentos, mas não poderia deixar de mencionar o Professor Doutor Luiz Carlos Duclós, pessoa incrível, crítico, firme em suas ponderações, mas de coração e sabedoria inigualável. “Jorge, você está dando um tiro longo, vai com calma!” Ele me disse isso algumas vezes e foi um grande incentivador e meu conselheiro nos momentos difíceis. Professor Wesley Vieira da Silva, grande amigo, apoiador, incentivador que um dia me disse: “Jorge, se você quer publicar, precisa aprender métricas”. Aprendi algumas métricas, mas ainda estou muito longe de saber todas as que você sabe. Ainda tenho muito que aprender com todos vocês, por isso professores, serei um eterno aluno. Muito obrigado a todos vocês.

Ao lembrar os meus professores do doutorado, não poderia me esquecer de mencionar a Professora Doutora Maria Alexandra. Hoje ela não está mais no PPAD da PUCPR. Foi seguir sua missão de pesquisadora em outra Universidade. Sempre fui muito quantitativo, parece que na minha cabeça só tem números, mas com ela pude aprender o poder de uma análise qualitativa. Mas gostaria de agradecer a ela por ter me aceitado como seu bolsista em um projeto de pesquisa. Graças a ela tive meu doutorado custeado. Estou finalizando o doutorado como bolsista da CAPES, na qual também agradeço, mas a bolsa inicial veio por ela ter me aceito em sua pesquisa, o que aconteceu num momento oportuno. Pela bolsa, agradeço também à PUCPR, uma Universidade de renome e qualidade da qual tenho orgulho de ter estudado nela.

Agradeço às secretárias do PPAD, em especial à Priscila e à Denise, por tanto que incomodei durante todo esse tempo e ainda incomodo. Meus sinceros agradecimentos a vocês.

Tenho uma gratidão com os meus colegas de estudo, alunos da turma de mestrado e doutorado de 2012. Passamos alguns sufocos juntos, dividimos as mesmas angústias e compartilhamos os mesmos sonhos: entrar no programa foi muito bom, mas terminar é melhor ainda. Cada um fez parte de minha formação e contribuiu comigo de uma forma muito especial. Sou feliz por ter conhecido vocês e mais feliz ainda por ver cada um seguindo o seu caminho com sucesso: alguns ingressando na carreira docente e outros se firmando nela. Obrigado!

Realizei todo o doutorado ao mesmo tempo em que precisava trabalhar. Conciliar os estudos, o trabalho, a família e a vida pessoal, fez-me sentir como um malabarista tendo que manter todos os malabares no ar ao mesmo tempo. Estive ausente do meu ambiente de trabalho por muitos dias e muitas vezes, mesmo presente de corpo, estive ausente de pensamento. Por isso também

agradeço à Católica de Santa Catarina por ter me apoiado e incentivado a realizar essa empreitada. Sabiam desse meu sonho e abriram os caminhos para que ele acontecesse. São muitas pessoas dentro da Católica de Santa Catarina que tenho gratidão, mas em especial, agradeço à Pró-Reitora Acadêmica e Vice-Reitora, Professora Anadir Elenir Pradi Vendruscolo, minha superior hierárquica imediata. Sei que estive ausente durante esse tempo e não fui a mesma pessoa, mas tenha a certeza de que o doutorado me fez ser um coordenador e professor melhor.

Na época em que ingressei no doutorado, havia ainda duas pessoas que hoje não fazem mais parte da Católica, seguiram suas vidas em outras atividades, mas que também me incentivaram e viabilizaram essa realização: a Professora Pedra Santana Alves, na época Reitora e o Professor Paulo Onildo de Matos, então Pró-Reitor Administrativo. Além do incentivo pessoal, custearam os primeiros meses do doutorado até que eu tivesse conseguido a bolsa pesquisa. A vocês, também meu muito obrigado.

Por mencionar a Católica de Santa Catarina, não poderia deixar de agradecer aos professores dos colegiados de Administração e de Gestão de Recursos Humanos, cursos que coordeno. Todos vocês foram meus grandes incentivadores e sei o quanto torceram por mim. Contudo, alguns deram um apoio direto ao longo dessa etapa. Por isso, muito obrigado aos Professores Renê Grossklags Junior e Marco Antonio Murara por dedicarem parte dos seus tempos de trabalho e abrirem os caminhos com os investidores que responderam à pesquisa realizada em campo. Agradeço também à Professora Helena Cristina Lubke por ler este trabalho e sugerir algumas correções de ordem gramatical. A Professora Ana Célia Bohn e o Professor Jerson Kitzeberger também merecem meus agradecimentos pela ajuda nas atividades da coordenação dos cursos, que são muitas: vocês me fizeram sentir mais tranquilo porque sabia que estava sendo assessorado por grandes profissionais. Muito obrigado a todos vocês.

Estendo os meus agradecimentos aos investidores/empresários que dedicaram parte dos seus preciosos tempo para conversar com um doutorando tentando entender um pouco a forma como lidam com os assuntos relacionados às decisões de investimentos e por responderem os questionários ao longo da entrevista. A contribuição de vocês foi muito relevante para esta pesquisa.

Tenho que agradecer aos professores que fizeram parte da banca de qualificação. Alguns já foram mencionados enquanto que outros ainda não. Assim, para estes, Professores Paulo Nogas da PUCPR e Ademir Clemente da UFPR, muito obrigado pelas valiosas contribuições prestadas durante a banca de qualificação. Tenho ainda que agradecer aos professores que irão compor a banca examinadora desta tese, parte importante do processo de formação.

Muito obrigado professores avaliadores pela dedicação, paciência e por fazerem parte desse importante processo de formação.

Acima de tudo, agradeço a Deus. Ele me ajudou, me amparou e me apontou o caminho a seguir. Muito Obrigado por ter me conduzido ao longo dessa jornada com saúde, determinação e Paz.

“La estrategia de los descubridores y emprendedores es confiar menos en la planificación de arriba abajo y centrarse al máximo en reconocer las oportunidades cuando se presentan, y jugar con ellas”.

(TALEB, 2008, p. 27)

A análise de investimentos é um campo de estudos que tem por objetivo avaliar as propostas de viabilidade econômico-financeira de projetos de investimentos em bens de capital, normalmente relacionados à abertura de uma empresa, uma nova unidade de negócio, uma filial ou mesmo à aquisição ou substituição de bens do ativo imobilizado.

A análise econômico-financeira de investimentos está consagrada na literatura, notadamente em relação à metodologia clássica, cujo foco consiste na análise do potencial retorno dos projetos de investimentos. Entretanto, ultimamente a grande preocupação dos investidores refere-se aos riscos. Nesse sentido, a Metodologia Multi-Índice de Investimentos desenvolvida por Souza e Clemente procura estabelecer uma técnica de análise onde o retorno é uma condição inicial para que o projeto mereça atenção e continue sendo analisado sob a ótica dos riscos.

A Metodologia Multi-Índice se diferencia da clássica por incorporar dois conjuntos de indicadores: de retorno e de risco.

Os indicadores de retorno referem-se aos indicadores clássicos como o Valor Presente Líquido (VPL); Valor Presente Líquido Anualizado (VPLa) ou Valor Anual Equivalente Uniforme (VAUE), conforme comumente denominado na Metodologia Clássica; Índice Benefício-Custos (IBC), Retorno Adicional do Investimento (ROIA) e mais recentemente lançado por Souza e Clemente (2022), o Índice Relativo de Expectativa de Retorno (IRER).

O segundo grupo de indicadores visa avaliar a percepção de risco, compreendendo os indicadores TMA/TIR, utilizado como probabilidade de o VPL do projeto resultar menor ou igual a zero; Índice Payback/N, que representa o risco de não recuperar o capital investido ao longo da vida útil do projeto; Grau de Comprometimento da Receita, como medida de risco operacional; Risco de Gestão, que se refere à experiência dos gestores à frente de empreendimentos semelhantes; e, Risco de Negócio, que se refere aos riscos conjunturais relacionados ao negócio.

Sendo assim, o presente livro tem como objetivo aprofundar os conceitos relacionados aos indicadores acima e, fundamentalmente, desenvolver uma nova escala para a Metodologia Multi-índice que permita melhorar a percepção do risco financeiro em projetos de investimentos a partir da relação TMA/TIR e do percentual de variação aceito nos parâmetros básicos de entrada do projeto de investimento.

Para isso, divide-se da seguinte forma: Introdução, onde apresenta o tema de pesquisa, os pressupostos teóricos, problemas de pesquisa, objetivos e justificativa. Fundamentação Teórico-empírica, que discorre temas sobre estratégia e decisões de investimentos e métodos de análise de investimentos

com foco na Metodologia Multi-Índice. Metodologia, onde procura estabelecer as bases sobre as quais a nova escala de risco foi construída. Na sequência descreve a apresentação e sistematização dos dados, a apresentação e sistematização dos resultados, etapa em que a nova escala de risco para o indicador TMA/TIR é apresentada. Finalmente apresenta as conclusões, limitações e recomendações para estudos futuros.



Figura 1 – Momento da decisão.....	6
Figura 2 – Escala de confronto de retorno versus risco.....	9
Figura 3 – Proximidade entre TMA e a TIR.....	11
Figura 4 – Probabilidade do $VPL \leq 0$ .....	12
Figura 5 – Matriz de crescimento da participação da BCG.....	32
Figura 6 – Estrutura geral do motor de crescimento contínuo.....	46
Figura 7 – Estrutura geral do motor co-evolução.....	47
Figura 8 – Matriz Indutores x obstáculos.....	48
Figura 9 – Incertezas em função do período de um projeto de investimento.....	56
Figura 10 – Classificação dos riscos em Projetos de Investimentos segundo a Metodologia Multi-índice.....	61
Figura 11 - Perfil VPL com fluxo de caixa convencional.....	76
Figura 12 – Perfil do VPL com fluxo de caixa não convencional e misto.....	76
Figura 13 - Regra de Norstrom para detectar a existência de uma única TIR real e positiva.....	79
Figura 14 – Período de recuperação do capital.....	83
Figura 15 – Esquema do modelo proposto.....	101
Figura 16 – Modelo de Demonstração de Resultado e Fluxo de Caixa padronizado.....	113
Figura 17 – Distribuição de probabilidade.....	117
Figura 18 – Fases da pesquisa.....	121
Figura 19- Distribuição de frequência dos VPL e VPLa dos projetos analisados.....	126
Figura 20 – Frequência do ROIA dos projetos.....	127
Figura 21 – Frequência dos valores da TIR e do indicador TMA/TIR dos projetos.....	129
Figura 22 – Frequência do <i>Pay-Back</i> e do indicador PB/N dos projetos .....	130
Figura 23 – Frequência dos ROIA segmentados de acordo com investimento inicial.....	136
Figura 24 – P ( $VPL \leq 0$ ) para TMA/TIR 0,73 e 0,86 em função da variabilidade nos parâmetros.....	142
Figura 25 – Comparativo das P ( $VPL \leq 0$ ) para 10% de variação nos parâmetros básicos x básicos + custos e despesas fixas.....	145
Figura 26 – Distribuição triangular.....	146
Figura 27 – Distribuição uniforme.....	146
Figura 28 – Comparativo das P ( $VPL \leq 0$ ) para 10% de variabilidade – distribuição triangular x uniforme.....	148
Figura 29 – Comparativo das P ( $VPL \leq 0$ ) dos projetos de múltiplos produtos sem e com correlação dos parâmetros de mesma natureza.....	151
Figura 30 – P ( $VPL \leq 0$ ) para 10% de variabilidade sem e com correlação entre quantidade e preço e preço e custos variáveis.....	154
Figura 31 – Ordenação dos parâmetros sensíveis ao risco (projeto 28).....	155

Figura 32 – Valor esperado da perda na curva de distribuição normal.....	176
Figura 33 - Percentual de variabilidade nos parâmetros.....	181
Figura 34 – Parâmetros considerados mais incertos.....	182
Figura 35 – Respondentes por tipo de distribuição de probabilidade dos parâmetros básicos.....	183
Figura 36 – Respondentes para as fronteiras de risco baixa e alta.....	184

Quadro 1 – Resumo dos objetivos.....	16
Quadro 2 – Pesquisas empíricas utilizando a Metodologia Multi-índice.....	20
Quadro 3 – Classificação de investimentos quanto ao impacto na empresa.....	31
Quadro 4 – Árvore de possibilidades estratégicas globais da UEN.....	33
Quadro 5 – Fatores que levam à incerteza.....	50
Quadro 6 – Técnicas quantitativas de administração do risco.....	54
Quadro 7 - Comparação do % de utilização das técnicas de análise de investimentos.....	73
Quadro 8 - Comparativo entre a Metodologia Clássica e Multi-índice de análise de investimentos.....	89
Quadro 9 - Definição constitutiva e operacional categoria de análise risco financeiro.....	103
Quadro 10 – População de projetos por ano.....	107
Quadro 11 – Resumo dos trabalhos excluídos.....	107
Quadro 12 – Projetos originais de investimentos selecionados.....	109
Quadro 13 – Projetos “espelhos” criados a partir dos respectivos originais, cujos parâmetros foram modificados.....	110
Quadro 14 - Resumo metodológico.....	123
Quadro 15 – Esquema de aglomeração <i>cluster</i> hierárquico (distância quadrática euclidiana / Ward).....	138
Quadro 16 – Análise de variância dos indicadores dos agrupamentos.....	139
Quadro 17 – Indicador TMA/TIR e P ( $VPL \leq 0$ ) para 10% de variabilidade nos parâmetros.....	163
Quadro 18 – Níveis de risco de acordo com a escala proposta para o risco financeiro.....	164
Quadro 19 – Escala para o risco anterior e proposta para 10% de variabilidade nos parâmetros básicos.....	165
Quadro 20 – Indicador TMA/TIR e P ( $VPL \leq 0$ ) para 15% de variabilidade nos parâmetros.....	166
Quadro 21 – Escala de risco para 15% de variabilidade nos parâmetros básicos.....	167
Quadro 22 – Caracterização dos investidores.....	180
Quadro 23 – Síntese das informações para o processo decisório em projetos de investimentos (para 10% de variabilidade nos parâmetros básicos: quantidade, preço e custos variáveis unitários).....	186

Tabela 1 – Conflito entre VPL e TIR.....	81
Tabela 2 - Diferença entre ponto de equilíbrio operacional e ponto de equilíbrio do projeto.....	93
Tabela 3 – Risco de gestão subdividido por função.....	95
Tabela 4 – Risco de gestão sem individualizar os gestores por função.....	95
Tabela 5 – Risco de Negócio .....	96
Tabela 6 - Estatísticas dos projetos sob os aspectos investimento inicial e retorno esperado.....	125
Tabela 7 – Correlações entre Valor do Capital com indicadores de retorno.....	127
Tabela 8 – Estatísticas descritivas dos indicadores de risco dos projetos de investimentos.....	128
Tabela 9 – Risco medido pelo indicador TMA/TIR na atual escala da Metodologia Multi-índice .....	129
Tabela 10 – Risco medido pelo indicador PB/N na escala da Metodologia Multi-índice. ....	131
Tabela 11 – Correlação entre ROIA x TIR x TMA/TIR x Payback.....	132
Tabela 12 – Projetos estratificados de acordo com o investimento inicial líquido ..	133
Tabela 13 – Projetos com capital superior a R\$ 1 milhão que apresentaram P (VPL $\leq$ 0).....	134
Tabela 14 – Indicadores de retorno dos projetos estratificados de acordo com o investimento inicial .....	135
Tabela 15 – Indicadores de risco dos projetos estratificados de acordo com o investimento inicial .....	137
Tabela 16 – Característica dos <i>clusters</i> formados pelo método não hierárquico (2 agrupamentos) .....	139
Tabela 17 – Cômputo geral das P (VPL $\leq$ 0) de acordo com % de variabilidade ...	143
Tabela 18 – P (VPL $\leq$ 0) para 10% de variabilidade nos parâmetros do projeto ...	144
Tabela 19 – P (VPL $\leq$ 0) para 10% de variabilidade – distribuição triangular x uniforme .....	147
Tabela 20 – P (VPL $\leq$ 0) para 10% de variabilidade dos projetos de múltiplos produtos.....	150
Tabela 21 – P (VPL $\leq$ 0) para 10% de variabilidade sem e com correlação quantidade e preço e preço e custos variáveis.....	153
Tabela 22 – Sensibilidade do VPL em relação aos parâmetros básicos – TMA 9,5% (projeto 28) .....	155
Tabela 23 – Sensibilidade do VPL para quantidades de vendas invertidas (projeto 28) .....	156
Tabela 24- Sensibilidade do VPL para quantidades originais e TMA de 15% (projeto 28) .....	156
Tabela 25 – Índice de sensibilidade dos projetos cujos custos variáveis unitários	

proporcionam maior variabilidade no VPL do que as quantidades.....	157
Tabela 26 – Coeficientes de correlação entre índice de sensibilidades do VPL e P ( $VPL \leq 0$ ) para 10% de variabilidade nos parâmetros básicos de entrada.....	158
Tabela 27 – Resultados da regressão entre índice de sensibilidade preço e P ( $VPL \leq 0$ ) .....	159
Tabela 28 – Resultados da regressão entre o indicador TMA/TIR e P ( $VPL \leq 0$ ) .....	160
Tabela 29 – Risco medido pelo indicador TMA/TIR de acordo com a escala proposta.....	165
Tabela 30 – Risco medido pelo indicador TMA/TIR para escala de 15% de variabilidade .....	167
Tabela 31 – Projetos arriscados que não se enquadram na escala proposta ....	168
Tabela 32 – Demonstração de resultados e fluxo de caixa do projeto 62.b.....	169
Tabela 33 – Demonstração de resultados e fluxo de caixa do projeto 6.b.....	170
Tabela 34 – Demonstração de resultados e fluxo de caixa do projeto 56.b.....	172
Tabela 35- Demonstração de resultados e fluxo de caixa do projeto 59.....	173
Tabela 36 – Demonstração de resultados e fluxo de caixa do projeto 58.....	175
Tabela 37 – GAT dos projetos com baixa probabilidade de perda.....	175
Tabela 38 – Valor esperado da perda.....	178
Tabela 39 – Valor esperado da perda [ $E(k \text{ limite})$ ] para o limite de 5% de P ( $VPL \leq 0$ ) .....	179

# LISTA DE SIGLAS

ANOVA	Análise de Variância
BCG	<i>Boston Consulting Group</i>
CD	Custos e Despesas
CF	Custos Fixos
CMPC	Custo Médio Ponderado de Capital
CV	Custos Variáveis
DF	Despesas Fixas
DV	Despesas Variáveis
DRE	Demonstração do Resultado do Exercício
EVA	<i>Economic Value Added</i> - Valor Econômico Adicionado
FC	Fluxo de Caixa
<i>fdp</i>	Função Densidade da Probabilidade
GAO	Grau de Alavancagem Operacional
GAT	Grau de Alavancagem Total
GCR	Grau de Comprometimento da Receita
<i>i</i>	Taxa de Juro
IBC	Índice Benefício - Custo
LLE	Lucro Líquido do Exercício
Md	Mediana
N ou n	Número de Períodos
PB/N	Indicador <i>Pay-back</i> /N que mensura o risco de não recuperar o capital investido
PEO	Ponto de Equilíbrio Operacional
PEP	Ponto de Equilíbrio do Projeto
PUCPR	Pontifícia Universidade Católica do Paraná
PV	Preço de Venda
Q	Quantidade vendida
$Q_r$	Quartil. Os três valores que dividem a distribuição de frequência em quatro partes iguais, onde <i>r</i> é a ordem do quartil
ROI	Retorno sobre os Investimentos
ROIA	Retorno Adicional sobre os Investimentos
RT	Receitas Totais
SENS_CV	Índice de Sensibilidade do VPL em função dos Custos Variáveis
SENS_PR	Índice de Sensibilidade do VPL em função do Preço de Venda
SENS_QDE	Índice de Sensibilidade do VPL em função da Quantidade Vendida
TIR	Taxa Interna de Retorno
TIRM	Taxa Interna de Retorno Modificada
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
VBR	Visão Baseada em Recursos
VEP	Valor Esperado da Perda
VP	Valor Presente
VPL	Valor Presente Líquido
VPLa	Valor Presente Líquido Anualizado

<b>RESUMO .....</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>2</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>3</b>
TEMA DE PESQUISA .....	6
PRESSUPOSTOS TEÓRICOS.....	8
PROBLEMA DE PESQUISA .....	10
PERGUNTAS DE PESQUISA.....	14
OBJETIVOS .....	15
Objetivo geral .....	15
Objetivos específicos.....	15
JUSTIFICATIVAS.....	17
Justificativa teórica .....	18
Justificativa prática .....	20
ESTRUTURA DA TESE.....	22
<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-EMPÍRICA.....</b>	<b>24</b>
ESTRATÉGIA E DECISÕES DE INVESTIMENTOS .....	24
Estratégia e vantagem competitiva .....	25
Decisões de investimentos .....	29
O caráter estratégico das decisões de investimentos .....	35
Os vetores do crescimento e estruturação das firmas .....	40
RISCOS E INCERTEZAS NAS DECISÕES DE INVESTIMENTOS .....	49
Conceitos e distinção entre risco e incerteza .....	51
Risco e incerteza nos projetos de investimentos .....	54
Os “Cisnes Negros” de Taleb .....	57
Classificação dos riscos em projetos de investimentos .....	59
Riscos e incertezas como limitantes das decisões de investimentos.....	63
MÉTODOS DE ANÁLISE DE INVESTIMENTOS.....	66
Composição da TMA .....	68
Método Clássico de análise de investimentos .....	72

Valor presente líquido .....	74
Taxa interna de retorno .....	78
Período de recuperação do capital investido ( <i>Pay-back</i> ) .....	82
Mensuração do risco no Método Clássico .....	84
Análise de cenários .....	84
Análise de sensibilidade .....	85
Geração analítica e numérica da distribuição do VPL.....	85
Metodologia Multi-índice de análise de investimentos .....	86
Principais características da Metodologia Multi-índice .....	88
Indicadores de retorno utilizados na Metodologia Multi-índice.....	90
Indicadores de risco utilizados na Metodologia Multi-índice.....	91
SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO EM PROJETOS DE INVESTIMENTOS.....	96
<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>99</b>
ESPECIFICAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA.....	99
MODELO CONCEITUAL PROPOSTO .....	100
DEFINIÇÃO CONSTITUTIVA E OPERACIONAL.....	101
DELINEAMENTO DA PESQUISA .....	103
Caracterização da pesquisa .....	103
Procedimentos técnicos de coleta e análise dos dados .....	104
População e amostra .....	106
Procedimentos técnicos de tratamento dos dados .....	111
Tratamento dos dados decorrentes dos projetos de investimentos .....	111
Tratamento dos dados primários obtidos nas entrevistas .....	120
Fases da pesquisa .....	120
Quadro resumo metodológico.....	122
<b>APRESENTAÇÃO E SISTEMATIZAÇÃO DOS DADOS .....</b>	<b>124</b>
CARACTERÍSTICAS DOS PROJETOS EM ANÁLISE .....	124
Características dos projetos sob a dimensão retorno .....	124
Características dos projetos sob a dimensão risco .....	128
Característica dos projetos segmentados pelo valor do capital investido...132	



Características dos projetos segmentados pelo capital sob a dimensão retorno.....	134
Características dos projetos segmentados pelo capital sob a dimensão risco.....	136
Características dos projetos de acordo com a formação de <i>clusters</i> .....	137
EFEITOS DOS PRESSUPOSTOS NAS PROBABILIDADES DE PERDA DOS PROJETOS .....	140
Efeitos decorrentes da variabilidade dos parâmetros dos projetos.....	141
Efeitos decorrentes do tipo de distribuição de probabilidade dos parâmetros de entrada do projeto .....	145
Efeitos decorrentes das correlações entre os parâmetros.....	148
Correlação entre os parâmetros de mesma natureza .....	149
Correlação entre quantidade e preço e entre preço e custos variáveis.....	151
ANÁLISE DO RISCO EM FUNÇÃO DA SENSIBILIDADE DO VPL.....	154
<b>APRESENTAÇÃO E SISTEMATIZAÇÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>162</b>
ESCALA DE RISCO PROPOSTA .....	162
ANÁLISE DOS PARÂMETROS DE RISCO DOS PROJETOS .....	167
Análise dos parâmetros de risco do projeto 6.b.....	170
Análise dos parâmetros de risco do projeto 56.b.....	171
Análise dos parâmetros de risco do projeto 59.....	173
Síntese dos parâmetros de risco dos projetos .....	174
VALOR ESPERADO DA PERDA .....	176
PERCEPÇÃO DOS INVESTIDORES.....	180
SÍNTESE DOS RESULTADOS.....	184
<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>187</b>
CONCLUSÕES RELACIONADAS AOS OBJETIVOS DA PESQUISA .....	188
LIMITAÇÕES DA PESQUISA .....	190
SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS .....	191
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>193</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>201</b>
<b>SOBRE O AUTOR.....</b>	<b>216</b>

# RESUMO

A Metodologia Multi-índice de análise de investimentos desenvolvida por Souza e Clemente (2004) diferencia-se do Método Clássico por utilizar dois conjuntos distintos de indicadores para avaliar projetos de investimentos nas dimensões de retorno e de risco. Nesta metodologia, a decisão quanto à recomendação ou não de certo projeto de investimento, resulta do confronto entre o retorno adicional propiciado pelo projeto e da percepção de risco derivada da análise de cinco indicadores: Relação TMA/TIR; Relação Payback/N; Grau de Comprometimento da Receita; Risco de Gestão e Risco do Negócio. Todos os Riscos, na Metodologia Multi-índice, são medidos em uma escala entre 0 e 1 e classificados em cinco estratos: baixo; baixo para médio; médio; médio para alto e alto. O Risco Financeiro do projeto, ou seja, a  $P(VPL \leq 0)$  é extraída da Relação TMA/TIR. Tanto a TMA quanto a TIR são variáveis aleatórias cujos valores realizados ao longo do período de maturidade do investimento podem resultar diferentes daqueles inicialmente previstos ou esperados. Embora a Metodologia Multi-índice sinalize essas características, ela não as operacionaliza e a escala original superestima a percepção do Risco Financeiro. Isso decorre por trabalhar com valores mais prováveis e não contemplar a variabilidade dos parâmetros básicos de entrada do projeto tais como quantidades, preços, custos e despesas variáveis. O objetivo desta tese é propor uma nova escala que permita melhorar a percepção do Risco Financeiro em projetos de investimentos a partir da relação TMA/TIR e do percentual de variação aceito nos parâmetros básicos de entrada do projeto de investimento. De forma específica também objetiva compreender alguns aspectos relativos à variabilidade dos parâmetros básicos de entrada dos projetos, bem como calcular o valor esperado da perda, a partir do VPL e dos limites de probabilidades de perdas. Trata-se de uma pesquisa aplicada quanto à natureza; descritiva, explicativa e propositiva quanto aos objetivos; de modelagem estatística/matemática quanto à estratégia de abordagem do problema; seccional quanto ao recorte temporal; *ex-post-facto* e de abordagem quantitativa quanto aos procedimentos de tratamento e análise dos dados. Para tanto, utiliza-se de uma amostra formada por 79 projetos de investimentos elaborados de 2010 a 2012 por acadêmicos concluintes do curso de graduação em Administração da Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Utiliza-se também de entrevistas com 21 investidores com relação à percepção de variabilidade dos parâmetros básicos de entrada dos projetos de investimentos. Para cada projeto foi calculada a probabilidade de obter VPL menor ou igual a zero com uso do *software Crystal Ball*. A escala foi constituída a partir do valor do indicador TMA/TIR e das respectivas probabilidades de perda. Constatou-se que, para 10% de variabilidade nos parâmetros básicos de entrada, projetos com indicador TMA/TIR até 0,70 possuem risco baixo, se houver alguma probabilidade de perda, limita-se a 5% e o valor esperado da perda é de 1,27% do VPL. Projetos com indicador TMA/TIR superiores a 0,8 o risco é alto, as probabilidades de perda podem exceder a 20% e o valor esperado da perda pode superar 13,26% do valor do VPL.

**PALAVRAS-CHAVE:** Projetos de Investimentos. Riscos em Projetos de Investimentos. Métodos de Análise de Investimentos. Metodologia Multi-índice. Indicador TMA/TIR.

# ABSTRACT

The Multi-index methodology for investment analysis developed by Souza and Clemente (2004) differs from the Classic Method for using two different sets of indicators to evaluate investment projects regarding both return ratio and risk. In this methodology the decision to recommend or not of a certain investment project is based on the confrontation between the additional return provided by the project and the risk perception derived from the analysis of five indicators: TMA/TIR relation; Payback/N relation; Revenue commitment degree; Management Risk and Business Risk. All the risks, in Multi-index methodology, are measured on a scale between 0 and 1 and they are classified into five strata: low; low to medium; medium; medium to high and high. The financial risk of the project, that is,  $P(NPV \leq 0)$  is extracted from the relation TMA/TIR. Both the TMA as the IRR are random variables whose values held throughout the investment maturity period can result different from those initially foreseen or expected. Although the Multi-index methodology signals these characteristics, it makes operational and not the original scale overestimates the perceived financial risk. This follows more likely to work with values and not contemplate the variability of basic project parameters such as input quantities, prices, costs and variable expenses. The objective of this thesis is to propose a new scale that allows to improve the perception of financial risk in investment projects from the relation TMA/TIR and from the percentage of change accepted by the basic parameters of the investment project entry. More specifically, this work also aims at understanding some aspects related to the variability of the basic parameters of the project input as well as calculating the expected loss from the NPV and the limits of loss probabilities. It is an applied research on the nature; descriptive, explanatory and purposeful on the objectives; statistical modeling / mathematics as the problem of approach strategy; sectional as the time frame; ex-post-facto and quantitative approach to the procedures for processing and analysis of data. Therefore, it uses a sample composed of 79 investment projects elaborated from 2010 to 2012 by graduating students at Business Administration course held by the Pontifícia Universidade Católica do Paraná. It also uses interviews with 21 investors in relation to the perception of variability of the basic parameters investment projects of the input. For each project the probability of getting NPV less than or equal to zero with the use of Crystal Ball software was calculated. The scale was created from the value of the indicator TMA/TIR and its loss probabilities. It was found that for 10% of variability in the basic parameters input, projects with indicator TMA / TIR to 0.70 have low risk, if there is any likelihood of loss, it is limited to 5% and the expected loss is 1.27% of the NPV. For the projects with indicator TMA/TIR greater than 0.8 the risk is high, the likelihood of loss may exceed 20% and the expected loss may exceed 13.26% of the NPV value.

**KEYWORDS:** Investment Projects. Risk in Investment Projects. Investment Analysis Method. Multi-index methodology. TMA / TIR Indicator.

# INTRODUÇÃO

Esta tese trata da mensuração do risco financeiro em projetos de investimentos por meio da relação entre a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) e a Taxa Interna de Retorno (TIR), denominada de indicador TMA/TIR, da Metodologia Multi-índice de análise de investimentos de Souza e Clemente (2004).

O projeto de investimento para aquisição de bens de capital<sup>1</sup> é um instrumento que objetiva subsidiar o processo decisório. Sua elaboração é importante para o investidor avaliar o retorno e os riscos associados à decisão de investir. Os projetos de investimentos podem ter diferentes finalidades: abrir um novo negócio, adquirir uma máquina para implantar melhorias no processo produtivo; modernizar o parque fabril com a reposição dos equipamentos obsoletos; ou ainda, ampliar as capacidades dentro de estruturas já existentes. Nesta tese, projeto de investimento é uma expressão que será utilizada para se referir à abertura de um novo empreendimento. Dessa forma, entende-se por projeto de investimento um documento detalhado e sistematizado que reúne um conjunto mínimo de informações estratégicas e operacionais para que a proposta de abertura desse empreendimento possa ser analisada e avaliada de forma a verificar a sua viabilidade nos aspectos considerados relevantes. Este novo empreendimento pode ser uma empresa qualquer concebida para explorar uma determinada atividade econômica, cujo investidor tanto pode ser uma pessoa física quanto uma empresa formalmente constituída em processo de expansão<sup>2</sup>. Neste último caso, independe se o novo empreendimento está sendo constituído para explorar as mesmas atividades ou para atuar em um segmento completamente diferente do atual. São esses novos empreendimentos que geram riqueza e impulsionam o crescimento econômico da sociedade e da Nação.

Penrose (2006) destaca que enquanto houver oportunidades lucrativas de investimentos, existirão oportunidades para o crescimento das firmas. O lucro é um componente essencial para o crescimento das empresas e a sua expansão é fundamental para a manutenção e aumento dos lucros (GUIMARÃES, 1987) em um ciclo contínuo. Nesse contexto, assume-se que a expansão do mercado que impulsiona o crescimento das vendas, os lucros e os investimentos são simultâneos e complementares (GUIMARÃES, 1987).

Todos os investimentos em ativos de capital estão sujeitos a diversos fatores de

---

1 Frequentemente a expressão “bens de capital” será substituída por “ativos de capital” ou ainda “ativos reais”. Assume-se, portanto, que são formas diferentes de se referir à mesma coisa.

2 Com relação a isso se faz necessário apresentar duas considerações: 1) a princípio, o indicador TMA/TIR pode ser uma medida de risco financeiro para qualquer tipo de investimento, desde que o seu fluxo de caixa permita calcular uma TIR válida. Logo, a proposta desta tese também pode, em certas circunstâncias, ser aplicada a outros tipos de investimentos; 2) da mesma forma, todo o desenvolvimento a seguir foi elaborado pensando em pequenas e médias empresas da iniciativa privada dos ramos industriais, comerciais e de serviços. Portanto, exclui as grandes empresas privadas, as instituições financeiras, seguradoras e assemelhadas, bem como as organizações públicas, embora muitos dos seus projetos também possam ser avaliados pela TIR. Para estas organizações, o risco assume características particulares e proporcionais às suas complexidades, de modo que precisam ser tratados de outra maneira.

riscos decorrentes das incertezas sobre o futuro. Um projeto de investimento é fruto de um processo de planejamento e, como tal, é feito com base em expectativas sobre o futuro transcurso dos acontecimentos e constituído de estimativas sobre vários resultados futuros possíveis de serem alcançados (PENROSE, 2006). Os riscos normalmente referem-se a possíveis perdas decorrentes do ato de empreender. Já as incertezas refletem a confiança que se tem sobre as estimativas ou expectativas (PENROSE, 2006). As incertezas sobre os valores empregados geram incertezas sobre o valor da taxa de retorno (FAIRLEY; JACOBY, 1975), mas o fato de o futuro ser essencialmente incerto gera os riscos do projeto.

Retorno, risco e incerteza estão presentes nas decisões de investimentos. Quando há capital disponível para investir, existe a opção de manter esse valor aplicado em uma alternativa de investimentos qualquer, instituída de liquidez e com baixo risco, ou investir em um novo empreendimento assumindo certo nível de risco. Retorno e risco são correlacionados positivamente, de forma que para obter maior retorno implica assumir maior risco.

De acordo com Mota (2009), a análise econômica para fundamentar qualquer decisão consiste na construção do fluxo de caixa, no cálculo de medidas econômicas associadas ao fluxo de caixa, na análise dos resultados esperados e na reavaliação permanente da decisão aceita e em execução. Nogas, Souza e Silva (2011) classificam os métodos de análise de investimentos em três categorias: Método Clássico, Opções Reais e Metodologia Multi-índice. O indicador TMA/TIR, objeto de investigação desta tese, está no cerne da Metodologia Multi-índice como uma medida do risco financeiro do projeto.

No Método Clássico é comum limitar o fator risco a um prêmio a ser adicionado sobre a taxa mínima de atratividade para avaliar o fluxo de caixa do projeto. Essa abordagem cria taxas diferenciadas para os projetos de acordo com a estimativa do grau de risco percebido pelos investidores. Em essência, esse adicional leva em consideração o histórico da empresa em projetos similares, contudo, na ausência desse histórico, sua estimativa acaba sendo dificultada. Embora essa seja uma prática muito difundida e submeta a proposta de investimento a uma análise conservadora, é possível que a análise do projeto esteja sub ou superestimando o risco, pois esse prêmio pode não refletir potenciais perdas decorrentes da variabilidade dos parâmetros básicos de entrada do projeto (quantidades, preços de venda e custos e despesas variáveis unitárias). Dificilmente duas propostas de investimentos têm precisamente o mesmo grau de risco e o agrupamento das alternativas em classes de risco pelo adicional na taxa de retorno obscurece esse ponto (FLEISCHER, 1973).

Além de incorporar um prêmio pelo risco, o Método Clássico também se utiliza de outras técnicas para avaliar o risco do projeto, algumas mais simples e comuns e outras mais sofisticadas, talvez menos usuais. Entre as mais simples destacam-se a análise de cenários e a análise de sensibilidade e entre as mais sofisticadas, a geração analítica ou numérica da distribuição do Valor Presente Líquido (VPL). Ambas apresentam algumas vantagens e limitações que serão detalhadas em subseção a parte.

A Metodologia Multi-índice (SOUZA; CLEMENTE, 2004) propõe uma alternativa para avaliar projetos considerando as dimensões retorno e risco de forma simultânea. Esta metodologia se caracteriza pelo uso conjunto de vários indicadores, resultando em informações mais consistentes (SOUZA; CLEMENTE, 2009). Embora muitos dos indicadores de retorno sejam os mesmos utilizados no Método Clássico, a significativa contribuição da Metodologia Multi-índice reside em como propõe mensurar a dimensão risco nas suas diferentes fontes (denominadas de “vetores” de risco). Risco e retorno são duas faces da mesma moeda, de modo que este método possibilita avaliar essas duas dimensões de forma conjunta.

Dentre os indicadores de retorno, destaca-se o Retorno Adicional sobre o Investimento (ROIA). Análogo ao conceito do Valor Econômico Adicionado (EVA) o ROIA representa a riqueza a ser gerada pelo investimento, em termos percentuais, acima da TMA utilizada para o desconto do fluxo de caixa. Na Metodologia Multi-índice, a TMA corresponde a uma taxa quase livre de risco sem incorporar o prêmio pelo risco. Em essência, essa taxa corresponde às que estão sendo ofertada no mercado financeiro utilizadas para remunerar os investimentos de baixo risco e instituídos de liquidez.

A adição do ROIA à TMA gera o Retorno sobre o Investimento (ROI) do projeto. O ROI ao mesmo tempo em que possibilita ao investidor escolher entre investir no projeto ou manter seus recursos aplicados no mercado financeiro sendo remunerado a uma taxa similar à TMA, permite dar um novo significado ao conceito da TIR: ela passa a ser vista como um indicador de risco ao ser associada com a TMA, originando o indicador TMA/TIR, objeto de estudo dessa tese. Contudo, este indicador não associa a probabilidade de perda em que o investimento está sujeito, bem como não informa caso apresente alguma perda, qual seria o seu valor esperado. Da mesma forma, este indicador também não possibilita que se tenha uma percepção mais clara do grau do risco financeiro incorrido pela proposta de investimento.

A Metodologia Multi-índice propõe uma escala para mensurar o grau de risco. Porém ela não relaciona o valor do indicador com a probabilidade de perda do investimento, pelo menos por faixas limites de probabilidade, de forma a melhorar a percepção do grau em que este risco se manifesta. Desenvolver uma nova escala para mensurar o risco financeiro por meio do indicador TMA/TIR é o objetivo desta tese.

Embora a Metodologia Multi-índice melhore a percepção dos riscos envolvidos nos projetos de investimentos, ainda assim o Ser Humano é incapaz de prever o futuro, o que faz com que ele sempre se depare com acontecimentos inimagináveis e que causam grandes impactos, denominados por Taleb (2008) de “Cisnes Negros”. Ao longo da história a humanidade sempre se deparou com esses eventos incontroláveis e altamente impactantes sob os quais nada pode ser feito para detê-los, de modo que sempre estão suscetíveis de acontecer. O que a Metodologia Multi-índice procura fazer, é gerar um conjunto de informações de modo a clarificar os riscos frente aos retornos das alternativas

de investimentos disponíveis, melhorando assim, o processo decisório.

## 1 | TEMA DE PESQUISA

O tema de pesquisa da tese refere-se à avaliação do risco financeiro em projetos de investimentos por meio do indicador TMA/TIR. Relaciona-se com o grupo de pesquisa em Processos Decisórios, linha de pesquisa em Gestão Estratégica da Informação e do Conhecimento, do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Administração da Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

O processo decisório é guiado por diversos fatores como: experiência, preferência pessoal, influências, entre outros. Compreende uma sequência de fases envolvidas na elaboração das estratégias organizacionais, objetivando buscar o equilíbrio entre o ambiente, tecnologias, estrutura organizacional e lideranças (SNYMAN; DREW, 2003).

Toda decisão é tomada em um determinado instante no presente, com base em informações presentes e passadas, cujos efeitos serão notados no futuro a curto, médio ou longo prazo, que é o momento em que as coisas de fato acontecem. Não há como prever com total segurança o que irá realmente acontecer no futuro transcurso dos fatos. Sempre há incertezas associadas no processo de tomada de decisão, o que faz com que elas sempre contenham um determinado grau de risco.

No que se refere às decisões de investimentos não é diferente, porém com uma série de agravantes. Normalmente os valores envolvidos são substanciais, capazes de comprometer a posição pecuniária da empresa, altera sua estrutura original elevando os custos, o tempo de permanência em que o capital fica indisponível é elevado e normalmente são irreversíveis ou, quando sua reversibilidade é possível, normalmente acarreta em perdas financeiras. Dessa forma, a decisão que ocorre no presente não é um ato isolado no tempo, “ela é tanto um fim, quanto o início de uma ação” (SECURATO, 1996, p. 16) que direciona a organização para esse futuro como representa a Figura 1.

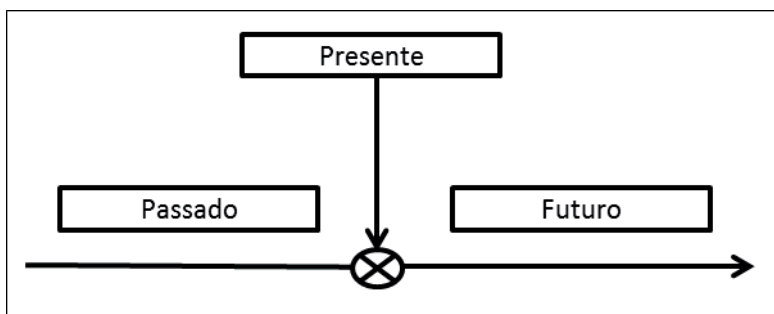


Figura 1 – Momento da decisão

Fonte: adaptado de Securato, 1996.

A tomada de decisão pode ser vista sob duas óticas (SIMON, 1987): o processo racional lógico, como sendo aquele resultante de um pensamento cômico, que pode ser expresso pela razão; e, processo não lógico, como sendo aquele que não é capaz de ser expresso pela razão. Em função do caráter estratégico e dos impactos que podem provocar sobre o futuro das organizações, as decisões de investimentos deveriam estar inseridas no âmbito do processo racional lógico. Porém nem sempre acontece dessa forma. Existem outros fatores que podem comprometer a racionalidade das decisões de investimentos, motivadas por interesses pessoais, oportunismo, ideologias ou outras razões específicas. Estas deveriam estar ausentes do processo decisório, mas não há como garantir total imparcialidade e nem tampouco que elas sejam livres de vieses e ilusões.

É possível subdividir as decisões de investimentos de duas formas: uma é fruto das estratégias deliberadas; e a outra decorre das estratégias emergentes. Quando a decisão de investir decorre das estratégias deliberadas, ela passa por um processo de planejamento em que o projeto de investimento é elaborado e pode perpassar por uma ou mais etapas de replanejamento, onde o projeto é revisado e aperfeiçoado a cada nova informação obtida sobre os prováveis acontecimentos futuros. Caracteriza-se por um processo lento e gradual de amadurecimento onde podem surgir novas informações de forma a diminuir as incertezas envolvidas. Porém, quando a decisão de investimento surge das estratégias deliberadas, a fase de planejamento deve ser rápida e o projeto também deve ser feito de forma rápida. Neste caso, é provável que os investidores não encontrem o tempo necessário para o replanejamento, quase não existem informações adicionais além daquelas já obtidas para elaborar o projeto inicial, e a decisão de investir acaba sendo tomada de imediato. Dessa forma, as incertezas podem ser maiores, caso haja insuficiência de informações ou alguma falha decorrente da elaboração do projeto.

A decisão de investir é tomada com base em informações obtidas pelos investidores de acordo com o cenário atual e projetadas para um longo período de tempo futuro. O analista de investimento tanto utiliza como também produz informações com o objetivo de identificar, avaliar e recomendar boas oportunidades de investimentos (BOFF; PROCIANOY; HOPPEN, 2006). O processo decisório de uma oportunidade de investimento compreende um conjunto de ações a serem realizadas durante a busca, avaliação, seleção, interpretação e comparação de informações com o objetivo de recomendar ou não um projeto.

Se por um lado no que se refere ao valor do investimento quase não há incerteza, os fluxos de benefícios futuros, ao contrário, são incertos e representam apenas as expectativas que os investidores têm acerca do futuro, portanto, sujeitos a aleatoriedades. Quanto mais distante esse futuro, é natural aumentar as incertezas decorrentes das mudanças que podem acontecer ao longo desse período e quanto mais longo for o horizonte de análise do projeto de investimento, maiores são os riscos envolvidos. Dessa forma, o tema proposto contribui com o processo decisório subsidiando os investidores com informações sobre o risco financeiro do investimento. Em outras palavras, procura proporcionar informação



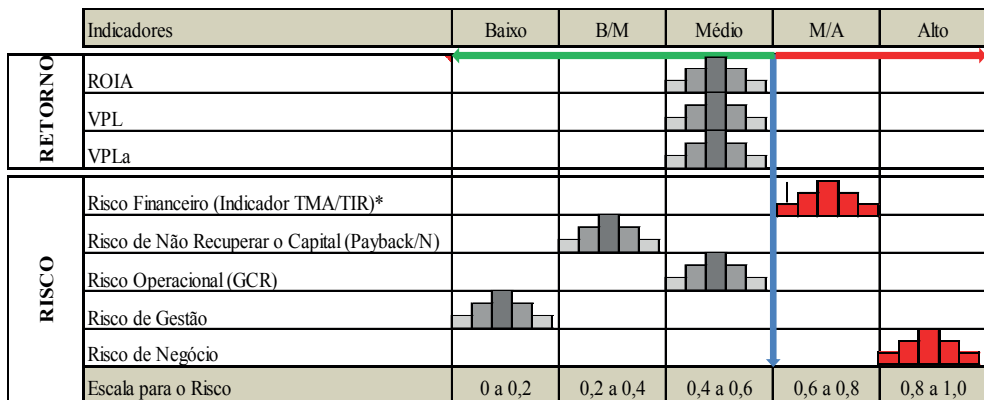
sobre a probabilidade de se perder dinheiro [ $P(VPL \leq 0)$  ou, de forma equivalente,  $P(TMA \geq TIR)$ ], caso o projeto de investimento seja aceito, de forma simples, por meio do indicador TMA/TIR.

## 2 | PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

A tese proposta encontra seus alicerces nos pressupostos teóricos da Metodologia Multi-índice de análise de projetos de investimentos, de Souza e Clemente (2004). A Metodologia Multi-índice vai além dos pressupostos contidos no Método Clássico de análise de investimentos. Neste último, o foco consiste quase que exclusivamente em avaliar o retorno esperado do investimento, cujo critério básico de aceite de um projeto, basta que o VPL seja positivo ou que a TIR supere a TMA, a depender do indicador a ser utilizado. A Multi-índice, por sua vez, recomenda a adoção de um conjunto amplo de indicadores de retorno e de risco, os quais proporcionam uma avaliação mais abrangente dessas dimensões. Um destaque em especial cabe ao ROIA que, de acordo com Souza e Clemente (2009), representa a melhor estimativa de retorno a ser proporcionado pelo investimento acima da TMA, sendo a verdadeira riqueza gerada pelo projeto, equivalente ao conceito do Valor Econômico Adicionado (EVA).

No Método Clássico o risco também é considerado, mas geralmente relegado a um prêmio a ser adicionado à taxa livre de risco para compor a taxa de desconto do fluxo de caixa. A avaliação do risco pode ser complementada com o uso de algumas técnicas tradicionais, como a análise de sensibilidade e/ou análise de cenários. A Metodologia Multi-índice propõe que o componente risco seja analisado em cinco dimensões: 1) risco financeiro, medido pelo indicador TMA/TIR; 2) risco de não recuperar o capital investido, ao associar o período de *pay-back* com o tempo de horizonte do projeto – indicador *Pay-back*N; 3) risco operacional, medido pelo indicador do Grau de Comprometimento da Receita (GCR), que é uma medida relativa entre a receita no ponto de equilíbrio sobre a receita no nível máximo de atividade; 4) risco de gestão, relacionado à qualificação da equipe gestora na administração de empreendimentos similares; e, 5) risco de negócio, ligados aos fatores conjunturais externos e às capacidades internas do empreendimento.

Na Metodologia Multi-índice a decisão de recomendar ou não um projeto de investimento é dada pela associação do retorno, medido pelo ROIA, em conjunto com as cinco dimensões de risco. Em termos práticos, esse confronto é feito por meio de uma escala gradual que procura identificar a medida de retorno com o grau de risco assumido, calculado para cada indicador. A Figura 2 ilustra o confronto do retorno com as dimensões de risco.



\*  $P(VPL \leq 0) = P(VPLa \leq 0) = P(TMA \geq TIR) = P(TMA/TIR \geq 1)$

Figura 2 – Escala de confronto de retorno versus risco

Fonte: adaptado de Souza e Clemente, 2009.

Quando um indicador de risco se posicionar à direita do ponto marcado para o retorno, significa que existe um desequilíbrio entre o retorno com o risco proporcionado pelo negócio. Esse vetor de risco merece ser investigado com mais cautela, recomendando dos investidores a busca por informações complementares. A seta vertical azul posicionada à direita do ponto marcado para o indicador ROIA separa a área do retorno com a área dos riscos em desequilíbrio que merecem ser investigados em profundidade, sinalizados na escala com uma seta horizontal vermelha. Os indicadores de risco contidos à esquerda do ROIA, sinalizados pela seta horizontal verde, são considerados suportáveis pelo investidor, pois o retorno compensa sua exposição. Mas isso não significa que eles podem ser negligenciados, pois um potencial risco sempre é motivo de alerta. Porém aqueles situados à direita do ROIA, tendem a produzir impactos mais significativos nos resultados e podem comprometer a longevidade do negócio.

Os símbolos utilizados na escala para demarcar o grau de retorno em conjunto com os respectivos graus de riscos, embora na figura possam parecer meras ilustrações gráficas, podendo, na prática, serem substituídos por outras formas de demarcação, sugerem o comportamento aleatório que tais indicadores constituem. Essa aleatoriedade presente nos indicadores é uma consequência das incertezas contidas em cada um dos parâmetros de entrada do projeto de investimento. Se não todos, mas quase todos esses parâmetros são variáveis aleatórias capazes de afetar de forma significativa os resultados esperados para o investimento e, por esta razão, merecem tratamento especial, com muito mais rigor e cautela para recomendar ou não um projeto de investimento.

A escala atual de confronto da expectativa de retorno com os riscos incorridos no projeto de investimento proposto pela Metodologia Multi-índice foi desenvolvida por Souza e Clemente (2004) para a abordagem determinística. Embora ela sugira o comportamento

aleatório dos parâmetros de entrada do projeto, não associa a volatilidade de cada um com as respectivas probabilidades de ocorrência de obter VPL negativo ou nulo [ $P(VPL \leq 0)$ ]. Em síntese, não foi feito um ajuste na escala determinística quando se adicionam informações sobre as variabilidades dos parâmetros de entrada do projeto, assim como a escala atual também não relaciona a percepção dos riscos por parte dos investidores com as probabilidades de ocorrência de a TMA superar a TIR do projeto.

A formulação da Metodologia Multi-índice foi um primeiro passo na mensuração do risco em suas diferentes dimensões e incorporada na literatura sobre análise de investimentos. Ela está bem desenvolvida na dimensão retorno, porém ainda necessita de ajustes na escala original de forma a melhorar a percepção do risco financeiro dos projetos de investimentos.

## PROBLEMA DE PESQUISA

No Método Clássico de análise de investimentos, um indicador muito utilizado é a TIR. Essa taxa tem sido comumente conceituada como àquela que mede o retorno do investimento. Sob essa dimensão, ela demonstra a rentabilidade máxima que o investimento poderia gerar caso os recursos liberados pelo projeto pudessem ser reaplicados no mercado em uma alternativa que proporcione uma taxa de retorno igual à TIR do projeto.

De acordo com Souza e Clemente (2009), a TIR também pode ser vista sob a dimensão do risco. Ao relacionar a TMA com a TIR, a Metodologia Multi-índice usa o indicador TMA/TIR como medida de risco financeiro de um projeto de investimento. As duas variáveis que compõem este indicador possuem caráter aleatório e podem assumir diferentes valores ao longo do período de maturação do projeto de investimento. A TMA pode sofrer mudanças por conta de fatores conjunturais externos, sobre os quais a administração nada ou quase nada pode fazer para interferir, ou pela situação financeira da empresa. A TIR, por sua vez, pode sofrer alterações em função da aleatoriedade dos parâmetros básicos de entrada do projeto, tais como: quantidades, preços de venda, custos e despesas variáveis, custos e despesas fixas, os quais podem ser influenciados tanto por conta de fatores internos, quanto por conta de eventos conjunturais externos. Por consequência dos fatores internos, a TIR pode ser afetada por erros de estimativas ocorridos na fase de elaboração do projeto, o que ocasionará desvios entre os valores orçados e os efetivamente realizados durante as operações do negócio ao longo do tempo. Os fatores conjunturais externos podem afetar a TIR por conta das eventuais oscilações que venham acontecer em quaisquer parâmetros de entrada provocados por pressões decorrentes do novo cenário, o que era imprevisível ou inimaginável durante a fase de elaboração do projeto de investimento. Os efeitos da aleatoriedade da TIR em função das alterações nos valores dos parâmetros de entrada do projeto podem ser verificados por meio da Simulação de Monte Carlo, mas para isso, é necessário que se disponha dos recursos e expertise necessária para trabalhar com ela.

Na ausência dos recursos necessários para encontrar a probabilidade do VPL resultar menor ou igual a zero [ $P(VPL \leq 0)$ ], a Metodologia Multi-índice avalia o risco financeiro por meio da proximidade entre a TMA com a TIR, calculada com base nos valores mais prováveis do projeto de investimento. Quanto mais próxima a TMA da TIR, maior será o risco de o VPL do projeto resultar negativo. Do contrário, quanto maior a distância entre elas, maior a segurança do projeto, conforme ilustra a Figura 3.

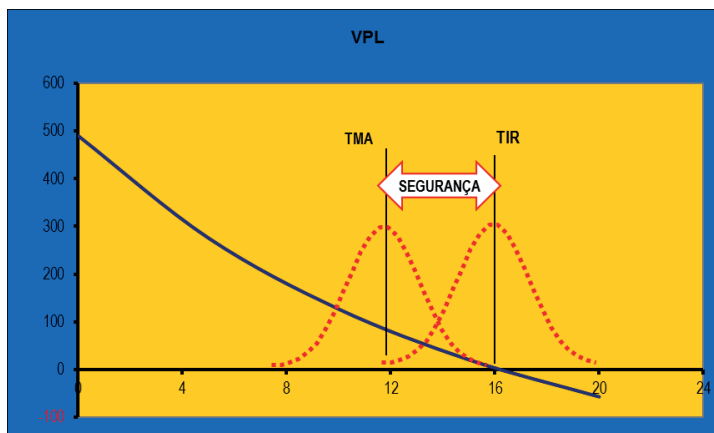


Figura 3 – Proximidade entre TMA e a TIR

Fonte: Souza e Clemente, 2009.

A Metodologia Multi-índice também propõe uma escala para medir o grau de risco assumido no investimento, onde o indicador TMA/TIR em conjunto com os demais indicadores de risco, é confrontado com a expectativa de retorno, conforme foi demonstrado na Figura 2. Porém, essa escala pode ser melhorada se forem incorporadas algumas informações sobre as variabilidades dos parâmetros de entrada do fluxo de caixa do projeto de investimento.

Como descrito, quanto maior a proximidade entre a TMA e a TIR ou, alternativamente, quanto maior resultar o valor do indicador TMA/TIR mensurado numa escala que varia de zero a um<sup>3</sup>, maior será o grau do risco financeiro do projeto. Aparentemente isso é simples, mas a escala proposta por Souza e Clemente (2004), no que se refere exclusivamente ao grau de risco financeiro, ou seja, o ponto onde se localiza o valor do indicador TMA/TIR, frequentemente superestima a percepção do risco. A literatura financeira afirma que risco e retorno possuem uma relação simétrica e positiva: quanto maior o risco, maior o retorno exigido e vice-versa.

A escala atual parece ignorar esse fato, além de não relacionar a percepção dos riscos por parte dos investidores com as probabilidades de ocorrência de a TMA superar

3 Descarta-se qualquer valor acima de um nesta escala, pois, se assim resultar, a TMA supera a TIR e o projeto deve ser automaticamente rejeitado por não recuperar o capital investido.

a TIR do projeto. Para ilustrar, Harzer, Souza e Duclós (2013) realizaram um estudo sobre a proposta de investimento em um empreendimento hoteleiro em Belo Horizonte, Minas Gerais. O projeto estudado previa um investimento inicial substancial e o período de maturidade era bastante dilatado, 25 anos a partir do início das obras. O fluxo de caixa foi descontado à TMA de 8% e a TIR do projeto resultou em 11,94%, logo, o índice TMA/TIR é de 0,67. Esse valor na escala original da Metodologia Multi-índice aponta para um risco médio-alto.

Após calcular os indicadores de retorno e risco com fluxo de caixa determinístico, os valores dos parâmetros básicos de entrada foram transformados em probabilísticos pelo método da simulação de Monte Carlo. Utilizou-se a distribuição triangular e variação em dez pontos percentuais para mais e para menos em todos os parâmetros, com o devido cuidado para que a capacidade instalada do hotel não fosse excedida. Após a realização de 5.000 interações, a probabilidade de se perder dinheiro investindo no projeto foi zero, ou seja, de acordo com os parâmetros de entrada e as variações utilizadas, o projeto não apresenta nenhum risco de que o seu VPL resulte inferior a zero, conforme demonstra a Figura 4.

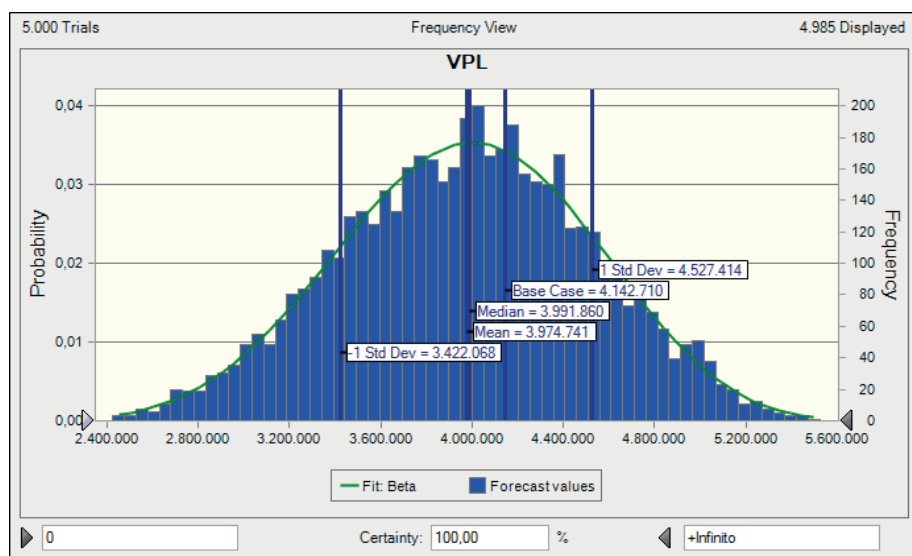


Figura 4 – Probabilidade do VPL  $\leq 0$

Fonte: Harzer, Souza e Duclós, 2013.

A TIR média apresentada para o projeto foi de 11,81% com mínima de 9,89%, acima dos 8% estabelecido para a TMA, e máxima de 13,65%. Da mesma forma, o ROIA calculado pelo fluxo de caixa determinístico foi de apenas 1,70% acima da TMA. Os autores também calcularam a probabilidade desse indicador ser inferior a 2%. O resultado foi de

apenas 2,74%. Nota-se que o retorno proporcionado pelo investimento é baixo, mas o risco também é baixo.

A escala apresentada na Figura 2 para mensurar o risco financeiro por meio do indicador TMA/TIR contém os dois pontos fundamentais que norteiam o problema de pesquisa desta tese. O primeiro, conforme descrito anteriormente, é que a escala atual da Metodologia Multi-índice superestima a percepção do risco financeiro do projeto de investimento para determinados valores do indicador TMA/TIR. O segundo, é que ela não associa o risco calculado por esse indicador com a probabilidade de se perder capital quando se adicionam as variabilidades estimadas para os parâmetros básicos de entrada do fluxo de caixa do projeto.

O principal problema a ser explorado nesta tese consiste em desenvolver uma nova escala para mensurar o risco financeiro dos projetos de investimentos por meio do indicador TMA/TIR que, associado à variabilidade dos parâmetros básicos de entrada do projeto, indique a probabilidade de se perder dinheiro [ $P(VPL \leq 0)$ ] caso o investidor aceite o projeto, sem a necessidade de realizar cálculos adicionais. A tese também propõe uma metodologia para estimar o valor esperado da perda a partir do VPL do projeto e dos limites de probabilidades de perda pré-estabelecidos, de forma simples, porém eficaz.

A tese também explora outros problemas relacionados à escala de risco, constituindo desafios à parte. Um deles decorre do fato que a percepção de risco pode variar de pessoa para pessoa por diferentes motivos, o que Penrose (2006) denominou de “risco subjetivo”, de forma que: o que se entende por risco baixo, médio ou alto? Em especial, qual é o ponto de ruptura a partir do qual os investidores decidem em aceitar ou rejeitar um projeto? Existem dois pontos de ruptura que podem incorporar a nova escala de risco. Um delimitaria o grau de risco baixo e o outro o grau de risco alto. O primeiro, seria um nível de risco suportável pelo investidor e que, caso a probabilidade de perda se situasse nesse nível, ele investiria sem hesitar no negócio. O segundo constitui o ponto limiar a partir do qual o nível de risco passaria a ser insuportável logo, considerado demasiadamente alto e o investidor não aceitaria colocar seu capital no empreendimento.

Além do problema da percepção do grau de risco por parte dos investidores, outro problema decorre do fato de a literatura também não dispor de informação sobre o percentual de variabilidade dos parâmetros de entrada do projeto julgado razoável em função das incertezas das estimativas. Qual seria esse percentual? Ainda neste aspecto, todos os parâmetros básicos de entrada oscilam com a mesma intensidade ou algum específico poderia variar mais do que os outros? Qual seria a distribuição de probabilidades das frequências dos valores dos parâmetros básicos de entrada considerando os limites de variabilidade estabelecidos?

Dispor de uma escala gradual de nível de risco, que associe o valor do indicador TMA/TIR com as respectivas probabilidades de perdas ao se manipular os parâmetros básicos de entrada do projeto pode ser uma medida útil e simples de usar, desde que essa

escala reflita o ponto de transição sobre a percepção real de risco por parte dos investidores. Contemplar as percepções individuais sobre o nível de risco pode ser virtualmente impossível, mas talvez seja possível estabelecer alguns parâmetros de mensuração para projetos de investimento e gerar essa escala com base em diversas simulações com uso do Método de Monte Carlo. Seria uma escala testada empiricamente e, portanto menos subjetiva. Dessa forma, **a essência da tese consiste em corrigir os vieses da escala original da Metodologia Multi-índice para mensurar o risco financeiro dos projetos de investimentos por meio do indicador TMA/TIR que apresenta os seguintes problemas:**

- 1) superestimar a percepção do risco para determinados valores do indicador TMA/TIR;**
- 2) não associar o risco calculado pelo indicador TMA/TIR com os limites de probabilidades de perda quando se adicionam as variabilidades dos parâmetros básicos de entrada do projeto;**
- 3) não informar qual é o valor esperado da perda, caso haja alguma probabilidade de perda para o projeto em análise.**

O que se pretende é que dado o valor do indicador TMA/TIR e o percentual de variabilidade aceito sobre os parâmetros básicos de entrada do projeto, o investidor possa inferir o limite de probabilidade de perda, o grau de risco associado ao projeto e o valor esperado da perda, sem a necessidade de realizar cálculos adicionais.

### **3 | PERGUNTAS DE PESQUISA**

A principal pergunta que norteia a presente tese é: **como elaborar uma escala para mensurar o risco financeiro em projetos de investimentos por meio do indicador TMA/TIR que, associada à variabilidade nos parâmetros básicos de entrada do projeto (quantidades, preços, custos e despesas variáveis), indique os limites de probabilidade de obter VPL menor ou igual a zero [ $P(VPL \leq 0)$ ]?**

Dessa principal pergunta surgem outras específicas:

- 1) Qual é a percepção dos investidores com relação à variabilidade dos parâmetros básicos de entrada do projeto? Esta pergunta pode se subdividir em:
  - Em quantos por cento, em média, esses parâmetros oscilam?
  - A variação ocorre de forma similar para todos os parâmetros?
  - Os valores dos parâmetros se distribuem em torno de uma média ou eles têm a mesma probabilidade de ocorrência dentro de um determinado intervalo?
- 2) Qual é a probabilidade de perda que os investidores associam como sendo de baixo risco e aceitável como normal em projetos de investimento?
- 3) Qual é a probabilidade limite de perda a partir da qual o investidor definitivamente não investiria no negócio?

4) Qual é o limite para o valor esperado da perda em certo projeto de investimento?

## 4 | OBJETIVOS

A essência desta tese consiste em melhorar o processo decisório de investimentos de pequenas e médias empresas de forma simples e objetiva, a partir do desenvolvimento de uma nova escala para mensurar o risco financeiro em projetos de investimentos por meio do indicador TMA/TIR. A partir desse pressuposto, na sequência serão apresentados os objetivos gerais e específicos:

### 4.1 Objetivo geral

Desenvolver uma nova escala para a Metodologia Multi-índice que permita melhorar a percepção do risco financeiro em projetos de investimentos a partir da relação TMA/TIR e do percentual de variação aceito nos parâmetros básicos de entrada do projeto de investimento.

### 4.2 Objetivos específicos

Para que o objetivo geral seja alcançado, apresentam-se os seguintes objetivos específicos:

- 1) Estabelecer uma faixa de variabilidade para os principais parâmetros básicos de entrada dos projetos de investimentos;
- 2) Verificar o tipo de distribuição que melhor represente a forma de variabilidade dos principais parâmetros básicos de entrada dos projetos de investimentos;
- 3) Inferir os limites de probabilidade de perda que estejam associados ao valor do indicador TMA/TIR e ao percentual de variabilidade aplicado sobre os principais parâmetros básicos de entrada dos projetos de investimentos;
- 4) Calcular o valor esperado da perda a partir do VPL do projeto e dos limites de probabilidades de obter VPL negativo ou nulo [ $P(VPL \leq 0)$ ], sem a necessidade de efetuar o cálculo da integral  $\int x.f(x)$ , onde  $x$  é normalmente distribuído].

A pergunta de pesquisa número 1 e suas respectivas subdivisões estão relacionadas ao objetivo específico número 1 e 2. As perguntas número 2 e 3 vinculam-se ao objetivo específico número 3 e a pergunta número 4 ao objetivo específico número 4. O Quadro 1 especifica os objetivos e as respectivas relações com as perguntas de pesquisa.



Objetivo Geral		Pergunta de Pesquisa	
Desenvolver uma nova escala para a Metodologia Multi-índice que permita melhorar a percepção do risco financeiro em projetos de investimentos a partir da relação TMA/TIR e do percentual de variação aceito nos parâmetros básicos de entrada do projeto de investimento.		Como elaborar uma escala para mensurar o risco financeiro em projetos de investimentos por meio do indicador TMA/TIR que, associada à variabilidade nos parâmetros básicos de entrada do projeto (quantidades, preços, custos e despesas variáveis), indique os limites de probabilidade de obter VPL menor ou igual a zero [ $P(VPL \leq 0)$ ]?	
Objetivos Específicos		Perguntas Específicas de Pesquisa	
1	Estabelecer uma faixa de variabilidade para os principais parâmetros básicos de entrada dos projetos de investimentos.	1	Qual é a percepção dos investidores com relação à variabilidade dos parâmetros básicos de entrada do projeto? <ul style="list-style-type: none"> <li>Em quanto por cento, em média, esses parâmetros oscilam?</li> <li>A variação ocorre de forma similar para todos os parâmetros?</li> <li>Os valores dos parâmetros se distribuem em torno de uma média ou eles têm a mesma probabilidade de ocorrência dentro de um determinado intervalo?</li> </ul>
2	Verificar o tipo de distribuição que melhor represente a forma de variabilidade dos principais parâmetros básicos de entrada dos projetos de investimentos.		
3	Inferir os limites de probabilidade de perda que estejam associados ao valor do indicador TMA/TIR e ao percentual de variabilidade aplicado sobre os principais parâmetros básicos de entrada dos projetos de investimentos.	2	Qual é a probabilidade de perda que os investidores associam como sendo de baixo risco e aceitável como normal em projetos de investimento?
		3	Qual é a probabilidade limite de perda a partir da qual o investidor definitivamente não investiria no negócio?
4	Calcular o valor esperado da perda a partir do VPL do projeto e dos limites de probabilidades de obter VPL negativo ou nulo [ $P(VPL \leq 0)$ ], sem a necessidade de efetuar o cálculo da integral $[x \cdot f(x)]$ , onde $x$ é normalmente distribuído].	4	Qual é o limite para o valor esperado da perda em certo projeto de investimento

Quadro 1 – Resumo dos objetivos

Fonte: o autor, 2015.

Esta tese visa melhorar a escala para mensurar o risco financeiro em projetos de investimentos a partir do valor do indicador TMA/TIR, de forma que ela permita que o investidor infera limites de probabilidades de perda e o valor esperado da perda, sem a necessidade de realizar cálculos adicionais. Isso diminui o caráter determinístico dos fluxos de caixa dos projetos de investimentos e proporciona ao investidor uma noção mais clara do grau de risco contido no projeto. Ao atingir esse objetivo, estará contribuindo com a Metodologia Multi-índice.

## 5 | JUSTIFICATIVAS

Avaliar os riscos, em projetos de investimentos, embora seja uma preocupação crescente (PIKE, 1996), parece não ter chamado tanta atenção dos estudiosos da área. É vasta a literatura sobre riscos, sobretudo quanto à mensuração dos riscos financeiros envolvidos em operações com mercadorias, títulos e valores operados pelas Bolsas de valores, mercadorias e futuros. Contudo, são raros os estudos voltados exclusivamente em avaliar os riscos em projetos de investimentos em Bens de Capital. Apesar de ser mencionado na maioria da literatura sobre análise de projetos de investimentos, o Método Clássico de análise de investimentos geralmente dá pouca ênfase ao fator risco. Normalmente ele fica limitado a um adicional incorporado à taxa livre de risco para compor a TMA que será utilizada no fluxo de caixa do projeto, ou sua avaliação fica limitada a técnicas mais simples, como a análise de cenários e análise de sensibilidade, conforme foi descrito na caracterização do problema de pesquisa. Essas técnicas tradicionais, embora ajudem a visualizar os efeitos das mudanças nos parâmetros de entrada sobre os resultados esperados do projeto, não informam sobre as probabilidades de se perder dinheiro caso o investimento seja realizado.

O uso de técnicas mais sofisticadas como a análise de probabilidade vem apresentado uma taxa crescente de adeptos, mas ainda pode estar fora do alcance dos projetos de investimentos das pequenas e médias empresas. Os estudos de Pike (1996) demonstram que, embora o número de empresas que empregam a análise de probabilidade em projetos de investimentos tem crescido substancialmente entre os anos de 1975 a 1992, passando de 9% para 48%, segundo o autor, apenas 7% das empresas a utiliza de forma regular. Não se tem como provar o baixo percentual de uso dessa técnica, mas uma das causas possíveis talvez se refira ao fato de que a simulação de Monte Carlo requer o emprego de recursos especiais e de expertise por parte de quem trabalha com ela, o que provavelmente poucas empresas possuem, principalmente entre as de pequeno e médio porte.

A Metodologia Multi-índice de análise de investimentos proporciona uma visão mais abrangente do fator risco, tratando-o de forma multidimensional. Embora ela ajude a clarificar o processo decisório ao avaliar o risco em cinco dimensões, a escala atual distorce a percepção do grau de risco financeiro por meio do indicador TMA/TIR. Ela foi desenvolvida para a abordagem determinística dos projetos de investimentos, mas não foi feito um ajuste para quando se adicionam informações sobre as variabilidades nos parâmetros básicos de entrada do fluxo de caixa.

Esta tese tem por objetivo corrigir esse viés da escala determinística criada pela Metodologia Multi-índice. Dessa forma, acredita-se, não só estar contribuindo com uma parte pouco explorada na literatura sobre análise de investimentos, como também pretende tornar a análise do risco financeiro dos projetos revestida de simplicidade para que ela possa ser utilizada nas decisões de investimentos das pequenas e médias empresas.

## 5.1 Justificativa teórica

A Metodologia Multi-índice de Souza e Clemente (2004) tem sido largamente utilizada no meio acadêmico em centenas de trabalhos de graduação, projetos empresariais desenvolvidos nos trabalhos de conclusão dos cursos de graduação em administração e áreas correlatas, monografias de cursos de especialização, dissertações de mestrado, teses de doutorado e em vários artigos publicados nos periódicos e anais de congressos.

Só nesta tese foram verificados 86 trabalhos de conclusão de curso distribuídos entre os anos de 2010 a 2012, sendo que ela já começou a ser utilizada bem antes de 2010. Desde sua criação em 2004, estima-se que ela já tenha sido utilizada em mais de 250 trabalhos de graduação diferentes. O Quadro 2 relaciona os trabalhos de que se tem conhecimento sobre a utilização da Metodologia Multi-índice.

<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Publicação</b>	<b>Segmento</b>
Custo de produção, expectativa de retorno e de risco do agronegócio uva na região dos Campos de Palmas	Carlos Leomar Kreuz; Alceu Souza; Sieglind Kindl da Cunha; Ênio Schuck.	Alcance, v. 11, n. 02, 2004.	Agronegócio de uva
Análise da rentabilidade da cultura da macieira em duas cultivares e duas densidades de plantio	Carlos Leomar Kreuz; Alceu Souza; Jose Luiz Petri; Luiz Carlos de Carvalho Júnior	XLIII Congresso da Sober, 2005.	Agronegócio de maçã
Custos de produção, expectativas de retorno e de risco do agronegócio do alho no Sul do Brasil	Carlos Leomar Kreuz; Alceu Souza	ABCustos, , v. 1, n. 1, 2006.	Agronegócio de alho no Sul do Brasil
Custos de produção, expectativas de retorno e de riscos do agronegócio mel no Planalto Norte de Santa Catarina	Carlos Leomar Kreuz; Alceu Souza; Ademir Clemente	Custos e @ gronegócio, v. 4, n.1, 2008.	Agronegócio de mel em Santa Catarina
Metodologia Clássica e método multi-índice na avaliação financeira de projetos de investimento: um estudo de caso na empresa Alfa	Elenilton Rüdiger Johann; Luiz Carlos Duclós	XXIX ENEGEP, 2009.	Equipamentos agrícolas e de construção
Custos de produção, expectativas de retorno e de risco para o agronegócio do milho na região do Planalto Norte-catarinense/Brasil	Alceu Souza; Jeferson João Pedro; Wesley Vieira Da Silva; Luiz Carlos Duclós	Custos e @ gronegócio, v. 6, n.1, 2010.	Agronegócio de milho em Santa Catarina
Viabilidade técnica e econômica da verticalização na produção de válvula reguladora de pressão para painéis de pressão em indústria de artefatos de alumínio	Ilson Cezar Luchtemberg; José Donizetti de Lima; Gilson Adamczuk; Marcelo Gonçalves Trentin	XXX ENEGEP, 2010.	Indústria de artefatos de alumínio
Análise de investimentos: uma contribuição probabilística ao índice TMA/TIR da Metodologia Multi-índice	Paulo Sergio Macuchen Nogas; Alceu Souza; Wesley Vieira da Silva	Revista Ibero-americana de Ciencias Empresariales y Economía, Ano 2, n. 2, p. 43-55, 2011	Análise de projetos de investimentos

Análise de um projeto de investimento para minimização de quebras de estoque com a utilização da Metodologia Multi-índice e da simulação de Monte Carlo	Anderson Catapan; Felipe de Medeiros Greca; Regiane Larissa Barddal; Suelen Cristina Ravache; Dayanne Gomes de O. da Silva.	Congresso Internacional de Administração, 2013.	Projeto de investimento para minimizar quebra de estoque
Análise de um projeto de investimento para automação de uma indústria de tijolo com a utilização da Metodologia Multi-índice e Simulação de Monte Carlo	Anderson Catapan; Cristiane R. D. Ogata; Cristiane C. K. de Oliveira; Tuiane M. Camargo; Dircelia P. P. Gomes.	Congresso Internacional de Administração, 2013.	Indústria Construção Civil
<i>Use of bio-digesters for the generation of electric energy from equine waste in Brazil: an analysis of the financial viability with the use of Monte Carlo simulation</i>	Anderson Catapan; Alceu Souza; Dariane Cristina Catapan; Jorge Harry Harzer	Australian Journal of Basic and Applied Sciences, v. 7, n. 14, 2013	Biodigestores
Estudo de verificação da utilização da Metodologia Multi-índice frente à Metodologia Clássica de análise de investimentos em uma atividade do setor de varejo	Fábio José Horst Brites; Pedro Salanek Filho	Revista EBS de Gestão, v. 1, n. 1, 2013.	Empresa varejista de artigos para marcenaria
Expectativa de retorno e de risco: um estudo do beneficiamento da castanha de caju no estado do Rio Grande do Norte	Antonio Erivando Xavier Júnior; Luciana Batista Sales; Andrea Kalianny da Costa Lima; Tiago Henrique de Souza Echternacht; Alceu Souza	XX CBC, 2013.	Agronegócio de castanha de caju no RN
Utilização de Biodigestores para Geração de Energia Elétrica a partir de dejetos de Suínos e Equinos: uma análise da viabilidade financeira com o uso da Simulação de Monte Carlo	Anderson Catapan; Alceu Souza; Dariane Cristina Catapan; Joreg Harry Harzer	XX CBC, 2013.	Agronegócio
Método de Monte Carlo aplicado à análise de projeto: estudo de investimento em um empreendimento hoteleiro	Jorge Harry Harzer; Alceu Souza; Luiz Carlos Duclós	XIII Congresso Internacional de Custos, 2013.	Setor hoteleiro
Implantação de um Correspondente Imobiliário: análise de projeto pela Metodologia Multi-índice	Maria Lúcia Matsunaga Koyiashiki; Jorge Harry Harzer, Alceu Souza	XIII Congresso Internacional de Custos, 2013.	Imobiliário
Análise econômica da terminação de novilhos em confinamento recebendo diferentes proporções de cana de açúcar e concentrado	Paulo Santana Pacheco; Rodrigo Medeiros da Silva; João Teodoro Padua; João Restle; Rodrigo Zaiden Taveira, Fabiano Nunes Vaz; Leonir Luiz Pascoal; Janaine Leal Olegario; Fernanda Rezer de Menezes	Semina – Ciência Agrária, v. 35, n. 2, 2014	Agronegócio bovino

Deterministic economic analysis of feedlot Red Angus Young steers: slaughter weights and bonus	Paulo Santana Pacheco; Fabiano Nunes Vaz; João Restle; Mozer Manetti de Ávila; Janaine Leal Olegario; Fernanda Rezer de Meneses; Karoline Gomes Valença; Daniel Batista Lemes; Fabiano Vargas de Vargas	Ciência Rural, Santa Maria, 2014	Agronegócio bovino
Abordagem probabilística do indicador TMA/TIR para avaliação do risco financeiro em projetos de investimentos	Jorge Harry Harzer; Alceu Souza; Wesley Vieira da Silva; June Alisson Westarbs Cruz	XXI Congresso Brasileiro de Custos, 2014	Análise de projetos de investimentos

Quadro 2 – Pesquisas empíricas utilizando a Metodologia Multi-índice

Fonte: adaptado de Xavier Jr., 2014.

Os trabalhos referenciados acima calcularam o indicador TMA/TIR e utilizaram a escala que consta na Figura 2 para mensurar os níveis de riscos assumidos em confronto com a percepção de retorno dos projetos de investimentos. Como essa escala precisa de ajustes para medir o grau do risco financeiro por meio do indicador TMA/TIR, é possível que nesses trabalhos essa dimensão de risco tenham sido superavaliados. Adicionalmente, tais trabalhos não conseguiram informar qual seria a probabilidade de se obter VPL menor que zero dado o valor do indicador, pois a escala atual não possibilita isto e, nem tampouco, caso o projeto apresente perda, qual seria o seu valor esperado frente ao montante de capital investido no negócio. Esta tese corrige esse viés e fornece a informação adicional do valor esperado da perda.

Sob a perspectiva teórica, algumas contribuições importantes serão fornecidas por esta tese: 1) apresentará uma escala de risco melhorada, de forma que o valor do indicador TMA/TIR forneça uma melhor percepção quanto ao grau do risco financeiro do projeto, notadamente as fronteiras de risco baixo, no qual seria possível investir sem hesitar, e risco alto, aquele em que se recomendaria o não aceite do projeto; 2) a nova escala permitirá inferir limites para a probabilidade de obter VPL negativo ou nulo; 3) apresentará uma forma para calcular o valor esperado da perda a partir do VPL do projeto e dos limites de probabilidades de perda, sem a necessidade de efetuar o cálculo da integral  $[x.f(x)]$ , onde  $x$  é normalmente distribuído; 4) de forma complementar, apresentará uma regressão para calcular  $[P(VPL \leq 0)]$ .

## 5.2 Justificativa prática

Esta tese também apresenta uma contribuição de ordem prática, melhorando o processo de tomada das decisões de investimentos das empresas fornecendo uma melhor compreensão do risco financeiro inerente ao projeto em análise. Pretende-se que a escala proposta possa ser aplicada às decisões de investimentos das pequenas e médias

empresas comerciais, industriais ou de serviços cujos processos operacionais sejam rápidos e resultem em grandes quantidades de produtos ou serviços vendidos.

Não é pretensão que ela assegure uma avaliação satisfatória do risco financeiro dos projetos de investimentos das grandes empresas ou daqueles projetos de investimentos realizados na fabricação de poucos produtos cujos processos produtivos sejam longos, complexos e que resultem na venda de poucas unidades fabricadas em um determinado período de tempo. Os projetos de investimentos das grandes empresas possuem características especiais que vão muito além do montante de capital necessário. Os seus investimentos normalmente são mais complexos e envolvem muito mais variáveis sensíveis ao sucesso do empreendimento, o que faz com que o fator risco necessite de ser analisado de outra forma. Ademais, essas empresas normalmente possuem os recursos e expertise necessária para mensurar os riscos do projeto nos seus diferentes vetores.

Os empreendimentos industriais cujos processos produtivos sejam longos, complexos e resultem na venda de poucas unidades fabricadas por unidade de tempo também apresentam certas características distintivas que podem restringir o uso de medidas de risco mais simples, como a que a nova escala pretende. Nesses casos, é possível que a variável mais sensível ao risco seja a quantidade vendida e qualquer variação no volume pode resultar em grandes variações nos resultados esperados. Aparentemente estes empreendimentos ainda precisarão avaliar o risco combinando várias técnicas e provavelmente terão que realizar a análise do risco financeiro com técnicas mais complexas.

A escala para avaliar o risco financeiro proposta nesta tese também não se aplica aos projetos de investimentos de algumas empresas com características específicas, tais como financeiras, seguradoras e organizações públicas. Embora as instituições financeiras e as seguradoras também tenham projetos de investimentos e frequentemente utilizem a TIR como medida de avaliação do projeto, elas são instituições complexas em sua estrutura e suas operações são diferentes daquelas realizadas pelas empresas de pequeno e médio porte, de forma que seus riscos necessitem ser avaliados com mais rigor. As organizações públicas, da mesma forma, embora possam em algum momento utilizar-se da TIR, normalmente suas atividades voltam-se a satisfazer as necessidades sociais oferecendo a infraestrutura necessária para o desenvolvimento econômico e social. Nelas, a preocupação muitas vezes não é o retorno e tampouco o risco financeiro do investimento.

Os projetos de investimentos das pequenas e médias empresas normalmente são menos complexos, envolvem um número menor de variáveis, assim como elas provavelmente não possuem os recursos e expertise para mensurar o risco financeiro do projeto com uso de técnicas mais sofisticadas. Para este grupo de empresas, o montante de capital necessário ao projeto de investimento e a sensação de perda também devem ser considerados. Se as grandes empresas normalmente despendem grandes quantias de capital em seus projetos de investimentos cuja perda possa causar sérios problemas, nas

pequenas e médias, embora o montante de capital necessário para fazer aporte aos seus projetos possa ser menor, a sensação de perda e seus efeitos maléficos são proporcionais, de forma que a análise do risco financeiro seja uma necessidade. Mesmo que sua mensuração seja feita de forma mais simples e desde que proporcione uma boa estimativa da probabilidade de se perder dinheiro no projeto, será uma ferramenta útil, especialmente se essas empresas não possuírem os recursos, a expertise e o tempo necessário para uma análise mais detalhada.

Esta tese também tem a pretensão que a escala proposta para mensurar o risco do projeto sirva para subsidiar nas decisões de investimentos independentemente da estratégia em que elas foram originadas. Seja resultado de uma estratégia deliberada ou emergente, tais decisões sempre envolvem algum grau de incerteza quanto aos valores dos parâmetros de entrada do projeto, de forma que os investidores necessitem de uma ferramenta que avalie o risco financeiro de forma simples e rápida, especialmente quando não se tem muito tempo a despendar na busca de muitas informações. Uma escala que indique a probabilidade de se perder dinheiro apenas pela associação entre o valor do indicador TMA/TIR e do percentual de variabilidade nos parâmetros básicos de entrada do projeto pode suprir essa necessidade.

Deve-se ter em mente que nenhuma técnica de mensuração do risco é precisa e totalmente segura. Elas devem proporcionar uma boa estimativa do grau de risco envolvido, de forma que, mensurar riscos em projetos de investimento, não os eliminam, as incertezas continuam a existir e nada pode ser feito para conter os eventos extraordinários e altamente impactantes, mas, clarifica o processo decisório. Este trabalho visa melhorar as decisões de investimentos de forma simples e prática, ao mesmo tempo em que pretende proporcionar uma boa estimativa do grau de risco financeiro envolvido no projeto. Ao atingir seus propósitos, não apenas está contribuindo com a literatura da área que ainda é carente nesse sentido, como fornece aos administradores, analistas de investimentos, órgãos de fomento de capital, empreendedores e investidores uma metodologia útil de análise do risco financeiro em projetos de investimentos.

## **6 | ESTRUTURA DA TESE**

Os elementos textuais da presente tese estão divididos em seis seções. A primeira apresenta o tema da pesquisa, os pressupostos teóricos que estarão norteando o trabalho, os problemas e as perguntas de pesquisa, os objetivos e as justificativas teóricas e práticas.

A seção dois aborda a fundamentação teórico-empírica em consonância com os pressupostos abordados na seção anterior. Divide-se nas seguintes subseções: estratégias e decisões de investimentos, onde procura abordar o caráter estratégico dessas decisões; riscos e incertezas nas decisões de investimentos; métodos de análise de investimentos, onde discute o Método Clássico os seus principais pressupostos, aprofunda a Metodologia

Multi-índice; e, finaliza com a Simulação de Monte Carlo em projetos de investimentos.

A seção três apresenta a metodologia utilizada, com destaque para o problema de pesquisa, modelo conceitual proposto, definição constitutiva e operacional, delineamento da pesquisa, em que finaliza, de forma com as fases da pesquisa e apresentação do resumo metodológico.

A seção quatro traz a apresentação e sistematização dos dados da pesquisa, tanto daqueles originados dos projetos de investimentos selecionados na amostra, quanto dos que foram obtidos a partir dos testes realizados. Subdivide-se em três subseções: característica dos projetos em análise; efeito dos pressupostos nas probabilidades de perda dos projetos; e, finaliza com a análise do risco em função da sensibilidade dos parâmetros básicos dos projetos em estudo.

A seção cinco, apresentação e sistematização dos resultados, tem como eixo central a escala de risco proposta pela tese. A contribuição dos resultados encontrados consiste em rebater a escala originalmente proposta por Souza e Clemente para mensurar o risco financeiro dos projetos de investimentos por meio do indicador TMA/TIR. Essa nova escala delimita o risco considerado baixo, médio e alto para o projeto em análise ao associar o valor limite do indicador TMA/TIR para determinado percentual de variabilidade nos parâmetro básicos do projeto (quantidades vendidas, preço de venda e custos variáveis unitários) com a probabilidade de perda máxima observada nos testes empíricos para o valor limite do indicador. Outra contribuição consiste em possibilitar ao investidos associar um limite de perda com o seu provável valor, caso o projeto venha a apresentar probabilidade de obter VPL negativo ou nulo. Esta seção está subdividida em cinco partes: escala de risco proposta; análise dos parâmetros de risco dos projetos; valor esperado da perda; percepção dos investidores; e síntese dos resultados.

Finalmente a seção seis fecha o trabalho com a apresentação das conclusões, limitações e recomendações para estudos futuros.



# FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-EMPÍRICA

Esta seção inicia descrevendo sobre estratégias e decisões de investimentos. Abordar o tema estratégia justifica-se não só pela forte vertente do programa de doutorado: Administração Estratégica, mas fundamentalmente porque as decisões de investimentos estão inseridas essencialmente no âmbito estratégico das organizações. Os investimentos em ativos reais são expressivos, envolvem quantias substanciais de recursos, produzem efeitos por muitos anos, são difíceis de serem revertidos e estão sujeitos a diversos fatores de risco. Dessa forma, estratégias, decisões de investimentos, o entrelaçamento entre essas duas temáticas e os vetores de crescimento e estruturação das empresas serão analisados.

Na sequência, serão abordados os riscos e as incertezas que permeiam as decisões de investimentos. Poderia parecer incompleto tratar do caráter estratégico dessas decisões sem discutir mais profundamente esses dois componentes. As incertezas podem diminuir à medida que o projeto amadurece por meio da obtenção de mais informações, mas elas sempre tendem a permanecer com um resíduo deixando dúvidas quanto ao futuro do empreendimento em análise. Os riscos são mais complicados, pois estes sim podem comprometer o negócio e pouco pode ser feito para contê-los. Desse modo, tanto os riscos quanto as incertezas não só se manifestam de forma distinta, como também produzem consequências nos resultados do empreendimento, podendo, inclusive retrain os planos de expansão dos investidores.

A subseção seguinte trata sobre os métodos de análise de investimentos. A pretensão não será a de explicar de forma pormenorizada suas fórmulas, cálculos e critérios de decisão, mas destacar seus pressupostos, utilidades e principais restrições. O Método Clássico é o mais comum e apesar de ser largamente utilizado, também apresenta algumas limitações que precisam ser levadas em consideração pelos analistas. Na sequência a Metodologia Multi-índice será discutida. Esta subseção procura dar uma ênfase nos fundamentos que permeiam o processo de análise de investimentos que está pautado em duas dimensões: retorno e risco. O referencial teórico será finalizado com algumas considerações sobre a Simulação de Monte Carlo na análise de risco em projetos de investimentos.

## 1 | ESTRATÉGIA E DECISÕES DE INVESTIMENTOS

Estratégia, criação de vantagem competitiva e decisões de investimentos, além de serem terminologias comuns no âmbito empresarial, são complementares e atuam de forma contínua no âmbito das organizações. As estratégias visam criação de vantagem competitiva, mas para que elas sejam viabilizadas, muitas vezes é necessário que novos investimentos sejam realizados. Esta subseção traz à tona esses conceitos, cujo objetivo é inserir as decisões de investimentos no teor das estratégias. Para tanto, inicia conceituando

estratégia e coloca a vantagem competitiva como uma consequência das estratégias. Na sequência discorre sobre as decisões de investimentos, aprofunda as considerações sobre o caráter estratégico das decisões de investimentos e finaliza tecendo algumas considerações sobre o crescimento e a estruturação das firmas, cujo teor é discutir o porquê que as empresas investem.

## 1.1 Estratégia e vantagem competitiva

A literatura traz inúmeras definições para “estratégia”. Algumas mais simples e a referenciam como um “caminho” a ser seguindo a fim de alcançar um determinado objetivo. Sob essa ótica, a estratégia visa tão somente responder a “como chegar”, ou seja, a forma como atingir determinado objetivo. Dessa forma, Lacombe (2004), por exemplo, define estratégia como um “conjunto de ações” a serem executadas a fim de alcançar objetivos e metas de longo prazo. A estratégia também é entendida como um padrão que estabelece a forma como a organização vai se orientar no ambiente onde a empresa se insere. Nesse sentido, Ansoff e McDonnell (1993) entendem estratégia como um conjunto de regras de tomada de decisão objetivando orientar o comportamento da organização. Para Mintzberg, Ahlstrand e Lamp (2000) a estratégia pode ser vista como um “plano” capaz de guiar a organização a um ponto no futuro; um “padrão”, por ser uma trajetória consistente a ser seguida ao longo dos anos; uma “posição” que relaciona produtos e mercados; uma “perspectiva”, que designa a forma pela qual algo é realizado; ou até mesmo um “pretexto”, compreendida como um “truque” ou uma “manobra” resultante de uma ação deliberada para enganar o concorrente.

As estratégias podem ser divididas em estratégia corporativa e estratégia de negócio. Para Andrews (1996), a estratégia corporativa define os negócios em que a empresa pretende competir. Dessa forma, ela caracteriza o padrão de decisões da companhia que determina e revela seus objetivos, propósitos ou metas, produz as principais políticas e planos para atingir seus objetivos e define o tipo de organização econômica e humana que ela pretende ser perante seus acionistas, funcionários, clientes e comunidade. Já a estratégia de negócios define a escolha de produtos ou serviços oferecidos pela empresa, os mercados de atuação e a forma de se posicionar frente aos seus concorrentes em cada um dos seus negócios individuais. A estratégia é um processo contínuo de gestão, concentrando recursos para converter as competências distintivas em vantagem competitiva (ANDREWS, 1996).

A estratégia objetiva levar a organização para alcançar uma vantagem competitiva. Lacombe (2004) descreve vantagem competitiva como sendo: a) algo que ofereça mais valor para os clientes por meio de algo que o mercado valorize e que os concorrentes tenham dificuldade em imitar; b) como a combinação de alguns fatores específicos de uma determinada empresa que a coloque na frente dos competidores em termos de

desempenho.

Só é possível alcançar vantagem competitiva quando uma organização atinge um desempenho superior frente aos seus competidores e crie valor para a empresa por meio da combinação de recursos, serviços administrativos e produtivos e competências únicas, difíceis de serem imitados pelos demais competidores no mercado. De acordo com Barney (1991), caso todas as empresas tenham acesso aos mesmos recursos e nas mesmas quantidades, não há como alcançar uma vantagem competitiva já que todas as outras poderiam imitar desfrutando dos mesmos recursos. Teece, Pisano e Schuen (1997) alegam que algumas indústrias ou subsetores das indústrias tornam-se mais atrativas porque possuem impedimentos estruturais para com as forças da concorrência que permitem à firma obter oportunidades melhores para criar vantagens competitivas sustentáveis. De acordo com Barney (1991), para que um recurso possa ser considerado gerador de vantagem competitiva, ele deve apresentar as seguintes características: a) ser valioso, permitindo a empresa conceber ou implantar estratégias que incrementem sua eficiência e efetividade aproveitando alguma oportunidade ou neutralizando alguma ameaça existente no seu ambiente de atuação; b) ser raro, de forma que só aquela organização possua um recurso individual ou um conjunto de recursos; c) imperfeitamente imitável, a ponto que as empresas que não os possuam não sejam capazes de obtê-los; e, d) não ser passível de substituição por outro equivalente.

Peteraf (1993) elenca quatro fatores que conduzem os recursos para criação de vantagem competitiva: 1) heterogeneidade, referindo-se aos recursos e capacidades diferenciadas entre as firmas por possuir fatores de produção superiores e escassos ou por restrição da produção; 2) limitação para competição *ex-post*, pelo fato de que após alcançar posição e ganhos superiores, ainda devem ter forças que limitem a competição por essas rendas; 3) mobilidade imperfeita, pelo fato de que, mesmo que um recurso possa ser adquirido por outra empresa, ele deve possuir maior valor e gerar melhores resultados numa empresa específica do que nas outras; e 4) limitação para competição *ex-ante*, para que uma empresa possa alcançar antes da sua rival uma posição competitiva superior.

Prahalad e Hamel (2005) dizem que uma vantagem competitiva tem, de forma básica, as competências essenciais como sua fonte e reforçam que, embora todas as competências essenciais sejam fontes de vantagem competitiva, nem todas as vantagens competitivas podem ser consideradas competências essenciais. Afirmam que é preciso distinguir as competências das heranças adquiridas com o tempo e a tradição da empresa, tais como marcas, ativos, patentes ou outros atributos herdados do passado. “O que mantém a competitividade não é a herança da empresa, mas suas competências” (PRAHALAD; HAMEL, 2005, p. 240). Para eles, seria possível ter uma leitura precisa das capacidades da empresa se fosse subtraído dos seus lucros, o percentual derivado de sua herança histórica. Penrose (2006, p. 16) por sua vez, afirma que “a história tem importância”, pois o crescimento das organizações é um processo evolucionário originado de um incremento

cumulativo do saber coletivo no seu contexto.

O desempenho das organizações não pode ser explicado apenas pela existência de recursos internos e da forma como eles são administrados. Os fatores internos da empresa têm peso e importância no seu desempenho, mas boa parte dele também depende de forças externas, muitas vezes incontroláveis que impactam direta ou indiretamente nos resultados e na forma como a organização compete nesse ambiente. Porter (2006) alega que existem forças competitivas que vão além da concorrência estabelecida em determinado segmento. Clientes, fornecedores, potenciais entrantes e produtos substitutos, além da intensidade da rivalidade entre os concorrentes, também exercem fortes influências sobre o desempenho da empresa. Para Barney e Hesterly (2007) a estrutura conceitual que explica o relacionamento da empresa com o ambiente, o seu comportamento e o seu desempenho é conhecido como modelo “estrutura-conduta-desempenho”. Porter (1981) critica este modelo por não considerar a realidade do segmento de negócios onde a empresa compete e alega que a estratégia também pode influenciar na estrutura da indústria e esta, por sua vez também tem influência na estratégia.

É possível encontrar na literatura diversas maneiras pelas quais as estratégias são formadas e implantadas nas organizações. Ao contrário do que se possa imaginar, nem sempre esse processo segue de forma estritamente racional, apolítico, e sem sofrer influências de padrões de comportamentos passados. Da mesma forma, nem sempre as estratégias efetivamente realizadas são aquelas deliberadas nos planos formais das organizações.

Quinn (1989) realizou uma pesquisa empírica em empresas americanas de grande porte nos anos de 1970. Seu objetivo era mostrar que na maioria das organizações, as mudanças estratégicas não acontecem exatamente da forma como as pessoas idealizaram. Para ele a estratégia evolui ao longo do tempo de forma lenta e gradual, seguindo o que denominou de lógica incremental. Quinn (1989) observou três principais tendências nas organizações: 1) geralmente as atividades de planejamento nas organizações se tornam burocráticas, rígidas e custosas, distanciando-se dos processos reais de decisão; 2) as decisões estratégicas relevantes parecem ser feitas de fora da estrutura de planejamento; 3) os modelos e técnicas descritas na maioria da literatura sobre planejamento não estavam funcionando exatamente da forma como ensinavam. Quinn (1989) relata que quando as organizações realizam mudanças significativas nas suas estratégias, sua forma real não segue a metodologia prescritiva e tem pouca semelhança com os sistemas analíticos e racionais que aparecem na literatura sobre planejamento estratégico. As estratégias organizacionais não são “formuladas” nos ciclos formais de planejamento. Elas surgem de maneira fragmentada, evolucionária e intuitiva dentro de um processo incremental.

O incrementalismo lógico não contesta a validade do planejamento estratégico formal. Na verdade, esse instrumento por si só não é suficiente para fazer frente a todos os eventos que emergem de uma organização ou fora dela (ANDRADE, 2001). Por essa

razão, o planejamento não deve colocar a empresa num sistema rígido, numa “camisa de força”. Assim, Quinn (1989) afirma que o processo de planejamento é contínuo, sem começo, meio ou fim explícito e que quando a organização atinge uma nova estratégia, ela deve estar atenta para não permitir que essa nova posição se torne inflexível.

Na mesma linha de raciocínio, Mintzberg e Waters (1985) criticam a ideia que as estratégias são deliberadas dentro de um processo racional de planejamento e realizadas exatamente da forma como foram planejadas. Estes autores asseveram que uma estratégia perfeitamente deliberada deve obedecer a três condições: 1) existir intenções precisas por parte da organização, articulada e com um nível relativo de detalhe de forma a não deixar dúvidas da forma como foi idealizada; 2) as ações devem ser tomadas de forma coletiva e ter o mesmo significado para todas as pessoas da organização de forma a não deixar dúvidas quanto às suas intenções; e 3) as intenções coletivas devem ser percebidas exatamente como planejadas, sem influências das forças externas. Esta visão pressupõe um ambiente perfeitamente previsível e, como consequência, os gestores têm um perfeito controle sobre a organização. Para os autores, isso é improvável de acontecer.

Como descrito acima, algumas estratégias surgem a partir de uma nova situação. Estas são denominadas de estratégias emergentes. Elas têm como característica central a não intencionalidade, não são formuladas na mente de um único estrategista e resultam da interação da empresa com o seu ambiente num processo contínuo de aprendizagem. De acordo com Andrade (2001) nenhuma estratégia pode ser considerada totalmente deliberada nem totalmente emergente, ambas caminham juntas. No primeiro caso, a organização se tornaria rígida e não aproveitaria as oportunidades que surgem no ambiente. No segundo, ao agir somente com base nas estratégias emergentes, corre-se o risco de perder o foco e, por consequência, o controle dos rumos da organização.

Tanto a complexidade quanto a imprevisibilidade do ambiente são as principais fontes para o surgimento de estratégias emergentes. Mintzberg e Waters (1985) afirmam que as estratégias emergentes proporcionam aprendizagem organizacional. Tais estratégias surgem de um processo de interação formando ações coletivas e comportamentos convergentes. Já as estratégias deliberadas tendem a ser formuladas de forma centralizada, privilegiando o controle organizacional.

A viabilidade de uma nova estratégia requer uma estrutura adequada para suportá-la, de forma que a estrutura da empresa tende a se modificar na forma de novos investimentos (SOUZA; CLEMENTE, 2007). Além disso, as estratégias criam vantagens competitivas temporárias, de modo que as empresas sempre estejam em busca de novas oportunidades lucrativas de investimentos. Essas características colocam as decisões de investimentos num contexto maior dentro das organizações. Por essa razão, é preciso delinear o que exatamente corresponde uma decisão de investimento e quais são suas principais características.

## 1.2 Decisões de investimentos

Silva e Sin Oih Yu (2009) explicam que a questão central da economia é entender por que as pessoas investem. Complementam afirmando que sob a ótica neoclássica, os ganhos com os investimentos resultam de decisões mediante o *trade-off* do consumo atual versus o consumo futuro. Investimento é uma questão de escolha entre alternativas e envolve algum tipo de preferência mediante um custo de oportunidade. Em outras palavras, o investidor adia o consumo presente para dispor do recurso numa data futura, sendo que essa decisão tem um “preço”, uma espécie de “prêmio” por sua escolha. O custo de oportunidade de uma decisão de investimento corresponde ao valor da melhor alternativa abandonada em favor do valor da alternativa escolhida (LAPPONI, 2000). Ele não só se manifesta em relação ao valor no momento presente, mas também em relação a outras opções de investimentos disponíveis no mercado que fossem capazes de gerar retornos mais favoráveis. A esperança do investidor é que, ao final do período de maturidade do investimento, o retorno seja, no mínimo, equivalente ao custo de oportunidade assumido.

A palavra “investimento” pode ter um significado abrangente e até mesmo impreciso, por isso faz-se necessário sua correta conceituação. No seu sentido mais genérico, a palavra pode ser utilizada para expressar desde uma aplicação financeira (por exemplo, uma aplicação em poupança ou em qualquer fundo disponível no mercado financeiro) até a alocação de recursos em bens de capital (denominado de “ativos reais”). No seu significado mais estreito, investimento compreende “uma alocação de valores monetários, em determinado período de tempo, com objetivo de (atrair e) agregar valores monetários em período(s) subsequente(s), através da exploração dos recursos adquiridos pelo investimento em questão” (HASTINGS, 2013, p. 25). Souza e Clemente (2007) definem investimento como todo aporte de capital realizado com objetivo de manter a empresa competitiva ou para posicioná-la em um novo patamar de rentabilidade. Dessa forma, um investimento compreende uma alocação de recursos em bens de capital de longo prazo para adquirir, manter, melhorar ou ampliar capacidades produtivas de um empreendimento. Este conceito se aplica tanto aos empreendimentos já existentes quanto para um novo negócio. Apesar de os investimentos serem realizados para atender a diversas finalidades, nesta tese a palavra “investimento” é utilizada para referenciar as aplicações de recursos destinadas à abertura de um novo empreendimento, denominado genericamente por “projeto de investimento”.

Brito (2003) descreve que, em última instância, o projeto é um documento que visa produzir bens e/ou serviços. Um projeto de investimento constitui a elaboração de um modelo o mais parecido possível com o cenário real ao qual o empreendimento estará sujeito ao longo do seu período de maturação. Este modelo abrange a construção de um ou vários cenários imaginários projetados para o futuro negócio, os quais são elaborados com base nas informações disponíveis no presente, e representam as “expectativas [dos

empresários] acerca do futuro, as quais são manejadas com diversos graus de confiança” (PENROSE, 2006, p. 105). Cada cenário contém um conjunto de variáveis e parâmetros de influência coerentes com o modelo, segundo o entendimento de quem decide pelo investimento. O projeto de investimentos compreende as seguintes etapas (SECURATO, 1996): fixar o horizonte de tempo da variável objetivo em estudo; definir as principais variáveis de influência; fixar os parâmetros qualitativos e quantitativos coerentes com as variáveis de influência.

Como toda projeção, os projetos de investimentos assumem a hipótese rígida de permanência, segundo três aspectos (SECURATO, 1996):

- a. o futuro é repetição exata do passado;
- b. a trajetória observada no passado continua no futuro;
- c. as leis estabelecidas no passado continuam no futuro.

A decisão de um investimento em bens de capital leva em consideração os seguintes critérios (CASAROTTO FILHO; KOPITKE, 2010): a) econômico, que se refere à rentabilidade do investimento; b) financeiro, quanto à disponibilidade de recursos; c) imponderáveis, que são os fatores que não podem ser mensurados monetariamente. Segue-se que um projeto de investimento representa um esforço para melhorar a qualidade da informação sobre as implicações desejadas ou não a fim de diminuir os riscos do investimento (DUCLÓS; SANTANA, 2009; SOUZA; CLEMENTE, 2009).

Existem inúmeras oportunidades de investimentos à disposição dos investidores, empresas públicas ou privadas e até mesmo aos agentes governamentais. As opções de investimentos atendem a diferentes objetivos, podendo se classificar em (BRITO, 2003; FLEISCHER, 1973; GALESNE; FENSTERSEIFER; GUIMARÃES, 1987; LAMB, 1999; GUIMARÃES, 1987; LAPPONI, 2000; WOILER; MATHIAS, 2008):

- a. investimentos de expansão: realizado para aumentar a capacidade produtiva da firma;
- b. investimentos de modernização: destinado à modificação do processo produtivo para reduzir custos ou para melhorar a qualidade dos produtos;
- c. investimentos de reposição, realizado com a finalidade de substituir bens de capital no fim de sua vida útil.

No contexto dos projetos de expansão devem ser inclusos os de aquisição de recursos com vistas a adquirir as capacidades essenciais para iniciar um novo empreendimento. Já os projetos de reposição também podem ser classificados como projetos de modernização à medida que se entende que um equipamento novo, adquirido para substituir um antigo, muitas vezes apresenta uma característica mais moderna, capaz de realizar as mesmas atividades do antigo de forma mais eficiente.

Galesne, Fensterseifer e Lamb (1999) também classificam os investimentos quanto

ao impacto na empresa, distinguindo entre investimentos correntes e investimentos estratégicos. Os investimentos correntes são aqueles que correspondem a quase totalidade dos investimentos de substituição, modernização ou expansão relacionados com as atividades atuais da empresa e que possuem um nível de risco considerado aceitável para a empresa. Os investimentos estratégicos são aqueles em que o volume de recursos exigido atinge um montante capaz de alterar o caráter básico da empresa, podendo, inclusive, comprometer a sua sobrevivência no futuro, de modo que exigem uma análise mais cuidadosa em termos dos retornos e dos potenciais riscos envolvidos. De acordo com os autores, embora os investimentos correntes também sejam de natureza estratégica, a distinção da classificação deve-se pela dificuldade de avaliação requerida pelos investimentos estratégicos, sobretudo no que se refere aos riscos envolvidos.

<b>Tipo de Investimento</b>	<b>Características</b>	<b>Risco</b>
Correntes	Investimentos de substituição, modernização e expansão; Compreende a maioria dos investimentos feitos pelas empresas; Relacionados às atividades atuais.	Considerado aceitável
Estratégicos	Expressivos volumes de recursos; Pode comprometer a sobrevivência da organização, caso a estratégia falhe; Exigem análise cuidadosa dos riscos envolvidos.	Alto

Quadro 3 – Classificação de investimentos quanto ao impacto na empresa

Fonte: adaptado de Galesne, Fensterseifer e Lamb, 1999.

O fato de os projetos estratégicos serem altamente arriscados faz com que seu processo de avaliação, análise e seleção não possa ser estático. Esse processo deve incluir as futuras mudanças de rumo decorrentes de novas oportunidades que podem surgir no transcurso dos fatos. Assim, a inclusão da flexibilidade futura para adiar sua execução, alterar sua escala, incorporar novas variáveis ou mesmo abandoná-lo assume uma característica importante nesse processo. Portanto, uma avaliação tomada com base somente nos indicadores estáticos pode não ser adequada, sendo que poderia ser complementada com o Método das Opções Reais (LAPPONI, 2007).

Uma variação de projeto estratégico é denominada de projeto obrigatório. São investimentos que devem ser feitos para atender alguma exigência Legal, melhorar as condições de segurança e ambiente de trabalho ou qualquer outra regulamentação. Esse tipo de projeto também não pode ser avaliado e selecionado levando em consideração apenas o fator retorno, até porque isto pode não existir. Sua análise deve levar em consideração a melhor combinação entre custo, desempenho e satisfação das necessidades que foram as causas de sua origem.

As decisões de investimentos diferem ao longo do ciclo de vida de uma organização,



assim como os objetivos de retorno também podem divergir. De acordo com Kaplan e Norton (1997), para um empreendimento em sua fase inicial, do crescimento até sua consolidação no mercado, os investimentos são expressivos e os retornos são esperados em longo prazo. Na fase de sustentação, os investimentos são direcionados para ampliar a capacidade produtiva, aliviar os gargalos e buscar melhorias contínuas. Nesta fase, os gestores são compelidos a apresentar excelentes retornos sobre o capital investido. Já na fase de colheita, os investimentos devem ser o suficiente para manter as capacidades e os equipamentos em funcionamento. Nela, os recursos destinados para os investimentos não são significativos e os objetivos financeiros são maximizar o fluxo de caixa e a diminuição da necessidade de capital de giro (KAPLAN; NORTON, 1997).

Casarotto Filho e Kopittke (2006) sugerem que a classificação dos produtos de acordo com a Matriz de Crescimento da Participação, também conhecida por Matriz BCG da *Boston Consulting Group* (BCG), pode ser uma ferramenta capaz de auxiliar nas decisões de investimentos das empresas. A abordagem da Matriz BCG é útil para dimensionar os investimentos das empresas multidivisionais com múltiplos produtos e integrar os padrões de investimentos entre os diferentes negócios, de forma a aperfeiçoar o desempenho do portfólio com um todo (KLUYVER; PEARCE II, 2010).

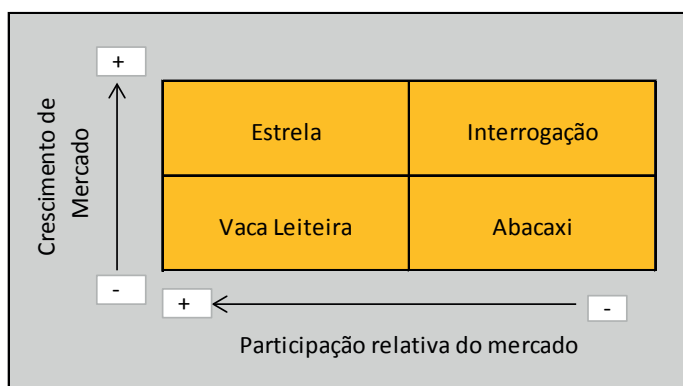


Figura 5 – Matriz de crescimento da participação da BCG

Fonte: adaptado de Johnson, Scholes e Whittington, 2007.

Conforme ilustra a Figura 5, os produtos considerados “estrelas” por possuírem alto crescimento e altas taxas de participação no mercado necessitam de investimentos que sejam suficientes para manter sua posição. Os denominados “vacas leiteiras” possuem baixo crescimento, porém ainda com altas taxas de participação no mercado, necessitam de baixos investimentos e podem sustentar os demais. Os batizados por “interrogação” com altas taxas de crescimento no mercado e baixas taxas de participação, altos investimentos podem ou não leva-los à condição de estrelas e dependem das estratégias da empresa

com relação a esses produtos. Já os “abacaxis” por terem baixos crescimentos e baixas taxas de participação no mercado, devem sofrer desinvestimentos (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2006).

Casarotto Filho e Kopittke (2006) também elaboraram um quadro relacionando as diferentes estratégias competitivas com as estratégias de desenvolvimento de produto/mercado e as políticas de investimentos das empresas, conforme estão resumidas no Quadro 4. Os autores afirmam que esta tabela representa uma árvore de possibilidades de estratégias globais que não são rígidas, mas apenas indicativas com vistas a possibilitar a compatibilização das estratégias com relação às políticas de investimentos das empresas.

COMO COMPETIR	POLÍTICA DE INVESTIMENTO	COMO DESENVOLVER							
		PENETRAÇÃO	DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO	DESENVOLVIMENTO DE MERCADO	DESVERTICALIZAÇÃO	DIVERSIFICAÇÃO LATERAL	INTEGRAÇÃO A MONTANTE	INTEGRAÇÃO A JUSANTE	CONCENTRAÇÃO
LIDERANÇA EM CUSTO	Investir	X	X	X		X	X	X	
	Manter	X	X	X				X	
	Desinvestir				X			X	X
FOCO DE MERCADO COM LIDERANÇA DE CUSTO	Investir	X	X				X	X	
	Manter	X	X					X	
	Desinvestir				X			X	X
DIFERENCIAÇÃO DE PRODUTO	Investir	X	X	X		X	X	X	
	Manter	X	X	X				X	
	Desinvestir				X			X	X
DIFERENCIAÇÃO DE PRODUTO COM FOCO DE MERCADO	Investir	X	X				X	X	
	Manter	X	X					X	
	Desinvestir				X			X	X
REDE FLEXÍVEL	Investir	X	X	X		X	X	X	
	Manter	X	X	X		X		X	
	Desinvestir				X			X	X

Quadro 4 – Árvore de possibilidades estratégicas globais da UEN

Fonte: adaptado de Casarotto Filho e Kopittke, 2006.

Como as organizações lidam num mundo onde os recursos são limitados, elas são impossibilitadas de aproveitar todas as oportunidades de investimentos disponíveis no mercado. O problema central das decisões de investimentos consiste em equacionar a melhor alternativa disponível no momento em termos de risco e retorno, com os recursos disponíveis para serem investidos. De acordo com Fleischer (1973), Hummel e Taschner (1995), Motta e Calôba (2009), as decisões de investimentos devem ser balizadas levando-se em consideração nove princípios básicos:

1. todas as decisões são tomadas a partir de alternativas factíveis: um investimento qualquer simplesmente não é uma alternativa plausível se não for possível obter dinheiro e não houver oportunidades de financiamento disponível. A análise do orçamento de capital somente tem seu início com a determinação de todas as

alternativas viáveis;

2. é necessário um denominador comum a fim de tornar as consequências comensuráveis: todas as questões relacionadas a orçamento de capital só podem ser respondidas se adequadamente avaliadas em um denominador monetário comum;
3. apenas as diferenças entre as alternativas são relevantes: aquelas consequências prospectivas comuns a todas as alternativas não precisam ser consideradas na análise, pois elas afetam igualmente todas elas. Deste princípio surge um importante axioma: todas as receitas e custos que já acontecem antes do novo investimento são irrelevantes para a escolha econômica entre as alternativas (FLEISCHER, 1973). Dessa forma, todos os eventos que já aconteciam antes da decisão são comuns a qualquer alternativa que possa ser selecionada e seus custos resultantes não representam diferenças entre elas;
4. os critérios para as decisões de investimento devem reconhecer o valor do dinheiro no tempo e os problemas relativos ao racionamento de capital: como os recursos são limitados, o dinheiro pode ser investido em outro lugar e, assim, tem um valor que aumenta no tempo. Esse fato deve ser formalmente considerado em qualquer critério que se utilize para selecionar oportunidades alternativas de investimentos;
5. decisões separáveis devem ser tomadas separadamente: todos os problemas de aplicação de capital devem ser cuidadosamente avaliados para determinar o número e tipos de decisões necessárias de forma separada uma das outras para não obscurecer as soluções;
6. certo peso deve ser dado para os graus relativos de incerteza associada com as várias previsões: as decisões de orçamento de capital baseiam-se em uma série de estimativas sobre o futuro, cujos resultados reais provavelmente difiram, em maior ou menor grau, das estimativas.
7. as decisões devem pesar as consequências não redutíveis a termos monetários: para que uma decisão de orçamento de capital possa ser adequadamente tomada, as possíveis diferenças entre as alternativas devem ser claramente especificadas, sejam elas redutíveis em termos monetários ou não;
8. a eficácia dos procedimentos de orçamento de capital é uma função de sua implantação nos vários níveis dentro da organização: embora as decisões de investimentos ocorram na maioria das vezes em nível estratégico, as decisões que afetam os gastos e as receitas significantes do investimento de capital são tomadas em outros níveis dentro da organização. Ademais, a descrição técnica das alternativas requer uma seleção prévia a partir de um grande número de alternativas feita pelo pessoal de nível tático ou operacional;
9. as auditorias pós-decisão aperfeiçoam a qualidade das decisões: por se basear em estimativas de valores, a qualidade da decisão é condicionada à habilidade em se prever com razoável acurácia. A determinação da extensão do viés entre as estimativas e os valores reais verificados é relevante para o aperfeiçoamento das futuras decisões.

Ainda de acordo com Hummel e Taschner (1995), as decisões de investimentos

devem ser tomadas levando-se em consideração algumas limitações:

- a. a primeira diz respeito à construção do modelo a ser adotado, pois, de acordo com os autores, é praticamente impossível transpor para o papel todas as considerações e variáveis encontradas na vida real;
- b. os modelos estudados pressupõem, a priori, que as taxas de juros e taxas de retorno existentes no mercado são iguais, o que não acontece na realidade;
- c. o modelo pressupõe que as taxas de retorno não variam durante a vida útil do investimento, ou pelo menos dentro do horizonte de planejamento;
- d. em todas as alternativas analisadas pressupõe-se que o fluxo de caixa real final é viável dentro das condições econômicas e financeiras da empresa em pauta para o período de tempo considerado na análise;
- e. a complexidade do modelo a ser montado deve ser compatível com a confiabilidade dos dados assumidos.

Todas essas limitações devem ser levadas em consideração ao avaliar uma alternativa de investimento, cujos projetos representam em essência, conforme descrito por Penrose (2006), as expectativas dos empresários com relação ao futuro transcurso dos acontecimentos, manejadas com algum grau de confiança. De qualquer modo, sempre há algum grau de incerteza debitado à falta de solidez das proposições subjacentes aos projetos que não pode ser eliminada por meio da obtenção de mais informação, ou porque elas não estão disponíveis ou porque o custo adicional de mais informação não compensa o retorno marginal obtido.

### 1.3 O caráter estratégico das decisões de investimentos

A procura permanente por novas oportunidades lucrativas de investimentos ganham uma posição de destaque dentre as decisões a serem tomadas pela alta administração das empresas. O crescimento das firmas é guiado pela oportunidade de ganhar dinheiro (GUIMARÃES, 1987; PENROSE, 2006) por meio da realização de novos investimentos. O potencial de crescimento de uma firma é determinado pela utilização de todos os recursos à sua disposição para investir, que é uma função dada pela acumulação interna mais o montante de capitais de terceiros que ela pode absorver (GUIMARÃES, 1987).

O objetivo de qualquer empresa é aumentar seus lucros presentes e futuros (GUIMARÃES, 1987; HUMMEL; TASCHNER, 1995; MAYER, 1977; PENROSE, 2006; SOUZA; CLEMENTE, 2007), de forma que a empresa constitui um lócus de acumulação de capital (BRITTO, 2002; CARVALHO, 1989; COSTA, 2005; GONÇALVES, 1991; GUIMARÃES, 1987; SOUZA; CLEMENTE, 2007), sendo o lucro retido o principal componente para a geração desse acúmulo. Na concepção de Guimarães (1987) a existência de lucros acumulados por si só representa um estímulo para as empresas investirem. O lucro atrai o

investidor, mas a permanência do seu capital no empreendimento depende da expectativa da realização de lucros futuros, de modo que a empresa necessita crescer por meio da realização de novos investimentos que agreguem valor.

Para que um investimento crie valor, é preciso que ele gere uma taxa de retorno superior ao que seria obtido ao manter o capital aplicado em outro investimento alternativo com um grau de risco compatível. Em outras palavras, o retorno proporcionado pelo novo investimento deve ser superior ao custo de oportunidade incorrido pelo investidor. Para Guimarães (1987), a correta mensuração da taxa de retorno de um investimento apresenta três importantes funções: 1) funciona como um critério de escolha entre oportunidades de investimentos, tanto na comparação entre alternativas de projetos mutuamente exclusivos, como para classificar as prioridades na composição de um portfólio de investimentos independentes, embora não seja o único e nem necessariamente o mais relevante critério de decisão; 2) permite decidir se a empresa necessita recorrer a capital de terceiros para financiar seus investimentos e, se isso ocorrer, ajuda a definir a extensão das fontes externas de recursos; e, 3) pode constituir como um critério para determinar se a firma deve ou não investir.

Entre as funções da administração financeira com sua constante busca em compatibilizar as diferentes políticas de investimentos, financiamentos e dividendos, as relativas aos investimentos são essencialmente estratégicas e possivelmente constituem as mais difíceis, representando um desafio à parte. Nesse contexto, um projeto de investimento bem elaborado pode ajudar a contribuir com o êxito do empreendimento, pois ele possibilita dimensionar os recursos necessários, o momento em que eles precisam estar à disposição e o montante de capital que é preciso para adquiri-los. Assim, o projeto torna-se indispensável no planejamento das fontes de financiamentos requeridas para fazer face ao investimento, já que essas decisões são restringidas pelo montante das reservas de capitais disponíveis e pelos fundos externos que os investidores conseguem captar quando eles forem necessários. A habilidade de mobilizar os capitais de que necessita “pode ser um ingrediente essencial da coleção de serviços requeridos para a expansão bem-sucedida” (PENROSE, 2006, p. 326). Disso decorre que os investimentos devem ser planejados estrategicamente, de forma cautelosa, no nível de detalhe necessário e dispondo do máximo de informações possíveis.

Weston e Brigham (2000) afirmam que erros na projeção das necessidades de ativos podem gerar sérias consequências: se investir além do necessário, incorre desnecessariamente em despesas; se investir de menos pode gerar duas consequências: 1) os equipamentos podem não ser eficientes o suficiente para produzirem com competitividade; 2) se a capacidade é inadequada, pode levar a empresa a perder uma parte de sua participação no mercado para as empresas rivais, cuja reconquista, além de demorada, gera gastos adicionais. Embora os autores não esclareçam o sentido dos equipamentos serem “eficientes o suficiente”, conforme descrito na primeira consequência,

uma das possíveis razões talvez se refira ao fato do mais eficiente poder estar associado ao valor, embora nem sempre isso seja verdadeiro. Ademais, a segunda consequência elencada acima no tocante à quantidade insuficiente de recursos poder levar a perda de participação no mercado, isso apenas será verdadeiro se a demanda pelos mesmos produtos estiver subindo em proporção maior do que a capacidade instalada das firmas que competem nesse segmento<sup>1</sup>.

Planejar estrategicamente e tempestivamente os investimentos também é de fundamental importância, pois pode contribuir de forma que o capital necessário para aquisição dos ativos esteja disponível no momento certo, sobretudo quando a empresa necessita recorrer a fontes externas de financiamento ou quando o montante destinado ao investimento está com algum tipo de restrição. Outro problema decorrente da falta de tempestividade dos investimentos refere-se ao fato de que os atrasos na sua execução podem estimular a entrada de potenciais concorrentes, pulverizando ou até mesmo eliminando a demanda pelos produtos ou serviços ofertados pela empresa nos mercados onde ela compete (WESTON; BRIGHAM, 2000). Além disso, segundo os autores, no caso de uma elevação generalizada na demanda dos produtos ou serviços ofertados pela empresa, pode acontecer de todas as empresas que competem neste mesmo setor também necessitarem dos mesmos ativos e no mesmo tempo, elevando os preços, ocasionando atrasos na entrega e, possivelmente, queda na qualidade dos equipamentos.

Para Galesne e Fensterseifer (1999), Sousa (2007) e Souza e Clemente (2009), os projetos de investimentos normalmente implicam modificação da estrutura da empresa, envolvem grandes quantias de recursos, afetam a empresa por grandes períodos de tempo e são totalmente irreversíveis ou possuem altos custos de reversibilidade. Além de tais características, as decisões de investimentos também são relevantes porque apresentam reflexo sobre o risco operacional e afetam a expectativa de retorno do empreendimento (SOUSA, 2007).

No que se refere ao fato de envolverem quantias substanciais de recursos e comprometer a empresa por longos períodos de tempo, as decisões de investimentos podem implicar duas consequências. Primeiro porque em situações onde o capital disponível para investir é escasso, tais investimentos podem “amarrar” a empresa impedindo que ela aproveite outras oportunidades mais atraentes que podem surgir ao longo do período de duração do projeto. Segundo, porque as decisões de investimentos são tomadas tendo por referência estudos e estimativas incertas, feitas no momento da confecção do projeto, cujos reflexos permanecem ao longo de toda vida útil do investimento, e como o futuro é de natureza incerta, o tempo aumenta a exposição aos riscos. Em decorrência disso, Souza e Clemente (2009) alegam que as decisões de investimentos tanto podem levar o empreendimento

---

<sup>1</sup> Desde que a capacidade instalada seja toda absorvida pela produção dos produtos demandados pelo mercado, já que uma firma pode ter capacidade instalada para produzir estes produtos, mas suas estratégias estejam direcionadas à fabricação de outros.

para o sucesso quanto para o fracasso. O sucesso atrai novos investimentos, mas o fracasso implica em sérias dificuldades que tanto afetam a sua acumulação interna, como também podem provocar dificuldades para saldar seus compromissos financeiros, adquirir empréstimos, ou atrair novos capitais para futuros investimentos.

As decisões de investimentos também podem produzir alguns efeitos colaterais que muitas vezes passam despercebidos no momento da decisão, mas que se manifestam de forma lenta e gradativa no futuro. O primeiro deles é que tais decisões estão inseridas num contexto de riscos que podem comprometer a sobrevivência do empreendimento caso a estratégia adotada se mostre equivocada. O segundo, de forma direta ou indireta, os investimentos de capital podem alterar a estrutura de custos da organização, colocando-a em um novo patamar em toda sua cadeia de valor. Quando uma nova estrutura de custos é instalada, seus efeitos impactam nos resultados da organização por longos períodos de tempo, o que corrói a sua lucratividade e, em situações mais severas, o futuro do negócio. Portanto, todas as decisões de investimentos devem ser analisadas tomando por referência o retorno, os custos que se instalam e permanecem de forma duradoura se a estratégia falhar e for abandonada (SOUZA; CLEMENTE, 2007).

A busca pela criação de valor motiva a gestão das organizações em formular estratégias que visem criar vantagens competitivas. Contudo, a viabilidade de se implantar uma estratégia depende da existência de uma estrutura adequada para suportá-la, de modo que a estrutura pode vir a se modificar na forma de novos investimentos (SOUZA; CLEMENTE, 2007). Para Whittington (2002), quase todas as decisões estratégicas envolvem algum tipo de investimento, seja em ativos tangíveis ou intangíveis. Esse é o comportamento típico em que a estrutura segue a estratégia, defendida por Chandler (1998).

A estrutura é definida por Kavale (2012) como um conjunto que envolve todas as pessoas, posições, procedimentos, processos, cultura, tecnologias e demais elementos relacionados que compõem uma organização. Ela define como todas as partes, peças e processos trabalham juntos e deve ser totalmente integrada com a estratégia para a organização alcançar a sua missão e objetivos. Para Grant (1998) a estrutura primária de uma organização é um meio pelo qual os estrategistas posicionam a empresa a fim de executar sua estratégia, de forma a promover o equilíbrio interno e aumentar a sua eficiência e eficácia. Dessa forma, se uma organização muda a sua estratégia, ela também deve mudar sua estrutura para suportar essa nova estratégia. “Quando não é assim, a estrutura funciona como uma corda elástica que puxa a organização de volta à sua velha estratégia” (KAVALE, 2012, p. 62, nossa tradução).

A estrutura não só se modifica na forma de novos investimentos para suportar a estratégia, como em alguns casos, a estratégia também pode ficar limitada à estrutura existente (CHANDLER, 1998) caso a organização não disponha dos recursos requeridos. Nessa lógica, a estratégia também pode seguir a estrutura. Esse comportamento levado

ao extremo pode comprometer a criação de vantagem competitiva e, consequentemente à criação de valor para o empreendimento. Contudo, a inexistência de um recurso só vai impedir ou limitar a viabilidade de uma estratégia caso a empresa não disponha de capital para investir e sofra de restrições creditícias para angariar os fundos de que necessita, seja por conta de que o crédito lhe é negado ou porque as taxas de juros cobradas podem ser proibitivas nesses casos. A restrição ao crédito é um fator que se manifesta de forma mais devastadora nas pequenas do que nas grandes empresas. Nesse sentido, Penrose (2006, p. 324) argumenta que:

As restrições relativas ao montante de crédito disponível para as pequenas empresas podem ter um efeito de mais largo alcance. Independentemente de quão atraente possam ser suas perspectivas, a expansão delas pode vir a ser limitada pela capacidade de obter crédito em quaisquer condições, não podendo por causa disso testar os seus planos. As perspectivas da firma pequena são prejudicadas por agentes externos, e os juízos que fazem baseiam-se não apenas no brilho da oportunidade, mas também do fato de que o malogro de determinado empreendimento pode envolver a perda de todo o dinheiro adiantado – ou seja, o fato de que a pequena firma constitui em si um alto risco.

Por outro lado, uma grande empresa mesmo estando sujeita ao risco de ver suas estratégias falharem e perder o capital aplicado, ainda pode ser capaz de obter o capital de que necessita pelo simples fato de poder oferecer melhores garantias com relação aos recursos envolvidos (PENROSE, 2006), além do simples fato de ser grande poder lhe proporcionar menores taxas de juro e melhores condições de pagamento do montante tomado emprestado. De qualquer forma, a restrição ao crédito para a pequena empresa tem um efeito mais maléfico do que uma elevação na taxa de juro, embora isto venha a restringir as oportunidades lucrativas de investimentos e, consequentemente, o seu crescimento por necessitar de taxa de retorno superior devido ao custo mais elevado de capital. De acordo com Penrose (2006, p. 325):

Se houver apenas uma elevação da taxa de juros, as pequenas firmas podem ser capazes de obter os capitais necessários para testarem nos mercados as perspectivas de seus produtos, sempre que estejam dispostas a pagarem o preço necessário para tanto. Mas se o crédito lhes é negado, elas não têm essa oportunidade, e, consequentemente, mesmo firmas com oportunidades pelas quais confiam poder obter lucros apesar de custos crescentes e das altas taxas de juros, acabam sendo impedidas de tirar proveito das oportunidades ou até mesmo de testá-las na prática.

As decisões de investimentos são cruciais e podem tanto aumentar o retorno do capital investido como destruir o valor da empresa. Como descrito acima, um empreendimento rentável gera, por meio dos lucros retidos, um acúmulo de capital que irá lhe proporcionar a expansão do negócio com a realização de novos investimentos. Mas, infelizmente, nenhum negócio está livre de ser malsucedido. Eles estão sujeitos a diversos fatores que podem impactar de forma negativa e comprometer o futuro do empreendimento. Esses



fatores são as fontes de risco inerentes a qualquer empreendimento. Por essa razão, as decisões de investimento não são estratégicas apenas porque alteram a estrutura básica da organização ou porque viabilizam a implantação de novas estratégias. Elas também são estratégicas devido ao montante de risco envolvido, independentemente do grau de detalhamento dos planos e da quantidade de informação que o empresário pode obter na tentativa de reduzir as incertezas acerca do futuro. A literatura financeira sempre discute o fato de que para aumentar os retornos dos investimentos, só aumentando os riscos. Nessa linha, Penrose (2006, p. 74) apropriadamente argumenta que a empresa “pode ser utilmente concebida como uma predisposição psicológica por parte de indivíduos para assumir riscos na expectativa de um ganho e, particularmente, de dedicar esforços e recursos a atividades especulativas”. Dessa forma, faz-se necessário uma discussão para esclarecer o que é e quais são os tipos de riscos que os projetos de investimentos estão sujeitos. Mas antes, é oportuno tecer algumas considerações sobre o crescimento das empresas, e para isto, elas precisam investir em novos ativos de capital apesar dos riscos envolvidos. Os vetores do crescimento das empresas é o foco da subseção a seguir.

#### **1.4 Os vetores do crescimento e estruturação das firmas**

Nesta subseção o objetivo é tecer algumas reflexões sobre os vetores que proporcionam o crescimento e a estruturação das empresas. Essa discussão é oportuna porque o crescimento de uma firma só é viabilizado por meio da realização de novos investimentos. Já foi descrito anteriormente que todos os investimentos em ativos de capital trazem algum risco, em maior ou menor grau eles sempre estão presentes. Dessa forma, o que faz com que as empresas invistam e cresçam, sendo que os riscos podem ter uma relação direta com o tamanho do empreendimento? O desejo de aumentar os lucros e o porte do empreendimento são apenas duas entre diversas hipóteses que podem justificar o processo de crescimento. Contudo, ainda pode haver outras razões que não sejam só motivadas pelo lucro ou só pelo tamanho da empresa. Este é um processo dinâmico que envolve diversos vetores, de modo que uma discussão como essa pode ser demasiadamente longa e incompleta porque suscita vários aspectos peculiares a cada empresa. Dessa forma, o desenvolvimento a seguir será conduzido sob a ótica da teoria do crescimento das firmas.

A indústria produtiva constitui o núcleo do pensamento econômico, de forma que os estudos sobre o crescimento das empresas quase sempre se reportam a esse segmento. Mas o desenvolvimento social também depende das empresas de outros setores. Assim, quase tudo que se estuda para a indústria, aplica-se também a outros tipos de empresas que necessitam sobreviver com recursos próprios. Obter superávit para promover um acúmulo de recursos e reinvestir parte dele no próprio negócio, constitui a base da teoria do crescimento da firma. Isso amplia o conceito de firma, de modo que qualquer empresa

pode ser assim denominada.

Para Leite e Castro (2014), o crescimento da firma consiste o núcleo da dinâmica capitalista. Santos, Ferreira e Reis (2011) complementam ao afirmarem que criar modelos que permitam compreender o comportamento das firmas e dos mercados constituem as principais orientações da teoria econômica. Contudo, não existe uma teoria geral do crescimento da firma capaz de fornecer um marco adequado que permita compreender todas as questões associadas ao processo de crescimento (GUIMARÃES, 1987). Nessa mesma linha, Fleck (2003) afirma que nenhuma teoria geral do crescimento tomou corpo, pois a maioria dos trabalhos existentes sobre o assunto fornece uma excessiva ênfase na investigação de relações causais.

Os estudos sobre a dinâmica do crescimento da firma envolvem diferentes correntes do pensamento econômico, cujo marco inicial pertence à teoria neoclássica. Contudo, seus pressupostos criados a partir dos modelos de equilíbrio geral ou parcial apresentam pouca relação com a atual realidade econômica (SANTOS; FERREIRA; REIS, 2011). De acordo com estes autores, seu principal enfoque é dado à teoria dos preços e afetação dos recursos, cujos princípios são demasiados simples e irrealistas, como seguem:

- A empresa é como uma “caixa preta”, que transforma *inputs* disponíveis no mercado para a produção de *outputs* para comercialização posterior;
- O mercado, embora apresente situações transitórias de desequilíbrio, tende a convergir para condições de concorrência perfeita;
- O uso das tecnologias é normalmente representado pela função de produção, que determina a quantidade a produzir tendo em consideração a cada combinação possível de fatores produtivos. As tecnologias estão sempre disponíveis no mercado, seja através de bens de capital, seja no conhecimento incorporado pelos trabalhadores;
- É assumida perfeita racionalidade dos agentes, diante do objetivo da empresa de maximização de lucros. (SANTOS; FERREIRA; REIS, 2011).

Ainda para os autores, a corrente neoclássica além de considerar que a análise da empresa de forma individual não é importante, o ambiente competitivo é simples, imutável e quase sem incertezas. A empresa é vista como um agente isolado, o ambiente competitivo composto por entidades coletivas com regras diferenciadas não é reconhecido, de modo que todas as empresas têm o princípio comportamental único de aumentar seu próprio lucro. Por centrar sua atenção no modelo de concorrência perfeita com ênfase no sistema de preços, ela ignora tanto a competição quanto a organização das empresas. Contudo, com relação à organização das empresas, Marshall (1996), que foi um economista neoclássico, reconheceu que as empresas podem se beneficiar de economias externas quando o crescimento de um distrito industrial possibilite que os custos fixos das empresas sejam diluídos, devido a um maior volume de produção como um todo e com coordenação pelo mercado dos fatores produtivos mais utilizados pela empresa. Por considerar que o único objetivo das empresas é maximizar o lucro, desconsiderar os fatores internos das

organizações, as diversidades de estratégias e os efeitos tecnológicos no seu interior são, em boa parte, os fatores que fazem com que a economia neoclássica não responda adequadamente ao crescimento das empresas.

De acordo com Guimarães (1987), à medida que se reconhece a empresa como “*locus* de acumulação de capital”, crescimento e lucro aparecem como objetivos complementares. Os lucros acumulados por si só não promovem o crescimento das empresas, mas constituem um estímulo para a realização de novos investimentos. O crescimento do tamanho da empresa constitui o maior objetivo do empresário, se esta for a sua opção. Isso, em certa medida contraria o pensamento neoclássico, cujo principal objetivo das empresas é o lucro. Na teoria do crescimento da firma o lucro é visto como um componente fundamental para a realização de novos investimentos e estes, necessários para a manutenção e aumento dos lucros futuros. As decisões financeiras e de investimentos são conduzidas de forma a aumentar os lucros ao longo do tempo a fim de promover o crescimento e a perpetuidade da empresa. Os lucros totais aumentarão a cada acréscimo de investimento que gerar rendimento positivo, de forma que as firmas pretendem expandir-se o mais rápido possível para tirar proveito das oportunidades de expansão que considerem lucrativas (PENROSE, 2006).

De acordo com Cardoso, Bomtempo e Pinto Junior (2006) a relação entre lucro e crescimento é dada pela rentabilidade em longo prazo e pelo equilíbrio entre distribuição de dividendos e retenção de lucros. Dessa forma, os dividendos representam um custo a ser mantido dentro de certos limites para manter a felicidade dos investidores e atrair novos investimentos como fonte de recursos futuros (PENROSE, 2006). Por mais que a empresa deseje formar um acúmulo de recursos para poder expandir-se o mais rápido que puder, parece lógico supor que quanto menos ela pagar a título de dividendos melhor, mas uma parcela do lucro precisa ser distribuída para que os atuais investidores mantenham seus recursos aplicados no empreendimento e ainda atraia novos investidores.

A acumulação interna de capital compreende os lucros retidos acrescido do montante das depreciações (GUIMARÃES, 1987). Ela não é a única fonte de recursos de que a empresa dispõe, mas é fundamental para definir o montante máximo de fundos externos possível de se obter, de forma a manter seu índice de endividamento dentro dos limites considerados aceitáveis. Esse total formado por recursos próprios e de terceiros, define o limite disponível para realização de novos investimentos. Isto corresponde ao potencial crescimento da firma durante um período, como resultado da utilização de todos os recursos colocados à sua disposição para investir (GUIMARÃES, 1987). O crescimento da firma pode ser melhor explicado ao considerar que as decisões de investir são guiadas pela oportunidade de ganhar mais dinheiro (PENROSE, 2006).

Para Bendlin (2013), é possível identificar na literatura econômica diversos conceitos de firma, sendo que cada um envolve um enfoque próprio com diferentes abordagens conceituais e propósitos de análise. Na economia industrial a firma pode ser entendida

como uma unidade de organização da produção. Souza e Clemente (2009) abordam outros conceitos de empresa que atendem a diferentes objetivos, tais como: a) entidade de natureza política, na qual se privilegia a análise da luta pelo poder e de como ele é exercido; b) unidade sociocultural, cuja análise reflete a forma como as pessoas interagem e influenciam sua cultura e o padrão de crescimento da organização; c) “azienda”, para designar a empresa como um conjunto de patrimônios e mensurar a sua evolução ao longo do tempo; d) unidade técnica, com enfoque no processo de transformação; e) organização que dispõe de um conjunto de recursos a fim de atingir seus objetivos. Este último atende à maioria dos conceitos de empresa na área da Administração, além de abordar o aspecto fundamental para explicar o processo de crescimento das firmas de acordo com a teoria de Penrose (2006).

Para Penrose (2006) a firma é caracterizar como um conjunto de recursos produtivos dentro de uma concepção de contínuo crescimento ao longo do tempo. Para ela, a firma é mais que uma unidade administrativa, “trata-se também de um conjunto de recursos produtivos cuja disposição entre diversos usos e através do tempo é determinada por decisões administrativas” (PENROSE, 2006, p. 61). De acordo com a autora, esse conceito envolve uma estrutura geral e administrativa com estratégias e objetivos previamente definidos; um conjunto de recursos capaz de suprir suas necessidades de serviços e produzir qualquer coisa que o mercado venha a demandar; e foco no crescimento, o que implica na necessidade de novos investimentos.

De acordo com Kavale (2012) a estrutura compreende os recursos necessários, as funções, as responsabilidades e as linhas de comunicação, sendo capaz de influenciar profundamente as fontes de vantagens competitivas da organização. É ela que define a distribuição formal dos papéis e os mecanismos administrativos que facilitam o controle e a integração das diferentes atividades realizadas dentro da organização (KAVALE, 2012). Para Chandler (1998) a estrutura contém dois aspectos: 1) define as linhas de autoridade e comunicação entre as diferentes estruturas administrativas; e 2) as informações e dados que fluem através das linhas de comunicação e autoridade. A estrutura é conduzida por uma direção central que é reconhecida “como a mais alta autoridade no arcabouço administrativo [...] responsável pelo estabelecimento ou alteração da estrutura administrativa da firma [...]”, sendo ela responsável pelas principais decisões de financeiras e de investimentos (PENROSE, 2006, p. 50-51). É por meio dos investimentos em ativos de capital que a empresa adquire os recursos necessários e forma a estrutura para viabilizar suas estratégias.

Os recursos compreendem todas as coisas que a empresa compra, arrenda ou produz para si mesma, assim como as pessoas nela engajadas e que se tornam parte efetiva da firma (PENROSE, 2006). Penrose em 1959 foi pioneira em afirmar que o crescimento de uma firma depende dos seus recursos e da forma como eles são combinados e utilizados no seu interior. Isso chamou atenção de pesquisadores como Wernerfelt (1984)

e Rumelt (1991) vindo a culminar com a conhecida Visão Baseada em Recursos (VBR) e mais tarde defendida por Prahalad e Hamel (1990); Barney (1991), Peteraf (1993), Teece, Pisano e Schuen (1997) entre outros, como sendo os recursos internos da firma os fatores responsáveis por criar a vantagem competitiva de uma empresa frente aos seus competidores no mercado.

Os recursos não são constituídos apenas por coisas tangíveis, da mesma forma que eles não constituem os únicos insumos de que a empresa necessita para expandir-se. De nada adianta possuir todos os recursos à disposição se as pessoas não sabem o que fazer com eles. É preciso ter conhecimento, habilidades e competências essenciais, além de visão empreendedora para promover o crescimento da empresa. Penrose (2006) chama atenção de que não são os recursos em si que constituem os insumos do processo produtivo, mas sim os serviços que eles podem proporcionar. Os serviços dos quais a empresa necessita é função da maneira como eles são alocados, organizados e combinados, de forma que um mesmo recurso pode contribuir para prestar uma variada gama de serviços, como afirma Penrose (2006, p. 132):

As possibilidades de utilizar recursos mudam com as alterações nos conhecimentos. Tornam-se disponíveis mais serviços; outros, anteriormente não-utilizados, passam a ser usados; e serviços antes usados deixam de sê-lo na medida em que aumentam os conhecimentos sobre as características físicas dos recursos, sobre as maneiras de usá-los ou sobre produtos lucrativos que poderiam ser gerados a partir deles. Consequentemente, há uma intensa conexão entre o tipo de conhecimento do pessoal da firma e os serviços obteníveis de seus recursos materiais.

Os serviços são as contribuições que os recursos proporcionam para as atividades produtivas da firma (PENROSE, 2006). Porém como destaca a autora, é preciso que haja uma conexão entre os recursos materiais e humanos, de forma que os serviços prestados pelos recursos dependem da capacidade das pessoas em utilizá-los, mas essa capacidade é parcialmente moldada pelos recursos com os quais as pessoas lidam. “Juntos, eles criam as oportunidades produtivas específicas de uma determinada firma” (PENROSE, 2006, p. 135).

O crescimento de uma empresa depende da existência de um estoque de recursos à sua disposição, da utilização desses recursos de forma eficiente e dos serviços que tais recursos podem prestar. Em razão do caráter multiuso que a maioria dos recursos possui e da forma como eles são mobilizados no interior da firma, pode fazer com que muitos deles não estejam sendo completamente explorados. A existência de recursos ociosos ou não plenamente utilizados funciona como um mecanismo de estímulo para o crescimento da firma. Além de Penrose, Chandler (1977) também havia notado que a contínua busca pela utilização dos recursos de forma mais eficiente possível proporciona um cenário favorável para a expansão das firmas.

Penrose (2006) elenca três atributos que os recursos possuem de forma que

impedem que a empresa atinja um estado estacionário de crescimento. Em certa medida, é possível verificar que eles se correlacionam:

1. a indivisibilidade dos recursos: alguns recursos não podem ser adquiridos de forma fracionada, mas apenas em unidade inteira. Se uma empresa necessita de um determinado recurso, mas só utilizará uma parte dele para suas atuais atividades, em algumas situações é possível que adquiri-lo em unidade inteira e não utilizá-lo em sua plenitude seja mais vantajoso do que qualquer alternativa que se tenha analisado. Isso resulta na utilização parcial do recurso ou com menos eficiência caso a empresa não venha a se expandir;
2. o uso especializado dos recursos: como descrito acima, um mesmo recurso pode prestar diferentes tipos de serviços. Da mesma forma que a indivisibilidade, determinados recursos com potencial para prestar vários serviços precisam ser adquiridos em unidade inteira mesmo quando eles não vão prestar todos os serviços que são capazes de fornecer. Recursos com essa característica até podem não ficar ociosos, mas acabam sendo subutilizados no que se refere aos seus serviços mais valiosos;
3. a heterogeneidade dos recursos: o avanço tecnológico fez com que vários produtos sirvam para diferentes finalidades e mesmo que apenas uma única delas seja requerida, o recurso como um todo necessita ser adquirido.

Quando um recurso precisa ser adquirido por inteiro e o seu potencial produtivo não é totalmente explorado, gera uma folga de capacidade. Quando ela é mantida dentro de certos limites, pode funcionar como um estímulo ao crescimento. Todavia, se for em excesso, pode gerar efeito contrário e prejudicar o crescimento. O excesso de capacidade por estar associado a altos custos estimula o efeito maléfico da “deseconomia de escala”. Isso acontece quando os custos totais da firma aumentam de forma mais do que proporcional aos das quantidades produzidas. Como resultado, os custos médios de produção sobem ao longo do tempo (SANTOS; FERREIRA; REIS, 2011). O sucesso das atividades afeta a posição financeira da empresa, e esta afeta as atividades (PENROSE, 2006). Disso decorre que os aumentos sucessivos dos custos afetam negativamente a situação econômica da firma, o que pode gerar acúmulo de prejuízos, comprometer sua posição financeira e a sua capacidade de captar dinheiro de fontes externas, o que leva a firma ao declínio e, no limite, sua falência.

Convém mencionar que o excesso de capacidade gerado pela indivisibilidade, uso especializado e heterogeneidade dos recursos é um processo recorrente que se acentua a cada expansão. Como destaca Fleck (2003, 0. 17), “[...] o crescimento intensifica o existente, aumentando em quantidade e em qualidade o elenco de recursos e habilidades subutilizados”. Esse processo cíclico funciona como uma força propulsora em que a expansão alimenta condições favoráveis para novas expansões, o que foi batizado por Fleck (2003) como “motor de crescimento contínuo”. Esse processo é composto por três blocos principais conforme ilustra a Figura 6:

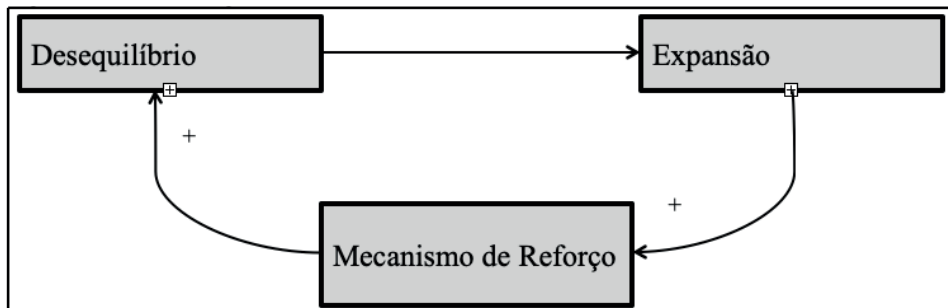


Figura 6 – Estrutura geral do motor de crescimento contínuo

Fonte: Fleck, 2003, p. 18.

O desequilíbrio decorre da existência do excesso de recursos produtivos não plenamente utilizados interior da firma, ou por algum fator que acontece em seu redor. Este desequilíbrio desperta interesse para uma nova expansão, que é motivada pela necessidade de utilizar os recursos de forma mais produtiva. Para suportar a expansão, surge a necessidade de adquirir novos recursos, o que gera um mecanismo de reforço que pode novamente intensificar o desequilíbrio no interior da firma (FLECK, 2003).

O crescimento de uma firma é resultado de um processo de desenvolvimento organizacional, caracterizado por uma função que envolve o sistema administrativo, visão holística e processo de tomada de decisão estratégica (CHAKRAVARTHY; DOZ, 1992). O desenvolvimento organizacional é um processo intencional. Às vezes ele é resultado de um planejamento com estratégias racionalmente deliberadas com vistas ao futuro distante. Mas às vezes, ele pode ser resultado de estratégias emergentes, como uma reação que acontece em função de alterações nas condições ambientais.

Chandler (1998) identificou quatro fases que mostram como as empresas se desenvolveram ao longo do tempo: 1) aquisição de recursos e acúmulo de canais de comercialização e distribuição; 2) criação de estruturas funcionais para aumentar a eficiência; 3) adoção de estratégias de diversificação e de crescimento; 4) criação de uma estrutura diversificada para administrar grandes conglomerados.

O planejamento conduz a um processo de mudança organizacional. Mas a mudança com vistas ao crescimento só é possível quando ela envolve uma estrutura adequada, um processo de conduta coerente com suas estratégias e um desempenho favorável. Logo, a mudança organizacional é um processo intencional onde concentram os modelos de tomada de decisão estratégica, de planejamento estratégico e de desenvolvimento organizacional (VAN DE VEN, 1992).

Strebel (1994) afirma que o processo de mudança organizacional só é possível quando as forças de mudanças superam as resistências. Com base nisso, Cardoso, Bomtempo e Pinto Junior (2006), propõem que o crescimento de uma firma é orientado

por uma série de indutores e obstáculos internos e externos que atuam de forma conjunta. Enquanto que os indutores estimulam a expansão, os obstáculos retardam. Dessa forma, somente quando os indutores superam os obstáculos, é possível observar um processo de expansão das firmas.

Os indutores internos de crescimento decorrem da existência de um estoque de recursos produtivos subutilizados mantidos dentro de certos limites. Os indutores externos ao crescimento originam das forças macro ambientais associadas à estrutura da indústria, conforme analisado por Chandler (1977) e mais tarde pelos estudos de Porter (1981), Rumelt (1991) e McGahan e Porter (1997), referente à contribuição da organização industrial sobre o desempenho das firmas.

Para Chandler (1977) a capacidade de crescimento de uma indústria é requisito para o crescimento da firma. Dessa forma, a cooperação entre as firmas de uma indústria promove sua padronização e, conseqüentemente, viabiliza o crescimento individual das firmas que a compõem. Esse padrão de crescimento pode ser considerado um caso especial de indutor externo e foi denominado por Fleck (2003) como “motor de co-evolução”. Conforme demonstra a Figura 7, o motor de co-evolução é constituído de cinco blocos: 1) cooperação entre as firmas que compõem a indústria, que pode ocorrer de forma voluntária ou compulsória; 2) padronização de todas as firmas da indústria, motivada por tecnologias, produtos e/ou processos, como uma consequência do processo de cooperação entre as firmas; 3) homogeneização de ofertas de produtos e/ou serviços entre as firmas da indústria que acontece por consequência dessa padronização; 4) competição entre as firmas da indústria por recursos que se tornam escassos, decorrente do processo de homogeneização; 5) por fim, o crescimento da indústria, resultante da padronização de todas as firmas que a compõe.

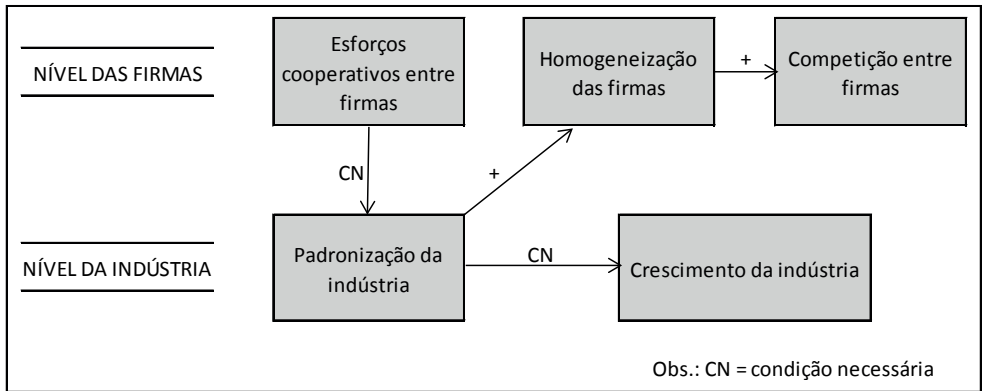


Figura 7 – Estrutura geral do motor co-evolução

Fonte: Fleck, 2003, p. 19.



Para Fleck (2003) o motor de co-evolução é resultado do concomitante crescimento de um todo e de suas partes, podendo se referir a diferentes pares: indústria-firmas, unidades de negócio-firma, firma-funcionários e economia-indústrias.

Os obstáculos internos ao crescimento residem no excesso de ociosidade dos recursos, pois, conforme afirma Penrose (2006), isso cria dificuldades na sua utilização de forma mais eficiente, o que prejudica o crescimento e a firma passa a ficar estagnada. Oposto à ociosidade, outro obstáculo interno acontece quando alguns tipos de serviços especializados necessários para a expansão não estão disponíveis em quantidade suficiente dentro da firma (PENROSE, 2006). Isso, de acordo com Cardoso, Bomtempo e Pinto Junior (2006) e Leite e Castro (2014), decorre por excesso de eficiência na utilização dos recursos, pois, como foi descrito, os recursos viabilizam a realização dos serviços produtivos dos quais a firma necessita para crescer.

Já os obstáculos externos ao crescimento surgem por conta de diversos fatores possíveis de serem analisados por meio do modelo das cinco forças de Porter (1981). Eles incluem a forte competição por mercados, mecanismos de proteção impostos por questões Legais, barreiras de entradas motivadas por altos investimentos, custos operacionais excessivos, pela dificuldade de acesso a novas tecnologias, entre outros fatores.

Com base nos indutores e obstáculos internos e externos ao crescimento, Cardoso, Bomtempo e Pinto Junior (2006) propõem uma matriz que possibilita analisar quais foram os fatores que se manifestaram ou aqueles que foram preponderantes no processo de crescimento de uma firma (Figura 8). De acordo com os autores, para cada cruzamento entre indutores e obstáculos que influenciam ou preponderam no processo de crescimento da empresa, existe a necessidade de se adotar uma estratégia diferente, que foram batizadas por “movimentos”. Essa matriz, conforme apresentada na Figura 8, precisa ser colocada numa perspectiva longitudinal, pois o crescimento de uma firma não é algo isolado no tempo, é um processo evolucionário, onde uma análise transversal obscureceria os fatos.

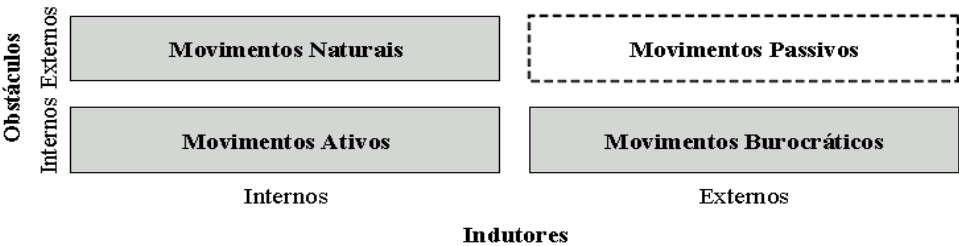


Figura 8 – Matriz Indutores x obstáculos

Fonte: Cardoso, Bomtempo e Pinto Junior, 2006, p.74.

O “movimento natural” é caracterizado pela presença de forças propulsoras internas, que pode ter origem em certos níveis de folga dos recursos existentes no interior da firma, mas existe a presença de obstáculos externos que limitam o crescimento. O crescimento motivado por indutores internos e limitado por obstáculos internos é caracterizado por “movimentos ativos”, pois o ambiente tem pouca ou nenhuma influência sobre o processo de crescimento. Na presença de indutores externos e obstáculos internos, o crescimento é dado por um “movimento burocrático”, pois o ambiente externo é favorável, mas nota-se a presença de fatores internos que impedem o crescimento. No último, denominado “movimento passivo”, nota-se a presença de indutores e obstáculos externos.

Este, em particular, pode ser um caso atípico, pois o processo de crescimento ocorreria de forma involuntária, algo considerado inconcebível de acordo com a teoria do crescimento da firma de Penrose (2006). “O entrono não é algo ‘aí fora’, fixo e imutável, mas algo passível de ser manipulado pela firma a serviço de seus propósitos” (PENROSE, 2006, p. 15). De acordo com essa proposição, Penrose (2006) acredita que as firmas não apenas são capazes de afetar as condições externas necessárias ao seu crescimento, mas elas sabem que, de alguma forma, podem mudar esse ambiente a serviço dos seus próprios interesses.

Os interesses e os rumos do crescimento das firmas podem seguir várias direções. Partem desde um aumento na quantidade produzida dos seus atuais produtos, aproveitando um aumento considerado permanente na demanda ou induzindo seu aumento de forma a promover uma maior participação no mercado. Mas a firma pode adotar uma postura mais agressiva de crescimento, mudando completamente sua forma de organização. Esse caminho envolve a diversificação das atividades que pode ser motivada por diferentes movimentos de integração vertical e horizontal. De qualquer forma, independentemente da estratégia de crescimento que a firma adote, requer a disponibilidade de recursos que sejam suficientes para prestar todos os serviços produtivos necessários, diferentes esforços de comercialização e distribuição, mas principalmente, o processo de crescimento trás consigo diferentes tipos e níveis de riscos e incertezas. Riscos e incertezas nas decisões de investimento é o tema a seguir.

## **2 | RISCOS E INCERTEZAS NAS DECISÕES DE INVESTIMENTOS**

Como as decisões de investimentos são feitas com base em estimativas e produzem efeitos duradouros, é natural que elas estejam inseridas num contexto de risco. Embora pareça plausível pensar que um projeto de investimento não envolva riscos, apenas incertezas, afinal um projeto é um plano estruturado, detalhado e que reúne um conjunto de informações sobre o transcurso do empreendimento, o próprio futuro é essencialmente incerto, o que faz com que a decisão de investir seja arriscada. Faz-se um projeto de investimento para subsidiar a decisão e reduzir as incertezas sobre o futuro, mas essas

incertezas nunca podem ser eliminadas por completo, de forma que elas sempre persistem.

Existem vários fatores que podem contribuir para gerar as incertezas nos projetos de investimentos. A maioria refere-se aos fatores externos, dos quais a empresa pouco pode fazer para contê-los, enquanto outros são gerados por fatores internos, os quais dependem em boa parte da forma como o empreendimento é administrado. Pamplona e Montevechi, 2006 apresenta uma lista de alguns possíveis fatores de risco, entre tantos que podem ocorrer ao longo do ciclo de vida de um empreendimento, conforme descritos no Quadro 5.

Mercadológicos	Técnicos	Econômicos	Financeiros	Outros
Oferta Subdimensionada	Inadequabilidade do processo utilizado	Aumento dos preços das matérias-primas	Insuficiência de capital de giro	Fatores Políticos
Demanda Superestimada	Inadequabilidade das matérias-primas	Inflação	Falta de capacidade de pagamento	Fatores Institucionais
Dimensionamento Incorreto		Aumento das taxas de juros		
Alteração dos produtos e subprodutos	Inadequabilidade da tecnologia empregada	Restrição de linhas de crédito	Necessidade de novos investimentos	Greve

Quadro 5 – Fatores que levam à incerteza

Fonte: adaptado de Pamplona e Montevechi, 2006.

Depois de tomada a decisão de investir, mesmo que esta tenha sido fundamentada em um bom projeto, com o transcorrer do tempo, novos eventos não planejados podem surgir de forma natural e alheia aos desejos dos investidores. Um bom projeto subsidia uma boa decisão de investimento, mas uma boa decisão de investimento não garante, necessariamente, o sucesso do empreendimento. Nenhum investimento é completamente blindado contra os riscos, o que muda é o grau em que eles se manifestam, de modo que os fazem assumir uma característica inerente, inevitável e peculiar a cada empreendimento.

Do que foi descrito sobre risco e incerteza, faz-se necessário um esclarecimento acerca desses dois termos que muitas vezes se confundem e chegam a ser tratados como sinônimos, mesmo ciente de que essa discussão se manifesta mais no meio acadêmico do que no empresarial. Dessa forma, a presente subseção inicia tecendo considerações mais gerais sobre “risco” e “incerteza”, onde esses termos serão conceituados, distinguidos e esclarecidos. Na sequência, eles serão inseridos no contexto dos projetos de investimentos; adiante passa pela classificação dos riscos envolvidos nos projetos de investimentos; e finaliza com algumas considerações sobre como eles podem impor limites nos planos de

investimentos.

## 2.1 Conceitos e distinção entre risco e incerteza

Bernstein (1997) destaca que a ideia revolucionária que define a fronteira entre os tempos modernos e o passado é o domínio do risco: a noção de que o futuro não é um capricho dos deuses e que a humanidade não é passiva ante a natureza. Para o autor, a compreensão do risco permite que se tomem decisões racionais, de modo que a sua administração guie uma ampla gama de decisões (BERNSTEIN, 1997). Sua linha de raciocínio coaduna com a de Penrose (2006, p. 15) ao descrever que “o entorno não é algo ‘aí fora’, fixo e imutável, mas algo passível de ser manipulado pela firma a serviço de seus propósitos”. Nessa linha de raciocínio, o entorno é caracterizado por fatores que geram riscos para os negócios, mas de acordo com os autores, os gestores podem atuar de alguma forma de modo a atenuar seus impactos na organização.

Embora os riscos estejam presentes nas decisões de investimentos e constituem motivo de preocupação por parte dos investidores, a palavra “risco” muitas vezes tem sido empregada com diferentes significados. No seu sentido tradicional, ela é utilizada para expressar a possibilidade de algum acontecimento negativo, mas às vezes, mais raramente, também é utilizada para expressar a possibilidade de um acontecimento positivo. Em outras situações, a palavra “risco” também é utilizada como sinônimo de “incerteza”. Esses diferentes sentidos ocorrem tanto na vida cotidiana das pessoas, quanto em algumas literaturas, a ponto de Damodaran (2009) alegar que é de se estranhar não existir unanimidade na definição do termo “risco”.

Von Altrock (1995) define a incerteza como decorrente das dúvidas que podem acontecer sobre os eventos futuros, independentemente da ação tomada no presente. Para o autor, a incerteza pode ser dividida em: estocástica, associada à probabilidade de ocorrência do evento; e, léxica, associada à intensidade de ocorrência do evento. Nota-se na definição do autor que a palavra incerteza foi utilizada para caracterizar uma possibilidade de perda, principalmente quando se refere à estocástica. Como será detalhado a seguir, quando a incerteza passa a ser mensurada, o conceito passa a ser de risco.

Para Knight (1964), a palavra “risco” normalmente é usada para referir-se a qualquer tipo de incerteza, do ponto de vista de acontecimento desfavorável, e o termo “incerteza”, tanto pode ser usado com esse mesmo sentido, como também pode se referir à ocorrência de resultado favorável. Em sentido ligeiramente oposto, Damodaran (2009) considera a expressão “risco” tanto para se referir a eventos desfavoráveis, como também para os eventos favoráveis. Para Damodaran (2009), no âmbito das finanças, o risco relaciona-se à variabilidade entre o retorno observado e o retorno esperado de um investimento, mesmo quando representa resultado positivo. O autor fundamenta seu argumento com a ilustração do ideograma chinês que representa o termo “risco”. Ele combina tanto o

termo “perigo” como “oportunidade” e complementa, “qualquer outra abordagem dedicada exclusivamente à minimização da exposição ao risco (ou perigo) reduz também o potencial da exposição às oportunidades” (DAMODARAN, 2009, p. 24). Por mais que o fato de se referir ao risco como algo positivo possa soar estranho, afinal a palavra em si carrega uma conotação desfavorável, o argumento do autor é matemático. Ao considerar que o risco é uma probabilidade de ocorrência de um evento, existe a chance dele ser desfavorável, mas também favorável. A probabilidade é uma propriedade numérica que varia de 0 a 1. Então, se a probabilidade do evento desfavorável for encontrada  $[P(x)]$ , logo, sua relação inversa  $[1 - P(x)]$  é a probabilidade do evento favorável se manifestar. O fato é que não é muito comum referenciar “risco” como algo bom. Esta tese configura risco em projetos de investimentos como a possibilidade de algo desfavorável acontecer.

Penrose (2006) e Souza e Clemente (2009) associam a incerteza com a falta de informação, de forma que, quanto melhor o nível de informação obtida pelo decisor, menor será o nível de risco a que está sujeito. Para Penrose (2006) a incerteza reflete a confiança do empresário em torno de suas estimativas ou expectativas, ao passo que o risco diz respeito aos possíveis resultados de uma ação, em especial quando se refere às perdas em que se pode incorrer com essa ação.

Para Brito (2007), Brom e Balian (2007), Casarotto Filho e Kopittke (2010), Gitman (2010), Securato (1996), Souza e Clemente (2009), Woiler e Mathias (2008), a denominação “risco” é utilizada quando se conhece os possíveis estados futuros associados às suas respectivas probabilidades de ocorrências. O termo “incerteza” descreve aquelas situações em que não se sabe os estados futuros ou quando não é possível estimar as probabilidades de que determinados resultados venham acontecer. O risco é uma forma de mensurar a incerteza entre o resultado desejado e a possibilidade de desvios negativos em relação ao esperado.

Knight (1964) entende que o risco só pode ser caracterizado quando é possível se estabelecer uma “probabilidade objetiva” de ocorrência de um acontecimento. O autor entende por probabilidade objetiva aquela estabelecida *à priori*, com base em observações anteriores de mesma natureza. Do contrário, quando não se tem nenhuma referência com base em eventos passados, diz-se tratar de “probabilidade subjetiva”. Quando é preciso recorrer à probabilidade subjetiva, normalmente obtida com base em julgamento, para Knight (1964) caracteriza uma situação de incerteza.

A percepção quanto ao efeito maléfico do risco pode ser subjetiva. Mesmo em situações em que se tenha exatamente a mesma probabilidade de perda de um valor, a “dor psicológica” dessa perda pode se manifestar de forma diferente entre os indivíduos. Para Penrose (2006, p. 106) “os ‘riscos’ incluem tanto a probabilidade de perda como o significado daquilo que vier a ser perdido”. Ainda para a autora:

o risco na aposta de um dólar será menor do que numa de cem, mesmo levando em conta que a probabilidade de perder é a mesma em ambos os

casos, não apenas pelo fato de cem dólares serem mais do que um, mas também porque a perda de cem dólares compromete algo mais do que o dinheiro não-ameaçado pela perda de um. (PENROSE, 2006, p. 106).

Assim, de acordo com Penrose (2006), uma pessoa milionária poderia se sentir tão indiferente com a perda de cem dólares como com a perda de um, fazendo com que o “risco subjetivo” da aposta fosse o mesmo em ambos os casos. Mas, para uma pessoa que não é milionária, a perda de cem dólares pode comprometer sua capacidade de saldar seus débitos, de conseguir dinheiro emprestado ou até mesmo a segurança propiciada por esse valor numa conta bancária, o que arriscaria sua situação financeira de modo geral. Mas a perda de apenas um dólar não seria preocupante para esta mesma pessoa. Para esta pessoa, no primeiro caso o risco percebido é maior do que no segundo, mesmo que a probabilidade de perda seja a mesma em ambos os casos (PENROSE, 2006).

A percepção que as pessoas fazem frente ao risco corresponde com a essência das finanças comportamentais originada pela “Teoria dos Prospectos”. Esta foi idealizada por Kahneman e Tversky em 1979 no trabalho intitulado “*Prospect Theory: an analysis of decision under risk*”, onde os autores investigaram o comportamento humano e a maneira como as decisões são tomadas em condições de risco. Com advento desse trabalho a tradicional racionalidade do ser humano defendida pelas finanças modernas, mais especificamente com a “Teoria da Utilidade Esperada”, foi colocada de xeque. Para Kahneman e Tversky (1979) as decisões das pessoas são influenciadas por vieses e ilusões cognitivas que leva o ser humano a cometer erros. Esses vieses e ilusões cognitivas são conhecidos por “heurísticas”, cujo núcleo consiste no fato de que o processo mental reduz e simplifica a realidade, o que permite o ser humano a tomar decisões de forma rápida, mesmo que essa “realidade subjetiva” deturpe a realidade dos fatos.

A preocupação em mensurar os riscos no mundo dos negócios não é recente. Bernstein (1997) relata uma série de técnicas quantitativas desenvolvidas com a intenção de fornecer parâmetros para mensurar o risco e melhorar a qualidade da decisão. Todas essas técnicas foram desenvolvidas com o objetivo de explorar a fronteira existente entre a administração do risco e as decisões embasadas na subjetividade.

<b>Técnicas/Modelos</b>	<b>Autor/data</b>
Contrato de Opção	Tales (625 a C - 547 aC )
Teoria das Probabilidades	Méré, Fermat e Pascal (1654)
Amostragem e inferência estatística	John Graunt e Petty (1662); Edmund Halley (1692)
Lei dos Grandes Números	Jacob Bernouli (1703)
Lei das Médias	Abraham de Moivre (1730)
Distribuição Normal	Abraham de Moivre (1730)
Teoria da utilidade	Daniel Bernoulli (1738)
Teorema de Bayes	Thomas Bayes (1750)
Regressão à Média	Francis Galton (1875)
Seleção de Carteiras	Harry Markovitz (1952)
Derivativos	Black & Scholes (1970)
Teoria da Perspectiva	Kahneman & Tversky (1979)
Teoria dos Jogos	Neumann & Morqenstern, Blinder (1982)
Finanças Comportamentais	Thaler, Shefrin & Statman (1984)

Quadro 6 – Técnicas quantitativas de administração do risco

Fonte: Cantelli, 2006, p. 34.

Bernstein (1997) destaca a intensão de deixar evidente o conflito existente entre aqueles que afirmam que as melhores decisões se baseiam na quantificação e nos números, e aqueles que baseiam suas decisões em crenças subjetivas sobre o futuro incerto. O autor deixa claro que as decisões embasadas em números carregam implicitamente a premissa de que o futuro terá comportamento semelhante aos padrões do passado, mas não se deve esquecer de que os números não passam de ferramentas.

Administrar os riscos significa superar os obstáculos naturais a qualquer empreendimento e proporciona o surgimento de novas oportunidades lucrativas de investimentos que impulsionam a economia. Compreender o risco, medir e avaliar as suas consequências converte o ato de correr risco em um dos principais catalisadores que impelem a sociedade moderna (BERNSTEIN, 1997). Bock e Trück (2011) alegam que as técnicas de análise do risco, por serem essencialmente ferramentas de tomada de decisão, têm muitas aplicações e funções que se estendem para além da utilidade restrita de avaliar investimentos. As descobertas sobre a natureza do risco são centrais à moderna economia de mercado, estimulando um processo racional para enfrentá-lo e guiam uma ampla gama de decisões (BERNSTEIN, 1997).

## 2.2 Risco e incerteza nos 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 feitas no presente acerca desse futuro. Quando se trata de projetos de investimentos acontece da

mesma forma. As premissas, variáveis e valores envolvidos no projeto representam, na opinião do empresário, o melhor julgamento possível com base nas informações disponíveis no presente, que são extrapoladas para o futuro do empreendimento. As decisões de investimentos são tomadas em função da interpretação que se faz sobre a realidade, mas essa realidade não é captada de forma plena, podendo gerar erros e ilusões no estudo, por mais que se tente atender aos critérios de isenção e imparcialidade (BROM; BALIAN, 2007).

Para Hertz (1987), entre todas as decisões que os executivos devem tomar, nenhuma é mais desafiadora e merece mais atenção do que escolher oportunidades de investimento de capital entre as várias alternativas à sua disposição, de modo que:

o que torna este tipo de decisão tão crítica não é, naturalmente, o problema de projetar o retorno sobre o investimento segundo qualquer conjunto de premissas dado. A dificuldade está nas premissas e em seu impacto; cada uma delas envolve seu próprio grau – muitas vezes elevado – de incerteza. Consideradas em seu conjunto, estas incertezas combinadas podem multiplicar-se em uma incerteza total de proporções críticas. É neste ponto que o elemento risco aparece, e é na avaliação do risco que o executivo tem obtido pouco auxílio dos instrumentos e técnicas atualmente disponíveis (HERTZ, 1987, p. 7).

Os investimentos estão sujeitos a diferentes tipos de riscos e incertezas. São fatores que os investidores pouco ou quase nada podem fazer para evitá-los. A incerteza origina-se nas estimativas dos parâmetros de entrada do projeto (quantidades, preços de vendas, custos e despesas variáveis e fixas) e na taxa de atratividade com a qual o retorno será calculado. A falta de segurança que o investidor atribui às suas estimativas e projeções faz com que a amplitude das variabilidades de cada valor do projeto aumente.

Os valores que compõem o fluxo de caixa de um projeto de investimento são estimativas pontuais, de forma que quanto mais distante se encontram em relação ao período inicial, mais incertos eles serão, o que também faz com que sua amplitude de variabilidade também aumente. Do mesmo modo, quanto maior o período de análise do projeto, maior será a chance de ocorrência de fatores imprevistos e quanto maior a incerteza associada aos parâmetros de entrada do projeto, maior será a probabilidade de perda a que ele está sujeito, portanto, maior será o risco objetivo. O aumento das imprevisibilidades gera o aumento nas incertezas das projeções, o que produz efeito em sentido contrário no valor da decisão, conforme demonstra a Figura 9.



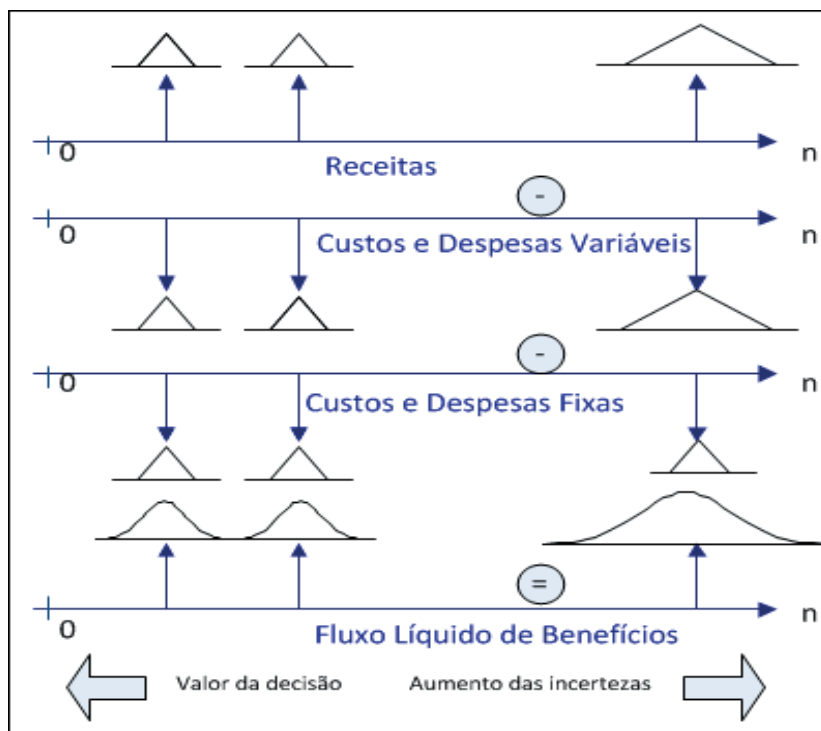


Figura 9 – Incertezas em função do período de um projeto de investimento

Fonte: o autor, 2015.

Risco em projeto de investimento pode ser entendido como a possibilidade de se obter um resultado menor do que aquele que subsidiou a decisão de investir. Para Laponi (2007), um projeto de investimento é arriscado quando existe a incerteza de não se conseguir o VPL esperado. Porém se o VPL esperado for alcançado ou superado, as incertezas não convertem o investimento em arriscado. Dessa forma, o foco de preocupação reside na possibilidade de se obter um retorno inferior ao investimento realizado.

Galesne, Fensterseifer e Lamb (1999) propõem dois fatores adicionais que podem ser tomados conjuntamente para precisar uma noção de risco em projeto de investimento: a “incerteza dos resultados” e “o caráter não desejado” desses resultados. Segundo os autores, esses elementos aparecem claramente quando se solicita aos dirigentes das empresas uma definição de risco em projetos de investimentos. Para eles, o risco relaciona-se com desvios relativos a um dado nível de rentabilidade. Como os desvios podem ser tanto positivos quanto negativos, só os negativos são geradores de risco nos projetos de investimentos (GALESNE; FENSTERSEIFER; LAMB, 1999).

Nesta tese, o termo “risco” é utilizado para caracterizar os possíveis resultados indesejados nos projetos de investimentos, dos quais é possível atribuir um valor para mensurá-lo, mesmo que de forma subjetiva. Por resultados indesejados, entende-se

qualquer evento que possa comprometer o futuro de empreendimento, notadamente, a probabilidade do investidor não recuperar o capital investido<sup>2</sup>. O termo “incerteza” remete ao desconhecido, eventos dos quais não se tem informação suficiente sobre o futuro transcurso dos fatos. Logo, é utilizado com esse sentido, mas também para referenciar a inexatidão das quantificações ou valores dos parâmetros do projeto.

Nota-se que em projetos de investimentos existem tanto os riscos quanto as incertezas. Contudo, o risco é uma estimativa da probabilidade de ocorrência de eventos desfavoráveis mensurada quando a proposta de investimento ainda está sendo avaliada, de forma que ele não é exato. Disso decorre que os riscos em projetos de investimentos também são incertos. O verdadeiro risco só poderá ser revelado no futuro, quando a decisão de investir já se concretizou e as coisas de fato acontecem. Tais fatos podem ser de pequena relevância, mas também podem revelar os “Cisnes Negros” de Taleb (2008).

### 2.3 Os “Cisnes Negros” de Taleb

Os “Cisnes Negros” são caracterizados por serem aqueles acontecimentos inesperados, inexplicáveis, incontroláveis e altamente impactantes, capazes de provocar profundos danos na vida das pessoas, nas organizações e na sociedade como um todo. Para Taleb (2008) eles são revelados pela incapacidade humana de prever as raridades que surgem no curso da história. Taleb (2008) critica veemente o fato de o Ser Humano agir como se pudesse mudar o curso da história contando com aquilo que já aconteceu, como se o futuro se repetisse exatamente como foi no passado. Nessa crítica, o autor inclui os dados extraídos de amostras das quais se fazem estatísticas e projeções para predizer o que está por vir. Para o autor, ao contrário do que se pensa, “há muitas coisas que podemos fazer se nos concentrarmos nos *anticonhecimentos* ou no que não sabemos” (TALEB, 2008, p. 27, grifo nosso). Nessa lógica, o autor afirma que a estratégia dos empreendedores seria confiar menos nos planos e centrar-se ao máximo em reconhecer as oportunidades que surgem e jogar com elas.

Para Taleb (2008) muitos “Cisnes Negros” surgem porque é da natureza humana achar que sabe mais do que realmente sabe, preocupar-se mais com as coisas irrelevantes do que com aquilo que realmente importa e por atribuir mais valor ao que está dentro da normalidade e das coisas belas, o que Taleb (2008) define de “platonicidade”. Com isso, negligencia-se o que não se sabe, impede de se enxergar mais adiante e daquilo que foge à normalidade dos fatos. Para ele, tudo isso decorre pelo simples fato de que a vida cotidiana é feita com base em pequenos acontecimentos constantes e de pequeno valor, ao passo que os grandes acontecimentos surgem sem que se possa prever.

Isso não significa necessariamente falta de prevenção, ao contrário, trabalha-se

---

2 A probabilidade de não recuperar o capital investido no negócio é caracterizado ao longo desta tese pela probabilidade de se obter um VPL negativo [ $P(VPL \leq 0)$ ] ou da TIR resultar inferior à TMA [ $P(TIR < TMA)$ ].

muito com ela, mas ela se limita a coisas previsíveis, que são fáceis de imaginar, sobre aquilo que é normal. Para Taleb (2008) não importa a normalidade, pois a vida é feita de choques e saltos raros, porém, transcendentais. Para ele, quase tudo que se estuda sobre a vida social centra-se na ideia da normalidade dos fatos, em especial, a curva de Gauss, a qual faz severas críticas e induz as pessoas a pensar que as incertezas estejam domesticadas. Os grandes acontecimentos se escondem em coisas que o Ser Humano é incapaz de enxergar. Assim, não só a normalidade oculta os fatos, mas também a natureza humana de valorizar em demasia o que é nítido e belo, de dar menos valor às coisas menos elegantes, aquelas que têm estruturas mais confusas e menos tratáveis (TALEB, 2008).

Para Taleb (2008) a platonidade faz as pessoas pensar que entendem mais do que na realidade entendem e que, na verdade, os modelos e as construções mentais não estão sempre errados. Esses “mapas mentais” têm seu âmbito de validade, mas a questões específicas e muito restritas. Contudo, só se conhece os defeitos desses mapas depois de algum evento em que ele falhou. Essas falhas podem ter consequências graves. Os “Cisnes Negros” aparecem nas brechas entre o que se sabe e o que se pensa que sabe (TALEB, 2008).

Taleb (2008) força uma reflexão sobre a existência dos “Cisnes Negros” e deixa claro que eles podem afetar a vida das pessoas de forma intensa. Nada está completamente a salvo. Não existe certeza em nada do que se faz. As possibilidades de ocorrência de algumas coisas inimagináveis existem e o pior, sem que se tenha como medir. Segundo o autor, o maior problema reside no fato de que o Ser Humano simplifica tudo o que vê. Ao longo da obra de Taleb (2008) é possível extrair algumas considerações sobre questões que devem ser evitadas:

- a. simplificar a realidade além da conta;
- b. generalizar as coisas apenas a partir do que se vê;
- c. deixar que as estatísticas sejam interpretadas de forma equivocada;
- d. confiar no efeito manada, ou seja, agir de acordo com a maioria;
- e. deixar se iludir pelas palavras;
- f. permitir que o excesso de dados e informações tirem o foco daquilo que realmente é importante;
- g. recordar apenas dos acontecimentos mais recentes ao passo que os mais antigos são esquecidos;
- h. não enxergar os sinais de alerta quanto a iminência de um perigo em potencial;
- i. ocupar-se com temas secundários, às custas dos realmente importantes;
- j. achar que tudo centra-se no normal e no platônico.

Apesar de todas as considerações que o autor trata e dos perigos dos “Cisnes Negros”, o pior é saber que nada pode ser feito para detê-los. Eles vão sempre surgir quando menos se espera. Não há como mensurar esses eventos de forma mais ou menos precisa, quando eles podem acontecer e nem o tamanho dos impactos que podem produzir. Como diz Taleb (2008) ao final do seu livro, não é possível prever quando vai acontecer uma guerra, as probabilidades de que ela ocorra e nem o tamanho da sua destruição. Mas é possível imaginar que é um acontecimento possível e se acontecer, que seus impactos serão ainda mais devastadores do que aqueles que a humanidade já presenciou.

A grande contribuição de Taleb refere-se ao fato de que, por mais que se esforce, ninguém é capaz de prever quando um evento altamente impactante pode acontecer, se vão de fato acontecer e qual impacto que ele será capaz de provocar. O futuro pode não acontecer exatamente da forma como foi no passado. Um evento ocorrido não necessariamente voltará a se repetir, da mesma forma que algo desconhecido poderá ser revelado quando menos se espera e produzir situações indesejadas. Disso decorre que os modelos utilizados no mundo dos negócios para mensurar os riscos não são totalmente confiáveis, eles também podem falhar. Por isso, recomenda-se cautela na avaliação do que eles revelam por mais bem fundamentado que eles possam parecer. Quando se trata de investimentos em projetos, talvez seja preciso adotar uma postura mais conservadora de forma proporcional ao valor do capital empreendido e do tempo envolvido.

## 2.4 Classificação dos riscos em projetos de investimentos

Os investimentos sofrem os impactos das incertezas relacionadas aos fatores conjunturais externos, assim como também são influenciados pelo comprometimento e conhecimento da equipe gestora quanto à administração do empreendimento. Dessa forma, segue-se que os investimentos estão sujeitos aos riscos sistemáticos decorrentes dos eventos macroeconômicos, políticos e sociais dos quais os gestores têm pouca capacidade de ação; e dos riscos não sistemáticos, específicos do negócio, cujo comportamento da equipe gestora na forma de conduzir o negócio pode atuar de alguma maneira de modo a atenuar seus efeitos.

A Metodologia Multi-índice de Souza e Clemente (2009) classifica os riscos em projetos de investimentos em cinco dimensões, descritas na sequência:

1. **Risco financeiro:** é caracterizado pela probabilidade de se obter um retorno melhor ao aplicar o capital disponível no mercado financeiro e auferir um rendimento maior do que a TMA do projeto, praticamente sem risco, do que investir o valor correspondente no negócio, normalmente com um nível de risco muito maior. Para Gitman (2010), o risco financeiro refere-se à possibilidade de que a empresa venha a não honrar suas obrigações financeiras, sendo que o seu nível é determinado pela previsibilidade dos fluxos de caixa operacionais. Na Metodologia Multi-índice de análise de investimentos, a medida de mensuração do risco financeiro é o indicador TMA/TIR. Na escala de risco proposta pela

Metodologia Multi-índice que varia de 0 a 1, quanto mais próximo do valor um resultar esse indicador, maior será o risco financeiro;

2. **Risco de não recuperar o capital investido:** constitui o tipo de risco mais comentado na literatura sobre análise de investimentos e, junto com o risco financeiro, são os que representam maior preocupação por parte dos investidores. Sempre que o investimento apresente alguma probabilidade de obter VPL menor que zero, existe risco de não recuperar o capital investido. Apenas o grau de intensidade desse risco é o que muda. Na Metodologia Multi-índice, este risco é medido pelo indicador *Pay-back/N* que mede a proporção entre o período de tempo necessário para que os recursos liberados pelo projeto superem o investimento inicial, com relação ao período de tempo total de duração do projeto. Na escala de risco, quanto mais próximo de um se situar o *Pay-back/N*, maior o risco de não recuperar o capital investido no empreendimento;
3. **Risco Operacional:** é caracterizado pela possibilidade de que a empresa não seja capaz de cobrir seus custos operacionais, sendo que o seu nível é determinado pela estabilidade das receitas e pela estrutura de custos operacionais (GITMAN, 2010). Mendonça (2011) numa abordagem diferente refere-se às falhas decorrentes dos processos produtivos internos ou vinculados ao relacionamento da empresa com seus clientes. O risco operacional abrange toda cadeia de valor da organização e, por isso, constitui o tipo de risco mais difícil de ser mensurado por parte dos investidores. Na Metodologia Multi-índice, este risco pode ser medido por meio do indicador denominado Grau de Comprometimento da Receita (GCR). Quando o empreendimento apresenta lucro somente com elevado nível da capacidade instalada, o risco operacional é alto. Em outras palavras, quanto mais perto do valor um resultar o GCR, maior será este risco;
4. **Risco de Gestão:** para Souza e Clemente (2009) envolve o nível de conhecimento e competência dos gestores em projetos similares. Compreende o grau de risco associado à forma de condução do negócio, decorrente de atos e fatos praticados pelos gestores e pessoas a eles ligadas nos diferentes níveis de gestão que, de alguma forma, podem comprometer a sobrevivência e prosperidade do empreendimento. Parte do pressuposto que a qualificação, a experiência e a competência de toda equipe gestora compreende uma “competência essencial” (JOHNSON; SCHOLLES; WHITTINGTON, 2007) e, portanto, pode constituir uma fonte de recurso capaz de gerar vantagem competitiva. A qualidade dos recursos humanos pode representar o recurso estratégico mais importante de uma organização (KLUYVER; PEARCE II, 2010) e se bem preparado e capacitado, pode impulsionar o desenvolvimento organizacional. Do contrário, pode constituir uma fonte de riscos que compromete o seu desempenho;
5. **Risco de Negócio:** refere-se a fatores externos não controláveis que afetam o ambiente do negócio (SOUZA; CLEMENTE, 2009). Compreende o grau de risco relacionado a fatores macro ambientais, decorrentes do ambiente próximo ou remoto (PADOVEZE, 2010) que, de alguma forma, pode impactar na sobrevivência e prosperidade do empreendimento. Ambiente próximo refere-se a entidades e variáveis externas que impactam diretamente na organização. O

ambiente remoto compreende entidades e variáveis que afetam a organização de maneira indireta (PADOVEZE; TARANTO, 2009). O macro ambiente compreende o risco sistêmico gerado pela interação da empresa com os fatores externos, pouco controláveis por parte da organização. Desse ambiente decorrem as ameaças que as forças internas necessitam atenuar, mas também surgem oportunidades que as capacidades estratégicas internas atuam para poder tirar proveito delas e criar vantagem competitiva.

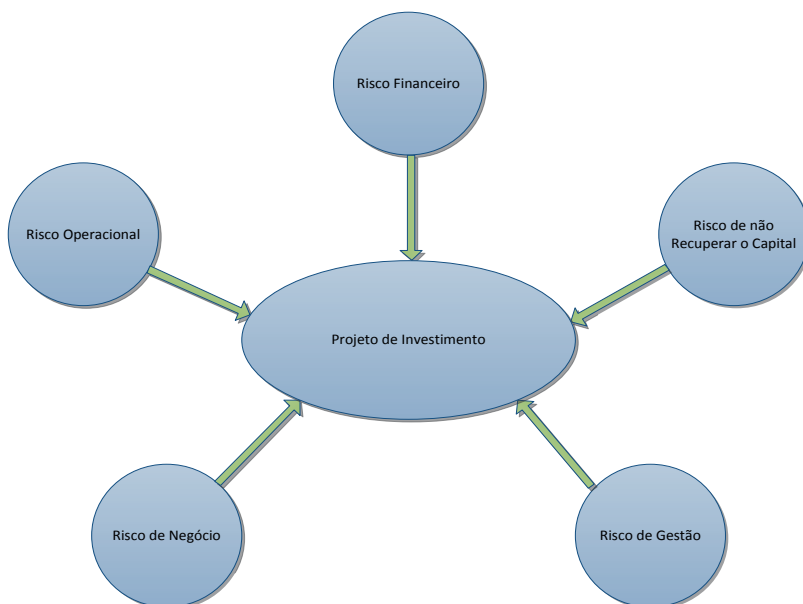


Figura 10 – Classificação dos riscos em Projetos de Investimentos segundo a Metodologia Multi-índice

Fonte: adaptado de Souza e Clemente, 2009.

A classificação dos riscos conforme ilustra a Figura 10 foi proposta por Souza e Clemente (2009) para avaliar os riscos em projetos de investimentos nas suas diferentes dimensões. Ainda que careça de algum ajuste na forma de mensurar alguns indicadores, como é o caso do risco financeiro medido pelo indicador TMA/TIR, a Metodologia Multi-índice preocupa-se em confrontar a expectativa de retorno com a percepção dos potenciais riscos do empreendimento em análise. Nota-se que essas cinco dimensões de riscos podem apresentar alguma diferença com relação à encontrada na literatura financeira ou naquelas especializadas em gestão de riscos. Nessas últimas, em especial, as classes de riscos podem ser outras, tanto na quantidade como na definição, embora algumas coincidam nos nomes.

Mendonça (2011) classifica os riscos a que um empreendimento está sujeito em seis tipos: 1) do risco operacional, como exposto acima; 2) risco reputacional, relacionado à imagem da empresa ou de seus produtos, seja por falha ou por ação profissional indesejada;

3) risco legal, derivado da interpretação das ações desencadeadas pela empresa por parte do judiciário ou por órgãos reguladores; 4) risco de liquidez, relacionado à capacidade de se dispor dos recursos necessários para a continuidade do negócio, não se relacionando somente com os recursos financeiros, mas a um aspecto mais amplo; 5) risco de crédito: associado ao não cumprimento de uma obrigação, seja ela de pagar, receber, entregar ou de se fazer alguma coisa; 6) risco de preço no mercado, referente ao valor das ações da empresa no mercado e de seus ativos financeiros. Em essência, todos esses riscos convergem e são mensurados pela Metodologia Multi-Índice nas cinco dimensões expostas na Figura 10.

Gestão de riscos corporativos é um processo sistêmico que identifica, avalia, analisa e monitora as exposições aos riscos inerentes ao negócio (SILVA, 2013). O contexto empresarial com suas estratégias, estruturas, tecnologias, capacidades e influências ambientais diversas tornam as organizações um ambiente complexo, propenso a diversos fatores de riscos que impactam diretamente no seu desempenho operacional e financeiro. A gestão dos riscos não deveria ser limitada apenas aos empreendimentos em plena atividade. É uma tarefa que deve começar antes, ainda na fase de análise do projeto de investimento, de forma que o empreendedor possa avaliar em conjunto com o retorno, os potenciais riscos que o negócio estará sujeito. Se eles puderem ser mensurados quantitativamente através de índices, mais claro ficará o processo de análise da viabilidade do negócio.

Apesar de o risco ser multidimensional, a preocupação de avaliar o risco financeiro em projetos de investimentos não é recente. Pike (1996) descreve os resultados de uma pesquisa realizada em 1992 com 100 empresas do Reino Unido reportando a estudos longitudinais anteriores com as mesmas empresas da primeira amostra. O autor relata que de 1975 a 1992 houve um incremento de 26% para 92% no número de empresas que, de alguma forma, avaliam os riscos dos investimentos. A técnica que prevalece é a análise de sensibilidade, passando de 28% em 1975 para 88% em 1992. O uso da análise de sensibilidade identifica quais são as variáveis que mais impactam nos resultados, mas não fornece uma estimativa das probabilidades de ocorrência dos fatores sensíveis ao risco (PIKE, 1996).

Outras medidas de risco financeiro também apresentam aumento, ainda que em menor escala. A análise de probabilidade passou de 9% em 1975 para 48% em 1992, embora o autor alegue que só 7% das empresas estudadas a utilize de forma regular. Esse fator justifica a necessidade de se ter uma escala capaz de mensurar o risco financeiro do projeto de forma simples para que possa se revestir de utilidade prática, sobretudo para as pequenas e médias empresas que não dispõem dos recursos para tal.

Outro indicador bastante difundido pela simplicidade do seu cálculo também apresentou um aumento considerável. A diminuição do período de recuperação – *payback* subiu neste mesmo período de 25% para 60%. Por fim, a análise Beta por meio da técnica

do Modelo de Precificação dos Ativos de Capital (CAPM) passou de zero para 20% entre as empresas estudadas.

Todo projeto de investimento está inserido num contexto de riscos e incertezas e infelizmente nada pode ser feito para eliminá-los. O que o investidor precisa é se munir do maior número possível de informações e com melhor qualidade, de forma a diminuir as incertezas de situações indesejadas e avaliar os riscos do empreendimento vir a fracassar, pois a decisão de investir é de natureza complexa. Risco e retorno estão positivamente correlacionados, de forma que a decisão de investir só pode ser tomada se essas duas dimensões forem analisadas de forma conjunta. Os retornos atraem os investidores, mas os riscos os afastam (SOUZA; CLEMENTE, 2009; DUCLOS; SANTANA, 2009), de modo que tanto os riscos como as incertezas que os originam podem impedir ou pelo menos retardar as decisões de investimentos.

## **2.5 Riscos e incertezas como limitantes das decisões de investimentos**

Provavelmente existem diversas formas com as quais os empresários lidam com os riscos e incertezas quando decidem empreitar uma expansão de suas empresas ou quando os investidores decidem entrar em um negócio. A incerteza decorre da percepção individual das pessoas e da maneira como lidam com as possíveis adversidades. Portanto, a proporção como ela se manifesta pode ser administrada, embora não possa ser completamente eliminada. Já o risco é inerente ao ato de empreender. Sua dimensão pode ser mensurada na fase de elaboração do projeto, mas se ele de fato vai existir e a proporção do seu impacto, só será conhecida no futuro. De qualquer forma, os riscos e as incertezas possuem efeitos maléficos sobre os resultados e são capazes de comprometer a continuidade de qualquer empreendimento, de modo que eles podem restringir os planos de investimentos.

Tanto a incerteza quanto a percepção das pessoas quanto aos efeitos dos riscos são fatores subjetivos. O que Penrose (2006, p. 106) denominou de “risco subjetivo” decorre simultaneamente em função do valor que pode ser perdido com o investimento e da situação financeira de quem investe, mesmo que a probabilidade de perda seja exatamente igual para propostas diferentes de investimentos. O risco inclui tanto a probabilidade da perda como o significado do que vier a ser perdido (PENROSE, 2006). Já a subjetividade da incerteza decorre da percepção do investidor diante dos fatos e do grau de confiança que ele atribui às projeções que estão implícitas nos planos.

Na fase de elaboração do projeto de investimento, as incertezas podem ser parcialmente anuladas pelo montante de informações disponíveis, pela confiabilidade das fontes que as geraram e pelo uso que fazem delas. Quando o investidor atribui sua incerteza ao fato de não dispor de informações suficientes a respeito do futuro, o problema pode ser solucionado simplesmente em obter mais e mais informações sobre o futuro do



empreendimento. Dessa forma, a aquisição de mais e novas informações poderá minimizar as incertezas caso o investidor possa adquiri-las. A confiabilidade nas informações que possui não chega a ser um problema, pois é de se presumir que o investidor só irá considerar aquelas informações que julgar ser relevantes, mesmo que a assertividade delas ainda não se conheça de antemão. De qualquer forma, ainda resta o problema relacionado ao uso que se faz com as informações disponíveis. De acordo com as perspectivas indicadas por elas e, principalmente, pela forma como os investidores as interpretam, as estratégias correspondentes são elaboradas na tentativa de minimizar ou neutralizar as adversidades ou até mesmo para transformá-las em oportunidades.

O volume de informações possíveis de serem obtidas tem limites, seja porque não se dispõe de novas fontes, seja porque a capacidade das pessoas de lidarem com elas também tem limites, ou ainda porque os recursos são escassos e chega-se a um ponto tal que o custo adicional de se obter mais informações não compensa o benefício que elas proporcionariam. Dessa forma, as incertezas nunca podem ser eliminadas por completo pelo simples fato de se obter um considerável volume de informações. Por essa razão, Penrose (2006) afirma que o volume de informação não elimina as incertezas e a quantidade de informação não tem nenhum efeito sobre o risco.

Mesmo considerando que o volume de informação não fosse um obstáculo, ainda assim é preciso que o investidor acredite nas fontes e acredite na solidez das análises que serão feitas com elas. Caso contrário, ele ainda não estará convencido da robustez dos planos e poderá decidir por não investir. Contudo, a própria falta de confiança na robustez dos planos pode ser solucionada caso se disponha de uma equipe de gestão capacitada e experiente na qual o investidor poderia dividir as responsabilidades. De acordo com Penrose (2006, p. 109):

[...] os homens de negócios não gostam de assumir [de forma individual] responsabilidades por ações em áreas que julgam ser de sua competência; em outras questões, eles poderão aceitar juízos de pessoas que conhecem e nas quais confiam, e que possam explicar-lhes a base de seus julgamentos, especialmente se essas pessoas também partilharem de uma responsabilidade geral do resultado. [...] Quanto menor for a equipe e quanto menor for o conjunto de áreas de competência de seus membros, tanto menor será o volume de atividades que irão querer empreender. Em consideração a isso, quanto maior for o grupo e quanto maiores forem os seus desejos de ouvir as opiniões dos outros, subdividindo suas áreas de competência, tanto maior poderá ser o montante absoluto das atividades planejadas.

Dessa forma, complementa a autora expressando que à medida que o grupo administrativo se torna maior, a influência do temperamento e das atitudes das pessoas que compõem esse grupo tendem a diminuir ao passo que a ação coletiva cresce. Diante de tais considerações, a falta de confiança na robustez dos planos só poderá retrair os investimentos se os recursos permanecerem limitados de forma que o investidor não disponha de uma equipe de gestão e se encontre numa situação que o impeça de adquiri-

los.

Como normalmente as pequenas empresas tendem a ser mais carentes de recursos, notadamente no que se refere à equipe administrativa, é possível inferir que essas empresas serão as mais prejudicadas em seus planos de investimentos. Nessas empresas, a equipe administrativa tende a ser mais restrita, mas não somente pelo fato de dispor de menos pessoas para dividir as responsabilidades. Ainda que disponha de uma estrutura administrativa mais ou menos bem definida, no geral as tarefas que essas pessoas executam tendem a ser mais generalizadas. Elaborar um projeto de investimento no nível de detalhe requerido exige competências especiais que podem não estar disponíveis nos recursos humanos da pequena empresa.

As grandes empresas podem se esquivar mais facilmente dos riscos e das incertezas que ainda persistem mesmo com mais informações e com uma equipe de gestão experiente e capacitada. De acordo com Penrose (2006) os planos de investimentos de uma empresa não se restringem a um tipo específico de produto ou de mercado. Dispondo dos recursos necessários, nada impede que a grande empresa dedique esforços em pesquisas de modo a encontrar outros produtos, outros mercados, ou mesmo outras atividades que julgue ser menos arriscadas, basta que ela decida aonde vai empreender seus esforços e o volume de capital que está disposta a investir. Se ela encontrar o que procura, isso poderá abrir-lhe um leque de possibilidades de modo que os planos de investimentos não serão reduzidos. Ela pode demorar mais tempo para consolidar seus planos de expansão, mas à medida que encontrar outra forma de expansão menos arriscada, nem os riscos nem as incertezas afetarão os investimentos.

Independentemente do porte da empresa, uma forma muito comum de lidar com as incertezas nos projetos consiste em fazer ajustes mais pessimistas nas premissas do projeto, já que elas representam apenas “expectativas” sobre o futuro do empreendimento. De acordo com Penrose (2006), essa abordagem é “arbitrária” e consiste em elevar os cálculos dos custos e reduzir as receitas em relação aos valores que consideram mais prováveis de virem a prevalecer. Esse pessimismo em relação aos parâmetros de entrada do projeto pode reduzir o vulto dos investimentos, pois reduz os lucros esperados. De acordo com Penrose (2006, p. 105):

Tais ajustes podem referir-se tanto aos riscos como às incertezas, já que as estimativas em relação às quais uma ação acaba sendo realizada podem levar em consideração não apenas probabilidades de malogros vislumbradas pelo empresário, mas também os efeitos da incerteza com a qual ele encara essas probabilidades de malogros. Disso resulta uma redução dos lucros esperados a cada nível de produção e, conseqüentemente, uma redução da expansão planejada.

Outra abordagem bastante difundida na tentativa de atenuar os efeitos das incertezas consiste na adoção de um “prêmio pelo risco”, o qual eleva a taxa mínima de atratividade do investimento. Ao agir dessa forma, naturalmente se induz a uma redução no valor do projeto

que, a depender do resultado obtido, pode conduzir à rejeição da proposta. À medida que esses ajustes são realizados a cada nova proposta, a tendência natural é a de provocar um desestímulo que funciona como um freio arrefecendo o vulto dos investimentos. Se forem incorporados os ajustes pessimistas nas premissas do projeto e ainda se acrescentar o prêmio pelo risco na TMA, o valor do projeto poderá ser duplamente prejudicado, retraindo ainda mais a decisão de investir.

Essas duas abordagens comuns de ajustes que influenciam no valor do projeto, induz o que Penrose (2006) caracteriza como “princípio do risco crescente”. Esse princípio pode vir a retraindo os novos investimentos, pois à medida que o vulto dos investimentos aumenta as probabilidades de perda também crescem a cada novo incremento no seu valor. Para as empresas em processo de expansão, os riscos crescentes podem retraindo ainda mais os seus investimentos. Se os riscos e as incertezas implícitas nos planos aumentarem com mais previsões de futuro ou de mais longo prazo, então quaisquer expectativas de aumento nas receitas ou diminuição nos custos à medida que a produção cresce, serão parcialmente anuladas pelos efeitos dos riscos e das incertezas (PENROSE, 2006).

Os investidores podem adotar diferentes estratégias para minimizar os efeitos dos riscos e das incertezas nos projetos de investimentos, mas eles não podem ser completamente eliminados, mesmo que todos os recursos necessários possam ser obtidos. Para Penrose (2006) os riscos e as incertezas afetam o montante e a variedade de serviços requeridos para a expansão, porém, “para qualquer montante dado de serviços administrativos, os riscos e as incertezas irão efetivamente limitar a expansão” (PENROSE, 2006, p. 115).

Como já foi descrito, o futuro é desconhecido. O que irá acontecer só será conhecido mais tarde, depois que a decisão de investir foi tomada e o empreendimento estiver em pleno funcionamento. Por mais que os investidores adotem as mais diversas estratégias os riscos podem ser administrados e as incertezas podem ser reduzidas, mas não podem ser completamente eliminados, de forma que eles podem arrefecer ou conter as decisões de investimentos, pelo menos temporariamente.

### **3 | MÉTODOS DE ANÁLISE DE INVESTIMENTOS**

De acordo Penrose (2006), a partir da segunda Guerra Mundial até meados dos anos 1970 as empresas estavam inseridas num ambiente de baixa competição, mercado consumidor abundante e estrutura de produção rígida. Como consequência, os riscos e as incertezas eram considerados relativamente baixos e a demanda praticamente estável, propiciava condições favoráveis para a projeção das receitas. Com ambiente praticamente estável, os fluxos de caixa dos projetos podem ser considerados determinísticos. Nesse contexto, o método tradicional de análise de investimentos com foco basicamente no retorno, atendia perfeitamente as necessidades dos investidores. Todavia, a partir

do momento em que o cenário passou a mudar de forma acelerada, com constantes avanços tecnológicos, processos produtivos mais complexos, consumidores cada vez mais exigentes, a competição entre as empresas ficou mais acirrada, a necessidade de se avaliar os riscos dos investimentos passou a ser tão ou mais importante que avaliar o retorno. Apesar da importância que os riscos assumem e, embora as técnicas de mensurá-los tenham evoluído de forma a subsidiar a tomada de decisão, parece que essas técnicas ainda continuam distantes da prática de muitas empresas, principalmente entre as de pequeno e médio porte. O método tradicional de análise de investimentos dá ênfase ao retorno, mas o risco quase sempre fica relegado a um mero adicional incorporado à taxa quase livre de risco.

O fato de existir incertezas nas estimativas faz com que os fluxos de caixa dos projetos de investimentos sejam aleatórios. Cada parâmetro de entrada pode assumir vários valores cujas probabilidades de ocorrência normalmente são desconhecidas. Como resultado, um mesmo projeto pode abranger um conjunto de valores presentes líquidos e taxas internas de retornos diferentes entre si, mas todas igualmente incertas. Por conta dessa aleatoriedade foram criadas algumas técnicas para mensurar o risco. Algumas são mais simples, enquanto que outras são mais complexas. Para conhecer as probabilidades de ocorrência do VPL e da TIR é preciso incorporar técnicas mais sofisticadas, mas elas parecem ainda estar distante da prática de muitas empresas, notadamente entre as de pequeno e médio porte.

Riscos e incertezas sempre existem em qualquer oportunidade de investimento que se vislumbre. Diante disso, cabe ao investidor se esquivar deles e não investir, ou enfrentá-los na expectativa de que o retorno os compensem. Mas, para isso, o homem de negócio não pode ser considerado um “portador de risco passivo” e nada fazer (PENROSE, 2006), afinal, o risco não é um destino, mas uma opção das pessoas (BERNSTEIN, 1997). Mensurá-los não os eliminam e nem as técnicas desenvolvidas para essa finalidade são infalíveis ou capazes de fornecer com exatidão a perda em que o investidor estará sujeito caso decida investir. Apesar disso, melhora a qualidade da decisão.

A partir do momento em que se reconhece a escassez dos recursos e que é impossível lançar mão de todas as oportunidades de investimentos, o que se busca em análise de projetos não é a solução ótima, mas aquela que satisfaça as necessidades avaliativas em termos dos retornos e dos potenciais riscos envolvidos. Por conta do binômio risco-retorno, foram desenvolvidos alguns métodos de análise de projetos de investimentos. Em cada um, a forma de se avaliar o retorno contém a mesma base, porém o risco assume diferentes níveis de importância e forma de ser mensurado.

De acordo com Nogas, Souza e Silva (2011), os métodos de análise de projetos de investimentos<sup>3</sup> podem ser classificados em: 1) Método Clássico; 2) Teoria das Opções

---

3 O termo “metodologias” pode causar alguns embates no sentido de poder ou não ser conjugada no plural. Nesta tese o termo “método” é adotado no sentido de esquivar dessa discussão, mas também deve-se à preferência do autor dado

Reais; e, 3) Metodologia Multi-índice<sup>4</sup>. Todos apresentam como características básicas o uso do fluxo de caixa projetado, a hipótese de perpetuidade representada pelo valor residual ao final do horizonte de planejamento e uma taxa de desconto para estabelecer a relação de equivalência entre os valores dos fluxos de caixa (NOGAS; SOUZA; SILVA, 2011). Hummel e Taschner (1995) complementam alegando que o método de análise ainda deve incluir o valor e a época de cada um dos recebimentos e pagamentos e o prazo durante o qual os efeitos da decisão serão analisados.

Esta subseção abordará o Método Clássico e a Metodologia Multi-índice de análise de investimentos. Porém, antes de discorrer sobre cada um deles, parece oportuno tecer algumas considerações referentes à Taxa Mínima de Atratividade. Como formar essa taxa e quais variáveis considerar, ainda pode gerar dúvidas e, principalmente, polêmica. O objetivo não é esse, criar polêmica, mas provocar algumas reflexões que parecem oportunas de forma que um projeto não resulte prejudicado em função da TMA escolhida.

### 3.1 Composição da TMA

A TMA é básica para praticamente qualquer método de análise de investimento que venha ser utilizado. Mesmo quando se trata da TIR, cujo cálculo independe da TMA, dificilmente é possível se esquivar dela, pois normalmente a TIR é um indicador que, ou é utilizado em conjunto com o VPL, ou é confrontado diretamente com a TMA como medida de risco. O conceito subjacente à TMA é simples, contudo, sua escolha exige cautela, pois ela exerce influência direta sobre o valor presente do investimento e como tal, pode ser uma variável decisiva em recomendar ou não um determinado projeto.

A TMA é a taxa de remuneração mínima que os investidores exigem para aceitar um projeto. Ela é aplicada sobre os fluxos líquidos de caixa liberados pelo projeto para calcular o VPL do investimento e é decisiva para obter a taxa efetiva de retorno do capital investido. O seu conceito está associado com o custo de oportunidade de uma decisão de investimento (HASTINGS, 2013; HUMMEL; TASCHNER, 1995; LAPPONI, 2007; SOUZA; CLEMENTE, 2009).

Toda decisão de investimento é tomada com base em alternativas disponíveis. Essa afirmativa fundamenta-se porque ao decidir investir em um projeto, há de se considerar a origem dos recursos disponíveis e suas respectivas alternativas de aplicação. O investidor sempre se depara com as seguintes hipóteses: 1) ele dispõe dos fundos necessários: nesse caso o valor disponível poderia permanecer aplicado no mercado financeiro, o

---

o sentido literal da palavra, "procedimento organizado que conduz a um certo resultado", ao passo que metodologia significa "conjunto de métodos, regras e postulados em determinada disciplina" (FERREIRA, 2010), de forma que seria razoável pensar que podem coexistir vários métodos em uma dada metodologia, mas uma única metodologia para um determinado fim. A metodologia de análise de investimentos atinge seu objetivo ao seguir um dos três métodos elencados acima, sendo que cada método é composto por diferentes indicadores.

4 Nesta tese sempre que a Multi-índice é citada, refere-se a ela por "metodologia" - Metodologia Multi-índice. Ela é sempre denominada dessa forma por ter sido assim concebida pelos seus autores.

que lhe renderia juros, ou poderia aplicar o valor correspondente em alguma alternativa qualquer que considere mais lucrativa; 2) ele não dispõe de todo valor necessário: nesse caso teria que decidir em não investir no projeto e considerar as alternativas acima observando a restrição de capital ou, investir além do montante disponível sabendo que terá que complementar o valor com recursos externos e pagar juros por ele; 3) ou ainda, não dispõe de nenhum capital, cuja decisão de investimento aparentemente seria inviável, mas, caso se cogite essa possibilidade, teria igualmente de adquirir recursos externos e remunerar as fontes desses fundos. Em qualquer hipótese, há um custo de oportunidade associado à decisão.

A forma como o projeto será financiado pode afetar a escolha da TMA. Se totalmente com recursos próprios, ela pode ser equivalente à taxa de aplicação disponível no mercado financeiro. Mas se o projeto for financiado por capital próprio e de terceiros, a TMA também pode levar em consideração o custo efetivo de captação proporcional aos recursos tomados emprestados. Isso deve-se ao fato de que o capital de terceiro onera a empresa e o retorno do projeto precisa compensar esse custo adicional. Dessa forma, a TMA representa o equilíbrio entre a proporção de utilização das fontes dos recursos utilizados para financiar o projeto e estabelece a remuneração mínima necessária para adicionar valor ao negócio.

A taxa resultante da proporção entre fontes e custo dos recursos é denominada de Custo Médio Ponderado de Capital (CMPC). O CMPC considera separadamente as decisões de financiamentos e de investimentos e estabelece o custo dos recursos de acordo com a estrutura de capital da empresa. Ao determinar a TMA dessa forma, assume-se que tanto a participação das fontes de capitais quanto os custos das dívidas permaneçam inalteradas ao longo do tempo (PIERRU; BABUSIAUX, 2000).

Determinar a TMA de acordo com o custo ponderado da dívida é, de acordo com a literatura, o método predominante no meio empresarial (BRUNER et al., 1998; GITMAN; FORRESTER, 1977; GRAHAM; HARVEY, 2001; PIERRU; BABUSIAUX, 2000; RYAN; RYAN, 2002). Bruner et al. (1998) e Ryan e Ryan (2002) apresentam os resultados empíricos dos seus estudos com relação à determinação da TMA nas empresas. Os demais autores citados apenas descrevem o CMPC como principal método utilizado, mas não apresentam os resultados empíricos. Seus estudos estão mais voltados para as técnicas utilizadas na avaliação de projetos. Bruner et al. (1998) pesquisaram 27 executivos sênior de grandes corporações americanas e 10 renomadas empresas de consultoria e detectaram que o CMPC é o método dominante na composição da taxa de desconto do fluxo de caixa por 85% dos respondentes. Ryan e Ryan (2002) coletaram dados de 205 empresas de diferentes portes listadas na Fortune 1000 e afirmam que, de acordo com sua amostra, o CMPC é utilizado por 83,2% das empresas para compor a taxa de desconto.

É comum ajustar a TMA ao nível de risco presumido para o projeto, de forma que quanto maior o risco, maior o adicional incorporado à taxa quase livre de risco. Esse procedimento não só é comum na prática, como também é defendido por muitos autores

clássicos de finanças e análise de investimentos. Quando a TMA é concebida a partir de uma taxa livre de risco, basta adicionar a ela um percentual julgado compatível com o perfil de risco do projeto. Quando a TMA é formada de acordo com o CMPC, esse prêmio é adicionado ao custo do capital próprio.

Bruner et al. (1998) descrevem que a teoria de finanças é clara ao alegar que um único CMPC é, de modo geral, apropriado apenas para os investimentos de risco comparável, mas ponderam que em alguns casos o CMPC global da empresa é uma referência adequada para os investimentos de risco médio. Contudo, é possível que o risco sofra variações ao longo do ciclo de vida do investimento. Os projetos maduros podem contêm um risco menor do que os projetos inovadores e em sua fase inicial.

Souza e Clemente (2009) alegam que embora adicionar um prêmio pelo risco na composição da TMA seja intuitivamente correto, metodologicamente não é. Os autores afirmam que são os valores presentes obtidos com base em certa TMA (livre de risco) que deveriam ser comparados com o nível de risco e não o contrário. Isso denota que o risco deve ser mensurado de outra forma e o valor adicionado pelo investimento deve superar essa medida.

A TMA ajustada ao risco sujeita o projeto a um teste mais rigoroso, pois naturalmente induz a um VPL menor, porém encontrar um adicional que represente adequadamente o prêmio pelo risco não é uma tarefa simples. Nesse sentido, Bruner et al. (1998) destacam em suas pesquisas que a forma como as empresas estimam o beta são derivadas de dados históricos ou são aqueles publicados por diversas fontes, de forma que como se mede o prêmio pelo risco é um problema que deve ser deixado para os profissionais. Segundo os autores, o prêmio pelo risco é algo arbitrário.

Observa-se que incorporar um prêmio pelo risco à TMA é típico da teoria clássica de finanças e talvez por isso que essa prática tenha sido incorporada ao Método Clássico de análise de investimentos. O prêmio pelo risco é controverso, de forma que não existe consenso. Nesse aspecto, discutir o que é certo ou errado pode parecer contraproducente, porque o certo ou o errado simplesmente pode não existir, mas é importante refletir sobre essa prática. Cada pessoa faz uso dos diferentes procedimentos seguindo suas próprias convicções ou heranças históricas advindas do conhecimento tácito, da literatura, ou apenas porque seguem o que aprenderam nas disciplinas que tratam do assunto nas universidades. De qualquer forma, a TMA trás importantes implicações sobre o valor do projeto e, por essa razão o assunto precisa ser discutido.

É possível que existam alguns fatores que dificultem encontrar o prêmio pelo risco ideal ao projeto em análise. São eles: 1) a ausência de projetos similares, o que dificulta que se estabeleça esse prêmio de forma mais ou menos condizente com a realidade; 2) ainda na mesma linha do item anterior, a falta de tradição em análise de projetos de investimentos, o que pode levar a um prêmio pelo risco com pouca relação lógica com o empreendimento em análise; 3) pode fazer com que um projeto bom possa ser recusado por apresentar um

VPL negativo ou nulo ao se adotar uma TMA muito alta ou, ao contrário, um projeto ruim, arriscado, ser aceito por ter sido incorporado um prêmio pelo risco mais baixo do que o “risco real”, resultado de uma TMA mais baixa; 4) uma decisão fundamentada com base no VPL traz implicitamente a premissa de reinvestimento dos fluxos de benefícios do projeto à mesma taxa de atratividade utilizada na sua avaliação e quanto mais alta, mais difícil disso acontecer, pois aquelas ofertadas no mercado normalmente são mais modestas; 5) obscurece o cômputo da “real” taxa de retorno do projeto, o que dificulta compará-lo com outras oportunidades de investimento com diferentes níveis de risco; 6) ao analisar o risco do projeto por meio de técnicas auxiliares, como a avaliação de cenários com uso da curva de distribuição normal, por exemplo, o risco do projeto pode resultar duplicado; 7) o risco depende das características do projeto, de modo que os projetos inovadores ou mais complexos podem conter diferentes níveis de risco; 8) e, principalmente, porque cada projeto é único e possui a sua própria essência, de modo que seus riscos sejam decorrentes de características intrínsecas e peculiares do empreendimento em análise.

Em decorrência disso, é possível inferir que, aparentemente, não há razões para supor que empreendimentos distintos, mesmo que competindo no mesmo mercado, com os mesmos produtos e/ou serviços, sujeitos às mesmas pressões ambientais externas, mas com equipes, processos de gestão, recursos e estratégias diferentes, apresentem a mesma intensidade de risco.

Souza e Clemente (2009) entendem que a TMA deve ser a melhor taxa disponível com baixo grau de risco para aplicar o capital. Dessa forma, o investidor sempre tem a opção de investir no negócio em análise ou aplicar seus recursos em alguma alternativa que produza um rendimento igual à TMA. Esse conceito deixa implícito que o capital disponível para o investimento fica aplicado à TMA e que a riqueza gerada pelo investimento é apenas o excedente sobre aquilo que se tem (SOUZA; CLEMENTE, 2009). Sobre isso, a Metodologia Multi-índice mensura o retorno do projeto pelo ROIA, análogo ao conceito do EVA, entendido como a taxa de retorno que excede a TMA.

A base para estabelecer a TMA são as taxas praticadas pelo mercado financeiro. Essas taxas não são completamente livres de risco, de forma que dizem ser “quase livres de risco”. A dinâmica do mercado estabelece um teto para a TMA, que seria as taxas utilizadas pelas instituições financeiras para emprestar recursos; e um piso para ela, que no caso do Brasil seria próximo ao rendimento da caderneta de poupança (SOUZA; CLEMENTE, 2009). Por essa lógica, a TMA flutua entre as taxas de aplicação (mínima) e captação (máxima) disponíveis para os investidores. As oscilações entre o mínimo e o máximo das taxas praticadas pelo mercado financeiro fazem com que a escolha da TMA não seja uma tarefa trivial, pois ela é definida *a priori*, mas influencia o projeto ao longo de toda sua vida.

Observa-se que não há consenso sobre a forma como a TMA deve ser encontrada. Ela varia desde uma simples taxa livre de risco utilizada nas aplicações financeiras de baixo risco, como também pode ser estimada por meio do custo médio ponderado de



capital, entre outras formas. 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. É possível extrapolar essa afirmação para o fato de que estabelecer a TMA é uma tarefa que requer cuidado independentemente do método que venha a ser adotado para a sua determinação.

### 3.2 Método Clássico de análise de investimentos

Segundo Nogas, Souza e Silva (2011) o Método Clássico de análise de investimentos tem sua origem em obras clássicas como: *The Economic Theory of Location Railways*, 1914 de Arthur M. Wellington; *Present Worth Calculations in Engineering Studies*, 1914 de Walter O. Pennel; *Engineering Economics: first principles*, 1915 de John C. L. Fish; *Principles of Engineering Economy*, 1930 de Eugene L. Grant, W. Grant Ireson e Richard S. Leavenworth; e *Engineering Economy*, 1942 de Paul DeGarmo, John R. Canada e William G. Sullivan. A partir dessas obras clássicas surgem novos trabalhos com denominação de orçamento de capital, decisões de investimentos etc.

De acordo com Whittington (2002) a escola clássica da estratégia desenvolveu uma série de técnicas financeiras complexas para apoiar a tomada de decisões de investimentos. Para os clássicos, a redução ao denominador comum financeiro é fundamental, permitindo uma rigorosa comparação das opções estratégicas e a resolução não ambígua de dilemas. As técnicas desenvolvidas pelos estrategistas clássicos é uma forma de abordar as decisões de maneira racional, estruturada e capaz de produzir uma classificação clara das opções de investimentos disponíveis.

O Método Clássico de análise de investimentos se caracteriza por incorporar um prêmio pelo risco à TMA e a análise da viabilidade econômica do investimento geralmente é centrada em três indicadores: VPL, cujo critério de aceite do projeto basta que o VPL supere zero ( $VPL > 0$ ); TIR, sendo que sempre que a condição TIR resultar maior que a TMA ( $TIR > TMA$ ) o projeto mostra-se viável e é recomendado; e o *Pay-back*, como medida do tempo necessário para recuperar o capital investido. Embora esses indicadores sejam bem conhecidos, não são os únicos, mas são os mais utilizados. Cada um deles possui seus benefícios, mas também apresentam características peculiares na forma de interpretação e algumas restrições que serão abordadas oportunamente. O Quadro 7 demonstra os resultados de algumas pesquisas sobre o grau de utilização das métricas de análise de investimentos.

Estudos	GITMAN; FORRESTER JR., 1977	PIKE, 1996	GRAHAM; HARVEY, 2001	RYAN; RYAN, 2002.
Amostra	103 empresas cotadas na UK reconhecida por realizar grandes investimentos.	100 empresas cotadas na Bolsa da UK.	392 CFO dos USA.	205 empresas da Fortune 1000.
Método	% de utilização*	% de utilização*	% de utilização*	% de utilização*
VPL	34,0	74,0	74,9	85,1
TIR	70,9	81,0	75,6	76,7
Pay-back	49,5	94,0	56,7	52,6
<i>Pay-back</i> Desc.	**	**	29,5	37,6
Índice de Lucratividade	4,9	**	11,9	21,4
Taxa de Retorno Contábil	39,8	50,0	20,3	14,7
TIR Modificada	**	**	**	9,3
<p>* % dos que responderam que sempre ou quase sempre utilizam o método.</p> <p>** Método não citado na pesquisa.</p> <p>Observação: os percentuais passam 100% porque as empresas dificilmente utilizam um único indicador.</p>				

Quadro 7 - Comparação do % de utilização das técnicas de análise de investimentos

Fonte: adaptado de Gitman e Forrester Jr., 1977; Graham e Harvey, 2001; Pike, 1996; Ryan e Ryan, 2002.

O VPL e a TIR são os indicadores que mais se destacam quanto ao percentual de utilização. Para Ryan e Ryan (2002) 49,8% das empresas pesquisadas sempre utilizam o VPL e 85,1% sempre ou quase sempre o utiliza para avaliar a atratividade de um investimento. Nesta pesquisa o VPL constitui o método mais expressivo. Graham e Harvey (2001) e Pike (1996) chegaram a valores pouco inferiores, mas ainda assim são relevantes.

Para Ryan e Ryan (2002) a TIR aparece como o segundo indicador mais utilizado, sendo que 44,6% responderam sempre utilizar a TIR e 76,7% sempre ou quase sempre a utiliza. Já nas pesquisas anteriores de Gitman e Forrester Jr. (1977), Pike (1996) e Graham e Harvey (2001), embora com taxas de utilização muito próximas, a TIR é mais utilizada que o VPL.

De acordo com Pike (1996), o *Pay-back* simples é o método que mais se destaca nas pesquisas com 94% de utilização; o segundo mais utilizado conforme a pesquisa de Gitman e Forrester Jr. (1977); e o terceiro método mais utilizado nas pesquisas de Graham e Harvey (2001) e de Ryan e Ryan (2002). Nota-se que apesar das críticas que são feitas

ao método do *Pay-back* simples, ele é mais utilizado do que o descontado.

Para Lefley (1996) o uso do *Pay-back* está positivamente relacionado com o tamanho do orçamento de capital, embora sua importância esteja inversamente relacionada ao volume do capital investido. Para os projetos menores, a maioria das empresas simplifica severamente a análise e dependem basicamente do *Pay-back* simples (ROSS, 1986). Para Yard (2000), em muitas empresas, mesmo entre aquelas de tamanho considerável, o *Pay-back* é utilizado como o único ou o principal método de análise de investimentos de capital, embora seu uso pareça ser mais comum entre as de pequeno e médio porte. Lefley (1996), ao contrário, afirma que não há evidências de que o seu uso seja influenciado de forma significativa pelo tamanho da empresa.

O que chama atenção é o percentual de utilização da taxa de retorno contábil e o índice de lucratividade. Estes indicadores não se enquadram na chamada técnica sofisticada de análise de investimentos por não levar em consideração o valor do dinheiro no tempo, assim como é o caso do *Pay-back* simples.

Graham e Harvey (2001) trazem algumas observações interessantes sobre a utilização dos indicadores do Método Clássico, resumidas a seguir:

- a. afirmam que as grandes empresas são mais propensas ao uso do VPL do que as pequenas.
- b. as empresas altamente endividadas são significativamente mais propensas ao uso conjunto do VPL e da TIR, da mesma forma que essas empresas também são significativamente mais propensas a utilizarem a simulação e a análise de sensibilidade para mensurar o risco do investimento;
- c. os executivos com MBA são mais propensos ao uso do VPL do que aqueles sem MBA;
- d. as companhias públicas são mais propensas ao uso do VPL e da TIR do que as demais empresas;
- e. as empresas pequenas usam o *Pay-back* quase tão frequentemente quanto usam o VPL ou TIR;
- f. os executivos sem MBA, mais velhos e com mais tempo de carreira são significativamente mais propensos ao uso do *Pay-back* do que aqueles mais novos, com MBA e com menos tempo de trabalho na empresa;
- g. poucas empresas utilizam o *Pay-Back* descontado.

### 3.2.1 Valor presente líquido

O Valor Presente Líquido é considerado uma técnica sofisticada de análise de investimentos, pois utiliza o conceito de fluxo de caixa descontado mediante uma taxa pré-determinada. A denominação revela a sua essência: “valor presente” indica que os fluxos

líquidos de caixa ( $FC_t$ ) gerados pelo projeto serão descontados a uma determinada taxa de modo a expressá-los em período único, que marca o início dos investimentos de capitais necessários para dar início ao projeto, denominado " $t_0$ "; "líquido" significa que da soma dos fluxos de benefícios será subtraída a soma dos fluxos de investimentos. Portanto, o VPL é a concentração todos os fluxos líquidos de caixa do projeto no período presente, mediante uma determinada taxa de desconto, deduzidos do investimento inicial (ASSAF NETO, 2003; CORREIA NETO, 2009; GITMAN, 2010; SOUSA, 2007; SOUZA; CLEMENTE, 2009; WESTON; BRIGHAM, 2000).

O VPL proporciona 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 pré-estabelecida (BERKOVITCH; ISRAEL, 2004; RYAN; RYAN, 2002;). Por representar a riqueza acumulada gerada pelo projeto ao longo de sua vida útil, significa que os fluxos de benefícios recuperam o investimento realizado e também remunera o que teria sido ganho se o capital tivesse permanecido aplicado no mercado mediante uma taxa equivalente à TMA (SOUZA; CLEMENTE, 2009). Sendo assim, sua essência consiste no pressuposto de que o lucro é uma condição necessária, mas não é o suficiente: é preciso agregar valor ao negócio.

Ao descontar do capital investido o custo de oportunidade, o valor resultante equivale ao conceito do Valor Econômico Adicionado (EVA). O EVA mede a eficácia gerencial em um determinado período de tempo. É uma medida de desempenho financeiro que chega mais perto do que qualquer outra para capturar o lucro econômico de uma empresa (RYAN; RYAN, 2002).

Para que o VPL represente uma medida de geração de riqueza, é preciso que uma hipótese seja observada: a de reinvestimento dos fluxos de benefícios. Sendo assim, o VPL pressupõe que os fluxos líquidos de caixa sejam continuamente reinvestidos em alguma alternativa de investimento que lhe proporcione uma rentabilidade igual à TMA utilizada na análise do projeto. Isto, de acordo com Ryan e Ryan (2002), é uma hipótese mais realista, diferente da TIR que pressupõe reinvestimento a uma taxa igual a ela, algo difícil de acontecer.

O VPL é influenciado pela magnitude dos valores do fluxo de caixa, pela taxa de desconto adotada, pelo tempo de realização do fluxo líquido de benefício e pelo período de análise do projeto. A capitalização composta determinada pela taxa de desconto combinada com a distância dos fluxos de caixa em relação ao período inicial faz com que os valores mais distantes no tempo tenham menor peso na composição do VPL. Quanto maior a taxa e quanto mais distante no tempo, menos representativo será o valor do fluxo líquido de caixa no montante final. Contudo, esse comportamento de que quanto maior a TMA, menor o VPL, também depende do tipo do fluxo de caixa. Existem os fluxos de caixa do tipo convencional ou simples, que são aqueles que seguem o padrão de um ou mais valores iniciais negativos, seguidos de uma série de valores positivos  $[(-, +, \dots, +)]$  ou  $(-, \dots, -, +, \dots, +)$ .

+) e os fluxos de caixa não convencionais ou não simples, caracterizados por um ou mais valores negativos e uma sequência alternada de valores positivos e negativos (-, +,..., -,..., +). Quando um fluxo de caixa é convencional, quanto maior a TMA, menor será o VPL conforme ilustrado a Figura 11.

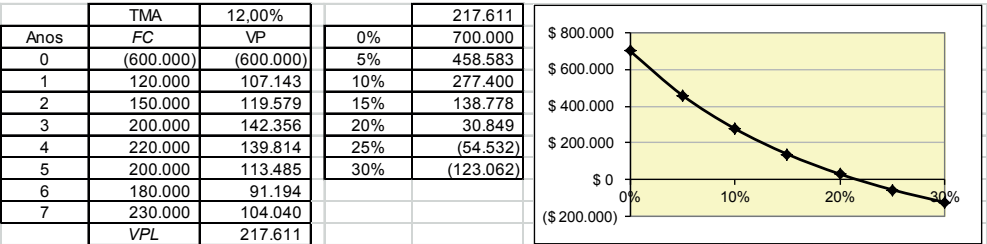


Figura 11 - Perfil VPL com fluxo de caixa convencional

Fonte: adaptado de Lapponi, 2007.

Quando o fluxo de caixa é do tipo não convencional, nem sempre uma TMA maior fará com que o VPL resulte menor. Se o saldo acumulado dos fluxos líquidos de um fluxo de caixa não convencional permanece negativo até um determinado período e a partir de então passar para positivo e se manter assim até o último, o perfil do VPL terá o mesmo comportamento de um fluxo de caixa convencional. Neste caso, o fluxo de caixa é do tipo não convencional (-, +,..., -,..., +), mas é um projeto denominado “puro” (LAPPONI, 2007). Porém, quando o saldo acumulado alterna de negativo para positivo mais de uma vez, o VPL apresenta um comportamento diferente e nem sempre o VPL pode cair com o aumento da TMA. Quando isso ocorre, o fluxo de caixa é denominado “misto”, conforme demonstra a Figura 12.

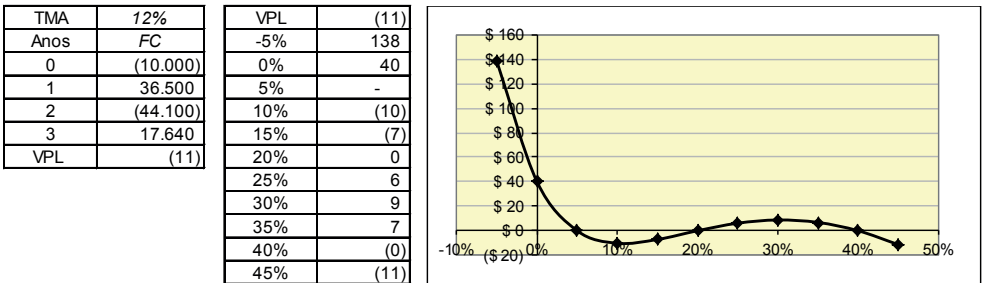


Figura 12 – Perfil do VPL com fluxo de caixa não convencional e misto

Fonte: adaptado de Lapponi, 2007.

Nota-se que todo fluxo de caixa simples também é um fluxo “puro”, mas o contrário não é verdadeiro. Um fluxo de caixa não convencional tanto pode ser do tipo “puro” quanto

“misto”. Como consequência, o tipo do fluxo de caixa, “puro” ou “simples” exercerá influência na determinação da TIR como será detalhado adiante.

O VPL apresenta algumas vantagens e algumas restrições que devem ser levadas em consideração quanto ao seu uso. Muitas das restrições parecem, por vezes, serem compensadas pelas vantagens e vice-versa, de modo que discuti-las de outra forma, denominando-as como vantagens e desvantagens, daria a impressão de incorrer em frequentes contradições. Mas não é: faz parte da dinâmica incutida no seu cálculo. Esse fato deve-se a distribuição dos valores ao longo do fluxo de caixa, ao período de duração do projeto, e à capitalização composta exercida pela TMA sobre seus valores.

As vantagens são as que seguem: 1) considera todos os fluxos de investimentos e de benefícios do projeto; 2) não é sensível às mudanças de sinal que podem estar contidas no fluxo de caixa; 3) associa a esses valores um custo de oportunidade representado pela TMA; 4) informa o valor adicionado pelo projeto; 5) pode ser aplicado sobre qualquer tipo de fluxo de caixa, convencional ou não convencional, simples ou misto; 6) permite selecionar o melhor projeto sob a dimensão retorno, tanto para projetos com ou sem restrição orçamentária quanto para projetos mutuamente excludentes, desde que tenham o mesmo período de maturidade.

As restrições são: 1) necessidade de determinar *a priori* a TMA; 2) é sensível à TMA; 3) é uma medida absoluta e não relativa; 4) a riqueza gerada pelo projeto é um montante acumulado ao longo de toda duração do projeto, dificultando sua compreensão; 5) requer que os fluxos de benefícios sejam permanentemente reinvestidos ao longo do período de maturidade do projeto em alguma alternativa de investimento com rentabilidade igual à TMA; 6) é afetado pela concentração dos fluxos líquidos de benefícios; 7) necessita que projetos concorrentes precisem ter seus prazos equiparados para poder ser comparados.

Por fim, o critério de decisão quanto ao VPL utilizado pelo Método Clássico de análise de investimentos consiste simplesmente em verificar se o valor resultante é igual ou superior à zero. Se satisfizer essa condição, recomenda-se investir. O argumento é que projeto com VPL zero significa que os benefícios cobrem o custo de oportunidade do capital aplicado. Qualquer valor acima de zero, o projeto adiciona valor e gera riqueza.

Resta saber se algum investidor, vivendo em ambiente instável, simplesmente aceitaria investir em qualquer projeto cujo VPL fosse igual a zero. Aparentemente, não. Mesmo em ambiente aparentemente estável em termos macroeconômico isso pode ser arriscado. O desenvolvimento tecnológico, que tanto muda o processo produtivo quanto promove o lançamento de novos produtos no mercado, a preferência e os gostos dos consumidores entre outros fatores, alteram o padrão de competição entre as empresas. O processo de substituição de uma vantagem competitiva por outra, conforme Schumpeter denominou de “destruição criativa” (SOUZA; CLEMENTE, 2007), leva a empresa adotar novas estratégias para retomar sua competitividade e agregar valor ao negócio. Sabe-se que a viabilidade de uma estratégia muitas vezes depende da realização de novos

investimentos. Como esses fatores são difíceis de serem previstos, tais alterações podem não terem sido incluídas no projeto, tornando-o vulnerável a qualquer mudança nos padrões de competição que aconteça antes do prazo final previsto para o investimento. Como consequência, novos investimentos podem ser requeridos para manter o investimento lucrativo. Dependendo da magnitude dos novos investimentos e dos fluxos de caixa incrementais, leva a acreditar que aceitar um projeto cujo VPL inicial tenha resultado zero ou em qualquer valor muito baixo, pode não ser uma boa decisão.

### 3.2.2 *Taxa interna de retorno*

A TIR é matematicamente definida como a taxa de desconto que iguala o valor presente líquido de uma série de fluxos de caixa a zero (GITMAN, 2010; HARTMAN; SCHAFRICK, 2004; LAPPONI, 2007; SOUZA; CLEMENTE, 2009) ou, de forma semelhante, como a taxa de desconto que iguala em algum momento os fluxos de caixa das entradas com os fluxos de caixa das saídas (ASSAF NETO, 2003; FLEISCHER, 1977; HASTINGS, 2013; SOUSA, 2007; WESTON; BRIGHAM, 2000). Muitos, também definem a TIR como sendo a taxa que mede a rentabilidade (ou lucratividade) de um projeto de investimento (ASSAF NETO, 2003; CORREIA NETO, 2009; HARTMAN; SCHAFRICK, 2004; MOTTA; CALÔBA, 2009).

Conforme afirma Laponi (2007), o fluxo de caixa descontado é semelhante a um plano de financiamento onde o valor financiado equivale ao investimento inicial do projeto. Este capital deve ser remunerado e devolvido com os retornos do projeto e, ao final do último período, o saldo é zerado tal como acontece em um financiamento. Talvez em decorrência disso é que a TIR seja interpretada como “a taxa percentual que determina a rentabilidade de um projeto”. De forma semelhante, Hartman e Schafrick (2004), alegam que a TIR, quando única, é uma importante medida de eficiência.

A TIR pode ser interpretada como sendo a taxa que remunera periodicamente o valor do investimento inicial, mas os recursos liberados ainda continuam investidos no projeto. De qualquer modo, isso não explica a TIR como medida de rentabilidade, pois não avalia o que é feito com os retornos liberados pelo projeto ao longo de sua existência (LAPPONI, 2007). Talvez a expressão mais elucidativa para a TIR fosse “*Earning Power*” (poder de geração de ganho) utilizada na Grã-Bretanha (HASTINGS, 2013), pois ela determina o limite superior de rentabilidade que o investimento pode atingir caso não se saiba de antemão o valor da TMA (SOUZA; CLEMENTE, 2009). Logo, a TIR só será a rentabilidade de um projeto de investimento se todos os fluxos líquidos de benefícios puderem ser reinvestidos em alguma alternativa de investimento que proporcione o mesmo retorno que a TIR do projeto. Essa é uma hipótese restritiva, provavelmente difícil de verificar, mas é a única que satisfaz a condição de retorno para a TIR.

Para Souza e Clemente (2009) a melhor alternativa para aplicação dos recursos

liberados pelo projeto é a própria TMA, considerada como uma taxa de aplicação com baixo grau de risco. Como descrito por Penrose (20006), os investimentos das firmas acontecem em interstícios de tempo e não dentro de um fluxo contínuo. Sendo assim, durante os lapsos de tempo em que a empresa não está à procura de novos projetos de investimentos, os recursos ficam aplicados no mercado financeiro rendendo taxas de juros equivalentes à TMA.

A determinação da TIR de uma série de fluxos de caixa com  $n$  capitais envolve o cálculo das raízes de um polinômio de grau  $n$   $[-FC_0 + FC_1 \times (1+TIR)^{-1} + FC_2 \times (1+TIR)^{-2} + \dots + FC_n \times (1+TIR)^{-n} = 0]$ , de forma que  $P(1+TIR) = 0$ . De acordo com Lapponi (2007), tem-se que: os coeficientes do polinômio são números reais positivos ou negativos; os polinômios têm  $n$  raízes [para  $(1+TIR)$ ] que podem ser reais ou complexas, mas, somente as raízes reais e positivas interessam [condição que satisfaz  $TIR > -1$  ou, igualmente,  $(1+TIR) \geq 0$ ].

Dependendo da característica do fluxo de caixa, um projeto pode apresentar mais do que uma TIR real positiva. A regra dos sinais de Descartes determina que o número de raízes reais e positivas não pode ser maior do que a quantidade de mudanças de sinal dos valores do fluxo de caixa, mas não determina quantas TIRs podem ser encontradas. A regra de *Norstrom* (LAPPONI, 2007) pode ser aplicada de forma complementar para se detectar a existência de uma única TIR real e positiva. A regra consiste em aplicar a soma algébrica dos fluxos de caixa a partir do período zero ( $t_0$ ) até o último período ( $t_n$ ). O procedimento detectará a existência de uma única TIR real e positiva se forem satisfeitas simultaneamente as três condições a seguir:

- o valor do fluxo de caixa inicial deve ser negativo ( $FC_0 < 0$ );
- o capital acumulado no último período deve resultar positivo  $[(\sum_0^n FC) > 0]$ ;
- a soma dos fluxos de caixa deve ter uma única mudança de sinal.

Exemplo 1			Exemplo 2		
$n$	$FC$	$\Sigma$	$n$	$FC$	$\Sigma$
0	(1.000)	(1.000)	0	(1.000)	(1.000)
1	1.100	100	1	2.550	1.550
2	260	360	2	(1.610)	(60)

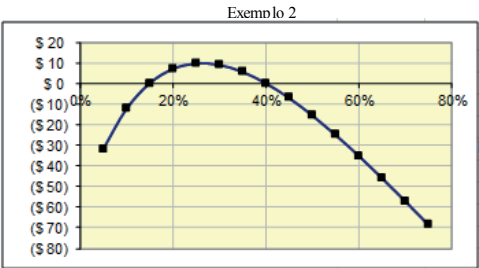
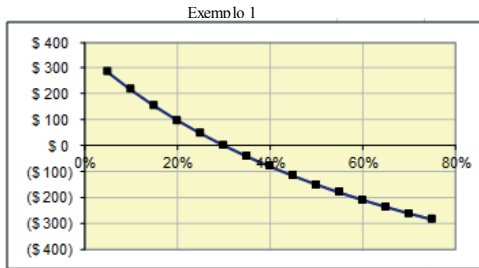


Figura 13 - Regra de Norstrom para detectar a existência de uma única TIR real e positiva

Fonte: adaptado de Lapponi, 2007.



O critério de decisão, de um único projeto ou de seleção entre projetos independentes sem restrição orçamentária, basta que a TIR resulte superior à TMA. Quando essa condição é verificada, o VPL é positivo. Logo, tanto a TIR quanto o VPL indicam os mesmos resultados. Mas nem sempre esses dois indicadores conduzem ao mesmo critério de decisão.

TIR e VPL podem apresentar resultados diferentes na seleção de projetos mutuamente excludentes ou independentes com restrição orçamentária. Isto acontece por conta da configuração do fluxo de caixa e das propriedades matemáticas existentes no método de desconto. Há duas condições que podem fazer com que os perfis dos VPLs se cruzem resultando conflito entre o VPL e a TIR: 1) quando há “diferenças no tamanho (ou escala) do projeto”, o que significa que o investimento de um é maior do que do outro; ou, 2) quando há “diferenças de *timing*”, o que significa que os tempos dos fluxos de caixa dos projetos se diferem de tal forma que a maioria dos fluxos de benefícios de um deles se realiza nos anos iniciais enquanto que do outro ocorre mais perto do período final (BARNEY JR; DANIELSON, 2004; WESTON; BRIGHAM, 2000).

O VP de uma série de fluxos de caixa é uma função que depende da magnitude dos fluxos líquidos de caixa ( $FC_n$ ) em cada momento, da taxa de desconto ( $r$ ) adotada e do número de períodos ( $n$ ) de tempo decorrido entre a realização do fluxo líquido de benefício em relação ao período inicial ( $t_0$ ) [ $VP = f(FC_n; r, n)$ ]. Assim, fluxos de caixa que estão situados nos períodos mais distantes resultam em VP maior quando descontados a uma TMA menor do que quando se utiliza uma TMA mais elevada. De outra forma, taxas de desconto maiores promovem maior impacto no VP do fluxo de benefício do que quando se utiliza taxas menores. Considerando-se a situação padrão de que um projeto só é viável quando a TIR supera a TMA, se o fluxo líquido de benefício for descontado pela TIR o VP desse valor será menor do que se for descontado pela TMA. Disso decorre que aqueles projetos com fluxos de benefícios decrescentes, ou seja, que possuem valores maiores próximos ao período inicial ( $t_0$ ) e menores no decorrer do tempo, são levados a apresentar uma TIR maior do que aqueles que apresentam uma configuração contrária, com fluxos crescentes. Quanto mais elevados forem os fluxos de caixa situados nos períodos iniciais, maior será a TIR, dada a hipótese de reinvestimento pela mesma taxa aplicada (ASSAF NETO, 2003).

O mesmo não acontece necessariamente com o VPL. Em geral, projetos cujos fluxos líquidos de benefícios sejam maiores nos períodos iniciais, tentem a apresentar um VPL maior, mas não acontece sempre assim. Determinados projetos podem apresentar altos fluxos de caixa concentrados mais ao final da vida útil e ainda assim apresentar um VPL maior, a depender da TMA utilizada, mas a sua TIR poderá ser inferior quando seus valores forem comparados com os de outro projeto. O exemplo da Tabela 1 ilustra o fato.

PROJETO	0	1	2	3	4
A	- 100.000	60.000	50.000	40.000	40.000
B	- 100.000	15.000	20.000	90.000	110.000

TMA		15%
PROJETO	VPL	TIR
A	39.152	35%
B	50.236	31%

Tabela 1 – Conflito entre VPL e TIR

Fonte: Assaf Neto, 2000, p. 325.

Os dois projetos têm o mesmo investimento inicial. Mas, verifica-se que o Projeto B apresenta fluxos de caixa mais representativos situados nos dois últimos anos. Sua TIR é de 31%, inferior à do Projeto A, cujos fluxos maiores acontecem nos períodos iniciais. Mas, o seu VPL é superior ao calculado para o Projeto A. Logo, nem sempre valores mais altos no início do fluxo de caixa garantem que o VPL seja maior, mas a TIR será.

Por conta do conflito que pode acontecer entre a TIR e o VPL na seleção de projetos, recomenda-se a utilização conjunta desses dois indicadores. De qualquer forma, se a opção de análise recair exclusivamente na utilização da TIR para seleção de projetos excludentes, recomenda-se realizar uma análise complementar pelo “Ponto de Fisher”. De acordo com Souza e Clemente (2009), Fisher preconiza a existência de um ponto a partir do qual o investidor seria indiferente em termos de ganho entre dois projetos de investimentos. Esse ponto de indiferença significa que a uma determinada TMA, ambos os projetos apresentam exatamente o mesmo VPL.

O “Ponto de Fisher” estabelece um limite de variabilidade para a TMA que faz com que um projeto produza ganho superior em relação ao outro. Ultrapassando esse ponto de ruptura, o critério de decisão muda e o projeto antes preferido, passa a apresentar resultado desfavorável quando comparado com o outro. No exemplo da Tabela 1, o projeto B só apresenta um VPL superior para TMA até 24,03%. Para qualquer TMA acima desse patamar o VPL do projeto A passa a ser maior do que o do projeto B.

O “Ponto de Fisher”, no caso da seleção de projetos mutuamente exclusivos, assim como a TIR tomada de forma individual, quando comparados com a TMA, podem ser utilizadas como indicador de risco financeiro em projetos de investimentos. Essa característica associada à TIR confere a ela duas possibilidades de análise: 1) interpretá-la como um limite superior de rentabilidade que o projeto poderia alcançar caso fosse possível reinvestir sucessivamente todos os seus fluxos líquidos de benefícios em qualquer alternativa que garanta uma taxa de remuneração igual à TIR; ou, 2) de forma mais apropriada, enxergá-la como medida de risco em que estabelece um teto para a TMA, limite a partir do qual o projeto torna-se inviável e a diferença entre a TIR e a TMA é a

variabilidade máxima permitida.

A TIR também apresenta vantagens e algumas limitações, conforme destaca Lapponi (2007). Os pontos favoráveis referem-se aos seguintes fatores: 1) considerar todos os fluxos de caixa do projeto e o valor do dinheiro no tempo; 2) informa se um projeto do tipo simples cria ou destrói valor; 3) é uma taxa, uma medida de valor relativo e não absoluto, logo, é mais fácil de ser compreendida. As limitações são: 1) só pode ser utilizada na avaliação de projetos que apresentem uma única mudança de sinal, ou seja, projetos do tipo simples; 2) é necessário que se defina *a priori* uma TMA de forma a levar ao aceite ou à rejeição da proposta de investimento; 3) leva a conflito de decisão quando utilizada de forma isolada na seleção de projetos mutuamente excludentes ou independentes com restrição orçamentária; 4) hipótese implícita de reinvestimento dos recursos liberados pelo projeto à uma taxa igual à TIR.

Martin (1997) por sua vez, além das críticas acima, complementa com outras, sendo que a maioria deriva de suas propriedades matemáticas:

1. mesmo com os sinais dos fluxos de caixa invertidos, o resultado da TIR sempre será o mesmo;
2. é possível obter mais do que uma TIR quando o fluxo de caixa possui múltiplas alterações de sinal;
3. sob algumas circunstâncias, a TIR é incalculável, sendo, de acordo com Martin (1997), a mais séria das críticas. Isso acontece em algumas situações, como: quando o fluxo de caixa é todo positivo; quando ele é todo negativo; e com algumas combinações específicas de fluxo de caixa, como por exemplo, um fluxo positivo no período zero, negativo no período um e novamente positivo no período seguinte (este é um caso típico em que dependendo dos valores a TIR pode ou não ser calculável).

### 3.2.3 *Período de recuperação do capital investido (Pay-back)*

O *Pay-back* é o período de tempo necessário para que o saldo acumulado dos fluxos líquidos de benefícios gerados pelo projeto supere o investimento realizado (BOARDMAN; REINHART; CELEC, 1982; GITMAN, 2010; HOLLAND; WATSON, 1976; LAPPONI, 2007; LEFLEY, 1996; SOUZA; CLEMENTE, 2009; YARD, 2000; WESTON; BRIGHAM, 2000). Quando a soma acumulada dos benefícios líquidos do fluxo de caixa supera o investimento inicial, diz-se atingir o *Pay-back* do projeto.

Ao utilizar o *Pay-back* como critério de decisão de investimento, é necessário compará-lo com um tempo máximo aceitável para recuperar o capital. Não existe uma regra precisa para fixar esse período, de forma que cada investidor seguirá sua expectativa, seja em função do valor do capital investido, seja em razão da expectativa de risco ou por qualquer outro fator que o venha influenciar, de modo que a determinação desse tempo geralmente é arbitrária. Se o *Pay-back* resultante for inferior a esse período de corte, o

projeto é recomendado, do contrário deve ser abandonado.

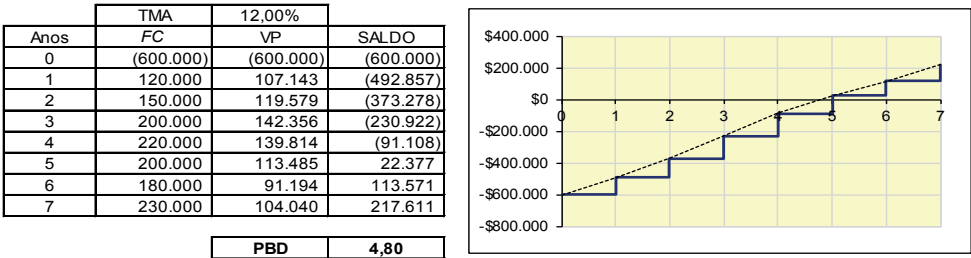


Figura 14 – Período de recuperação do capital

Fonte: adaptado de Laponi, 2007.

Existem diferentes métodos de cálculo do *Pay-back*, sendo que cada um leva a diferentes resultados por conter seus próprios pressupostos. As formas mais tradicionais são: o simples, caracterizado por não levar em consideração o custo do dinheiro no tempo; e o descontado, cujos fluxos líquidos de benefícios são descapitalizados pela TMA a valor presente. Sua essência consiste no fato de que existe um período de tempo menor do que o período de maturidade do projeto para o qual o investimento inicial será recuperado e o custo de oportunidade remunerado. A partir do momento em que o capital inicial é recuperado até o prazo final, será adicionado valor ao projeto (LAPPONI, 2007).

O cálculo do *Pay-Back* é simples de ser realizado em praticamente todos os métodos. Contudo, recomenda-se cautela quando o projeto é financiado. Neste caso, não basta que a soma acumulada dos fluxos líquidos de benefícios supere o investimento inicial. É preciso que ela atinja um montante que também seja capaz de cobrir o saldo devedor do financiamento observado para cada período do fluxo de caixa. Só quando o saldo acumulado superar simultaneamente o investimento inicial e o saldo devedor do financiamento é que acontece o período de *Pay-back* do projeto.

O *Pay-back* pode ser utilizado como um importante indicador para mensurar o risco de não recuperar o capital investido. Talvez, isso constitua o seu maior mérito. Não é recomendado o seu uso isolado para determinar a seleção de projetos de investimentos mutuamente excludentes ou com restrição orçamentária. Da mesma forma que a TIR, o *Pay-back* pode gerar conflitos de classificação, mesmo quando o limite de tempo determinado pelo investidor é verificado.

Para Weston e Brigham (2000) o *Pay-back* é um método útil para empresas com severas restrições de capital. Para os autores, se os fluxos de caixa de um projeto de investimento não geram retorno logo no início, a empresa corre o risco de cessar as operações. Se isso acontecer, outros efeitos maléficos podem vir na sequência, como deixaria de receber os fluxos de benefícios que ocorrem no futuro distante, ou então, ela

não terá os recursos necessários para perseguir outros investimentos durante os próximos anos.

O *Pay-back* apresenta como principais vantagens: 1) simplicidade de cálculo, notadamente quando se relaciona ao método simples; 2) é uma medida de risco associado a não recuperação do capital investido. As críticas ao método são sempre as mesmas independentemente da fonte pesquisada: 1) no método simples não leva em consideração o valor do dinheiro no tempo; e, para ambos os métodos: 2) ignora o momento e a magnitude em que os fluxos de benefícios se realizam até a recuperação do capital investido; 3) não considera os fluxos de caixa que se realizam após o período de *pay-back* (ASSAF NETO, 2000; BLOCHER; STICKNEY, 1979; BOARDMAN; REINHART; CELEC, 1982; GRAHAM; HARVEY, 2001; GITMAN; FORRESTER, 1977; HOLLAND; WATSON, 1976; LEFLEY, 1996; PIKE, 1996; YARD, 2000; ROSS, 1986; RYAN; RYAN, 2002).

Mas, não obstante às suas críticas, o método do *Pay-back* continua a ser bastante utilizado. Mesmo o método simples não caiu de uso apesar de ignorar o custo de oportunidade do capital. Contudo, conforme afirmam Boardman, Reinhart e Celec (1982), em hipótese alguma o *Pay-back* substitui o VPL como sendo o método preferido na avaliação de projetos de investimentos.

### 3.3 Mensuração do risco no Método Clássico

No Método Clássico de análise de investimentos, o risco quase sempre acaba sendo incorporado à TMA por meio de um prêmio adicionado à taxa livre de risco. Como uma TMA maior implica uma redução no valor do VPL, o projeto de investimento acaba sendo submetido a uma análise mais conservadora. Contudo, algumas empresas complementam a análise do risco utilizando outras técnicas. Entre elas, existem as mais simples e mais comumente utilizadas: análise de cenários, também conhecida por análise otimista-pessimista; e, análise de sensibilidade. Mas também existem outras mais complexas, como a geração analítica e a numérica da distribuição do VPL.

#### 3.3.1 Análise de cenários

A análise de cenário é uma técnica de avaliar o risco nas quais circunstâncias favoráveis e desfavoráveis são comparadas a uma situação mais provável (CORREIA NETO, 2009). Como o nome induz, simula um ou alguns cenários otimistas e pessimistas a fim de compará-los com o VPL ou qualquer outro indicador do projeto obtido no cenário mais provável, resultado dos valores bases de cada parâmetro de entrada. Diferentemente da análise de sensibilidade, a de cenários possibilita que sejam feitas alterações nos valores de um ou vários parâmetros de forma simultânea. Essa análise também permite que se atribua probabilidades de ocorrência associada a cada cenário criado.

Para determinar cada cenário pessimista, admite-se um percentual de variabilidade

negativo aplicado sobre o valor base de um ou mais parâmetros de entrada do projeto. Para cada cenário otimista, de forma semelhante, aplica-se um percentual de variabilidade positivo sobre o valor base de um ou mais parâmetros de forma simultânea. Esses percentuais de variabilidade podem ser diferentes, tanto no que se refere às amplitudes, quanto em relação a cada parâmetro manipulado.

A principal vantagem na utilização desta técnica consiste na geração de diferentes resultados, o que permite uma avaliação do grau de dispersão existente entre os valores obtidos de acordo com cada cenário imaginado. Mas, apesar desse benefício, o procedimento apresenta algumas limitações: 1) sempre existe alguma arbitrariedade [sic] na composição de cada cenário (CORREIA NETO, 2009); 2) os percentuais de variabilidade aplicados sobre os valores bases dos parâmetros de entrada do projeto são estimativas pontuais e podem divergir de acordo com a percepção individual dos investidores; 3) os resultados dos diversos cenários geram uma amplitude de variabilidade que dificilmente acontece em situação real; 4) embora possibilite atribuir probabilidades de ocorrência para cada cenário, tais probabilidades também são estimadas; 5) quando a variabilidade é aplicada sobre um único parâmetro, existe a possibilidade de se perder a relação que existe entre eles na composição dos resultados.

### 3.3.2 *Análise de sensibilidade*

A análise de sensibilidade consiste em avaliar as alterações nos resultados por meio da alteração de uma determinada variável considerada incerta e comparar os resultados obtidos (CORREIA NETO, 2009). Para cada parâmetro, aplica-se o mesmo percentual de variabilidade, tanto para mais quanto para menos, em relação ao valor base do projeto. A análise de sensibilidade é utilizada quando há poucos componentes no fluxo de caixa e com pouca aleatoriedade (SOUZA; CLEMENTE, 2009). Embora fácil de calcular, é uma técnica trabalhosa, tendo em vista que manipula uma única variável de cada vez a fim de localizar aquela que apresenta maior amplitude de variabilidade nos resultados. Esta é a variável mais sensível ao risco e recomenda-se maior investigação a fim de diminuir sua incerteza. Embora ela indique a variável mais sensível ao risco, tem o problema de não correlacionar as variáveis envolvidas, bem como não fornece informações sobre as probabilidades de ocorrência dos diferentes valores de acordo com as perturbações dos parâmetros de entrada.

### 3.3.3 *Geração analítica e numérica da distribuição do VPL*

Geração analítica da distribuição do VPL - Souza e Clemente (2009) argumentam que quando se admite a natureza aleatória dos valores que compõem o fluxo de caixa de um projeto, busca-se encontrar a Função Densidade de Probabilidade (*fdp*) do VPL. A geração analítica da *fdp* encontra seu suporte teórico no Teorema do Limite Central, sob o

qual, em certas condições, demonstra que a soma de  $n$  variáveis aleatórias independentes tende para uma distribuição normal com média igual à soma das médias e variância igual à soma das variâncias (SOUZA; CLEMENTE, 2009). Contudo, essa geração analítica da *fdp* do VPL necessita que se conheça a distribuição de probabilidade dos valores do fluxo de caixa ou, pelo menos, a média e a variância de cada um dos componentes aleatórios do projeto, constituindo a principal dificuldade no seu uso.

Geração numérica da distribuição do VPL - A abordagem numérica de geração da *fdp* do VPL é uma técnica experimental. Consiste na geração aleatória de diferentes combinações entre os valores que compõem o fluxo de caixa do projeto, resultando em diversos cenários distintos de forma que permitem estimar a probabilidade de não recuperar o capital investido [ $P(VPL \leq 0)$ ]. De acordo com Souza e Clemente (2009) a geração numérica da *fdp* consiste em gerar valores para cada benefício  $X_j$ , segundo a função densidade de probabilidade que o caracteriza, sendo que essa distribuição de probabilidade pode ser empírica. A desvantagem da geração numérica da distribuição do VPL é que para se manipular simultaneamente todas as variáveis aleatórias do fluxo de caixa do projeto, necessita-se de software para esse fim e de conhecimento específico por parte do analista, o que nem todas as empresas possuem, sobretudo entre as de pequeno e médio porte.

### 3.4 Metodologia Multi-índice de análise de investimentos

Risco e retorno são duas dimensões que estão contidas em praticamente todas as decisões de investimentos. De acordo com a literatura existem diversos indicadores que possibilitam avaliar o retorno, desde que se tenha um projeto bem estruturado. Entretanto, o problema mais sério na avaliação de projetos de investimentos é encontrar uma forma adequada para mensurar os riscos. Estes possuem diferentes fontes, cujos impactos podem comprometer a longevidade do empreendimento. Uma boa análise dos riscos requer compreender quais são seus indutores, a extensão e o impacto com que eles se manifestam no projeto. Isso não é uma tarefa trivial. É um processo que requer expertise e um montante de recursos que talvez não estejam disponíveis para as pequenas empresas ou para aqueles investidores que têm pouco tempo ou não podem despende muito dinheiro com análises mais profundas para mensurar os riscos.

A Metodologia Multi-índice de análise de projetos de investimentos proposta por Souza e Clemente (2004) supre, em partes, essa lacuna. Sua essência consiste em avaliar as dimensões retorno e risco em dois grupos de indicadores que, ao serem analisados de forma conjunta, proporcionam uma visão mais abrangente e clarificam o processo decisório em aceitar ou não um projeto de investimento (SOUZA; CLEMENTE, 2009). O retorno é avaliado pelos indicadores VPL, VPLa, IBC e ROIA. A dimensão risco é mensurada pelos

indicadores TMA/TIR, *Pay-back*/N, Grau de Comprometimento da Receita (GCR), Risco de Gestão e Risco de Negócio. Neste grupo, os indicadores são avaliados em uma escala numérica que oscila de zero (ausência de risco) a um (risco máximo).

Sabe-se que o risco possui vários indutores que os originam e é praticamente impossível ou custoso demais conhecer todos aqueles que podem estar contidos no investimento em questão. Por esta razão, os indicadores de risco da Metodologia Multi-índice podem não ser adequados para todos os projetos de investimentos (ou pelo menos não de forma indiscriminada). Ela é adequada para avaliar projetos que requerem baixo aporte de capitais e/ou de empreendimentos menores, não muito complexos. Esses projetos são supostamente mais fáceis de serem encontrados entre aqueles propostos por investidores mais modestos ou nas empresas de pequeno porte. Os projetos de investimentos mais complexos ou que envolvem quantias substancialmente altas de recursos até podem utilizar a Metodologia Multi-índice, mas a análise dos riscos necessita ser complementada de outras formas e com muito mais informações. E isto, demanda mais tempo e normalmente é mais oneroso.

O Método Clássico normalmente avalia o retorno utilizando-se basicamente o VPL, a TIR e o *Pay-back*<sup>5</sup>, enquanto que o risco é incorporado na forma de um prêmio adicional sobre a TMA. O critério de seleção de um projeto tem o seguinte princípio: se o VPL for maior que zero, ou se a TIR resultar maior que a TMA, ou ainda se o *Pay-back* for inferior ao período máximo definido para recuperar o capital, o projeto pode ser aceito. Na Metodologia Multi-índice esses três indicadores assumem significados distintos. Um VPL maior que zero apenas significa que a análise pode prosseguir. A TIR e o *Pay-back* passam a compor os indicadores de risco e a TMA não incorpora o prêmio pelo risco.

Como descrito anteriormente, a TMA representa o custo de oportunidade que o investidor incorre ao aceitar uma alternativa de investimento em detrimento de outras. Como o capital disponível para investir fica aplicado no mercado financeiro em títulos de baixo risco, na Metodologia Multi-índice a TMA representa o valor que o investidor deixa de ganhar nesta aplicação em troca de investir no projeto. Dessa forma, o retorno proporcionado pelo projeto é comparado diretamente com esse custo de oportunidade. A questão é saber o quanto o investimento adiciona de valor acima daquilo que se teria caso o capital permanecesse naquela aplicação de baixo risco com rentabilidade igual à TMA. Caso a TMA incorporasse esse prêmio pelo risco, a mensuração do valor adicionado pode resultar prejudicada.

Outro ponto a considerar sobre o porquê de a Metodologia Multi-índice não adicionar o prêmio pelo risco, reside no fato dela avaliar a dimensão risco em cinco diferentes indutores. Ao adicionar o prêmio pelo risco na TMA, existe a possibilidade dela penalizar o projeto ou por não agregar valor ou por adicionar pouco em relação ao risco percebido.

---

<sup>5</sup> Ainda que o *Pay-back* amplie a visão do risco, no Método Clássico ele muitas vezes é interpretado como indicador de retorno do projeto.



Com isso é possível inferir que o risco pode ser duplamente considerado ao ser adicionado na TMA.

### 3.4.1 *Principais características da Metodologia Multi-índice*

A Metodologia Multi-índice de análise de investimentos se caracteriza pelos seguintes requisitos (HARZER; SOUZA; DUCLÓS, 2013):

- a. a base para elaboração do fluxo de caixa do empreendimento é uma demonstração de resultados apurada pelo custeio variável. Embora isso não se caracterize como uma diferença em relação à Metodologia Clássica, na Multi-índice é uma condição, sem a qual dificultaria avaliar o nível de atividade em que o negócio opera e os riscos envolvidos decorrentes das oscilações nos seus parâmetros básicos;
- b. abrange cinco medidas de risco: 1) financeiro, mesurado pelo indicador TMA/TIR; 2) risco de não recuperar o capital investido, medido pelo indicador *Pay-back*/N; 3) risco operacional, mensurado pelo GCR; 4) risco de gestão; 5) risco de negócio;
- c. a TMA a ser utilizada não contempla o prêmio pelo risco e, portanto, deve refletir a melhor alternativa de investimento disponível no momento com baixo nível de risco e destituída de liquidez. Representa o custo de oportunidade do investidor;
- 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 subsidiaria 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, indicando o quanto o investimento rende acima da TMA;
- g. os indicadores clássicos TIR e *Pay-back* não são considerados indicadores de retorno, mas sim de risco, com as respectivas associações à TMA e ao período (N) do investimento;
- 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 do projeto apresentar prejuízo [ $P$  ( $VPL \leq 0$ )], deve ser acompanhada de sua respectiva probabilidade de ocorrência.

O Quadro 8 faz um comparativo das principais diferenças entre a Metodologia Multi-

índice e o Método Clássico de análise de investimentos.

Metodologia Clássica	Metodologia Multi-índice	Comentários
A Demonstração de Resultado, base para a elaboração do fluxo de caixa, pode ser apurada na forma contábil clássica, pelo custeio por absorção, ou pelo custeio variável.	A Demonstração de Resultado necessita de ser 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 normalmente é limitado a um <i>spread</i> sobre a Taxa Livre de Risco para compor a taxa de desconto do fluxo de caixa do investimento.	A TMA é uma taxa quase 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 outras 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 categorias: risco financeiro, medido pelo indicador TMA/TIR; risco de não recuperar o capital investido, medido pelo indicador PB/N; risco operacional, mensurado pelo GCR; risco de gestão e risco de negócios.	A segregação dos riscos clarifica a compreensão dos diferentes fatores que afetam o negócio e que podem comprometer a sobrevivência do empreendimento. 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>Pay-back</i> podem complementar a análise, mas, normalmente eles não são decisivos e precisam ser analisados de forma conjunta com os demais.	A decisão de investir se baseia em uma série de indicadores. Além do VP, VPL, VPLa, IBC, ROI e ROIA, indicadores de retorno, a análise é ampliada com os indicadores de risco. A TIR apenas informa o retorno máximo que o projeto pode obter caso fosse possível reinvestir todos os fluxos de caixa com taxas iguais à TIR do projeto.	Um VPL positivo ou $TIR > TMA$ apenas indica que a análise do projeto de investimento pode prosseguir, mas não diz que ele deve ser aceito apenas com base nesses dois indicadores. Só a utilização de vários indicadores em conjunto é capaz de fornecer uma visão mais ampliada sobre o investimento.
A TIR e o <i>Pay-back</i> são considerados indicadores de retorno. Este último também é utilizado para verificar o risco quando comparado com um prazo máximo de corte definido para recuperar o capital, mas não é transformado em índice específico para essa finalidade.	A TIR, comparada com a TMA, e o <i>Pay-back</i> , em relação ao período de duração do projeto, são considerados indicadores de risco. O retorno total do investimento é medido pelo ROI e o retorno obtido além da TMA é mensurado pelo ROIA. Este indicador é análogo ao conceito do EVA mensurado na forma percentual.	A TIR só pode ser considerada indicador de retorno, se os fluxos de benefícios do projeto forem reinvestidos à própria TIR, o que dificilmente acontece. Eles são reinvestidos a uma taxa muito mais próxima à TMA. O <i>Pay-back</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.

Quadro 8 - Comparativo entre a Metodologia Clássica e Multi-índice de análise de investimentos

Fonte: adaptado de Harzer, Souza e Duclós, 2013.

### 3.4.2 Indicadores de retorno utilizados na Metodologia Multi-índice

Ao contrário do Método Clássico, a Metodologia Multi-índice se utiliza de uma série de indicadores de retorno e de risco para subsidiar a decisão de investimento. Na dimensão retorno, além do VP e do VPL, outros indicadores são utilizados de forma conjunta proporcionando mais clareza da geração de valor do investimento em análise. Uma questão fundamental é que se o VPL resultar maior que zero não significa que o projeto deve ser aceito, mas sim que a análise pode prosseguir. Neste caso, os demais indicadores de retorno utilizados são: VPLa; IBC; ROIA e ROI, descritos na sequência:

Valor Presente Líquido Anualizado – O VPLa é uma medida absoluta que expressa o quanto o projeto adiciona de valor por unidade de tempo de análise. Enquanto que o VPL expressa o valor adicionado acumulado ao longo de todo período de vida útil do projeto, o VPLa é esse mesmo VPL medido em valor periódico uniforme equivalente. Por ser um valor em período fracionado de tempo, é mais fácil de ser interpretado do que quando se expressa uma medida absoluta acumulada que só será verificada no final de todo período de duração do projeto. Nas considerações de Souza e Clemente (2009), é mais fácil pensar em termos de ganho por período de tempo do que em termos de ganho acumulado ao longo de vários períodos, principalmente quando este é muito longo. Assim, o VPLa é um valor médio equivalente para cada um dos períodos do projeto (SOUZA; CLEMENTE, 2009).

O Índice Benefício/custo – O IBC é medido pela razão entre o valor presente dos fluxos líquidos de benefícios e o valor presente dos fluxos de investimentos. É um indicador de retorno que pode ser interpretado de duas formas: 1) quanto está sendo ganho por unidade monetária de capital investido, mensurado ao longo da vigência do projeto e após expurgar o efeito da TMA; 2) como fator  $(1 + \text{taxa})$  representativo da rentabilidade acumulada ao longo do período de vida do projeto. Cabem as seguintes considerações de forma a deixá-lo claro: ganho além da TMA, ou seja, é um indicador de valor adicionado; e se interpretado como medida de rentabilidade, não pode ser comparada diretamente à TMA porque está expresso de forma acumulada ao longo de todo período.

O cuidado no cálculo do IBC é no sentido da correta utilização dos valores negativos verificados ao longo do fluxo de caixa do projeto. Uma coisa é um fluxo de caixa em determinado período ter resultado negativo por conta da realização de novos investimentos; e outra é um fluxo líquido de benefício ter se tornado negativo porque as receitas geradas no período são inferiores aos custos e despesas desembolsáveis. Os dois valores entram no cálculo do IBC em diferentes posições: os fluxos de benefícios líquidos decorrentes das atividades, mesmo quando negativos ( $RT < CD_{\text{totais}}$ ), sempre ficam no numerador da fração; já os fluxos decorrentes dos investimentos adicionais realizados ao longo do período de vida do projeto sempre figuram no denominador. Caso esse valor seja pego de forma indiscriminada, o resultado do indicador resultará diferente e, como consequência, distorcerá o valor do ROIA, que é derivado do IBC.

Retorno Adicional sobre o Investimento (ROIA) – O ROIA é uma medida de rentabilidade obtida além da TMA, mensurada em unidade de tempo do projeto. Por ser expresso na forma percentual, é um indicador fácil de ser interpretado. Na prática, informa ao investidor qual é a riqueza a ser gerada pelo projeto além daquela que seria obtida caso o capital permanecesse aplicado no mercado rendendo uma taxa igual à TMA. É um conceito análogo ao Valor Econômico Agregado medido em percentual (SOUZA; CLEMENTE, 2009). Como o IBC é um fator de rentabilidade  $(1 + i)$  ao longo do período do projeto, o cálculo do ROIA parte desse valor transformando-o em uma taxa periódica equivalente ( $ROIA = [\sqrt[n]{IBV} - 1] \times 100$ ).

O ROIA ao ser acrescido da TMA  $[(1+TMA) \times (1+ROIA) - 1]$  obtém-se o Retorno sobre o Investimento – ROI<sup>6</sup>. Essa medida representa a rentabilidade total do projeto caso seus fluxos líquidos de benefícios sejam constantemente reinvestidos no mercado com taxas iguais à TMA utilizada na análise. Reinvestir com taxas iguais à TMA é uma hipótese factível, diferente do que reinvestir esses mesmos valores com taxas iguais à TIR. Como consequência, o ROI, e não a TIR, representa o retorno (ou a rentabilidade) do projeto.

### 3.4.3 *Indicadores de risco utilizados na Metodologia Multi-índice*

Ao avaliar uma proposta de investimento, o retorno a ser proporcionado é uma questão importante, mas a sua geração tem um preço: os riscos a serem incorridos. Retorno e risco têm uma relação simétrica e positiva. Logo, a análise dos riscos é vital e tão importante quanto o retorno. Na Metodologia Multi-índice a dimensão risco é mensurada por meio de cinco indicadores cuja intensidade é medida em uma escala numérica de zero a um conforme ilustra a Figura 2 apresentada na parte introdutória desta tese. Os indicadores estão descritos na sequência:

TMA/TIR - Em fluxos de caixa do tipo puro<sup>7</sup>, a TIR estabelece um valor máximo para a TMA. Como a TMA oscila ao longo do período de vida do projeto, quanto maior a proximidade entre ela e a TIR, maior será o risco do projeto. Com base neste conceito, a razão entre essas duas taxas forma o indicador que mede o grau de risco financeiro do projeto. Na escala de risco, quanto mais próximo de um apresentar essa relação, a tendência é de que o risco de se perder dinheiro seja maior, caso se invista no projeto.

Na Metodologia Multi-índice a TIR até pode ser utilizada como indicador de retorno, mas apenas no sentido de informar o retorno máximo que o projeto poderia auferir caso seus fluxos de benefícios pudessem ser reinvestidos a uma taxa igual a ela, algo improvável, ou pelo menos muito difícil de acontecer. Logo essa informação só é relevante

6 Em fluxos de caixa do tipo convencional com uma única saída inicial seguida de uma série de fluxos líquidos positivos, ou mesmo em fluxos com mais de uma saída inicial, desde que essas representem fluxos de investimentos, o ROI pode ser obtido com a função MTIR do Excel, utilizando-se a TMA tanto para taxa de financiamento quanto para taxa de reinvestimento.

7 Lapponi (2007) define um fluxo de caixa “puro” como sendo aquele que, mesmo não sendo do tipo convencional, o valor inicial é negativo, as somas dos fluxos líquidos acumulados seguintes passam do negativo para positivo uma única vez, mantendo-se assim até o final e o saldo final é um valor positivo. Esses fluxos de caixa apresentam uma única TIR.

caso não se saiba qual valor da TMA (SOUZA; CLEMENTE, 2009). Em razão da dificuldade de reinvestir os fluxos líquidos de benefícios com taxas iguais à TIR do projeto, ela passa a ser mais bem vista como indicador de risco, delimitando o limite máximo que a TMA poderia atingir para que o projeto ainda seja financeiramente viável. A partir desse ponto o projeto passa a ser inviável.

*Pay-back/N (PB/N)* – Na Metodologia Multi-índice o *Pay-back* é utilizado como indicador de risco de não recuperar o capital investido ao ser associado com o período de duração do projeto (N). Logo, o cálculo desse indicador compreende a razão entre o período de *Pay-back* com o tempo de duração do projeto. Seu conceito é simples: projetos cujos retornos só acontecem em períodos muito distantes, mais próximos ao final de sua vida útil, tendem a ser mais arriscados do que aqueles que retornam o investimento em prazos mais curtos. Ao ser colocado na escala de risco, valor próximo a um indica grau de risco alto.

*Grau de Comprometimento da Receita (GCR)* - O GCR é um indicador que mede o grau do risco operacional do projeto. Seu cálculo compreende a divisão da receita de equilíbrio pela receita no nível máximo de atividade. Na escala de risco, um GCR próximo de um indica alto grau de risco operacional do projeto.

O Ponto de Equilíbrio Operacional (PEO) representa a quantidade mínima que deve ser produzida e comercializada para cobrir todos os custos e despesas fixas em um determinado período de tempo (SOUZA; CLEMENTE, 2009). Quando o projeto envolve a comercialização de diversos produtos, é preciso que se conheça a participação de cada produto em relação à receita total e assumir a hipótese de que a representatividade no faturamento de cada um seja mantida constante ao longo do período de planejamento (SOUZA; CLEMENTE, 2007). De forma equivalente, é preciso que a participação de cada produto em relação à quantidade total comercializada se mantenha a mesma, tanto no ponto de equilíbrio quanto no nível máximo de atividade.

O problema no cálculo do PEO é que tanto os custos e despesas fixas quanto as receitas podem não se manter constantes ao longo do ciclo de vida do projeto. Em situações normais os gastos com a estrutura se mantêm mais ou menos constantes ao longo do tempo para uma determinada faixa de atividade. Quando essa faixa atinge seu ponto máximo, uma nova estrutura precisa ser adquirida para suportar um volume adicional de produção. Ao adquirir mais capacidade, uma nova estrutura se instala, os custos e despesas fixas mudam de patamar e um novo ponto de equilíbrio é estabelecido. Em outros casos é possível que a estrutura tenha sido projetada para atuar com capacidade plena já a partir do primeiro ano de atividade, mas o nível máximo das operações só é atingido depois de alguns períodos do ciclo de vida do projeto. De qualquer modo, é possível que tanto a receita como os gastos de estrutura podem alterar ao longo do tempo em diferentes proporções. Logo, o ponto de equilíbrio também pode ser alterado com o tempo, o que faz

com que se tenham diferentes GCR<sup>8</sup>.

Outro ponto a considerar com relação ao GCR é que o PEO não significa Ponto de Equilíbrio do Projeto (PEP). São coisas diferentes. O PEP é estabelecido quando um determinado nível de receita conduz ao VPL do projeto igual a zero. No cômputo do VPL os gastos com a depreciação são adicionados ao fluxo de caixa e se estabelece uma TMA para descontar cada fluxo líquido de benefício a valor presente. O PEO considera todos os custos e despesas fixas, inclusive a depreciação. Logo, com esse nível de faturamento mantido constante ao longo do tempo, o Lucro Líquido do Exercício (LLE) será igual a zero e o fluxo de caixa resultante será composto apenas do reembolso da depreciação do período. Nesta circunstância, o VPL resultará negativo. O exemplo da Tabela 2 ilustra a diferença entre o VPL no PEO e no PEP.

Neste exemplo o faturamento no nível normal de operações compreende venda de 1.000 unidades por período, a qual atinge uma receita de R\$ 10.000 e um LLE de R\$ 500. Com o retorno da depreciação de R\$ 1.000 o fluxo de caixa atinge R\$ 1.500 no período. Considerando esse valor constante ao longo de cinco anos e um investimento inicial de R\$ 5.000, descontados a uma TMA de 10% ao período, o VPL atinge R\$ 686,00 e a TIR é de 15,2%.

Quantidade Vendida no Nível Máximo	1.000	PV 10,00		CDV 6,00		
	0	1	2	3	4	5
Receita de Vendas		10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
Custos e Despesas Variáveis		6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
Margem Líquida		4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
Custos e Despesas Fixas		2.500	2.500	2.500	2.500	2.500
Depreciação		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Lucro Líquido no Nível Máximo		500	500	500	500	500
Depreciação		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Investimento Inicial	5.000					
Fluxo de Caixa no Nível Máximo	- 5.000	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
Quantidade Vendida no PE Operacional	875					
Receita de Venda no PE Operacional	8.750					
Lucro Líquido no PE Operacional		-	-	-	-	-
Fluxo de Caixa no PE Operacional	- 5.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Quantidade de Venda no PE Projeto	955					
Receita de Vendas no PE Projeto	9.547					
Lucro Líquido no PE Projeto		319	319	319	319	319
Fluxo de Caixa no PE Projeto	- 5.000	1.319	1.319	1.319	1.319	1.319
INDICADORES	NÍVEL MÁXIMO	PE OPERACIONAL		PE PROJETO		
TMA	10,0%	10,0%		10,0%		
VPL	686	-1.209		0		
TIR	15,2%	0,0%		10,0%		

Tabela 2 - Diferença entre ponto de equilíbrio operacional e ponto de equilíbrio do projeto

Fonte: o autor, 2015.

<sup>8</sup> Talvez, por esse motivo, o ideal fosse ao invés de denominar “receita no nível máximo” de atividade, ser “receita no nível de atividade projetado para o período”.

Considerando que a soma dos custos e despesas fixas, inclusive com a depreciação, atingem um montante de R\$ 3.500 e a margem de contribuição é de 40% (R\$ 4,00/unidade), a receita no PEO será de R\$ 8.750, equivalente a venda de 875 unidades no período. Nessas condições o LLE é zero, mas com o reingresso da depreciação, o fluxo de caixa é de apenas R\$ 1.000, o que gera um VPL negativo de R\$ 1.209.

Para atingir o fluxo líquido de benefício periódico que gera um VPL igual à zero (PEP), basta transformar o valor do investimento inicial em uma série de valor periódico uniforme equivalente utilizando-se a mesma TMA do projeto e acrescentar a ele o total dos custos e despesas fixas sem a depreciação. A divisão deste valor pela margem de contribuição gera o faturamento de equilíbrio. O PEP também pode ser calculado por meio da somatória dos valores presentes dos custos e despesas fixas de cada período com os investimentos e o resultado dividido pela margem de contribuição. A receita de equilíbrio resultante representa um valor total para todo o período de vida do projeto e pode ser transformada em uma série de valor periódico uniforme equivalente.

No exemplo acima o GCR é de 0,875 (Receita no PEO = R\$ 8.750, dividido pela Receita no nível normal de atividade = R\$ 10.000) indicando um grau de risco alto. Se as receitas projetadas variassem ao longo dos períodos de vida do projeto, esse valor mudaria. Para contornar essa situação, talvez fosse possível converter as receitas em uma série de valor periódico uniforme equivalente e calcular um GCR médio para o período.

O exemplo acima ilustra bem a situação de que a receita no ponto de equilíbrio leva a um VPL negativo. Se isso acontece, o projeto torna-se inviável. Verifica-se que existe um nível de receita que aliada a uma determinada TMA e todos os demais gastos fixos constantes, conduz ao VPL nulo. Com isso, talvez seja possível pensar em um grau de comprometimento da receita no ponto de equilíbrio do projeto ( $GCR_{PEP}$ ) medido pela razão entre a receita no ponto de equilíbrio do projeto e a receita no nível de atividade projetado para o investimento. Esse indicador no exemplo acima seria de 0,95 (R\$ 9.547 / R\$ 10.000). Esse indicador estabeleceria um novo patamar para o risco operacional do projeto, superior ao GCR apurado na sua forma convencional. O problema é que ele foge um pouco da simplicidade da forma de apurar o risco, que é a característica da Metodologia Multi-índice.

**Risco de Gestão** – O risco de gestão está relacionado com a experiência, conhecimentos, habilidades e competências da equipe gestora na condução de negócios similares. Para compor esse indicador, os gestores devem ser avaliados de acordo com alguns atributos considerados indispensáveis no exercício de suas atividades. Souza e Clemente (2009) propõem que o risco de gestão seja medido pela percepção que se faz sobre a equipe gestora de acordo com os atributos necessários para o desempenho de suas funções na organização. Cada atributo é medido em uma escala que varia de zero a um, onde o escore zero significa nenhuma competência e o escore um indica forte grau de competência do gestor para a variável medida. Ao final da avaliação, o grau de risco é

formado pela relação inversa da média geral dos escores obtidos para cada gestor em cada atributo avaliado.

Atributos	Áreas					
	Administrativo	Produção	Financeiro	Comercial	RH	Média
Aspectos Econômicos	0,40	0,30	0,80	0,70	0,50	0,54
Tendências da Indústria ou segmento	0,50	0,50	0,80	0,80	0,40	0,60
Processo Produtivo e Inovação	0,50	0,80	0,40	0,50	0,40	0,52
Negociação com stakeholders	0,60	0,50	0,70	0,90	0,80	0,70
Estratégias de Posicionamento	0,30	0,40	0,60	0,90	0,30	0,50
Média por área	0,46	0,50	0,66	0,76	0,48	0,57
Risco de Gestão Percebido	0,43					

Tabela 3 – Risco de gestão subdividido por função

Fonte: Souza e Clemente, 2009, p. 127.

Como pode ser visto na Tabela 3, cada membro da equipe foi avaliado e pontuado de forma isolada de acordo com a função que ocupa e a média dos escores atribuídos a cada um compõe o indicador de risco. De forma alternativa, Souza (2013) propõe uma avaliação conjunta da equipe, sem individualizar os gestores de acordo com a função que ocupa e incorpora outros itens avaliados, conforme exemplifica a Tabela 4.

Competência do grupo gestor, já no 1º ano, quanto a:	Pontuação
Aspectos Econômicos	0,40
Aspectos Financeiros	0,20
Tendências da Indústria ou segmento	0,80
Processo Produtivo e Inovação	0,00
Negociação com fornecedores	0,30
Fidelização de Cliente	0,70
Atração de Novos Clientes	0,80
Estratégias de Posicionamento	0,90
Competência Média	0,51
Risco de Gestão Percebido	0,49

Tabela 4 – Risco de gestão sem individualizar os gestores por função

Fonte: Souza, 2013.

Risco de Negócio – O risco de negócio associa-se a uma série de variáveis e entidades que compõe o ambiente no qual a empresa está inserida ou mantém alguma relação. São fatores sob os quais a equipe gestora pouco pode fazer para controlar, mas são capazes de afetar o futuro do empreendimento. Souza e Clemente (2009) propõem que este risco seja medido pela opinião de especialistas com base nas variáveis: político-legal, econômico, sociocultural, tecnológico e demográfico – PEST; cinco forças de Porter;



pontos fracos e ameaças. Os elementos de cada variável são medidos por uma escala que varia de zero a um, onde o zero indica ausência de risco e um indica risco máximo. O grau de risco de negócio é formado pela média, aritmética ou ponderada, atribuída para cada variável analisada, conforme exposto na Tabela 5.

P E S T		5 FORÇAS DE PORTER		S W O T	
Aspecto	Percepção*	Aspecto	Percepção*	Aspecto	Percepção*
Político-legal	0,20	Entrantes	0,4	Pontos Fracos	0,3
Econômico	0,40	Substitutos	0,7	Ameaças	0,6
Sócio cultural	0,40	Fornecedores	0,3		
Tecnológico	0,50	Clientes	0,5		
Demográfico	0,20	Concorrentes	0,6		
Média	0,34	Média	0,50	Média	0,45
Risco de Negócio Percebido = 0,43					

Tabela 5 – Risco de Negócio  
 Fonte: Souza e Clemente, 2009, p. 128.

Fernandes e Berton (2005) propõem uma metodologia para realizar um diagnóstico estratégico que envolve todo ambiente operacional da empresa e que pode ser adaptado para mensurar o risco de negócio. Sua estrutura conceitual parte do princípio de que o sucesso de um empreendimento depende tanto do seu desempenho em relação ao setor em que atua, quanto da forma como esse setor está estruturado. A metodologia pauta-se em cinco análises distintas: análise estrutural da indústria; análise do ciclo de vida do setor; análise do tamanho e do crescimento do mercado; análise da atratividade do setor; e, análise estratégica da concorrência.

#### 4 | SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO EM PROJETOS DE INVESTIMENTOS

O Método Clássico de análise de investimentos considera que as variáveis que compõem o fluxo de caixa do projeto são determinísticas como se fossem se realizar exatamente da forma como orçadas. Na verdade, tais valores são incertos e o que se faz em análise de investimentos é uma estimativa dos valores de cada variável segundo o melhor julgamento da equipe responsável pela elaboração do projeto. Logo, os números envolvidos são probabilísticos e assumem a característica de variáveis aleatórias.

A simulação de Monte Carlo (ou Método de Monte Carlo) é uma ferramenta que pode ser utilizada em ambientes incertos por meio da construção de centenas ou milhares de cenários possíveis e suas respectivas distribuições de probabilidades. “É uma técnica de amostragem artificial empregada para operar numericamente sistemas complexos que tenham componentes aleatórios” (COSTA; AZEVEDO, 1996, p. 100). Seu uso permite transformar um cenário incerto em um cenário de risco estimado por meio da geração

de amostras aleatórias de variáveis de saída a partir de várias amostras aleatórias de variáveis de entrada (SOARES, 2006). É utilizado em larga escala no estudo de fenômenos de diversas naturezas e propriedades cujas variáveis de entrada apresentam comportamento estocástico, o que possibilita avaliar um modelo que provavelmente seria de difícil observação na realidade (FREGA, 2009).

A simulação de Monte Carlo pode ser utilizada para inferir os resultados esperados em projetos de investimentos. Ao contrário de uma análise determinística, a simulação de Monte Carlo não calcula um único valor para cada indicador, mas uma série de valores, de modo que possibilita que sejam estimadas as respectivas distribuições de probabilidades de ocorrência de cada indicador de análise, em especial, a probabilidade de o resultado do projeto ser negativo (CORREIA NETO, 2009).

O Método de Monte Carlo possibilita a escolha de diversos tipos de distribuição de probabilidades com base no comportamento esperado das variáveis de entrada. Dentre os diversos tipos de distribuição possíveis, destacam-se a distribuição normal, a uniforme e a triangular. A distribuição normal, segundo Soares (2006), é provavelmente a mais usada. Uma distribuição normal padrão tem como característica apresentar média, mediana e moda iguais, fixadas ao centro da curva de distribuição, com assimetria zero e curtose três. Sua curva tradicional tem o formato de um sino com as laterais simetricamente distribuídas e os valores se dispersam em torno de desvios padrão com relação à média. Conforme Soares (2006) o Teorema do Limite Central dá suporte ao mostrar que à medida que o tamanho da amostra cresce, sua distribuição tende à normalidade. Porém isso pode não ser verdade quando se trata das variáveis de entrada de um projeto de investimento, cujo comportamento tende a ser não normalmente distribuído.

Corrar (1993) explica que mesmo quando as variáveis de entrada do modelo são normalmente distribuídas, não se pode inferir que a variável de saída resultante da simulação seja normalmente distribuída. O produto de duas ou mais variáveis aleatórias independentes e normalmente distribuídas pode não resultar em variável de saída normalmente distribuída. Ainda de acordo com Corrar (1993), o teorema de Craig e Aroian estabelece que o produto de duas variáveis aleatórias independentes e normalmente distribuídas somente se aproxima de uma distribuição normal quando seus coeficientes de variação se aproximam de zero. Quando a simulação de Monte Carlo é usada para em análise de projetos, o autor recomenda abandonar o uso da distribuição normal para prever a demanda e a receita gerada pelo investimento.

De acordo com Soares (2006), a distribuição triangular é utilizada quando é possível obter uma descrição subjetiva de uma população da qual se tem conhecimento limitado da sua distribuição. Fundamenta-se com as estimativas dos limites de variabilidade das variáveis de entrada, estabelecendo seus valores máximos e mínimos. Quando se trata de projetos de investimentos, os limites de variabilidade dos parâmetros de entrada são informações relevantes (SOUZA, 2013). O gráfico da distribuição triangular, como o próprio

nome indica, tem formato de um triângulo. Em análise de projetos de investimentos, quando se tem uma razoável estimativa dos limites de variabilidade das variáveis de entrada, o emprego da distribuição triangular se torna mais adequada.

# METODOLOGIA

A metodologia compreende os procedimentos e as regras estabelecidas para o método científico (RICHARDSON, 2012). Método, no sentido amplo da palavra, significa um ordenamento imposto aos diferentes processos necessários para atingir um resultado desejado (CERVO; BERVIAN; SILVA, 2007). Portanto, o método científico compreende o ordenamento de um conjunto de procedimentos a serem executados na investigação de um fato ou fenômeno (JUNG, 2003; CERVO; BERVIAN; DA SILVA, 2007). Método e técnica não se confundem, sendo esta subordinada àquela, de forma que a metodologia científica define um conjunto de técnicas e processos científicos empregados para solucionar um problema, objetivando a formulação sistemática do conhecimento (JUNG, 2003). Com vistas nisso, a presente seção apresenta as regras e os procedimentos empregados nesta tese.

## 1 | ESPECIFICAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA

Para Cervo, Bervian e Silva (2007), o problema de pesquisa é uma dificuldade teórica ou prática para a qual o pesquisador parte à procura de uma solução. Delimitar um problema de pesquisa pressupõe o conhecimento prévio do objeto de estudo, daquilo que se pretende investigar (RICHARDSON, 2012). Dessa forma, os pressupostos que fundamentam o problema de pesquisa devem-se aos seguintes fatos:

- a. no Método Clássico de análise de investimentos, embora a mensuração do risco seja uma preocupação, quase sempre acaba sendo limitado a um adicional sobre a taxa livre de risco para compor a TMA do projeto. Outras técnicas também são utilizadas, mas normalmente acabam sendo restritas à análise de sensibilidade ou análise de cenários otimista, pessimista e mais provável;
- b. a simulação de Monte Carlo, embora seja uma técnica capaz de mensurar a probabilidade de se perder dinheiro caso o projeto seja aceito, requer o uso de recursos específicos e de expertise por parte de quem opera com ela, o que provavelmente muitas empresas não possuem, principalmente entre as de pequeno e médio porte;
- c. a Metodologia Multi-índice de análise de investimentos de autoria de Souza e Clemente (2004) propõe uma escala para associar a medida de retorno com a percepção dos riscos envolvidos no empreendimento. Nessa escala, o risco financeiro é medido pelo indicador TMA/TIR e foi desenvolvida para operar com valores mais prováveis dos projetos de investimentos. Contudo, não foi feito um ajuste para quando se adicionam informações sobre a variabilidade dos parâmetros básicos de entrada do projeto;
- d. a atual escala de risco da Metodologia Multi-índice também apresentam outros

dois problemas: superestima a percepção do risco para determinados valores do indicador TMA/TIR; e, não permite uma estimativa imediata da probabilidade de obter VPL negativo ou nulo quando se adicionam informações sobre as variabilidades estimadas para os parâmetros básicos de entrada do fluxo de caixa do projeto (SOUZA, 2013).

Esta tese ajusta a escala atual para o indicador TMA/TIR da Metodologia Multi-índice. Dessa forma, seu uso oferece uma nova percepção do grau de risco financeiro contido no projeto objetivando melhorar o processo decisório.

## 2 | MODELO CONCEITUAL PROPOSTO

O modelo conceitual proposto parte da mensuração do risco financeiro por meio do indicador TMA/TIR, calculado a partir dos valores mais prováveis dos principais parâmetros do projeto. Como esses parâmetros contêm algum grau de incerteza, é provável que ao longo da vida útil do projeto eles sofram oscilações, de forma que não se realizem exatamente da forma como foram estimados. A escala de risco aqui proposta possibilitará inferir limites de probabilidade de se obter prejuízo no investimento por meio do cruzamento do valor obtido para o indicador TMA/TIR com o percentual de variabilidade considerado aceitável para os parâmetros básicos de entrada do projeto (quantidades, preço de venda, custos e despesas variáveis unitárias).

A Figura 15 sintetiza o modelo conceitual proposto para a tese. O quadro localizado à direita representa os parâmetros básicos (quantidades, preços e custos variáveis) a serem alterados em diferentes percentuais de acordo com a percepção dos investidores. A variação desses parâmetros também afeta o valor do indicador TMA/TIR, bem como todos os demais resultados do projeto. O centro da figura demonstra a probabilidade de se perder dinheiro no projeto, caso ele venha a ser recomendado. A probabilidade de perda pode ser expressa de diferentes formas que conduzem ao mesmo resultado, mas esta tese utiliza de modo mais intenso a probabilidade do VPL resultar menor ou igual à zero [ $P(VPL \leq 0)$ ]. A parte superior da figura apresenta a escala de risco proposta e a parte inferior complementa a percepção do risco com algumas informações monetárias que podem compor a Metodologia Multi-índice. Argumenta-se que todas essas informações juntas melhoram o processo decisório quanto a recomendar ou não o projeto.

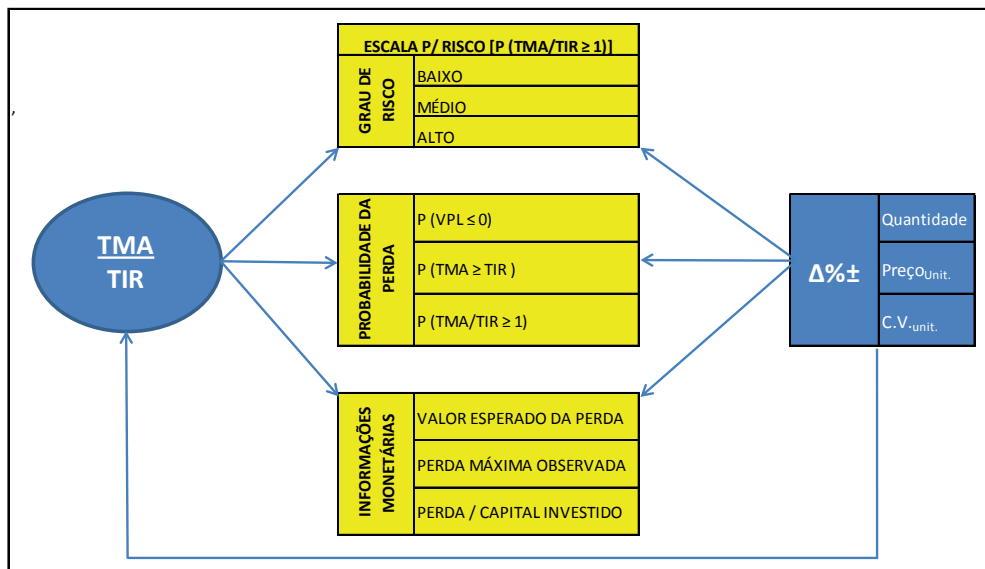


Figura 15 – Esquema do modelo proposto

Fonte: adaptado de notas de aula de Souza, 2014.

A nova escala de risco possibilita que o investidor tenha informações sobre os limites de probabilidade de se perder dinheiro caso o projeto venha a ser recomendado. Para tanto, ao avaliar um projeto o investidor precisará apenas de:

- calcular o VPL e o indicador TMA/TIR com base nos valores mais prováveis lançados no fluxo de caixa;
- estimar o percentual de variabilidade dos parâmetros básicos de entrada do projeto (quantidades, preço de venda e custos variáveis).

Pretende-se que a escala de risco possa fornecer as seguintes informações: dado o percentual de variabilidade nos parâmetros básicos de  $x\%$  e o valor do indicador TMA/TIR de  $x$ , o risco financeiro é... (baixo, médio ou alto). Se houver perda, a  $P(VPL \leq 0)$  será... (menor que  $x\%$ , para risco baixo; ou, maior que  $x\%$ , para risco alto) e será... (limitada a  $x\%$ , para risco baixo; ou, superior a  $x\%$ , para risco alto) do VPL do projeto.

### 3 | DEFINIÇÃO CONSTITUTIVA E OPERACIONAL

De acordo com Triviños (1987, p. 108), tanto as variáveis quanto as hipóteses são constituídas de conceitos. “Estes conceitos têm definições gerais que é preciso, em primeiro lugar, esclarecer de forma mais precisa”. Definir os termos significa deixá-los claros, compreensivos, objetivos e adequados a fim de não deixar dúvidas ou margem de erro na interpretação dos fatos (MARCONI; LAKATOS, 2010). Para as autoras, alguns conceitos podem estar claros e ajustados aos objetivos ou aos fatos que representam.

Outros, menos usados, podem oferecer ambiguidade de interpretação ou necessitam ser compreendidos com um significado específico. A operacionalização das variáveis consiste em fazer com que elas possam ser facilmente medidas, testadas e revestidas de utilidade prática (KERLINGER, 2003; TRIVIÑOS, 1987).

A definição constitutiva corresponde à definição de uma palavra da forma como ela é encontrada no dicionário. Significa definir uma palavra com outras palavras, portanto, são insuficientes para propósitos científicos (KERLINGER, 2003). De acordo com Gil (1991), quando os conceitos são muito complexos, é preciso primeiro defini-los teoricamente e, a partir daí, procede-se com a definição operacional dos conceitos ou variáveis, bem como suas dimensões, possibilitando identificá-los de maneira prática.

A definição operacional faz uma ponte entre os conceitos e as observações de modo a atribuir um significado a um constructo ou variável especificando as atividades ou as operações necessárias para medi-lo ou manipulá-lo (KERLINGER, 2003). Operacionalizar os conceitos ou variáveis é torna-los passíveis de observação empírica e de mensuração (GIL, 1991). Em outras palavras, a definição operacional consiste em tornar as variáveis dotadas de um sentido prático na pesquisa, expressando a forma como cada uma será mensurada na pesquisa.

Avaliar um projeto de investimento engloba duas categorias distintas de análise: a dimensão retorno e a dimensão risco. A Metodologia Multi-índice aborda a dimensão risco em cinco categorias, mas como o objetivo desta tese é melhorar a escala de risco por meio do indicador TMA/TIR, a dimensão risco será abordada em uma única categoria: o risco financeiro. Entretanto, como descrito no modelo conceitual proposto, o risco financeiro pode ir um pouco além e fornecer outros indicadores de forma a proporcionar mais subsídios para interpretar o grau de risco que o investidor está sujeito. O Quadro a seguir relaciona a categoria de análise risco financeiro e sua definição constitutiva e operacional:

Termo ou Variável	Definição Constitutiva	Definição Operacional
Risco Financeiro	Na Metodologia Multi-índice o Risco Financeiro refere-se à probabilidade de não se recuperar o capital investido no negócio. Este risco é avaliado pela probabilidade de o VPL do projeto de investimento resultar negativo ou nulo $[P(VPL \leq 0)]$ e pelo Valor Esperado da Perda $[E(Perda)]$ .	$[P(VPL \leq 0)] \rightarrow$ Obtida a partir do indicador TMA/TIR e da nova escala de risco proposta.
		$[E(Perda)] \rightarrow$ Obtida a partir da equação $P(L_{inf.} \leq k \leq L_{sup.}) * VPL_{Médio} + E(k \text{ limite}) * DP_{VPL}$ <p>Onde <math>K</math> = distribuição normal padrão com média zero e desvio-padrão um (<math>\mu = 0</math>; <math>\sigma = 1</math>), atribuído aos limites de probabilidade de perda.</p>

Quadro 9 - Definição constitutiva e operacional categoria de análise risco financeiro

Fonte: o autor, 2015.

## 4 | DELINEAMENTO DA PESQUISA

O delineamento refere-se ao planejamento da pesquisa em suas dimensões mais amplas (RICHARDSON, 2012) e envolve tanto a diagramação, a análise e a interpretação dos dados, considerando o ambiente onde esses dados serão coletados e a forma de controle das variáveis envolvidas (GIL, 1991). É a forma pelo qual um problema de pesquisa é concebido e colocado em um plano estruturado de investigação, tornando-se um guia para sua consecução (KERLINGER, 2003). É uma etapa que requer muito cuidado para que os procedimentos adotados conduzam aos objetivos sem correr em vieses que distorcem os fatos e levam a interpretações equivocadas, o que invalidaria o estudo. A seguir serão expostos os procedimentos delineativos da pesquisa.

### 4.1 Caracterização da pesquisa

Esta pesquisa se caracteriza como aplicada quanto à sua natureza; descritiva, explicativa e propositiva quanto aos objetivos; de modelagem matemática/estatística sobre uma base de dados já disponível quanto à estratégia de abordagem do problema; seccional quanto ao recorte temporal; *ex-post-facto* e de abordagem quantitativa quanto aos procedimentos de tratamento e análise dos dados.

É aplicada porque se propõe a gerar conhecimento prático ao contribuir com a Metodologia Multi-índice para melhorar a percepção dos riscos em projetos de investimentos. A pesquisa aplicada consiste no estudo sistematizado, motivado pela necessidade de resolver problemas concretos, tendo como resultado um novo produto ou novo processo (CASTRO, 2006). O conhecimento gerado a partir desta tese poderá ser utilizado por profissionais de análise de investimentos de forma que eles tenham uma percepção mais clara do grau de risco envolvido no projeto e melhor subsidiar a decisão. O risco financeiro



será mensurado por meio de uma nova escala para o indicador TMA/TIR, que associe o seu valor a uma determinada faixa de probabilidade de o VPL resultar menor ou igual à zero, dado um percentual de variabilidade nos parâmetros básicos do projeto.

Quanto aos objetivos, a presente pesquisa se caracteriza como descritiva. A pesquisa descritiva tem a finalidade de observar, registrar, analisar e interpretar os fenômenos sem interferir no seu conteúdo (ANDRADE, 2010; CERVO; BERVIAN; SILVA, 2007; GIL, 1991; TRIVINÓS, 1987). Representa um nível de análise que possibilita identificar as características, a ordenação e a classificação dos fenômenos (RICHARDSON, 2012). A pesquisa proposta permite estudar, compreender e descrever como os parâmetros do projeto, quando alterados, impactam sobre os seus resultados, constituindo potenciais fontes de riscos de se obter prejuízo caso o projeto de investimento seja aceito.

A pesquisa também tem objetivo explicativo. Este tipo de pesquisa objetiva ampliar generalizações, definir leis mais amplas, estruturar sistemas e modelos teóricos, relacionar e gerar outras hipóteses (JUNG, 2003). A pesquisa explicativa ocorre ao final, quando o indicador TMA/TIR será mensurado em uma escala de forma que seja possível interpretá-lo em diferentes níveis de risco, do baixo ao alto, com sua respectiva faixa de probabilidade de obter VPL negativo ou nulo ao manipular os parâmetros básicos do projeto em um determinado percentual de variabilidade. Essa fase requer uma interpretação de forma rigorosa para que o risco não resulte sub ou superavaliado. Já a fase propositiva dos objetivos da pesquisa surge da consequente escala melhorada.

Quanto à abordagem do problema, a pesquisa utiliza-se de uma base de dados já existente caracterizada por projetos de investimentos elaborados por acadêmicos concluintes do curso de graduação em Administração. Os fluxos de caixa dos projetos tiveram seus parâmetros básicos de entrada (quantidade, preço de venda e custos e despesas variáveis) perturbados para chegar às probabilidades de se obter VPL igual ou inferior à zero. A escala proposta relaciona o valor do indicador TMA/TIR com as probabilidades de perda dos projetos. O valor esperado da perda relaciona o VPL com as probabilidades limites de perdas inferidas na escala para os graus de risco baixo e alto.

## 4.2 Procedimentos técnicos de coleta e análise dos dados

Quanto aos procedimentos técnicos de coleta de dados, a pesquisa se caracteriza por ser seccional quanto ao recorte temporal, estudo *multicasos*, *ex-post-facto* e de abordagem quantitativa.

O trabalho utiliza dados primários e secundários. Malhotra (2006) descreve que os dados primários são aqueles gerados pelo pesquisador para suprir necessidades específicas, enquanto os secundários são aqueles coletados para outros objetivos que não os do problema em pauta. Os dados primários foram obtidos com investidores ou pessoas com poder de decisão em projetos de investimentos. Os dados secundários foram

extraídos dos projetos de investimentos desenvolvidos por acadêmicos concluintes do curso de graduação em Administração da Pontifícia Universidade Católica do Paraná em seus trabalhos de conclusão de curso realizados entre os anos de 2010 a 2012. Os dados extraídos desses trabalhos foram utilizados para construir e avaliar a nova escala de risco financeiro, conferindo ao trabalho uma abordagem *multicasos*.

Para a coleta dos dados primários foram realizadas entrevistas estruturadas por meio de um instrumento de coleta de dados, denominado por Cervo, Bervian e Silva (2007) de formulário. Formulário é um instrumento de coleta de dados que conta com a presença do próprio investigador, que faz as interrogações e anotações (CERVO; BERVIAN; SILVA, 2007). A justificativa pela adoção do formulário deve-se ao fato da necessidade do pesquisador deixar claro aos respondentes, no caso os investidores, alguns pontos da pesquisa que envolve conceitos de distribuição de probabilidades, fronteiras de risco e outros elementos que precisavam estar bem claros antes das respostas. O formulário encontra-se no Apêndice A.

O questionário de coleta de dados passou por duas fases de pré-teste. Na primeira o instrumento foi entregue a dois investidores da cidade de Joinville, Santa Catarina que o preencheram sem a presença do pesquisador. Essa etapa demonstrou que eles não conseguiram compreender os conceitos de probabilidade e fronteiras de riscos e as respostas apresentaram foram inconsistentes (por exemplo, dizer que o risco mínimo aceitável de perda seria de 50% e que a partir de 50% de probabilidade de perda, não aceitaria investir no projeto). Passada essa primeira fase, o questionário foi modificado, procurado deixar de forma mais clara possível os pontos que precisavam ser bem compreendidos, inclusive o formulário foi ilustrado com figuras e exemplos. Feito isso foi realizado uma segunda rodada de teste onde o formulário foi aplicado a 20 alunos de graduação do curso de Administração e 26 alunos de cursos de especialização na área de negócios do Centro Universitário Católica de Santa Catarina em Jaraguá do Sul, com a presença do entrevistador que explicou esses pontos e o que se pretendia mensurar. Dessa vez, os resultados apresentaram mais consistência, ainda que não reflita a opinião de pessoas que assumem a decisão de investimentos de capital. Novamente o instrumento de coleta passou por novos ajustes para só então, passar a ser aplicado aos investidores.

Tanto os dados primários quanto os secundários referem-se a um momento específico de tempo. As entrevistas com os investidores foram realizadas em período único, objetivando coletar informações pontuais sobre suas experiências em projetos de investimentos. Os projetos desenvolvidos pelos concluintes do curso de graduação em Administração são aqueles referentes aos anos 2010 a 2012. Logo, a pesquisa analisa um momento e não a evolução ao longo de um período de tempo, o que lhe caracteriza como um estudo seccional quanto ao recorte temporal. Para Richardson (2012) nos estudos de corte transversal [ou seccional] os dados são coletados em um ponto no tempo, com base em uma amostra selecionada para descrever as características de uma determinada

população nesse determinado momento.

A pesquisa se classifica como *ex-post-facto* por se utilizar de dados já ocorridos. Kerlinger (2003) descreve a pesquisa *ex-post-facto* como aquela na qual não é possível manipular as variáveis ou designar sujeitos ou condições aleatoriamente. Para Gil (1991) a pesquisa *ex-post-facto* se realiza depois dos fatos, o pesquisador não tem controle sobre as variáveis e os procedimentos lógicos de delineamento são semelhantes aos dos experimentos, embora não sejam experimentos propriamente ditos. Esta tese utiliza-se dos dados originais extraídos dos projetos de investimentos, nos quais apenas as quantidades, preços e custos variáveis foram alterados percentualmente para representar a variabilidade desses parâmetros.

Trata de um trabalho com abordagem quantitativa quanto aos procedimentos de coleta, análise e tratamento dos dados. A pesquisa quantitativa procura quantificar os dados aplicando alguma forma de análise estatística (MALHOTRA, 2006). Richardson (2012) alega que o método quantitativo se caracteriza pela quantificação tanto na coleta de informações, quanto no tratamento das variáveis por meio de técnicas estatísticas. Ainda de acordo com Richardson (2012), o método quantitativo representa a intenção de garantir a precisão dos resultados e evitar distorções na análise e interpretação dos resultados, o que proporciona maior segurança nas inferências. Para elaborar a escala de risco para o indicador TMA/TIR foi utilizada experimentação numérica por meio da manipulação dos parâmetros básicos de entrada dos projetos. Por meio dessa experimentação, chegou-se à probabilidade de cada projeto obter VPL negativo ou nulo.

### 4.3 População e amostra

Richardson (2012) descreve população ou universo como um conjunto de elementos que possuem determinadas características. Para mensurar as probabilidades de perda [ $P(VPL \leq 0)$ ] será necessário recorrer a uma série de projetos de investimentos. Estes projetos compreenderiam a verdadeira população da presente tese. Entretanto, ter acesso a uma infinidade de projetos reais seria praticamente impossível, de forma que os pesquisadores recorrem a pequenas parcelas dessa população, constituindo as amostras pelas quais procuram inferir os resultados a toda população (FIELD, 2009).

Da mesma forma que Bendlin (2013), não serão utilizados projetos de investimentos elaborados para órgãos de fomento de capital, dada a superficialidade requerida na análise, cuja essência recai sobre as garantias fornecidas pelo adquirente do financiamento. Em função da dificuldade de acesso a diversos projetos reais de investimentos e pelos atributos requeridos quando os projetos são destinados a esses órgãos de fomento, a amostra do estudo foi escolhida por conveniência.

A população desta tese é formada por 86 projetos de investimentos elaborados entre os anos 2010 a 2012 pelos acadêmicos concluintes do curso de graduação em

Administração da Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Esses projetos são idealizados para constituir um novo empreendimento industrial, comercial ou prestador de serviço e contém todos os elementos que a presente tese necessita. Todas as etapas do projeto, assim como a estrutura do empreendimento proposto, são detalhadas e os parâmetros e valores financeiros envolvidos são obtidos a partir dos estudos realizados. Portanto, apesar das possíveis limitações inerentes aos trabalhos de conclusão de curso de graduação, o que a tese necessita são as demonstrações de resultados e os consequentes fluxos de caixa do empreendimento para que a nova escala de risco financeiro seja elaborada, testada e validada, independentemente se os valores envolvidos sejam reais ou fictícios, desde que sejam consistentes.

A quantidade de projetos por ano consta no Quadro 10:

Ano	Quantidade
2010	46
2011	15
2012	25
TOTAL	86

Quadro 10 – População de projetos por ano

Fonte: o autor, 2015.

Os projetos de investimentos foram elaborados para um horizonte de planejamento de cinco ou dez anos. A amostra foi selecionada por conveniência abrangendo apenas os projetos com horizonte de dez anos de análise. Dessa forma, 21 projetos foram eliminados por terem sido idealizados para cinco anos e outros 13 tiveram que ser excluídos por alguma razão conforme detalhada o Quadro 11:

Quant.	Descrição
21	Projetos de 5 anos
08	Projetos com arquivo corrompido
04	Projetos incompletos (falta de parâmetros)
01	Projeto com VPL negativo
34	Total de projetos excluídos da amostra

Quadro 11 – Resumo dos trabalhos excluídos

Fonte: o autor, 2015.

Os 52 projetos selecionados encontram-se relacionados a seguir:

SEQ.	CÓD.	NOME	ANO
1	01	Editora Estante de Bolso	2012
2	02	Esc Móveis	2012
3	03	Futuro Soluções	2012
4	04	Hospital Oncopaliare	2012
5	05	Modelagem 3 D	2011
6	06	Restaurante Sabor da XV	2012
7	07	Sigeres	2011
8	08	Tecnbelt Automação	2012
9	09	Vita Massas	2010
10	10	Ambiental Tijolos Ecológicos	2012
11	11	Biotelhas	2012
12	12	BKF Tapumes Ecológicos	2012
13	13	Bloctex	2012
14	14	Cadac Cozinhas	2012
15	15	Carrara Taxi Aéreo	2012
16	16	Ecovest Camisas	2012
17	17	Espaço Boliche	2012
18	18	Esse-Eu-Levo Site de Leilão	2012
19	19	CWB Hotel Personalite	2010
20	20	Fenix Fios Ecológicos	2012
21	21	Fromage Racletaria	2012
22	22	Isothermic Coberturas	2012
23	23	Kaldi Café	2012
24	24	Metalúrgica Portfort	2012
25	25	Molde Lares Estofados	2012
26	26	Nutri Alimentos	2012
27	27	Oxihealth Esteiras	2012
28	28	Recall Recapadora	2012
29	29	Reciclopel Indústria de Aparas	2012
30	30	Arqdesign	2011
31	31	Blocks Artefatos de Cimento	2011
32	32	Estofaria Carga Pesada	2011
33	33	Flat Montreal	2011
34	35	Lar Esperança Clínica	2011
35	36	Lavanderia Acqua Wash	2011
36	38	Massa Express	2011
37	39	Olimpo Estruturas Metálicas	2011
38	42	Quatro Estações	2010
39	44	Apart Hotel Double Life	2010
40	46	Bioware	2010

41	49	Colégio Multicultural de Curitiba	2010
42	53	Hotel Spa Sonho de Cão	2010
43	54	Indústria Oceano	2010
44	55	Lavi Lavanderia Industrial	2010
45	56	Le Champ Pub	2010
46	57	Leben Bier Cervejaria	2010
47	58	Magnus Cosméticos	2010
48	59	Martelinho Verde Reparação Automotiva	2010
49	60	Parceiros da Melhor Idade	2010
50	61	SRC Soluções para Resíduos Usina de Reciclagem	2010
51	62	Vida e Sabor Culinária Orgânica	2010
52	63	Zero Açúcar	2010

Quadro 12 – Projetos originais de investimentos selecionados

Fonte: o autor, 2015.

O rigor técnico dos projetos é uma característica requerida. Apesar de estes projetos terem sido elaborados por acadêmicos concluintes de curso de graduação, contêm o mesmo ou até mais rigor que os projetos de investimentos reais, elaborados com a finalidade de captar financiamento para o aporte de capital necessário ao empreendimento. Além de envolver uma intensa pesquisa de campo onde as informações relevantes são coletadas, os projetos desenvolvidos pelos acadêmicos são orientados por professores com experiência nas diversas áreas das empresas.

Apesar de toda rigorosidade, entre os 52 projetos selecionados, 24 apresentam indicador TMA/TIR abaixo de 0,60. Testes prévios evidenciaram que projetos com indicador até esse patamar geralmente não apresentam nenhuma probabilidade de perda quando seus parâmetros básicos oscilam 10, 15 ou 20%. Mesmo quando apresentam alguma possibilidade de perda, quase sempre essas probabilidades são insignificantes, abaixo de 1%. São raros os casos de projetos com TMA/TIR até 0,60 que apresentam probabilidade de perda mais alta.

Como o valor do indicador pode influenciar na probabilidade do VPL resultar negativo, os projetos com TMA/TIR abaixo de 0,60 não foram excluídos da amostra. Mas, a partir deles foram criados outros com valores modificados seguindo algum critério de forma a diminuir propositalmente a TIR e, conseqüentemente, elevar o valor do indicador TMA/TIR acima de 0,60. Os critérios adotados consistiram em diminuir as quantidades e preços de venda e aumentar os custos variáveis em um mesmo percentual para ambos os parâmetros. Para todos esses projetos, os critérios adotados ficaram situados entre 2% e 10%, a depender da sensibilidade da TIR em relação aos parâmetros básicos de entrada.

Além desses 24 projetos “espelhos”, outros três com TMA/TIR acima de 0,60 também tiveram seus parâmetros modificados. Nestes, apesar do valor do indicador ser relativamente alto, suas probabilidades de perda ainda resultam muito baixas quando seus parâmetros oscilam 10, 15 ou 20%. Os projetos 33 e 36, cujas TMA/TIR são 0,66 e 0,62,

respectivamente, as probabilidades de perda resultam nulas quando seus parâmetros oscilam nesses três patamares. Já o projeto 39, as probabilidades de perda foram: zero, ou pouco acima disso, com 10 e 15% de variação nos parâmetros e pouco acima de 0,02 com 20% de oscilação.

A relação nominal dos 27 projetos “espelhos” encontra-se no Quadro 13. Com exceção dos três que se encontram assinalados, todos os demais foram originados a partir de projetos cujos indicadores TMA/TIR resultam abaixo de 0,60. Dessa forma, a composição final da amostra final passa a ser composta por 79 projetos de investimentos com horizontes de dez anos de planejamento, sendo: 52 projetos originais e mais 27 projetos “espelhos”.

SEQ.	CÓD.	NOME	ANO
01	01.b	Editora Estante de Bolso Modif	2012
02	02.b	Esc Móveis Modif	2012
03	03.b	Futuro Soluções Modif	2012
04	05.b	Modelagem 3D Modif	2011
05	06.b	Restaurante Sabor da XV Modif	2012
06	07.b	Sigeres Modif	2011
07	08.b	Tecnbelt Automação Modif	2012
08	10.b	Ambiental Tijolos Ecológicos Modif	2012
09	11.b	Biotelhas Modif	2012
10	13.b	Bloctex Modif	2012
11	15.b	Carrara Taxi Aéreo Modif	2012
12	24.b	Metalúrgica Portfort Modif	2012
13	27.b	Oxihealth Esteira Modif	2012
14	28.b	Recall Recapadora Modif	2012
15	31.b	Blocks Artefatos de Cimento Modif	2011
16	32.b	Estofaria Carga Pesada Modif	2011
17	33.b	Flat Montreal Modif	2011
18	35.b	Lar Esperança Clínica Modif	2011
19	36.b	Lavanderia Acqua Wash Modif	2011
20	39.b	Olimpo Estruturas Metálicas Modif	2011
21	46.b	Bioware Modif	2010
22	49.b	Colégio Multicultural de Curitiba Modif	2010
23	54.b	Indústria Oceano Modif	2010
24	55.b	Lavi Lavanderia Industrial Modif	2010
25	56.b	Le Champ Pub Modif	2010
26	61.b	SRC Soluções para Resíduos Usina de Reciclagem Modif	2010
27	62.b	Vida e Sabor Culinária Orgânica Modif	2010

Quadro 13 – Projetos “espelhos” criados a partir dos respectivos originais, cujos parâmetros foram modificados

Fonte: o autor, 2015.

A nova escala proposta para mensurar o risco financeiro por meio do indicador TMA/TIR foi elaborada a partir dos projetos de investimentos selecionados, conforme descrito acima. Entretanto, foi preciso estabelecer alguns pressupostos, sem os quais impossibilitaria sua realização. Tais pressupostos consistem em: a) estabelecer em 10% os percentuais de variabilidade que incidem sobre os parâmetros básicos do projeto; b) o percentual de variabilidade estabelecido atua de forma igual em ambos os parâmetros; c) escolher a distribuição de probabilidade triangular como sendo a que melhor se enquadra à natureza desses parâmetros; d) estabelecer as fronteiras de risco baixo e alto em 5% e 20%, respectivamente.

Não há evidências sobre esses pressupostos a fim de saber se eles correspondem com a opinião dos investidores. Dessa forma, a tese também procurou coletar informações de alguns investidores ou pessoas que tenham autonomia em decisões de investimentos. Para isso, foram entrevistadas 21 pessoas, todas experientes nesse tipo de decisão, selecionadas por conveniência. Nove entrevistados partiram dos contatos do autor da tese e os demais foram indicados entre eles. Todas as entrevistas foram realizadas entre os meses de outubro e novembro de 2014 e fevereiro de 2015.

#### **4.4 Procedimentos técnicos de tratamento dos dados**

Os dados coletados para esta tese decorrem dos fluxos de caixa dos projetos de investimentos e das entrevistas realizadas com investidores ou pessoas com poder decisório em investimentos. Para atingir aos objetivos propostos, utilizou abordagem quantitativa quanto aos procedimentos técnicos de tratamento e análise dos dados. Esta subseção descreve os detalhes dos procedimentos adotados em duas partes: a primeira descreve e justifica os tratamentos dos dados decorrentes dos projetos de investimentos; e, a segunda, refere-se aos dados primários obtidos nas entrevistas.

##### **4.4.1 *Tratamento dos dados decorrentes dos projetos de investimentos***

A composição da nova escala de risco para o indicador TMA/TIR tem origem nos projetos de investimentos conforme descrito na subseção anterior. A base de dados dos testes realizados parte das demonstrações de resultado e dos fluxos de caixa contidos nos respectivos projetos que contém todos os parâmetros de entrada necessários. Eles descrevem os produtos ou serviços a serem produzidos e/ou comercializados, informam as quantidades vendidas, os preços que serão praticados no mercado, bem como os custos e despesas variáveis de cada produto ou serviço. No entanto, os projetos compõem a “base bruta” dos dados e para atender às necessidades desta pesquisa, alguns procedimentos de coleta e tratamento dos dados foram adotados, subdividindo-se nas seguintes etapas descritas na sequência:



1. padronização das demonstrações de resultado e respectivos fluxos de caixa;
2. cálculo dos indicadores de retorno e de risco utilizados nas estatísticas;
3. cálculo das respectivas probabilidades de perdas [ $P(VPL \leq 0)$ ];
4. extração de estatísticas descritivas e de correlações;
5. análise de *clusters* a partir dos indicadores de retorno e de risco dos projetos;
6. análise de sensibilidade dos parâmetros básicos;
7. cálculo de regressão por mínimos quadrados ordinários.

Com a realização das etapas um a quatro e os pressupostos descritos anteriormente, foi possível elaborar a escala de risco para avaliar o risco financeiro por meio do indicador TMA/TIR, estabelecer os limites das probabilidades de perda e calcular o valor esperado da perda, caso o projeto apresente alguma chance de malogro financeiro. As etapas subsequentes complementam as análises com o objetivo de compreender os padrões dos projetos. Na sequência serão descritos os detalhes operacionais de cada um dos procedimentos utilizados no tratamento dos dados desta tese:

#### 1) Padronização das demonstrações de resultado e respectivos fluxos de caixa:

As quantidades, preços de venda e os custos variáveis são os parâmetros que devem ser “perturbados” em determinado percentual, para mais e para menos em torno dos valores mais prováveis contidos nos projetos, para obter as probabilidades de perda de cada projeto. Esse procedimento é feito por meio da Simulação de Monte Carlo, sendo que para a sua operacionalização, utilizou-se o *software Crystal Ball*, que é um suplemento incorporado ao *Microsoft Excel*. Para viabilizar esse procedimento, foi preciso padronizar as demonstrações de resultado e os respectivos fluxos de caixa de cada projeto de investimento em um único formato, conforme o modelo apresentado na Figura 16:

EMPRESA:					
% Variabilidade	10%	Ano 1	Ano 2	Ano ...	Ano 10
Volume de Vendas (x% p/ baixo)	0,90	9	9	9	9
Volume de Vendas		10	10	10	10
Volume de Vendas (x% p/ cima)	1,10	11	11	11	11
Preço de Vendas (x% p/ baixo)	0,90	9,00	9,00	9,00	9,00
Preço de Venda		10,00	10,00	10,00	10,00
Preço de Vendas (x% p/ cima)	1,10	11,00	11,00	11,00	11,00
Custos Variáveis (x% p/ baixo)	0,90	3,60	3,60	3,60	3,60
Custos Variáveis		4,00	4,00	4,00	4,00
Custos Variáveis (x% p/ cima)	1,10	4,40	4,40	4,40	4,40
DEMONSTRAÇÃO DE RESULTADOS PELO CUSTEIO VARIÁVEL					
<b>Receita Bruta</b>					
(-) Impostos sobre as Vendas					
<b>Receita Líquida</b>					
(-) Custos Variáveis dos Produtos Vendidos					
<b>= Margem Bruta</b>					
(-) Despesas Variáveis					
<b>= Margem Líquida</b>					
(-) Custos e Despesas Fixas					
(-) Despesas de Juros					
<b>= Resultado Antes dos Juros, IR e CSL</b>					
(-) IR e CS sobre o Lucro					
<b>Resultado Líquido do Exercício</b>					
FLUXO DE CAIXA DO INVESTIMENTO					
<b>= Resultado Líquido do Exercício</b>					
(+) Depreciação					
(-) Amortização de Financiamentos					
(-) Investimento Inicial em Ativo Fixo					
(-) Despesas Pré-Operacionais					
(-) Capital de Giro					
(+) Liberação de Financiamento					
(+) Valor Residual					
<b>= Fluxo de Caixa do Período</b>					

Figura 16 – Modelo de Demonstração de Resultado e Fluxo de Caixa padronizado

Fonte: o autor, 2015.

A demonstração de resultado é elaborada pelo custeio variável, conforme preconiza a Metodologia Multi-índice para que os parâmetros básicos pudessem ser alterados nas simulações. Na parte superior da Figura acima, os valores realçados em verde ilustram os parâmetros básicos que foram manipulados em determinados percentuais para realizar as simulações e obter as probabilidades de perda. Os demais valores que compõem as demonstrações de resultados e fluxos de caixa dos projetos não sofreram oscilações para mais e para menos em torno dos seus valores mais prováveis.

## 2) Cálculo dos indicadores de retorno e de risco utilizados nas estatísticas:

Após padronizar todos os projetos em planilhas do Excel, os indicadores de retorno (VP, VPL, VPLa, IBC e ROIA) e de risco (TMA/TIR e PB/N) foram recalculados considerando os valores constantes nos respectivos projetos. Embora isso seja uma duplicação de

trabalho, justifica-se em evitar possíveis erros que estivessem contidos nos respectivos originais. Para a proposição da nova escala de risco só os indicadores VPL e a TIR são necessários, mas todos os demais foram calculados para caracterizar a amostra e também para atender outras análises realizadas.

3) Cálculo das respectivas probabilidades de perdas [P (VPL ≤ 0)]:

Em seguida foi realizada experimentação numérica. Para isso, cada parâmetro básico de entrada (quantidades, preços, e custos variáveis) foi submetido simultaneamente à variação percentual, tanto para mais quanto para menos, aplicada sobre os valores base. A probabilidade de obter VPL negativo ou nulo [P (VPL ≤ 0)] de cada projeto foi calculada por meio da simulação de Monte Carlo, realizada com auxílio do *software Crystal Ball*. Para tanto, todos os projetos foram submetidos a dez rodadas de simulação com 5.000 ou 10.000 interações (*runs*) cada (metade com 5.000 e metade com 10.000 *runs*). Em cada rodada retirou-se, além da respectiva P (VPL ≤ 0), o VPL e o desvio-padrão médio da simulação. As P (VPL ≤ 0) adotadas para cada projeto correspondem às médias das dez simulações realizadas. O mesmo procedimento foi adotado para os demais indicadores.

Para realizar as simulações de Monte Carlo, alguns pressupostos tiveram que ser estabelecidos e utilizados de forma uniforme em todos os projetos:

- a. fixar a faixa de oscilação para os parâmetros básicos de entrada em 10%;
- b. os percentuais de variação ocorrem de forma idêntica para ambos os parâmetros;
- c. quando o projeto envolvia a produção e/ou comercialização de mais do que um produto (nesta tese denominados de projetos de múltiplos produtos), os parâmetros de mesma natureza foram correlacionados positivamente<sup>1</sup> em 1,0;
- d. as quantidades e os preços de venda foram correlacionados negativamente em 0,6; e os preços de venda e os custos variáveis positivamente em 0,8;
- e. tanto os custos fixos quanto as despesas fixas não oscilam;
- f. a distribuição de probabilidade escolhida para cada parâmetro básico do projeto foi a triangular;
- g. o valor residual dos projetos, quando existente, foi limitado a 20% do valor do investimento inicial em ativo imobilizado.

Na sequência, seguem as justificativas de cada procedimento adotado:

**(a)** A faixa de oscilação para mais e para menos foi fixada em 10% em torno do valor considerado mais provável. Embora na realidade as variações dos parâmetros possam ser diferentes, 10% é quase um padrão tanto em nível teórico quanto prático.

**(b)** Considera que todos os parâmetros apresentam o mesmo percentual de variabilidade. Esse é um pressuposto de ordem prática de forma a viabilizar a proposição

---

<sup>1</sup> Isso significa correlacionar quantidade com quantidade, preço com preço e custo variável com custo variável.

da escala. Caso não fosse assim, seria necessário construir uma escala de risco para cada situação, algo quase impraticável, ainda que assuma que apenas três parâmetros sofrem variação.

**(c)** Os procedimentos para correlacionar os parâmetros de mesma natureza foram simplificados: somar as quantidades; e, ponderar tanto os preços de venda, quanto os custos variáveis às respectivas quantidades. Para os projetos de múltiplos produtos, as probabilidades de perda resultam exatamente iguais ao manter todos os produtos individualmente com as respectivas correlações dos parâmetros de mesma natureza (coeficiente = 1,0) ou agrupados como se fosse produto único (foram realizados alguns testes *a priori* envolvendo ambas as situações e todos resultaram iguais).

Ao correlacionar os parâmetros de mesma natureza assume-se que, quando as vendas de um produto sobem, a dos demais também sobem na mesma proporção e vice-versa. O mesmo acontece com os preços de venda e custos variáveis. A justificativa para essa correlação deve-se ao fato que não são empreendimentos diversificados, seja em relação aos produtos que comercializam, mercados que atendem e bases tecnológicas empregadas. Em todos os projetos analisados, os produtos ou serviços são substitutos relativamente próximos entre si, utilizam as mesmas bases tecnológicas produtivas, os mesmos esforços de comercialização e são ofertados para os consumidores dos mesmos mercados. Esses fatos vão ao encontro às teorias de crescimento das firmas de Guimarães (1989) e Penrose (2006), nas quais as firmas não diversificadas cujos produtos comercializados atendem ao mesmo mercado, todos eles reagem da mesma forma às oscilações da demanda. Logo, a queda nas vendas ou nos preços de um produto impõe a queda dos demais, provocando um decréscimo nas receitas e nos lucros totais, arrefecendo sua acumulação interna e o seu potencial de crescimento.

Existe ainda outra consideração com relação à correlação dos parâmetros de mesma natureza. Para os projetos de múltiplos produtos, os testes realizados *a priori* evidenciaram o fato de que quando as probabilidades de perda foram calculadas sem as correlações, os resultados foram menores do que quando calculadas com as respectivas correlações. A lógica contida refere-se ao fato de que sem as correlações, a queda no valor do parâmetro de um produto pode ser compensada com o aumento no valor do mesmo parâmetro do outro e vice-versa. Essa compensação não ocorre quando os parâmetros de mesma natureza são correlacionados e, portanto, aumentam as probabilidades de perda. Dessa forma, impõe aos projetos uma configuração mais conservadora em relação ao risco financeiro evidenciado.

**(d)** As correlações entre os parâmetros distintos: negativas entre preços e quantidades (coeficiente = -0,60) e positivas entre preços e custos variáveis (coeficientes = 0,80) são de ordem práticas. Essas hipóteses ignoram os diferentes graus de elasticidade entre demanda e preço dos produtos e isso, nem sempre é verdadeiro, pois, de acordo com Wonnacott et al. (1982), existem alguns fatores que são determinantes da elasticidade,

tais como: produtos supérfluos versus produtos necessários; nível de renda das pessoas; existência de produtos substitutos; tempo decorrido entre a oscilação do preço e a variação no grau de procura pelo produtos etc. Ainda de acordo com os autores, de maneira geral, os produtos mais sensíveis são aqueles que possuem um grande peso no orçamento e aqueles itens que possuem substitutos próximos. Logo, o grau de elasticidade de cada projeto analisado pode ser diferente e esse fato teve que ser ignorado para que o trabalho pudesse ser realizado.

Os coeficientes de correlação estimados entre os parâmetros distintos afetam as probabilidades de perda em diferentes níveis a depender da sensibilidade do valor do projeto em relação a cada parâmetro. Como descrito, as correlações dos parâmetros de mesma natureza afetam positivamente as probabilidades de perda, isto é, elas resultam maiores ao serem correlacionados. Em contraponto, os testes realizados *a priori* evidenciam que as correlações negativas entre quantidade e preço e positivas entre preço de venda e custo variável apresentam efeito contrário e diminuem as probabilidades de perda. Os efeitos de ambas as correlações serão detalhadas na apresentação e análise dos resultados.

**(e)** Os custos e despesas fixas não foram manipulados. Embora os gastos fixos possam apresentar impactos em diferentes proporções e afetar as probabilidades de perda dos projetos, considerou-se que esses valores podem ser estimados com um menor nível de incerteza e, portanto, sujeitos a menor aleatoriedade. De qualquer modo, testes evidenciaram que esses valores impactam relativamente pouco nas probabilidades de perda dos projetos que compõem a amostra<sup>2</sup>.

**(f)** Com relação à distribuição de probabilidade dos valores dos parâmetros, adotou-se a triangular. A simulação de Monte Carlo apresenta diferentes alternativas além dessa: normal, uniforme, beta, lognormal etc. Na distribuição normal os valores podem não ter limites, partem do menos infinito ao mais infinito, embora os de mais provável ocorrência situam-se em torno da média. Já a distribuição uniforme considera que todos os valores são igualmente prováveis, o que caracteriza um maior grau de incerteza quanto aos valores das variáveis envolvidas.

A princípio, qualquer tipo de distribuição de probabilidades poderia ser utilizada para representar a variabilidade dos parâmetros básicos de entrada de um projeto de investimento, porém a triangular foi escolhida porque tanto considera que há um valor mais provável, impõe limites mínimo e máximo e, à medida que os valores se afastam na direção dos limites, suas respectivas probabilidades diminuem. A Figura 17 ilustra os dois tipos de distribuições de probabilidade que provavelmente são as mais simples e utilizadas para descrever a variabilidade dos parâmetros básicos de entrada de um projeto de investimento.

---

2 O impacto dos custos e despesas fixas nas P (VPL <0) será apresentado na próxima sessão desta tese.

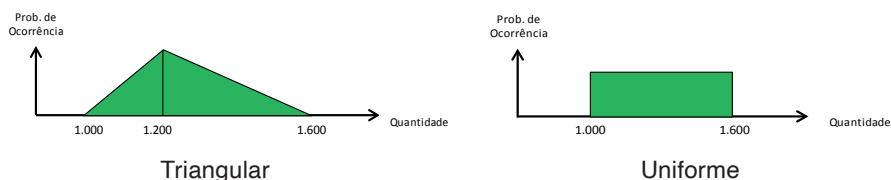


Figura 17 – Distribuição de probabilidade

Fonte: o autor, 2015.

A escolha do tipo de distribuição de probabilidade de ocorrência dos valores dos parâmetros básicos do projeto foi um fator importante para esta tese. Dependendo de qual seja escolhida, as probabilidades de perda resultam diferentes. Entre a uniforme e a triangular, caso a primeira fosse adotada, as probabilidades de perda seriam majoradas e a escala resultante apresentaria outra configuração. Contudo, são as características das variáveis que determinam aquela que deve ser adotada e não o resultado a que se pretende chegar. Logo, a distribuição triangular foi considerada a mais adequada dada as características dos projetos.

(g) Adicionalmente, alguns projetos tiveram seus valores residuais alterados. A determinação desse valor em projetos de investimento não é fácil. A literatura trás diferentes formas de estimativa desse valor, mas o fato é que não existe uma que possa ser considerada exata. Porém, a razão de limitar esse valor a 20% do investimento inicial em ativo imobilizado deve-se ao fato de que alguns projetos apresentavam algumas contradições: embora o indicador TMA/TIR apresentasse um valor intermediário (por exemplo, 0,6), o período de *Pay-back* ocorria muito próximo ao final da vida útil do projeto e as respectivas probabilidades de perda resultavam muito baixas, algo que parece incoerente com a realidade. Adicionalmente, alguns projetos não apresentam valor residual ou eles são menores que o limite estabelecido e, portanto, assim permaneceram.

#### 4) Estatísticas descritivas e correlações:

Conforme destacam Fávero et al. (2009), as estatísticas descritivas proporcionam uma melhor compreensão do comportamento dos dados por meio de tabelas, gráficos e medidas-resumo, de forma que seja possível identificar tendências, variabilidades e valores atípicos. Elas propiciam uma importante compreensão dos dados por meio de uma abordagem preliminar de modo que outras técnicas possam ser utilizadas nas fases seguintes da pesquisa. Como a amostra selecionada envolve 79 projetos, descrevê-los um a um seria algo inútil já que as estatísticas descritivas permitem uma visão resumida deles caracterizando os aspectos relevantes. De qualquer modo, isso não impede que alguns projetos sejam apresentados de forma individual dado suas particularidades, notadamente quando o projeto em questão sai dos padrões de forma a distorcer os resultados encontrados.

Quando os dados estudam o comportamento de duas ou mais variáveis, pode ser de interesse do pesquisador conhecer se elas apresentam algum relacionamento entre

si, ou seja, se a alteração de uma implica na alteração da outra (FIELD, 2009). Para cada projeto analisado, foram extraídos alguns indicadores de retorno e de risco e, no que se refere especificamente aos últimos, foi oportuno conhecer até que ponto o indicador TMA/TIR ou mesmo o PB/N influencia na probabilidade de obter VPL negativo ou nulo do projeto [ $P(VPL \leq 0)$ ]. Os coeficientes de correlação utilizados são os de *Spearman*.

##### 5) Análise de clusters a partir dos indicadores de retorno e de risco dos projetos:

A análise de *cluster* tem por objetivo classificar objetos ou casos em grupos relativamente homogêneos de indivíduos com base no conjunto de variáveis consideradas (MALHOTRA, 2006). Visa segregar os elementos em grupos homogêneos internamente e heterogêneos entre si, a partir de determinados parâmetros conforme uma medida de similaridade ou de distância (FÁVERO et al., 2009). A análise de *cluster* foi realizada de forma complementar com o objetivo de compreender como os diferentes indicadores caracterizam a formação de grupos de projetos considerando a variável de retorno ROIA e as de risco TMA/TIR, PB/N e  $P(VPL < 0)$  para 10% de variabilidade nos parâmetros básicos.

Oliveira (2007) descreve o roteiro para análise de agrupamento em: a) definir os objetivos do estudo; b) selecionar as variáveis que caracterizam os indivíduos; c) coletar as variáveis; d) selecionar uma medida de similaridade ou de distância; e) selecionar um algoritmo de agrupamento; f) classificar os indivíduos; g) descrever os agrupamentos obtidos; h) elaborar ou confirmar hipóteses.

Procedeu-se com a análise hierárquica para se ter ideia de quantos grupos melhor caracterizam a amostra de projetos dada as variáveis selecionadas. Optou-se pela medida de Distância Quadrática Euclidiana, na qual a distância entre duas observações (*i* e *j*) corresponde à soma dos quadrados das diferenças entre *i* e *j* para todas as *p* variáveis. De acordo com Fávero et al. (2009) essa medida de distância é recomendada para os métodos de agrupamento *centróide* e *Ward*. Ressalta-se que as variáveis selecionadas não precisaram ser padronizadas, pois todas elas são expressas na forma de índices que variam de zero a um.

Para a formação dos agrupamentos optou-se pelo método *Ward*. Em consonância com a medida de distância adotada, o método *Ward* procura agrupar os indivíduos que apresentam a menor soma dos quadrados entre dois agrupamentos de acordo com os valores das variáveis envolvidas. A minimização das variâncias dentro dos grupos corresponde a minimizar a soma dos quadrados dos erros. Para Fávero et al. (2009) esse método tende a proporcionar agregados com aproximadamente o mesmo número de observações.

Conhecendo o número de grupos, a próxima etapa corresponde em realizar a análise de *cluster* por meio do método não-hierárquico. Esse método é utilizado para agrupar os elementos dentro de um número predeterminado de grupos definidos pelo pesquisador. O método não-hierárquico mais popular é conhecido por *K-means*, também denominado de

K-médias. Este método pode ser utilizado quando o estudo envolve um grande número de observações (FÁVERO et al., 2009). Neste método, o processo de formação dos grupos é dado pela distância euclidiana, cuja distância entre duas observações ( $i$  e  $j$ ) corresponde à raiz quadrada da soma dos quadrados das diferenças entre os pares de observações para todas as  $p$  variáveis. Esse método também persegue o objetivo de minimizar a variância interna dos elementos dentro dos grupos e maximizar a variância entre os grupos.

O método *K-means* possibilita verificar se as variáveis utilizadas são estatisticamente significantes para a formação dos grupos obtidos. Esse procedimento é verificado por meio da análise de variância (ANOVA), cuja finalidade neste caso não é o de verificar se os agrupamentos são ou não diferentes, mas identificar quais as variáveis que foram mais relevantes na formação dos grupos. Esta é uma informação importante na análise dos diferentes projetos envolvidos no estudo.

#### 6) Análise de sensibilidade dos parâmetros básicos:

Esta etapa de tratamento dos dados foi realizada de forma complementar com o objetivo de compreender qual parâmetro mais impacta no valor do projeto e também com o intuito de verificar se a amplitude de variação exerce influência na  $P$  ( $VPL \leq 0$ ). Para tanto, uma variável de cada vez foi manipulada enquanto que as demais permaneciam inalteradas. Cada parâmetro foi submetido a 10% de variação para menos e para mais em torno do valor original do projeto e anotado o VPL resultante de cada alteração. A amplitude de variação é dada pela soma em módulo dos percentuais de variabilidade do VPL.

#### 7) Cálculo de regressão por mínimos quadrados ordinários:

Os resultados da análise de sensibilidade indicaram que, para todos os projetos da amostra, o VPL é mais sensível à variação do parâmetro preço. Com os resultados das sensibilidades deste parâmetro, calculou-se uma regressão envolvendo o índice de sensibilidade e as respectivas  $P$  ( $VPL \leq 0$ ) resultantes das simulações de Monte Carlo para 10% de variação nos parâmetros básicos. O objetivo destes testes foi de saber se é possível estimar a  $P$  ( $VPL \leq 0$ ) que resulte próximo daquela que seria obtida com a simulação de Monte Carlo, mas sem a necessidade de dispor de *software* específico para esse fim.

Esse procedimento vai além dos objetivos inicialmente delineados para a tese e surgiu a partir de uma necessidade constatada com os resultados obtidos na pesquisa. Trata-se de uma informação a mais que o investidor poderia obter desde que se realizem alguns cálculos adicionais. Embora a Metodologia Multi-índice prime pela simplicidade e este procedimento é uma operação adicional, o resultado encontrado pode prestar uma importante contribuição na análise do risco financeiro de um projeto de investimento. Porém, todo cálculo de regressão parte da hipótese de que é possível inferir seus resultados para a população a partir dos dados obtidos de uma amostra, o que nem sempre é verdadeiro. Os regressores encontrados a partir dos projetos analisados precisam ser validados com novos projetos de investimentos a fim de comparar os resultados encontrados, isto é,



comparar as P ( $VPL \leq 0$ ) resultantes da equação de regressão com as obtidas por meio da simulação de Monte Carlo.

#### 4.4.2 *Tratamento dos dados primários obtidos nas entrevistas*

As entrevistas tiveram o objetivo de realizar uma triangulação entre os pressupostos estabelecidos para a simulação de Monte Carlo com a percepção dos investidores para: 1) conhecer qual percentual de variabilidade nos parâmetros básicos de entrada do projeto que eles consideram de razoável ocorrência; 2) saber se todos esses parâmetros variam na mesma proporção ou se há algum que se sobressai, cuja variação ocorre de forma mais intensa do que a dos demais; 3) verificar qual tipo de distribuição de probabilidade consideram mais adequada para representar as variabilidades dos parâmetros básicos de entrada do projeto; 4) conhecer as fronteiras de risco que os investidores consideram nas decisões de investimento: a primeira, seria aquela que eles percebem como sendo de baixo risco e que investiriam no projeto sem hesitar; e, a segunda, caracterizada como de alto risco, a partir da qual eles não investiriam.

Como as entrevistas foram realizadas com poucos respondentes e as questões eram fechadas, o tratamento estatístico dos dados resulta limitado. De cada questão foram extraídos os percentuais de respondentes de cada alternativa e as respectivas modas. Porém, o objetivo das entrevistas foi conhecer as opiniões dos investidores para certificar a adequabilidade dos pressupostos adotados. Mesmo considerando a hipótese de que as opiniões dos investidores sejam diferentes dos pressupostos estabelecidos, a escala de risco financeiro do indicador TMA/TIR não restaria inválida. Nesse caso ela serviria para alguns, aqueles cujas opiniões coincidem com os pressupostos adotados; e abriria novas oportunidades para pesquisas futuras.

### 4.5 Fases da pesquisa

A Figura 18 demonstra o mapeamento das fases utilizadas na condução da pesquisa:

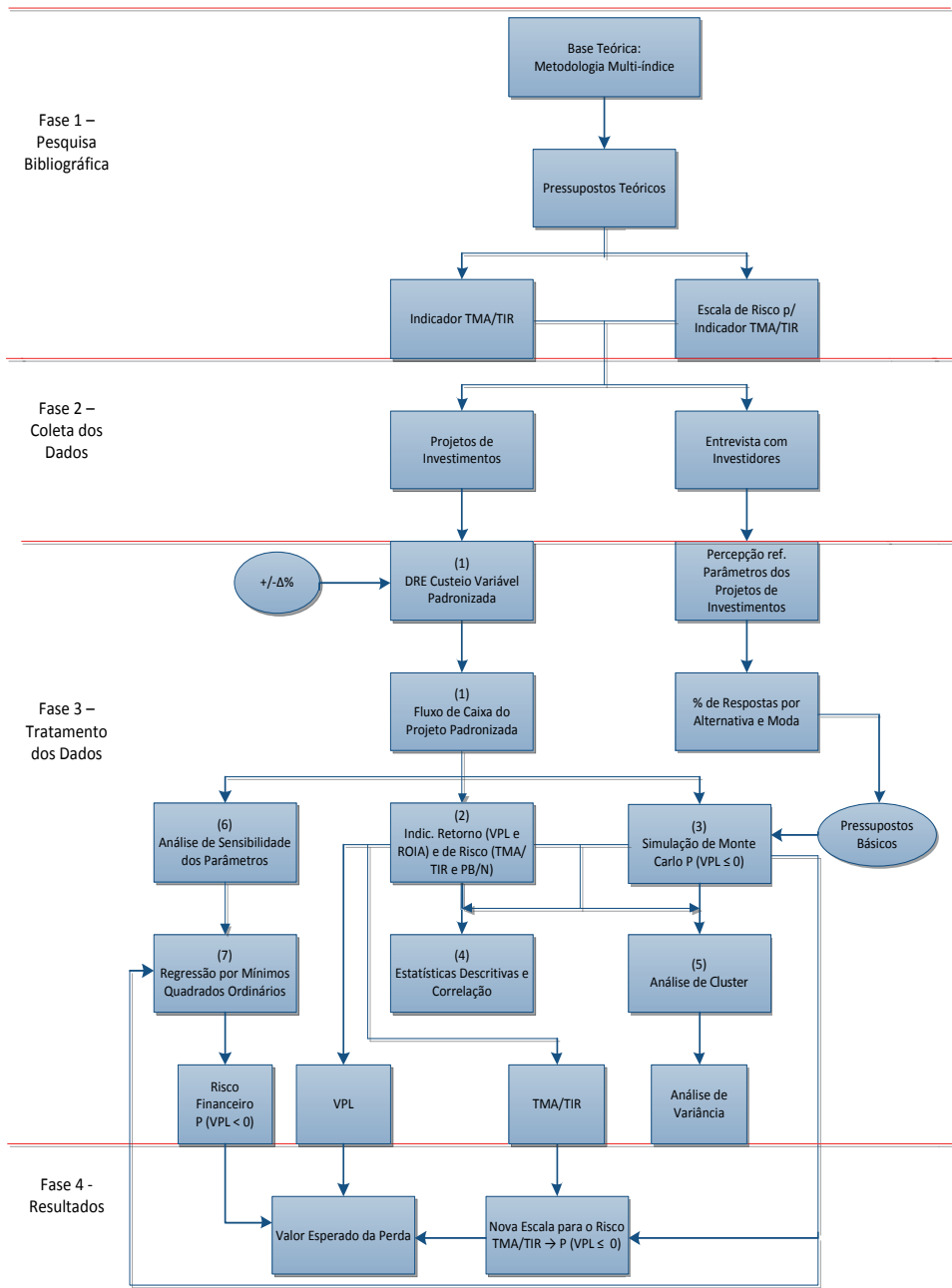


Figura 18 – Fases da pesquisa

Fonte: o autor, 2015.

# 4.6 Quadro resumo metodológico

O Quadro a seguir apresenta o resumo metodológico da pesquisa.

Título	<b>Avaliação do risco financeiro em projetos de investimentos a partir da relação TMA/TIR:</b> uma contribuição à Metodologia Multi-índice.	
Tema	Avaliação de riscos em projetos de investimentos	
Problema de Pesquisa	Os investimentos de capital em ativos reais estão sujeitos a uma série de riscos de forma que aceitar ou rejeitar um projeto torna-se uma tarefa complexa. Os riscos em projetos de investimentos têm caráter dinâmico de forma que os tornam essencialmente multidimensionais. A Metodologia Multi-índice originalmente proposta por Souza e Clemente propõe que os riscos sejam mensurados nas dimensões de riscos: financeiro, operacional, de gestão e de negócio. Este trabalho visa contribuir com a Metodologia Multi-índice propondo uma nova escala para mensurar o risco financeiro, que, associada às variabilidades nos parâmetros do projeto, indique a probabilidade de se obter $VPL < 0$ .	
Pergunta de Pesquisa	Como elaborar uma escala para mensurar o risco financeiro em projetos de investimentos por meio do indicador TMA/TIR que, associada à variabilidade nos parâmetros básicos de entrada do projeto (quantidades, preços, custos e despesas variáveis), indique os limites de probabilidade de obter VPL menor ou igual a zero [ $P(VPL \leq 0)$ ]?	
Objetivo Geral	Desenvolver uma nova escala para a Metodologia Multi-índice que permita melhorar a percepção do risco financeiro em projetos de investimentos a partir da relação TMA/TIR e do percentual de variação aceito nos parâmetros básicos de entrada do projeto de investimento.	
Objetivos Específicos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estabelecer uma faixa de variabilidade para os principais parâmetros básicos de entrada dos projetos de investimentos;</li> <li>2. Verificar o tipo de distribuição que melhor represente a forma de variabilidade dos principais parâmetros básicos de entrada dos projetos de investimentos;</li> <li>3. Inferir os limites de probabilidade de perda que estejam associados ao valor do indicador TMA/TIR e ao percentual de variabilidade aplicado sobre os principais parâmetros básicos de entrada dos projetos de investimentos;</li> <li>4. Calcular o valor esperado da perda a partir do VPL do projeto e dos limites de probabilidades de obter VPL negativo ou nulo [<math>P(VPL \leq 0)</math>] sem a necessidade de efetuar o cálculo da integral <math>[x.f(x)]</math>, onde <math>x</math> é normalmente distribuído].</li> </ol>	
Pressupostos Teóricos	<p>Os investimentos em ativos de capital estão inseridos no âmbito estratégico das organizações e constituem fontes de potenciais riscos que podem impactar na sobrevivência do negócio;</p> <p>As métricas tradicionais de análise de projetos de investimentos tem seu foco na viabilidade econômico-financeira do empreendimento e pouca atenção é dada aos riscos, reduzindo sua amplitude a um <i>spread</i> sobre a taxa livre de risco, ou realizando algumas técnicas mais simples e pouco eficazes, como a análise de cenários ou análise de sensibilidade;</p> <p>A Metodologia Multi-índice avalia retorno e riscos de forma conjunta reunindo uma série de indicadores que juntos, proporcionam uma melhor compreensão dos riscos assumidos dentro de uma escala gradual que melhoram o processo decisório.</p>	
Suporte Teórico da Pesquisa	<p>Quadro de Referência e principais autores</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estratégia e Decisões de Investimentos (CASAROTTO FILHO; KOPITKE, 2006; FLECK, 2003; FLEISCHER, 1973; GUIMARÃES, 1987; PENROSE, 2006; SOUZA; CLEMENTE, 2007; 2009; WHITTINGTON, 2002);</li> <li>• Riscos e Incertezas nas Decisões de Investimentos (BERNSTEIN, 1997; BRITO, 2007; DAMODARAN, 2009; HERTZ, 1987; KNIGHT, 1964; PENROSE, 2006; SOUZA; CLEMENTE, 2009; TALEB, 2008).</li> <li>• Métricas Tradicionais de Análise de Investimentos (BERKOVITCH; ISRAEL, 2004; CORREIA NETO, 2009; GITMAN; FORRESTER JR, 1977; GRAHAM; HARVEY, 2001; LAPPONI, 2007; LEFLEY, 1996; MARTIN, 1997; PIKE, 1996; SOUZA; CLEMENTE, 2009; RYAN; RYAN, 2002);</li> <li>• Metodologia Multi-índice de Análise de Investimentos (SOUZA; CLEMENTE, 2009);</li> </ul>

Suporte Metodológico da Pesquisa	Perspectiva Epistemológica		Positivista
	Delineamento da Pesquisa	Quanto à Natureza	Aplicada
		Quanto aos Objetivos	Descritiva, explicativa e propositiva.
	População e Amostra	Não Probabilística, por conveniência	Potenciais investidores com poder de decisão; e 79 projetos de investimentos.
	Procedimentos Técnicos de Coleta dos Dados	Dados Primários	Entrevistas estruturadas por formulário.
		Dados Secundários	Documental (projetos de investimentos)
	Procedimentos de Tratamento e Análise dos Dados	Abordagem	Estudo multicasos a partir dos projetos de investimentos; Experimentação matemática à partir da manipulação dos parâmetros básicos de entrada dos projetos.
		Recorte Temporal	Seccional (transversal)
		Controle das Variáveis	Sem controle e manipulação das variáveis; <i>ex-post-facto</i> .
		Procedimento de Análise	Quantitativa
	Perguntas de pesquisa, vinculação com os objetivos pretendidos e métodos de investigação.	<b>Pergunta de pesquisa</b>	<b>Objetivo</b>
		1. Qual é a percepção dos investidores com relação à variabilidade dos parâmetros básicos de entrada do projeto?	1 e 2
		• Em quanto por cento, em média, esses parâmetros oscilam?	
		• A variação ocorre de forma similar para todos os parâmetros?	
		• Os valores dos parâmetros se distribuem em torno de uma média ou eles têm a mesma probabilidade de ocorrência dentro de um determinado intervalo?	Dados primários obtidos por meio de entrevista semiestruturada com pessoas com poder de decisão sobre projetos de investimentos.
		2. Qual é a probabilidade de perda que os investidores associam como sendo de baixo risco e aceitável como normal em projetos de investimento?	
		3. Qual é a probabilidade limite de perda a partir da qual o investidor definitivamente não investiria no negócio?	
		4. Qual é o limite para o valor esperado da perda em certo projeto de investimento?	4
			Equação por: $E[VPL \leq 0] = \int_{-\infty}^0 xf(x)dx$ Onde: $x = fdp$ do VPL do projeto.

Quadro 14 - Resumo metodológico

Fonte: o autor, 2015.

# APRESENTAÇÃO E SISTEMATIZAÇÃO DOS DADOS

Esta seção apresenta e sistematiza os dados obtidos no trabalho, tanto aqueles originados dos projetos de investimentos, quanto os que foram obtidos a partir dos testes realizados. Para tanto, utiliza-se de estatísticas descritivas, cálculo de correlação entre alguns indicadores com as respectivas P ( $VPL \leq 0$ ) obtidas nas simulações de Monte Carlo, análise de *cluster*, análise de sensibilidade e cálculo de regressão. Subdivide-se em três partes: a primeira relata as principais características dos projetos que compõem a amostra; a segunda apresenta os efeitos exercidos nos resultados das simulações em decorrência de alguns pressupostos assumidos para o cálculo das probabilidades de perda dos projetos; e, a terceira discorre sobre a análise do risco em função da sensibilidade do VPL em função dos parâmetros básicos de entrada do projeto. Estas etapas são importantes porque estabelecem limites de inferência para outros projetos que apresentam características diferentes das contidas na amostra selecionada; e/ou cujas percepções dos investidores sejam diferentes dos pressupostos adotados.

## 1 | CARACTERÍSTICAS DOS PROJETOS EM ANÁLISE

A apresentação das principais características dos projetos está dividida em quatro partes: a primeira discorre sobre os retornos esperados; a segunda descreve os empreendimentos sob a dimensão dos riscos, abordando apenas o risco financeiro e o de não recuperar o capital investido; a terceira realiza uma análise paralela entre retorno e risco segregando os projetos de acordo com o volume do investimento inicial líquido; e, a quarta, descreve os projetos de acordo com o resultado da análise de *clusters*. Isso possibilita uma análise mais abrangente mesmo ao considerar que pode não existir uma relação linear entre o valor do capital investido no projeto com o retorno, bem como em relação ao risco, principalmente porque esta análise considera apenas duas vertentes de risco.

### 1.1 Características dos projetos sob a dimensão retorno

A utilização conjunta de vários indicadores e o confronto entre o retorno com os potenciais riscos dos projetos constituem a essência da Metodologia Multi-índice. A Tabela 6 apresenta as características gerais dos projetos de investimentos sob os aspectos de volume líquido de capital aplicado e retorno esperado:

Estatísticas		Investimento Inicial	VPL	VPLa	IBC	ROIA
N	Válido	79	79	79	79	79
	Ausente	0	0	0	0	0
Percentis	25	174.110	123.533	19.370	1,38	3,30%
	50	414.949	302.428	49.219	1,62	4,90%
	75	864.796	855.957	136.325	2,26	8,50%
Média		1.399.548	966.125	153.377	2,3	6,74%
Máximo		17.447.051	19.421.995	3.026.337	26,3	38,70%
Mínimo		51.843	19.763	3.079	1,1	1,03%
Desvio-Padrão		3.123.785	2.355.165	368.612	2,9	5,67%
Coeficiente de Variação		223%	244%	240%	126%	84%

Tabela 6 - Estatísticas dos projetos sob os aspectos investimento inicial e retorno esperado

Fonte: o autor, 2015.

Os investimentos iniciais constituem os insumos necessários decorrentes da estrutura planejada para o empreendimento. Compreendem as aquisições de ativos imobilizados, os gastos pré-operacionais e o capital de giro para fazer frente às necessidades de caixa, deduzidos da parcela financiada por capital de terceiros. O investimento inicial líquido corresponde à parcela custeada exclusivamente por capital próprio dos investidores.

A maioria dos projetos possui investimento inicial líquido relativamente baixo. Embora o valor médio possa ser considerado alto, aproximadamente R\$ 1,4 milhão, nota-se uma dispersão muito alta (Coeficiente de Variação de 223%), basicamente influenciada pela presença de quatro projetos de grande porte, cujos investimentos ultrapassam R\$ 10 milhões, e por cinco pequenos, não ultrapassando R\$ 100 mil. Dos 79 projetos analisados, 25% envolvem investimentos iniciais líquidos abaixo de R\$ 175 mil ( $Q_1 = R\$ 174.954$ ); 50% estão estabelecidos em até R\$ 415 mil ( $Md = R\$ 414.949$ ) e apenas 25% estão acima de R\$ 865 mil ( $Q_3 = R\$ 864.796$ ).

Com relação ao VPL, 25% dos projetos analisados produzem riqueza líquida abaixo de R\$ 124 mil ( $Q_1 = R\$ 123.533$ ), 50% abaixo de R\$ 302,5 mil ( $Md = 302.428$ ) e apenas 25% acima de R\$ 900 mil ( $Q_3 = 855.957$ ). Do número total de projetos, 78,5% apresentam VPL abaixo de R\$ 1 milhão. Se considerar que R\$ 1 milhão aplicado durante dez anos a uma TMA de 10% a.a. gera uma riqueza anual equivalente de aproximadamente R\$ 162,7 mil, pouco mais de R\$ 14,2 mil por mês, descapitalizados a essa mesma taxa, constata-se que são empreendimentos com baixo valor adicionado.

O VPL é uma medida de riqueza gerada pelo projeto de investimento ao longo de toda a vida útil do empreendimento, o que dificulta sua compreensão. O VPLa, por sua vez, transforma o VPL em uma série de valor anual uniforme equivalente. Mesmo sendo uma medida absoluta de valor, proporciona uma informação mais nítida da riqueza anual

produzida pelo investimento. Os VPLa dos projetos em análise ressaltam ainda mais o fato de que os empreendimentos propostos produzem baixo valor adicionado. Do total, 53,2% apresentam VPLa abaixo de R\$ 50 mil (Md = 49.219) e 75% estão abaixo de R\$ 137 mil ( $Q_3$  = R\$ 136.325). A baixa média, a amplitude elevada dos valores, com mínimo pouco acima de R\$ 3 mil e máximo de mais de R\$ 3 milhões, e desvio padrão acima de R\$ 368 mil, justificam o elevado coeficiente de variação de 240% do VPLa dos projetos. A Figura 19 ilustra as frequências do VPL e VPLa dos projetos.

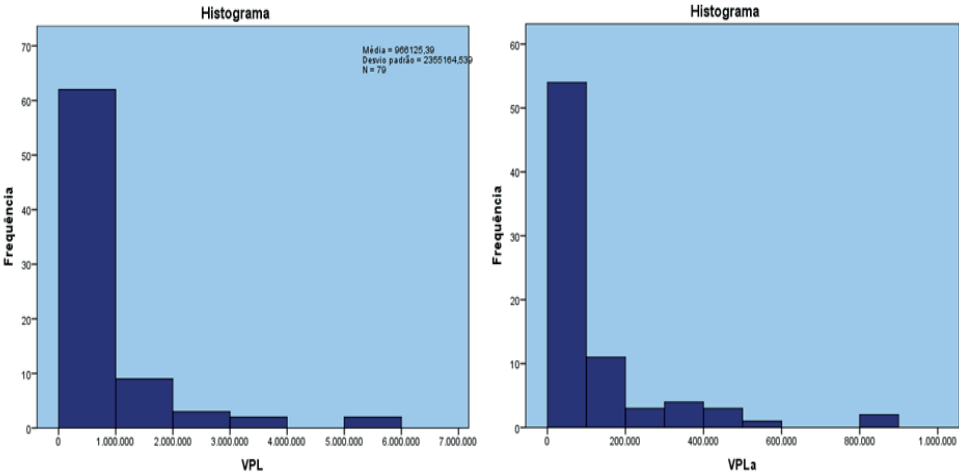


Figura 19- Distribuição de frequência dos VPL e VPLa dos projetos analisados

Fonte: o autor, 2015.

O ROIA é uma medida relativa do valor adicionado pelo projeto depois de descontado o efeito da TMA. De acordo com a Metodologia Multi-índice, o ROIA é o indicador que melhor representa a riqueza anual gerada, mensurado em termos percentual. Seu conceito é análogo ao do valor econômico adicionado, largamente utilizado nas análises financeiras das empresas.

Mantendo a característica predominante de baixa rentabilidade, 50% dos projetos apresentam retorno de até 4,9% ao ano (Md = 4,9%) acima da TMA, com média de 6,74% ao ano. O ROIA mínimo apresentado foi de 1,03% ao ano. É difícil estabelecer um percentual a partir do qual a rentabilidade de um projeto possa ser considerada satisfatória, afinal, isso depende da percepção de cada investidor em confronto com o grau de risco assumido. Caso 5% ao ano possa ser considerado um retorno relativamente atrativo, desconsiderando o grau de exposição ao risco, 50,6% dos projetos está abaixo disso. Se essa faixa for majorada para 10%, apenas 17,7% situam-se acima desse patamar.

A Figura 20 demonstra a frequência dos ROIA dos projetos analisados.

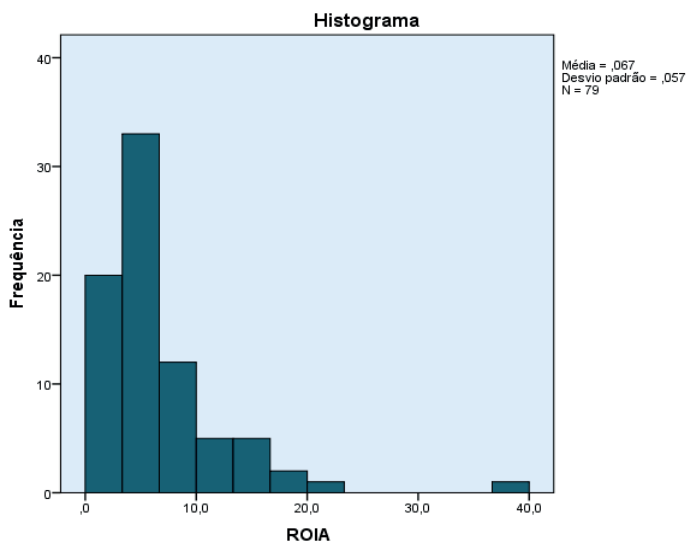


Figura 20 – Frequência do ROIA dos projetos

Fonte: o autor, 2015.

Não existe uma associação linear perfeita entre o volume de capital próprio investido com o VPL, VPLa e/ou ROIA gerado pelo projeto. Descrito de outra maneira, um investimento inicial alto não garante, necessariamente, um retorno alto. Entre os projetos analisados, verifica-se que existe uma correlação significativa entre o valor do capital inicial líquido investido com o VPL, conforme pode ser verificado na Tabela 7<sup>1</sup>. O mesmo não acontece com relação ao valor do investimento inicial com o ROIA, ou seja, os projetos que contêm maior valor de investimento inicial apresentam menor retorno.

Correlações			Capital	VPL	VPLa	IBC	ROIA
ρ de Spearman	Capital	Coefficientes de correlação	1,000	,741 **	,740 **	-,205	-,204
		Sig. (2		,000	,000	,070	,071
		N	79	79	79	79	79

\*\* . A correlação é significativa,  $p < 0,001$  (2 extremidades).

Tabela 7 – Correlações entre Valor do Capital com indicadores de retorno

Fonte: o autor, 2015.

<sup>1</sup> Utilizado Rô de Spearman, pois os dados não são normalmente distribuídos [teste KS,  $D(79) = 0,339$  p/ Capital; 0,344 p/ VPL; 0,342 p/ VPLa; 0,340 p/ IBC e 0,196 p/ ROIA, ambos com  $p < 0,001$ ].



## 1.2 Características dos projetos sob a dimensão risco

A TIR pode ser analisada tanto sob a ótica do retorno, quanto do risco. Como indicador de retorno, deve-se observar a hipótese de reinvestimento dos fluxos de caixa a taxas iguais à TIR do projeto, o que consiste em uma dificuldade de ordem prática. Mas por ser uma medida relativa expressa em termo anual, é um indicador fácil de ser interpretado e talvez por isso seja muito utilizado. Na Metodologia Multi-índice a TIR também é analisada como medida de risco em relação à sua proximidade com a TMA, conforme ilustra a Figura 3 apresentada na parte introdutória deste trabalho. Essa proximidade fica bem evidente quando o risco financeiro passa a ser mensurado por meio do indicador TMA/TIR. Quando o valor do indicador é muito baixo, o projeto não apresenta risco, mas quando é alto, o risco também é.

A análise dos riscos a seguir engloba apenas dois indicadores: TMA/TIR e PB/N. Os demais propostos pela Metodologia Multi-índice necessitam de uma série de informações que muitas vezes não estão descritas nos projetos analisados e também porque fogem do escopo deste trabalho. Já os indicadores TMA/TIR e PB/N podem ser mensurados a partir das informações contidas nos fluxos de caixa dos projetos de investimentos. A Tabela 8 apresenta os indicadores de risco dos projetos analisados.

Estatísticas		TIR	TMA/TIR	Pay-Back	PN/N
N	Válido	79	79	79	79
	Ausente	0	0	0	0
Percentis	25	12,7%	0,52	6,93	0,69
	50	14,7%	0,67	8,44	0,84
	75	19,0%	0,75	9,13	0,91
Média		17,2%	0,63	7,88	0,79
Desvio-Padrão		7,3%	0,17	1,56	0,16
Coeficiente de Variação		42,5%	0,27	0,20	0,20
Amplitude		42,5%	0,70	6,62	0,66
Mínimo		10,3%	0,17	2,98	0,30
Máximo		52,8%	0,87	9,60	0,96

Tabela 8 – Estatísticas descritivas dos indicadores de risco dos projetos de investimentos

Fonte: o autor, 2015.

De acordo com os projetos da amostra, o valor médio do indicador TMA/TIR é de 0,63, com mínimo de 0,17 e máximo de 0,87 (coeficiente de variação = 27,0%). A distribuição inter-quartil apresenta-se da seguinte forma: 25% dos projetos possuem valor do indicador até 0,52 ( $Q_1$ ); 50% até 0,67 (Md) e 75% até 0,75 ( $Q_3$ ). A Figura 21 evidencia a distribuição

das frequências da TIR e do indicador TMA/TIR dos projetos estudados.

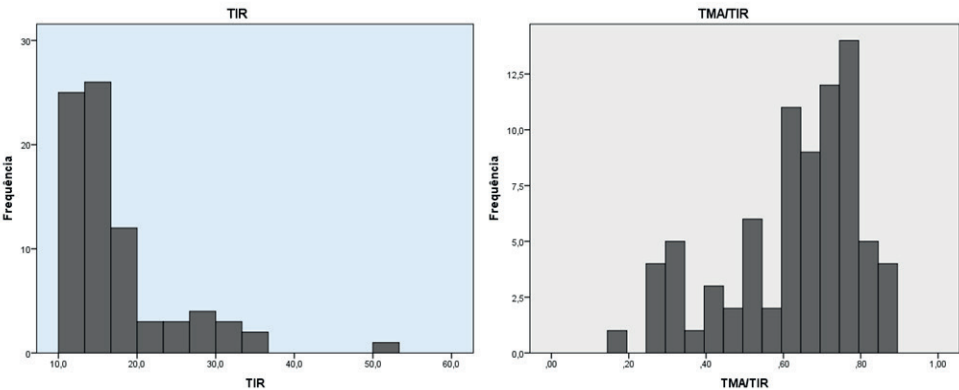


Figura 21 – Frequência dos valores da TIR e do indicador TMA/TIR dos projetos

Fonte: o autor, 2015.

A Tabela 9 demonstra para o indicador TMA/TIR, a quantidade de projetos situados nos respectivos graus de risco de acordo com a escala original da Metodologia Multi-índice. Ao todo, 46 projetos apresentam grau de risco de médio para alto e para oito, o risco é alto. Essa distribuição é importante para depois poder ser comparada com o número de projetos enquadrados em cada nível de risco de acordo com a escala proposta nesta tese.

Escala p/ Risco	Grau de Risco	N. Projetos	% do Tota
$0,0 < \text{TMA/TIR} \leq 0,2$	Baixo	1	1,3
$0,2 < \text{TMA/TIR} \leq 0,4$	Baixo/Médio	11	13,9
$0,4 < \text{TMA/TIR} \leq 0,6$	Médio	13	16,5
$0,6 < \text{TMA/TIR} \leq 0,8$	Médio/Alto	45	57,0
$0,8 < \text{TMA/TIR} \leq 1,0$	Alto	9	11,4
Total		79	100,0

Tabela 9 – Risco medido pelo indicador TMA/TIR na atual escala da Metodologia Multi-índice

Fonte: o autor, 2015.

O PB/N, um dos indicadores de risco da Metodologia Multi-índice, embora não seja o objeto principal de estudo deste trabalho, é um importante indicador, pois pode ser visto como uma *proxy* da probabilidade de não recuperar o capital investido em um tempo considerado adequado para as características da economia e do projeto em análise. De acordo com Souza e Clemente (2009), com a tendência de mudanças rápidas e contínuas na economia, não se pode esperar muito tempo para recuperar o capital investido sob pena

de perder as novas oportunidades de investimentos que surgem ao longo do tempo. Por isso, também é interessante descrever o comportamento dos projetos analisados segundo esse indicador.

A maioria dos projetos caracteriza-se por recuperar o capital investido perto do final da vida útil, o que potencializa as probabilidades de perda. Em média, o prazo é de 7,9 anos, com mínimo de três e máximo de 9,6. Nota-se que 25% dos projetos apresentam indicador PB/N até 0,69 ( $Q_1$ ), 50% acima de 0,84 (Md) e outros 25% acima de 0,91 ( $Q_3$ ). A Figura 22 apresenta a frequência dos valores do *Pay-Back* e do indicador PB/N dos projetos.

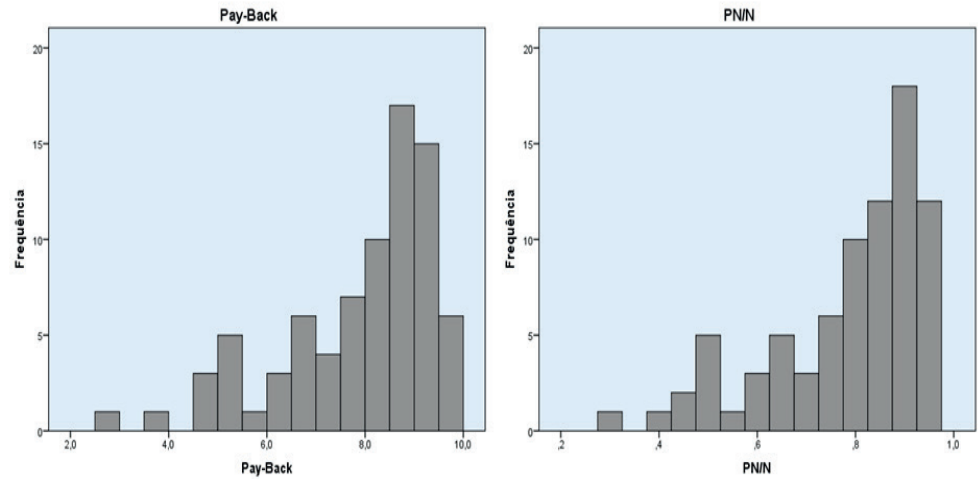


Figura 22 – Frequência do *Pay-Back* e do indicador PB/N dos projetos

Fonte: o autor, 2015.

Considerando a escala original da Metodologia Multi-índice, a quantidade de projetos enquadrados nos respectivos níveis de risco, quando medido pelo indicador PB/N, pode ser visualizada na Tabela 10. O tempo de recuperação do capital pode ser decisivo em aceitar ou rejeitar uma proposta de investimento. De acordo com esse indicador, a maioria absoluta dos projetos enquadra-se no grau máximo de risco de não recuperar o capital investido.

Escala p/ Risco	Grau de Risco	N. Projetos	% do Total
$0,0 \leq 0,2$	Baixo	0	-
$0,2 \leq 0,4$	Baixo/Médio	2	2,5
$0,4 \leq 0,6$	Médio	11	13,9
$0,6 \leq 0,8$	Médio/Alto	19	24,1
$0,8 \leq 1,0$	Alto	47	59,5
Total		79	100,0

Tabela 10 – Risco medido pelo indicador PB/N na escala da Metodologia Multi-índice

Fonte: o autor, 2015.

Existe uma relação positiva entre retorno e risco, ou seja, quanto maior o retorno, maior o risco assumido (ASSAF NETO, 2003; GITMAN, 2010). Pela lógica dos indicadores ROIA, TMA/TIR e PB/N, espera-se que a direção da medida da correlação seja inversa, isto é, projetos com altos retornos tendem a ser menos arriscados, quando o retorno e os riscos são medido por esses indicadores. Dessa forma, altos valores do ROIA também apresentam altas TIR, porém baixo valor do indicador TMA/TIR. O mesmo acontece com o ROIA e o indicador PB/N, ou seja, quando o ROIA é alto, a tendência é que o valor do indicador seja relativamente baixo. A questão é saber qual é o tamanho do efeito entre a associação do retorno com o risco do projeto de acordo com os referidos indicadores. A Tabela 11 demonstra os coeficientes de correlação encontrados<sup>2</sup>.

De acordo com a amostra utilizada, verifica-se que existe um relacionamento significativo entre o ROIA com o indicador TMA/TIR ( $r_s = -0,737$ ,  $p < 0,001$ ) e do ROIA com o PB/N ( $r_s = -0,622$ ,  $p < 0,001$ ). Nota-se, conforme descrito acima, que os coeficientes de correlação entre o ROIA com o indicador TMA/TIR e entre o ROIA com o PB/N, apresentam sinais invertidos, mas isso não quer dizer que quanto maior o retorno, menor o risco. A inversão dos sinais refere-se apenas por conta da lógica dos resultados dos cálculos. Nota-se que à medida que o ROIA aumenta, a TIR também sobe, mas, se o ROIA se eleva, a relação entre ele com os indicadores TMA/TIR, *Pay-Back* e PB/N apresenta sinal negativo.

<sup>2</sup> Utilizado o coeficiente de correlação de *Spearman*, pois os dados são significativamente não-normais [teste KS,  $D(79) = 0,196$  p/ ROIA;  $0,158$  p/ TMA/TIR;  $0,152$  p/ *Pay-Back*, ambos com  $p < 0,001$ ].

Correlações			ROIA	TIR	TMA/TIR	Pay-Back e PB/N
ρ de Spearman	ROIA	Coefficientes de Correlação	1,000	,739 **	-,737 **	-,630 **
		Sig. (2 extremidades)		,000	,000	,000
		N	79	79	79	79
	TIR	Coefficientes de Correlação	,739 **	1,000	-,912 **	-,919 **
		Sig. (2 extremidades)	,000		,000	,000
		N	79	79	79	79
	TMA/TIR	Coefficientes de Correlação	-,737 **	-,912 **	1,000	,943 **
		Sig. (2 extremidades)	,000	,000		,000
		N	79	79	79	79
	Pay-Back e PB/N	Coefficientes de Correlação	-,630 **	-,919 **	,943 **	1,000
		Sig. (2 extremidades)	,000	,000	,000	
		N	79	79	79	79

\*\* . A correlação é significativa,  $p < 0,001$  (2 extremidades).

Tabela 11 – Correlação entre ROIA x TIR x TMA/TIR x Payback

Fonte: o autor, 2015.

### 1.3 Característica dos projetos segmentados pelo valor do capital investido

A característica preponderante da Metodologia Multi-índice é priorizar a simplicidade na mensuração dos riscos envolvidos, porém sem abandonar os aspectos de eficiência e eficácia que esta dimensão requer em sua análise. Como o risco pode ser proporcional à complexidade do empreendimento, supostamente uma particularidade da maioria das grandes corporações, a Metodologia Multi-índice é recomendada para analisar projetos de pequeno e médio porte em função dessa simplicidade. Dessa forma, parece importante caracterizar os projetos de acordo com o valor do investimento inicial líquido. Para isto, adotou-se a seguinte classificação: a) primeiro estrato: projetos com capital próprio investido menor que R\$ 500 mil; b) segundo estrato 2: projetos com capital de R\$ 500 mil até menor que R\$ 1 milhão; c) terceiro estrato 3: projetos com capital maior ou igual a R\$ 1 milhão<sup>3</sup>. Tabela 12 apresenta os projetos de acordo com a estratificação acima.

3 A classificação adotada nesta tese não tem nenhum embasamento técnico, assim como também não foi utilizada em qualquer fonte de pesquisa. Portanto, serve apenas para enriquecer o teor da análise realizada.

Estatísticas		Menor que R\$ 500 mil	De R\$ 500 mil até abaixo de R\$ 1 milhão	Maior ou igual a R\$ 1 milhão
Válido	N.	43	18	18
	%	54,4	22,8	22,8
Percentis	25	130.925	583.822	1.472.174
	50	183.646	598.619	2.420.922
	75	262.800	701.568	6.981.554
Média		211.958	652.071	4.984.045
Máximo		488.496	872.980	17.447.051
Mínimo		51.843	524.110	1.282.525
Desvio-Padrão		109.728	103.496	5.193.098
Coeficiente de Variação		52%	16%	104%

Tabela 12 – Projetos estratificados de acordo com o investimento inicial líquido

Fonte: o autor, 2015.

Conforme demonstra a Tabela 12, os projetos com investimento inicial líquido menor que R\$ 500 mil são a maioria. Totalizam 43 projetos (54,4%), contra 36 igualmente distribuídos entre as demais estratificações. Nesta primeira estratificação os investimentos iniciais líquidos médios representam pouco menos de R\$ 212 mil e 75% atingem o valor máximo de R\$ 262,8 mil (Q<sub>3</sub>). O investimento inicial mínimo é de menos de R\$ 52 mil e o maior é de pouco mais de R\$ 488 mil.

Os projetos do segundo estrato apresentam capital próprio investido mínimo de R\$ 524,1 mil com máximo de pouco menos de R\$ 873 mil, 12,6% abaixo do limite superior estabelecido para esta faixa. Nota-se que embora tenham valores bem superiores aos classificados no Estrato 1, 75% atingem o máximo de R\$ 701,6 mil. Entre os três grupos, verifica-se que os projetos do Estrato 2 apresentam a maior concentração de valores em torno de sua média (R\$ 652 mil), cujo coeficiente de variação é de apenas 16%.

Ainda de acordo com a Tabela 12, nota-se que os projetos com investimento inicial líquido maior ou igual à R\$ 1 milhão são os que apresentam a maior dispersão em torno da média. Enquanto o investimento inicial mínimo é de menos de R\$ 1,3 milhão, o valor máximo supera R\$ 17 milhões. É possível ter uma noção da dispersão ao analisar a distribuição inter-quartil da amostra. Entretanto, ela fica ainda mais evidente quando os projetos são analisados de forma unitária: sete projetos situam-se entre menos de R\$ 1,3 a pouco mais de R\$ 1,6 milhão; cinco vão de R\$ 2,4 a R\$ 2,9 milhões; dois estão na casa dos R\$ 5 milhões; e quatro ultrapassam os R\$ 10 milhões de investimento inicial líquido.

Foi descrito acima que os projetos-alvos da Metodologia Multi-índice são aqueles de pequeno e médio porte. Dos que foram analisados, 61 projetos (77,2% do total) possuem

investimento inicial líquido abaixo de R\$ 1 milhão, e os 18 restantes (22,8%) de acordo com a classificação estabelecida, talvez possam ser considerados de grande porte. Porém, apenas seis apresentam alguma probabilidade de perda, sendo que só um apresenta um grau de risco considerado alto (projeto 27.b, cujo valor do indicador TMA/TIR é igual a 0,87), conforme demonstra a Tabela 13.

PROJETO	CAPITAL	VPL	P (VPL ≤ 0)
9	1.282.525	307.397	0,08%
27.b	1.314.420	214.084	21,10%
35.b	1.469.755	363.289	0,89%
4	2.408.236	494.087	2,36%
33.b	5.381.329	580.229	0,19%
20	17.447.051	5.011.817	0,05%

Tabela 13 – Projetos com capital superior a R\$ 1 milhão que apresentaram P (VPL ≤ 0)

Fonte: o autor, 2015.

Nesta tese optou-se em manter os projetos cujos investimentos iniciais superam R\$ 1 milhão. Isto se justifica por considerar que, mesmo talvez estando fora do escopo da Multi-índice, os indicadores de risco continuam sendo válidos, inclusive para os grandes empreendimentos. Não se trata de contradição, apenas tem-se a pretensão de dizer que, para os grandes projetos, a dimensão risco deve envolver outras análises com maior grau de detalhe que incluam as diferentes fontes de risco além das consideradas pela Metodologia Multi-índice e que possam causar efeitos maléficos ao empreendimento em estudo. Por outro lado, não existe uma relação entre a magnitude do capital próprio investido com os indicadores de retorno e de risco, conforme já mencionado, sendo esta mais uma razão para mantê-los nesta tese.

### 1.3.1 *Características dos projetos segmentados pelo capital sob a dimensão retorno*

Em valores relativos, os retornos não apresentam diferenças estatísticas significativas<sup>4</sup> quando os projetos são segmentados de acordo com o valor do investimento inicial líquido. Enquanto que o ROIA médio geral (sem segmentar os projetos) foi de 6,7%, os projetos que possuem investimento inicial menor que R\$ 1 milhão (primeiro e segundo estratos) têm médias equivalentes, apenas os que estão acima disso apresentam média

4 Conforme teste *U (Mann-Whitney)* de medianas ajustado a valores *p* (*p* < 0,017) para comparações múltiplas (método de Bonferroni). Diferenças de medianas dos ROIA com valores *p* > 0,017, ambos não significativos. Teste não paramétrico: os dados não são normalmente distribuídos [1º estrato: KS, D(43) = 0,321 *p/* VPL; 0,316 *p/* VPLa; 0,229 *p/* ROIA, ambos com *p* < 0,001; 2º estrato: KS, D(18) = 0,232 *p/* VPL; 0,235 *p/* VPLa; 0,219 *p/* ROIA, ambos com *p* < 0,05; 3º estrato: KS, D(18) = 0,282 *p/* VPL; 0,279 *p/* VPLa; 0,268 *p/* ROIA, ambos com *p* < 0,01].

inferior (4,6%), embora que ainda não tenham uma diferença significativa em relação aos demais. A Tabela 14 apresenta as estatísticas completas dos indicadores de retorno dos projetos de acordo com a estratificação estabelecida.

Estatísticas		Investimento Inicial Líquido								
		Menor que R\$ 500			De R\$ 500 < R\$ 1 milhão			Maior ou igual a R\$ 1 milhão		
		VPL	VPLa	ROIA	VPL	VPLa	ROIA	VPL	VPLa	ROIA
N	Válido	43	43	43	18	18	18	18	18	18
Percentis	25	85.837	13.004	3,7%	301.143	49.195	4,3%	558.694	91.797	2,1%
	50	124.930	20.746	4,9%	489.520	75.151	5,6%	1.456.729	224.582	2,8%
	75	283.192	47.083	9,0%	896.425	141.893	9,7%	3.047.523	478.372	6,7%
Média		288.649	45.893	7,3%	772.336	123.995	7,4%	2.778.330	439.529	4,6%
Desvio padrão		479.313	76.426	6,4%	731.306	115.421	4,9%	4.435.048	691.980	4,0%
Amplitude		2.812.316	457.829	36,7%	2.911.277	452.763	18,5%	19.207.911	2.992.978	15,7%
Mínimo		19.763	3.079	2,0%	125.908	20.491	1,7%	214.084	33.359	1,0%
Máximo		2.832.079	460.908	38,7%	3.037.185	473.254	20,2%	19.421.995	3.026.337	16,7%

Tabela 14 – Indicadores de retorno dos projetos estratificados de acordo com o investimento inicial

Fonte: o autor, 2015.

De acordo com a Tabela 14, nota-se que o ROIA dos projetos com investimento maior ou igual a R\$ 1 milhão (terceiro estrato) são inferiores em todas as medidas de posição e de dispersão. Enquanto que as medidas de tendência central entre os projetos com investimento abaixo de R\$ 1 milhão (primeiro e segundo estratos) são equivalentes em todos os valores, o mesmo não se verifica para as médias e quartis dos que estão acima disso. Entre as medidas de dispersão, a inferioridade segue igual, onde o desvio-padrão e a amplitude dos projetos do terceiro estrato também são menores. A frequência dos ROIA dos projetos de acordo com a estratificação estabelecida permite uma visualização do fato, conforme a Figura 23.



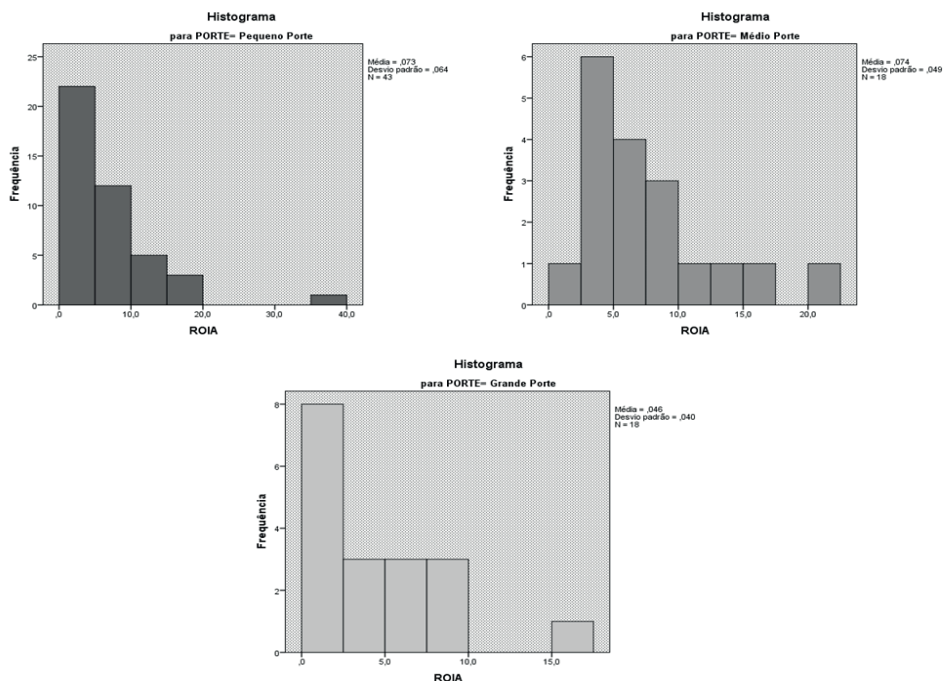


Figura 23 – Frequência dos ROIA segmentados de acordo com investimento inicial

Fonte: o autor, 2015.

Com relação aos valores dos VPL e seus respectivos VPLa, por serem medidas de rentabilidade em termos absolutos, verifica-se que suas médias apresentam diferenças significativas entre os projetos com investimento inicial maior ou igual a R\$ 1 milhão (terceiro estrato) em relação aos que estão abaixo disso<sup>5</sup>. Essa diferença deve-se basicamente em função de dois projetos cujos VPL respondem pela grande amplitude dos valores apresentados. O projeto 27.b, citado na Tabela 13, por apresentar um alto risco, é o que possui VPL mínimo, enquanto que o projeto n. 7, que apresenta o segundo maior investimento inicial líquido, é o que tem o VPL máximo.

### 1.3.2 Características dos projetos segmentados pelo capital sob a dimensão risco

Ao comparar os indicadores de risco dos projetos de investimentos de acordo com a estratificação estabelecida, percebe-se que eles apresentam comportamentos homogêneos. As médias e os quartis não apresentam diferenças significativas. Apenas nota-se dispersão pouco maior entre os valores da TIR dos projetos do segundo estrato em relação aos demais. A Tabela 15 evidência os valores encontrados.

<sup>5</sup> Conforme teste *U* (Mann-Whitney) de medianas ajustado a valores  $p$  ( $p < 0,017$ ) para comparações múltiplas (método de Bonferroni). Diferenças de medianas dos VPL com valores  $p < 0,017$ , ambos significativos.

Estatísticas		Investimento Inicial Líquido											
		Menor que R\$ 500				De R\$ 500 < R\$ 1 milhão				Maior ou igual a R\$ 1 milhão			
		TIR	TMA/ TIR	Pay- Back	PN/N	TIR	TMA/ TIR	Pay- Back	PN/N	TIR	TMA/ TIR	Pay- Back	PN/N
N	Válido	43	43	43	43	18	18	18	18	18	18	18	18
Percentis	25	12,1%	0,59	7,40	0,74	14,1%	0,46	6,94	0,69	12,7%	0,46	6,52	0,65
	50	14,3%	0,68	8,79	0,88	16,1%	0,62	7,90	0,79	14,7%	0,69	8,27	0,83
	75	18,1%	0,76	9,19	0,92	20,4%	0,74	8,71	0,87	21,0%	0,75	8,98	0,90
Média		16,5%	0,64	8,04	0,80	19,2%	0,59	7,60	0,76	16,9%	0,63	7,78	0,78
Desvio-Padrão		6,5%	0,17	1,54	0,15	9,8%	0,18	1,66	0,17	6,2%	0,18	1,54	0,15
Amplitude		25,0%	0,61	5,63	0,56	41,8%	0,69	6,62	0,66	20,2%	0,56	5,02	0,50
Mínimo		10,3%	0,25	3,88	0,39	11,0%	0,17	2,98	0,30	10,4%	0,31	4,52	0,45
Máximo		35,3%	0,86	9,51	0,95	52,8%	0,86	9,60	0,96	30,6%	0,87	9,54	0,95

Tabela 15 – Indicadores de risco dos projetos estratificados de acordo com o investimento inicial

Fonte: o autor, 2015.

Enquanto o valor máximo da TIR para os projetos com investimento inicial menor que R\$ 500 mil (primeiro estrato) e maior ou igual a R\$ 1 milhão (terceiro estrato) situam-se em 35,3% e 30,6%, respectivamente, os que estão no meio termo atingem o ápice de 52,8%. Em razão disso, o indicador TMA/TIR dos projetos do segundo estrato também apresentam uma amplitude ligeiramente superior, só que neste caso por conta do valor mínimo.

Já foi descrito que os projetos se caracterizam por recuperar o capital mais próximo ao final da vida útil, o que acentua o risco de não recuperar o capital investido. Quando os projetos são segmentados de acordo com o valor do investimento inicial líquido, percebe-se que entre os projetos do primeiro estrato essa característica é um pouco mais marcante, ainda que as diferenças não sejam expressivas. Isso pode ser constatado tanto nos valores médios dos *Pay-Back* quanto na distribuição dos quartis. De modo geral tanto os indicadores de risco quanto os de retorno dos projetos apresentam comportamentos semelhantes. Isso pode ser um fator importante na elaboração da nova escala para o risco medido por meio do indicador TMA/TIR. Dessa forma, aparentemente não há razão de excluir da amostra qualquer projeto dentre os selecionados para os testes.

## 1.4 Características dos projetos de acordo com a formação de *clusters*

Nesta subseção, os indicadores de retorno e de risco foram submetidos à análise de *clusters* com o objetivo de verificar quais são as características dos grupos resultantes e qual (ou quais) os indicadores que mais contribuem na formação dos agrupamentos dos projetos. A hipótese é que o indicador TMA/TIR, por ser uma medida de risco financeiro, tenha um papel preponderante na formação desses grupos. Para tanto, optou-se em reunir os seguintes indicadores: ROIA, como medida de retorno; TMA/TIR, PB/N como indicadores de risco; e a própria P ( $VPL \leq 0$ ) para 10% de variabilidade nos parâmetros básicos, como

medida objetiva de risco calculada previamente para cada projeto.

Primeiro procedeu-se com a análise de aglomerados hierárquica para que se tenha uma ideia da quantidade de agrupamentos sugeridos. De acordo com o dendograma (Apêndice B) e o esquema de aglomeração dos *clusters* constante no Quadro 15 sugerem a formação de dois grupos.

Planejamento de aglomeração						
Estágio	Cluster combinado		Coeficientes	O cluster de estágio é exibido primeiro		Próximo estágio
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2	
1	31	33	,000	0	0	14
2	64	68	,000	0	0	33
3	63	69	,000	0	0	15
...	...	...	...	...	...	...
76	1	11	1,255	72	70	78
77	16	25	1,772	75	71	78
78	1	16	4,923	76	77	0

Quadro 15 – Esquema de aglomeração *cluster* hierárquico (distância quadrática euclidiana / Ward)

Fonte: o autor, 2015.

De acordo com o resultado apresentado no Quadro 15, seguiu-se com a análise de *cluster* pelo método não hierárquico com a formação de dois agrupamentos. Verificou-se que cada grupo abrange projetos de diferentes ramos de atividade, valor do investimento inicial e VPL. O primeiro ficou composto por 20 projetos cuja característica predominante é a de apresentar baixo risco e alto retorno. O segundo resultou com 59 projetos que, ao contrário do primeiro, é marcado por apresentar altos valores dos indicadores de risco e retorno mais modesto que o anterior. As diferenças entre os valores dos dois grupos aparecem de forma destacada nas médias e nos valores mínimos e máximos dos indicadores TMA/TIR e PB/N, conforme constam na Tabela 16.

Indicador =>	TMA/TIR		PB/N		ROIA		P (VPL ≤ 0) 10%	
Cluster =>	1	2	1	2	1	2	1	2
Média	0,38	0,71	0,56	0,86	0,11	0,05	0,1%	5,3%
Mediana	0,37	0,71	0,57	0,88	0,10	0,04	0,0%	0,5%
Desvio-Padrão	0,10	0,08	0,11	0,07	0,05	0,05	0,6%	8,8%
Mínimo	0,17	0,52	0,30	0,68	0,05	0,01	0,0%	0,0%
Máximo	0,52	0,87	0,73	0,96	0,20	0,39	2,9%	30,6%
Amplitude	0,35	0,34	0,44	0,29	0,15	0,38	2,9%	30,6%

Tabela 16 – Característica dos *clusters* formados pelo método não hierárquico (2 agrupamentos)

Fonte: o autor, 2015.

Ainda de acordo com a Tabela 16, é possível verificar nas duas últimas colunas as respectivas probabilidades de perda dos grupos. Tais resultados são as probabilidades de perdas calculadas de acordo com a simulação de Monte Carlo para 10% de variabilidade nos parâmetros quantidade, preço e custo variável unitário dos projetos. Os resultados representam uma coerência entre as amplitudes dos valores do indicador TMA/TIR com as probabilidades de perda. Isto denota que ambos os indicadores podem ser utilizado como *proxy* para a proposição da nova escala de risco financeiro dos projetos.

Outro fato que vale à pena ressaltar é que as amplitudes dos valores do indicador TMA/TIR dos dois grupos não se sobrepõem entre o máximo atingido pelo grupo dos projetos menos arriscados (grupo 1, inteiro = 0,5208) com o mínimo dos mais arriscados (grupo 2, inteiro = 0,5237). Mas, para os indicadores PB/N e ROIA a sobreposição é nítida: PB/N de 0,30 a 0,73 para o grupo 1 e de 0,68 a 0,96 para o grupo 2, mínimos e máximos, respectivamente; e, ROIA de 5% a 20% para o grupo 1 e de 1% a 39% para o grupo 2, mínimos e máximos respectivos. Nota-se também uma pequena sobreposição nos valores das probabilidades de perda. Isso denota que o indicador que mais contribui para a formação dos grupos é o TMA/TIR, conforme demonstra o Quadro 16 na sequência.

#### ANOVA

	Cluster		Erro		F	Sig.
	Quadrado Médio	df	Quadrado Médio	df		
TMA/TIR	1,683	1	,008	77	217,125	,000
PB/N	1,375	1	,007	77	203,986	,000
ROIA	,057	1	,003	77	22,497	,000
P (VPL ≤ 0) a 10%	,040	1	,006	77	6,789	,011

Quadro 16 – Análise de variância dos indicadores dos agrupamentos

Fonte: o autor, 2015.

O Quadro 16 evidencia os valores das estatísticas F e o nível de significância dos indicadores na formação dos *clusters*. Como descrito acima, o indicador TMA/TIR foi o que mais contribuiu para a distinção dos grupos [ $F(1,77) = 271,1$ ,  $p < 0,001$ ], seguido pelo PB/N [ $F(1,77) = 203,9$ ,  $p < 0,001$ ], ambos apresentando resultados altamente significativos. Os outros dois indicadores também se apresentam significativos, porém, as estatísticas F são bem menos expressivas, evidenciando o fato de que eles pouco contribuem na formação dos agrupamentos.

Como os indicadores TMA/TIR e PB/N são significativos, aparentemente tanto o primeiro quanto o segundo poderiam ser utilizados na composição da nova escala de risco. Contudo, o indicador PB/N apresenta-se menos sensível à probabilidade de perda do que o primeiro. É possível encontrar projetos com valores expressivos em relação ao PB/N, mas com baixa ou nenhuma probabilidade de perda, o que também acontece com relação ao indicador TMA/TIR, só que de forma menos intensa (conforme Apêndice C). Os coeficientes de correlação entre estes indicadores com as respectivas probabilidades de perda [ $P(VPL \leq 0)$ ] calculadas para os projetos ajudam a evidenciar o fato: TMA/TIR:  $r_s = 0,63$ ,  $p < 0,001$ ; e, PB/N:  $r_s = 0,57$ ,  $p < 0,001$ . Ambos são significativos, mas o primeiro apresenta-se ligeiramente mais linear do que o segundo.

## 2 | EFEITOS DOS PRESSUPOSTOS NAS PROBABILIDADES DE PERDA DOS PROJETOS

Para realizar as simulações de Monte Carlo, alguns pressupostos precisaram ser estabelecidos. Embora necessários, exercem influência direta nos resultados de forma que podem tanto atenuar, quanto agravar as probabilidades de perda [ $P(VPL \leq 0)$ ]. Ao todo foram estabelecidos sete pressupostos, conforme descritos na metodologia desta tese (Tratamento dos dados decorrentes dos projetos de investimentos) que podem ser subdivididos em três grupos: 1) os decorrentes dos percentuais de variabilidade; 2) do tipo de distribuição de probabilidade; e, 3) das correlações dos parâmetros básicos de entrada dos projetos. A tabela completa com as probabilidades de perda<sup>6</sup> calculadas a partir desses sete pressupostos encontra-se no Apêndice D.

Esta subseção discorrerá sobre os efeitos dos cinco pressupostos considerados mais relevantes. Não tratará do último, que fixa o valor residual dos projetos em 20% do valor do investimento em ativo imobilizado. Já com relação ao que se refere ao pressuposto de que todos os parâmetros básicos de entrada oscilam na mesma proporção, ou seja, com o mesmo percentual de variabilidade tanto para mais quanto para menos, este foi considerado em todas as análises e, portanto, não serão comentados os efeitos de eventuais variações em decorrência de percentuais diferenciados entre os parâmetros de

---

<sup>6</sup> Probabilidade é uma medida numérica que varia de zero a um. Contudo optou-se em apresentar os valores das probabilidades de perda na forma percentual de modo a facilitar sua interpretação.

entrada dos projetos.

Todos os demais são necessários para realizar as simulações de Monte Carlo e, dependendo da configuração estipulada, afetam os resultados provocando diferentes valores nos cálculos das probabilidades de perda. Como a nova escala de risco foi elaborada a partir da associação entre o valor do indicador TMA/TIR com as respectivas probabilidades de perda de cada projeto, convém ressaltar que, caso os pressupostos sejam diferentes dos assumidos nesta tese, os resultados seriam diferentes e a escala poderia resultar modificada.

## 2.1 Efeitos decorrentes da variabilidade dos parâmetros dos projetos

Para elaborar a nova escala de risco financeiro para o indicador TMA/TIR, esta tese assume que as quantidades vendidas, os preços e os custos e despesas variáveis são os únicos parâmetros suscetíveis de oscilar, assim como ambos variam para mais e para menos em torno do valor base do projeto no mesmo percentual. A escala proposta adota o padrão de 10% de variabilidade<sup>7</sup> nas quantidades, preços custos e despesas variáveis. Mantendo-se todos os demais pressupostos inalterados, quanto maior o percentual de variabilidade adotado, maior será a probabilidade de perda resultante. Os demais parâmetros, tais como os custos e despesas fixas, os investimentos, o valor residual, entre outros, são tidos como certos e permanecem inalterados ao longo do período de maturidade do projeto. Porém nem sempre essas premissas podem ser verdadeiras. Os parâmetros básicos podem flutuar em diferentes proporções, assim como os demais que neste estudo são tidos como inalteráveis, podem conter algum grau de incerteza e serem divergentes em relação ao valor previsto no projeto. Se isso acontecer, as probabilidades de perda resultantes serão diferentes.

Para melhor compreender os efeitos dos percentuais de variabilidades nos parâmetros básicos sobre as probabilidades de perda, a análise a seguir foi realizada a partir de dois projetos retirados de forma intencional da amostra para esta finalidade. Cada um foi submetido a oito variações percentuais, de cinco a 40%, com intervalos fixos de cinco pontos percentuais entre eles. A Figura 24 demonstra os valores obtidos.

---

<sup>7</sup> Este percentual foi estabelecido *a priori*, porém confere com a opinião da maioria dos investidores entrevistados, conforme consta na Seção - Quando se realiza a simulação de Monte Carlo, alguns pressupostos precisam ser estabelecidos. Os resultados apresentados dependem diretamente da parametrização dos valores de entrada da simulação. Entre os pressupostos, destaca-se o percentual de variabilidade para mais e para menos sobre os valores bases, o tipo de distribuição de probabilidade das variáveis, a correlação entre os parâmetros etc. As probabilidades de perda apresentadas nesta tese refletem os efeitos desses pressupostos, cujos impactos foram analisados., página 180.

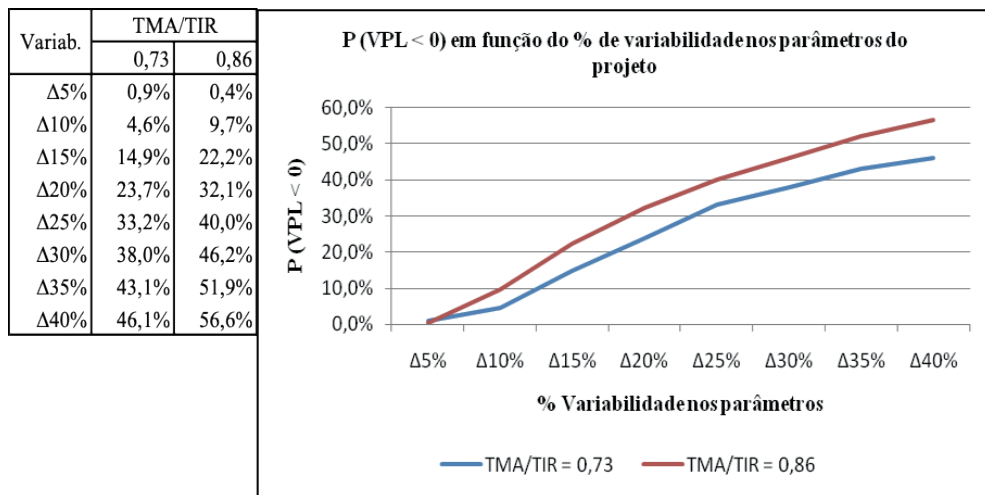


Figura 24 – P (VPL  $\leq$  0) para TMA/TIR 0,73 e 0,86 em função da variabilidade nos parâmetros

Fonte: o autor, 2015.

Os resultados mostram um crescimento acentuado do risco a depender do quanto se estima de variabilidade dos parâmetros do projeto. O primeiro projeto (n. 11.b do Quadro 13) apresenta indicador TMA/TIR de 0,73. Com 5% de variabilidade nos parâmetros básicos, a probabilidade do VPL resultar inferior a zero é de apenas 0,9%. Com 10%, o risco de perda passa para 4,6% e a cada novo incremento no percentual de variabilidade, as probabilidades sobem de forma exponencial. Esse aumento é mais acentuado entre 10 e 25% e um pouco mais suave entre 25 a 40%. Um comportamento semelhante pode ser verificado no segundo projeto (n. 31.b do Quadro 13). Com 5% de variabilidade, o risco de perda é muito baixo, mas com 10% ele salta para 9,7% e se torna mais acentuado a partir de então. O ponto em comum entre esses dois projetos refere-se à forma um pouco mais lenta em que a probabilidade de perda aumenta entre 5% e 10% de variabilidade, mais acentuada a partir de 10% , tornando a suavizar próximo aos 25% para cima.

A Tabela 17 demonstra as probabilidades de perda para 10, 15 e 20% de variabilidade nos parâmetros básicos apurados a partir dos 79 projetos analisados.

Estatísticas	Variabilidade nos parâmetros		
	10%	15%	20%
Média	3,99%	8,05%	12,51%
Mínimo	0,00%	0,00%	0,00%
Máximo	30,57%	39,38%	46,50%

Tabela 17 – Cômputo geral das P ( $VPL \leq 0$ ) de acordo com % de variabilidade

Fonte: o autor, 2015.

O risco de perda decorre do grau de incerteza associado às estimativas dos investidores. Contudo, parece difícil crer que alguém com razoável experiência em projetos de investimentos, dispondo de um bom nível de informação a cerca de suas projeções e do comportamento dos mercados em que irá atuar, atribua um percentual de variabilidade muito alto nos parâmetros básicos de entrada do projeto. De qualquer forma, a ilustração acima deixa claro que o comportamento exponencial das probabilidades de perda dificulta que se estabeleçam pontos de transição entre os diferentes graus de risco (baixo, baixo/médio, médio, médio/alto e alto) assumido no projeto. Se o comportamento fosse linear, bastaria dividir a escala por cinco, assim como acontece com a escala proposta pela Metodologia Multi-índice, conforme apresenta a Figura 2.

Como descrito acima, este trabalho assume que os custos e despesas fixas não sofrem variações em torno dos valores base do projeto. É natural que quanto mais variáveis estiverem sujeitas a oscilações, maior será o risco do projeto. Resta saber qual é o tamanho do impacto nas probabilidades de perda quando, além dos parâmetros básicos, os custos e as despesas fixas também são perturbados.

A Tabela 18 apresenta os resultados dos 23 projetos cujas probabilidades de perda foram superiores a 2% quando apenas os parâmetros básicos variaram e compara o acréscimo nas probabilidades para esses mesmos projetos quando os custos e despesas fixas também oscilaram. Os resultados referem-se a 10% de variabilidade. Para facilitar a visualização, as probabilidades de perda decorrentes da alteração dos parâmetros básicos foram classificadas em ordem crescente.

Verifica-se que o acréscimo na probabilidade de perda decorrente dos custos e despesas fixas não está diretamente associado ao tamanho da perda de quando apenas os parâmetros básicos variam. A maior diferença foi notada no projeto 31.b que, quando só os parâmetros básicos oscilaram a probabilidade de perda foi de 9,7%, saltando para 15,8% quando os custos e despesas fixas também variaram. Uma diferença de 6,1 pontos percentuais. Já a menor diferença ocorreu em um projeto altamente arrisco (n. 42), que passou de 27% para 27,5%. Embora a diferença entre as médias dos grupos sejam



significativas<sup>8</sup>, o acréscimo médio é relativamente baixo, de apenas 3,4 pontos percentuais.

Projeto	Variação nos Parâmetros Básicos	Parâmetros Básicos + CF e DF	Diferença em pontos %
4	2,4%	5,4%	3,1%
53	2,6%	6,1%	3,4%
32.b	2,8%	6,1%	3,2%
57	2,8%	6,0%	3,1%
62	2,9%	6,1%	3,2%
29	3,2%	4,0%	0,8%
60	4,0%	8,0%	4,0%
11.b	4,6%	6,9%	2,4%
49.b	6,4%	11,7%	5,3%
24.b	9,1%	11,9%	2,8%
31.b	9,7%	15,8%	6,1%
62.b	12,8%	17,4%	4,6%
38	14,0%	16,4%	2,4%
10.b	14,6%	19,2%	4,6%
5.b	17,7%	23,6%	6,0%
6.b	19,5%	24,9%	5,4%
54.b	19,7%	21,2%	1,5%
27.b	21,1%	25,1%	4,0%
13.b	25,9%	28,8%	3,0%
2.b	26,3%	30,1%	3,8%
42	27,0%	27,5%	0,5%
56.b	27,1%	28,7%	1,7%
59	30,6%	33,8%	3,3%
Média	13,3%	16,7%	3,4%
Mediana	12,8%	16,4%	3,2%
Desvio Padrão	9,5%	9,5%	1,5%
Mínimo	2,4%	4,0%	0,5%
Máximo	30,6%	33,8%	6,1%

Tabela 18 – P ( $VPL \leq 0$ ) para 10% de variabilidade nos parâmetros do projeto

Fonte: o autor, 2015.

<sup>8</sup> Teste dos Postos dos Sinais de *Wilcoxon* para amostras relacionadas. A mediana das P ( $VPL \leq 0$ ) dos parâmetros básicos (12,8%) é significativamente inferior à mediana das P ( $VPL \leq 0$ ) dos parâmetros básicos + CF e DF (16,4%),  $T = 276$ ,  $p < 0,001$ . Teste não paramétrico: os dados não são normalmente distribuídos [KS D(23) = 0,164 e 0,165, respectivamente, ambos com  $p < 0,05$ ].

A Figura 25 fornece uma visualização dos resultados obtidos em decorrência da variabilidade dos custos e despesas fixas. Nela, ficam visíveis os pontos de maior proximidade e de maior afastamento das diferenças das probabilidades de perda. Os pontos de maior proximidade foram detectados para os projetos 29, 54.b e 42; e os de maior afastamento para os projetos 31.b, 5.b e 6.b.

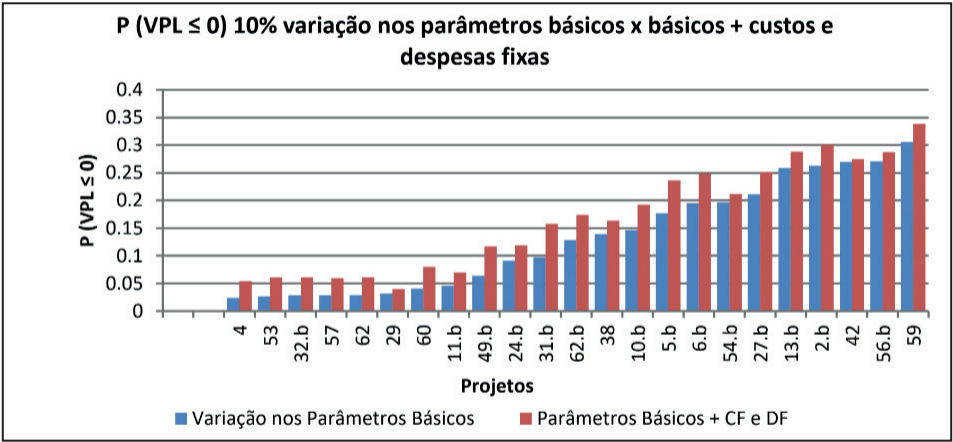


Figura 25 – Comparativo das P ( $VPL \leq 0$ ) para 10% de variação nos parâmetros básicos x básicos + custos e despesas fixas

Fonte: o autor, 2015.

## 2.2 Efeitos decorrentes do tipo de distribuição de probabilidade dos parâmetros de entrada do projeto

A simulação de Monte Carlo pode ser realizada utilizando-se diversos tipos de distribuição de probabilidade. O *software Crystal Ball*, por exemplo, possui uma galeria que abrange 22 tipos diferentes. Entre elas, provavelmente a distribuição normal é a mais utilizada por ser tabelada, o que facilita o cálculo das probabilidade de ocorrência de algum evento ou fenômeno. Em se tratando de projetos de investimentos, a princípio qualquer tipo de distribuição de probabilidades poderia ser utilizada para representar a variabilidade dos parâmetros básicos de entrada da simulação sem grandes prejuízos nos resultados. Contudo, algumas podem não ser adequadas, pois a sua escolha depende do comportamento da variável em estudo.

Nos projetos de investimentos, normalmente os parâmetros quantidades, preços, custos e despesas variáveis unitárias possuem um valor mais provável, que corresponde àquele que compõe o fluxo de caixa, e as variabilidades permitidas para cada parâmetro estabelecem os limites mínimos e máximos. Dessa forma, a escala proposta foi elaborada com base na distribuição triangular, como padrão de entrada dos parâmetros básicos,

conforme ilustra a Figura 26.

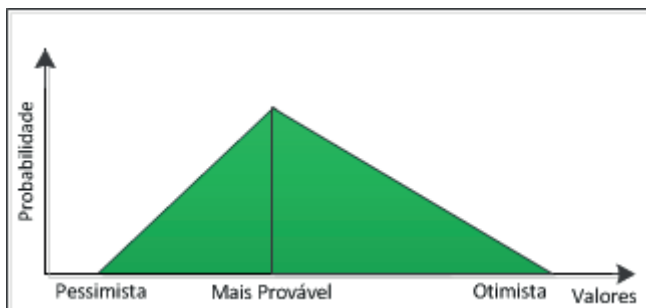


Figura 26 – Distribuição triangular

Fonte: o autor, 2015.

Embora os projetos contenham os valores bases, normalmente considerado como de mais provável ocorrência, alguns investidores podem acreditar que, dentro dos limites aceitos de variabilidade nos parâmetros básicos de entrada, qualquer valor pode ser igualmente provável. Neste caso, a distribuição uniforme deveria ser utilizada (Figura 27).

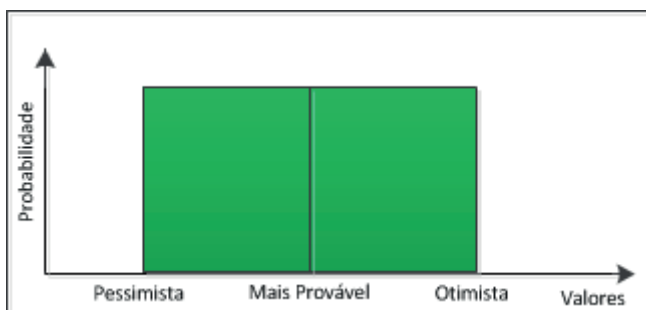


Figura 27 – Distribuição uniforme

Fonte: o autor, 2015.

O ponto central dessa explanação consiste no fato de que as probabilidades de perda também dependem do tipo de distribuição de probabilidade considerado para os parâmetros básicos de entrada do projeto (quantidades, preços e custos variáveis unitários). Quando a triangular é utilizada, a maior parte dos valores envolvidos na simulação é formada por aqueles que são mais próximos do valor considerado mais provável, enquanto que os valores extremos (pessimista e otimista) são menos utilizados. Por causa disso, as probabilidades resultantes são inferiores às que seriam apresentadas caso a distribuição uniforme fosse utilizada. Nesta, todos os valores são considerados igualmente distribuídos dentro dos limites estabelecidos para a simulação.

A Tabela 19 evidencia as probabilidades de perda para 10% de variabilidade nos parâmetros básicos com o uso da distribuição triangular e uniforme dos 23 projetos cujas perdas resultaram superiores a 2% quando a simulação foi realizada a partir da distribuição triangular. Para facilitar a visualização, estas probabilidades de perda foram classificadas em ordem crescente.

Projeto	Parâmetros Básicos - Triangular	Parâmetros Básicos - Uniforme	Diferença em pontos %
4	2,4%	9,7%	7,4%
53	2,6%	9,8%	7,2%
32.b	2,8%	10,7%	7,9%
57	2,8%	10,7%	7,9%
62	2,9%	10,3%	7,4%
29	3,2%	11,4%	8,2%
60	4,0%	12,7%	8,7%
11.b	4,6%	13,3%	8,7%
49.b	6,4%	16,4%	10,1%
24.b	9,1%	19,2%	10,1%
31.b	9,7%	20,8%	11,1%
62.b	12,8%	23,4%	10,6%
38	14,0%	24,3%	10,3%
10.b	14,6%	25,0%	10,4%
5.b	17,7%	28,4%	10,7%
6.b	19,5%	29,8%	10,3%
54.b	19,7%	30,6%	11,0%
27.b	21,1%	31,9%	10,8%
13.b	25,9%	35,6%	9,7%
2.b	26,3%	35,6%	9,3%
42	27,0%	37,1%	10,1%
56.b	27,1%	37,7%	10,6%
59	30,6%	38,8%	8,3%
Média	13,3%	22,8%	9,4%
Mediana	12,8%	23,4%	10,1%
Desvio Padrão	9,5%	10,2%	1,3%
Mínimo	2,4%	9,7%	7,2%
Máximo	30,6%	38,8%	11,1%

Tabela 19 – P (VPL  $\leq$  0) para 10% de variabilidade – distribuição triangular x uniforme

Fonte: o autor, 2015.

A diferença verificada nas probabilidades de perda em decorrência da distribuição uniforme das variabilidades dos parâmetros básicos de entrada oscilou de 7,2 a 11,1 pontos percentuais em relação a triangular. A menor e a maior diferença não estão associadas com os projetos de menor ou maior risco de perda. A menor diferença foi constatada no projeto 53, cuja  $P(VPL \leq 0)$  passou de 2,6% com a triangular para 9,8% com a uniforme. A maior foi a do projeto 31.b que passou de 9,7% para 20,8% entre a triangular e a uniforme, respectivamente. No geral, o acréscimo médio com a troca do tipo de distribuição de probabilidades dos parâmetros de entrada é de 9,4 pontos percentuais.

Nota-se um comportamento crescente relativamente uniforme com a troca da distribuição de probabilidades dos parâmetros básicos do projeto, conforme ilustra a Figura 28. Apesar da diferença em pontos percentuais não apresentar uma relação perfeita entre as probabilidades de perda, trata-se de uma constatação importante, pois permite que o investidor possa estimar o acréscimo no risco caso esteja inseguro quanto ao valor mais provável dos parâmetros básicos do projeto e acredite que entre o mínimo e o máximo admitido, todos os valores têm a mesma probabilidade de ocorrência.

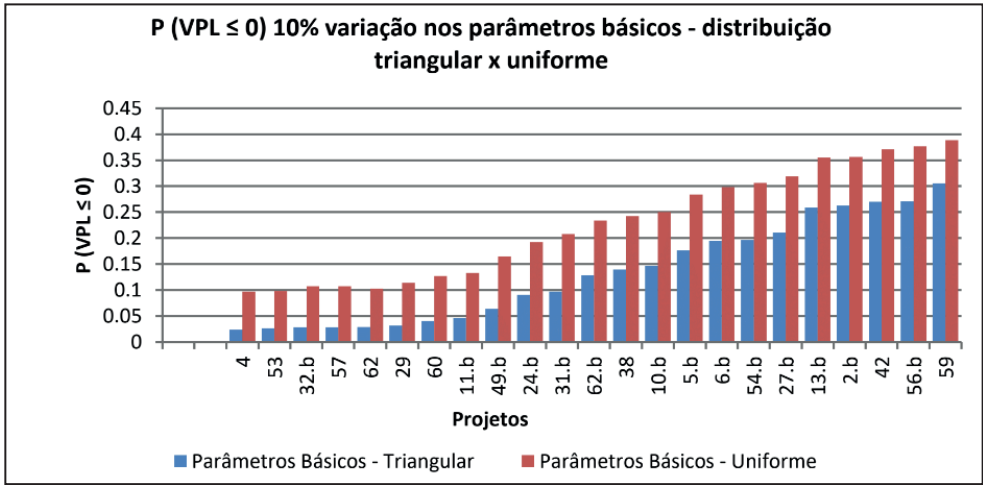


Figura 28 – Comparativo das  $P(VPL \leq 0)$  para 10% de variabilidade – distribuição triangular x uniforme

Fonte: o autor, 2015.

### 2.3 Efeitos decorrentes das correlações entre os parâmetros

Esta subseção relata os efeitos nas probabilidades de perda decorrentes das correlações realizadas entre os parâmetros básicos de entrada dos projetos. Para elaborar a nova escala para o risco financeiro do indicador TMA/TIR todos os projetos foram correlacionados de duas formas: 1) quando o projeto envolvia a produção e/ou comercialização de mais do que um produto, denominado projetos de múltiplos

produtos, os parâmetros de mesma natureza foram submetidos a correlações positivas perfeitas (coeficiente de correlação = 1); 2) as quantidades e os preços de venda foram correlacionados negativamente em 0,6 e os preços de vendas com os custos variáveis positivamente em 0,8.

### *2.3.1 Correlação entre os parâmetros de mesma natureza*

Correlacionar os parâmetros de mesma natureza só se aplica quando os projetos envolvem mais do que um produto. Entre os projetos analisados, 19 satisfazem esse quesito. Nesses casos, as quantidades, os preços de venda e os custos fixos dos produtos são correlacionados com os mesmos parâmetros do(s) outro(s) produto(s). Isso quer dizer, por exemplo, que se o preço de um produto sobe, os preços dos outros produtos também sobem na mesma proporção e vice-versa. O mesmo acontece com os outros parâmetros. A Tabela 20 apresenta os resultados das probabilidades de perda para 10% de variabilidade nos parâmetros básicos de entrada dos projetos com múltiplos produtos e compara os respectivos valores sem e com correlação dos parâmetros de mesma natureza.

Projeto	Quantidade de Produtos	Sem Correlacionar Parâmetros de mesma natureza	Com Correlação dos Parâmetros de mesma natureza	Diferença em pontos %
25	2	2,4%	7,7%	5,3%
46.b	2	2,5%	4,0%	1,5%
4	2	6,3%	12,4%	6,1%
5.b	2	20,0%	27,3%	7,3%
6.b	2	27,4%	31,3%	4,0%
2.b	2	32,4%	37,4%	5,0%
56.b	2	44,0%	43,7%	-0,3%
23	3	2,4%	9,2%	6,8%
8.b	3	6,3%	7,5%	1,2%
29	3	11,3%	22,3%	10,9%
10.b	3	24,9%	26,6%	1,7%
13.b	3	36,6%	41,5%	5,0%
60	4	1,7%	13,8%	12,1%
53	4	2,1%	11,9%	9,8%
57	4	2,9%	16,7%	13,8%
61.b	4	6,5%	6,5%	0,0%
62	4	13,0%	17,1%	4,1%
62.b	4	24,5%	27,7%	3,2%
59	4	24,8%	36,5%	11,7%
Média		15,4%	21,1%	5,7%
Mediana		11,3%	17,1%	5,0%
Desvio Padrão		13,1%	12,4%	4,1%
Mínimo		1,7%	4,0%	-0,3%
Máximo		44,0%	43,7%	13,8%

Tabela 20 – P (VPL ≤ 0) para 10% de variabilidade dos projetos de múltiplos produtos

Fonte: o autor, 2015.

Nota-se que a médias são significativamente diferentes<sup>9</sup>. Sem correlacionar os parâmetros de mesma natureza, a média das probabilidades de perda é de 15,4%, mas ao correlacionar, passa para 21,1%. A diferença média é de 5,7 pontos percentuais a mais. Essa diferença decorre do fato de que quando os parâmetros de entrada oscilam livremente, existe uma compensação entre a queda do parâmetro de um produto com o aumento do(s)

<sup>9</sup> Teste dos Postos dos Sinais de *Wilcoxon* para amostras relacionadas. A mediana sem correlacionar os parâmetros de mesma natureza (11,3%) é significativamente inferior à mediana de quando se correlacionam (17,1%),  $T = 170$ ,  $p < 0,001$ . Teste não paramétrico pois os dados não são normalmente distribuídos [teste KS D(19) = 0,218 e 0,150, respectivamente,  $p < 0,05$ ].

outro(s) e vice-versa. Quando se correlaciona os parâmetros de mesma natureza não existe essa compensação e as probabilidades de perda aumentam. Verifica-se também que o aumento na probabilidade de perda decorrente da correlação dos parâmetros de mesma natureza não é proporcional à quantidade de produtos envolvidos no projeto, conforme pode ser verificado na Figura 29.

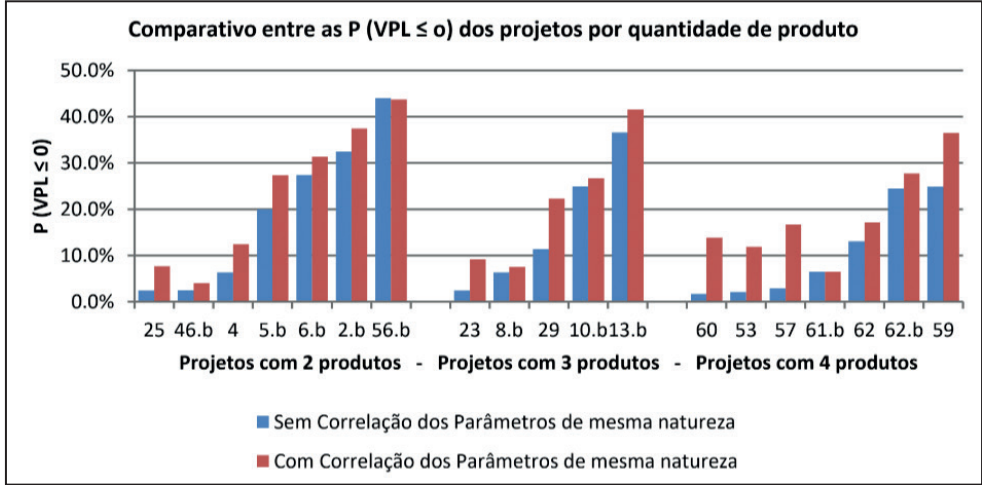


Figura 29 – Comparativo das P (VPL ≤ 0) dos projetos de múltiplos produtos sem e com correlação dos parâmetros de mesma natureza

Fonte: o autor, 2015.

A menor diferença geral foi de 0,3 pontos percentuais negativos referentes ao projeto 56.b, que originalmente possui dois produtos. A probabilidade de perda inicial era de 44% e, ao correlacionar os parâmetros de mesma natureza, recua para 43,7%. A maior diferença entre os projetos de dois produtos foi verificada no projeto 5.b, que passou de 20% para 27,3%, sem e com correlação, respectivamente. Entre os de três produtos, a menor diferença foi a do projeto 8.b, de 1,2 pontos percentuais e a maior do projeto 29, com 10,9 pontos percentuais. O maior impacto entre todos os projetos de múltiplos produtos foi constatado para o projeto 57, que originalmente possui quatro produtos, cuja probabilidade de perda sem correlacionar os parâmetros de mesma natureza foi de 2,9%, passando para 16,7% ao correlacionar. Contudo, nota-se que entre os projetos com quatro produtos, o projeto 61.b não sofreu nenhuma variação decorrente desse tipo de correlação.

### 2.3.2 Correlação entre quantidade e preço e entre preço e custos variáveis

Outro pressuposto utilizado para parametrizar a simulação de Monte Carlo refere-se



à correlação negativa em 0,6 entre os parâmetros quantidade e preço e positiva em 0,8 entre preço e custo variável unitário. Como descrito na metodologia do trabalho, essas correlações são de ordem prática, sem que se tenha realizado um estudo para verificar o grau de elasticidade entre a demanda e o preço dos produtos que são produzidos e/ou comercializados nos projetos. Para comparar as diferenças entre as probabilidades de perda em decorrência desse pressuposto, foram selecionados os 27 projetos que apresentaram  $P(VPL \leq 0)$  igual ou superior a 2% quando calculadas sem considerar essas correlações. Os resultados constam na Tabela 21.

Verifica-se que quando os parâmetros variam livremente, a probabilidade de perda média foi de 23,8%, mas ao correlacionar as quantidades com os preços em menos 0,6 e os preços e os custos variáveis em mais 0,8, o risco cai de forma significativa<sup>10</sup> para 11,3%, provocando uma queda de 12,5 pontos percentuais. Essa queda provavelmente decorre da diferença entre as proporções dos coeficientes utilizados, pois se as correlações fossem perfeitas (-1 para quantidade e preço e +1 para preço e custos variáveis), os riscos seriam eliminados [ $P(VPL \leq 0) = 0$ ]<sup>11</sup>. Os coeficientes utilizados impõem perdas, mas estabelecem limites a elas.

---

10 Teste dos Postos dos Sinais de *Wilcoxon* para amostras relacionadas. A mediana sem correlacionar os parâmetros Q e PV e PV e CV (23,3%) é significativamente superior à mediana de quando se correlacionam esses parâmetros (9,1%),  $T = 0$ ,  $p < 0,001$ . Teste não paramétrico pois os dados não são normalmente distribuídos. Teste KS  $D(27) = 0,105$  e 0,193, respectivamente,  $p < 0,05$ .

11 Constatação realizada entre quatro projetos (54.1 com a maior diferença; 46.1, com a menor ; 38 com diferença alta; e 59, com diferença baixa).

Projeto	Sem Correlação entre Quantidade e PV e entre PV e CV	Com Correlação entre Quantidade e PV em -0,6 e PV e CV +0,8	Diferença em pontos %
46.b	4,0%	0,2%	-3,8%
61.b	6,5%	1,0%	-5,5%
8.b	7,5%	0,2%	-7,3%
25	7,7%	0,1%	-7,6%
23	9,2%	0,5%	-8,7%
53	11,9%	2,6%	-9,2%
4	12,4%	2,4%	-10,1%
32.b	14,9%	2,8%	-12,1%
57	16,7%	2,8%	-13,9%
62	17,1%	2,9%	-14,2%
49.b	17,4%	6,4%	-11,0%
11.b	20,7%	4,6%	-16,1%
29	22,3%	3,2%	-19,1%
31.b	23,3%	9,7%	-13,6%
10.b	26,6%	14,6%	-12,0%
5.b	27,3%	17,7%	-9,6%
24.b	27,3%	9,1%	-18,2%
62.b	27,7%	12,8%	-14,9%
6.b	31,3%	19,5%	-11,8%
38	31,8%	14,0%	-17,8%
27.b	35,6%	21,1%	-14,5%
59	36,5%	30,6%	-5,9%
2.b	37,4%	26,3%	-11,1%
54.b	39,4%	19,7%	-19,7%
13.b	41,5%	25,9%	-15,7%
56.b	43,7%	27,1%	-16,6%
42	44,0%	27,0%	-17,0%
Média	23,8%	11,3%	-12,5%
Mediana	23,3%	9,1%	-12,1%
Desvio Padrão	12,1%	10,0%	4,3%
Mínimo	4,0%	0,1%	-19,7%
Máximo	44,0%	30,6%	-3,8%

Tabela 21 – P ( $VPL \leq 0$ ) para 10% de variabilidade sem e com correlação quantidade e preço e preço e custos variáveis

Fonte: o autor, 2015.

Também não há nenhuma relação entre a proporção da probabilidade de perda com a diferença apresentada sem e com as correlações desses parâmetros. A maior diferença foi de 19,7 pontos percentuais negativos do projeto 54.b que passou de 39,4% para 19,7%

sem correlacionar e com as correlações, respectivamente. Embora este projeto apresente a maior diferença, sua probabilidade de perda não foi a maior quando os parâmetros não estão correlacionados (que foi verificada para o projeto 42, com 44%) e nem de quando estão (verificada para o projeto 59, com 30,6%). Já a menor diferença decorre do projeto 46.b que passou de 4% para 0,2%, 3,8 pontos percentuais negativos. Este projeto foi o que apresentou a menor diferença de quando os parâmetros não estão correlacionados, mas não chega a ser a menor de quando eles estão. A Figura 30 ilustra os pontos de maior e menor diferença.

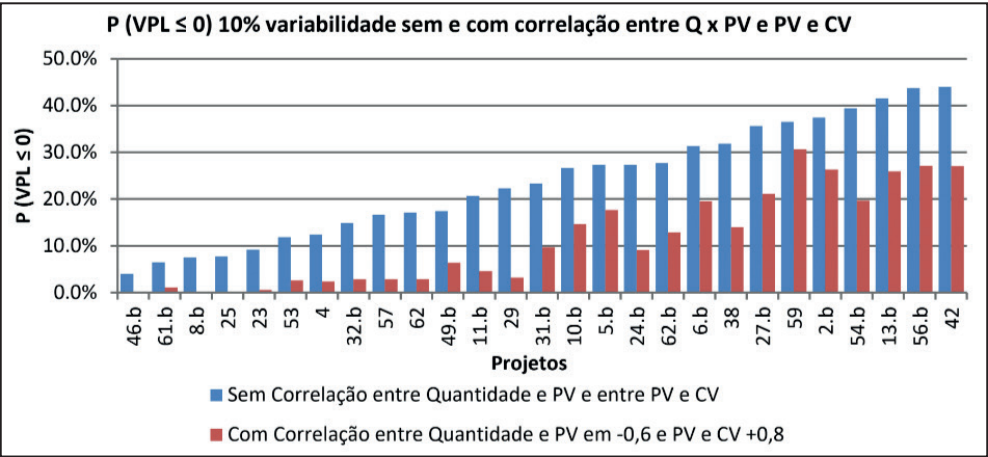


Figura 30 – P (VPL ≤ 0) para 10% de variabilidade sem e com correlação entre quantidade e preço e preço e custos variáveis

Fonte: o autor, 2015.

### 3 | ANÁLISE DO RISCO EM FUNÇÃO DA SENSIBILIDADE DO VPL

A análise de sensibilidade é uma técnica tradicional de avaliar o risco em projetos de investimentos. De forma simples, visa quantificar o impacto nos indicadores de retorno em relação às mudanças em um determinado parâmetro, mantendo-se os demais inalterados (CORREIA NETO, 2009; LAPPONI, 2007). Ao mesmo tempo em que é uma técnica simples, é trabalhosa, pois cada variável considerada incerta é manipulada de forma individual por meio de um percentual predeterminado de variabilidade aplicado, tanto para mais quanto para menos, em relação ao valor mais provável do projeto. O parâmetro mais arriscado, medido pela amplitude de variabilidade, é o que impacta de maneira mais acentuada no VPL do projeto.

A título de ilustração do procedimento, foi selecionado o projeto que contém a menor sensibilidade conjunta do VPL em relação aos três parâmetros básicos de entrada, conforme exemplificado na Tabela 22.

Variabilidade	Em R\$			Em %		
	Base	$\Delta$ -10%	$\Delta$ +10%	$\Delta$ -10%	$\Delta$ +10%	Amplitude
Quantidade	5.454.863	3.849.630	7.060.096	-29,4%	29,4%	58,9%
Preço	5.454.863	2.947.516	7.952.047	-46,0%	45,8%	91,7%
Custo Variável	5.454.863	6.356.977	4.552.749	16,5%	-16,5%	33,1%

Tabela 22 – Sensibilidade do VPL em relação aos parâmetros básicos – TMA 9,5% (projeto 28)

Fonte: o autor, 2015.

A sensibilidade do VPL está demonstrada em valores monetários e relativos para 10% de variabilidade, para mais e para menos, aplicado sobre cada um dos parâmetros manipulados. Verifica-se que a variável mais incerta e, portanto mais propensa ao risco, é o preço de venda. A segunda que requer atenção é a quantidade vendida e os custos variáveis unitários de fabricação aparecem por último. A classificação ordenada dos parâmetros pode ser visualizada por meio de um gráfico na forma de tornado, como ilustra a Figura 31

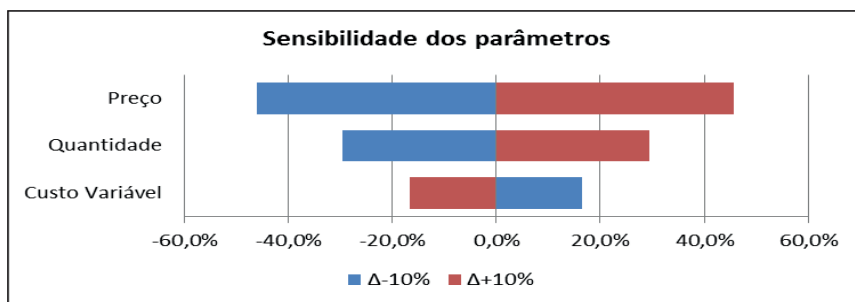


Figura 31 – Ordenação dos parâmetros sensíveis ao risco (projeto 28)

Fonte: o autor, 2015.

O risco de um projeto está diretamente associado à volatilidade do VPL, ou seja, de sua sensibilidade aos parâmetros de entrada. Já o VPL depende da magnitude e do momento de realização dos fluxos líquidos de benefícios e da TMA adotada na análise. Observou-se que, quando os fluxos líquidos de caixa mais altos se concentram nos anos iniciais, o VPL tende a ser maior e a sensibilidade em relação aos seus parâmetros é menor (Tabela 23) e vice-versa. Quando a TMA aumenta, o VPL diminui, e com isso sua sensibilidade aumenta (Tabela 24) e vice-versa.

Variabilidade	Em R\$			Em %		
	Base	$\Delta$ -10%	$\Delta$ +10%	$\Delta$ -10%	$\Delta$ +10%	Amplitude
Quantidade	9.571.755	7.648.770	11.491.583	-20,1%	20,1%	40,1%
Preço	9.571.755	6.568.085	12.560.075	-31,4%	31,2%	62,6%
Custo Variável	9.571.755	10.652.440	8.491.069	11,3%	-11,3%	22,6%

Tabela 23 – Sensibilidade do VPL para quantidades de vendas invertidas (projeto 28)

Fonte: o autor, 2015.

O projeto 28 possui quantidades de vendas crescentes do primeiro ao sétimo ano de operação e constante do oitavo ao décimo ano. Apenas para exemplificar como o momento de realização dos fluxos de caixa interfere na sensibilidade do VPL, suas quantidades foram invertidas de ordem (a que era do ano 10 passou para o ano 1 e assim por diante). Claro que com isso, mantendo a TMA constante, o VPL subiu 75,5%. Porém, conforme pode ser visto na Tabela 23, a sensibilidade em relação a cada parâmetro do projeto caiu, mas em proporção bem menor (em média 31,8% em relação aos valores anteriores).

Na Tabela 24, os fluxos de caixa foram mantidos como no original, porém a TMA teve seu valor alterado de 9,5% para 15% para verificar o efeito desse aumento na sensibilidade do VPL. Com TMA 5,5 pontos percentuais a mais, o VPL caiu 42,8%, mas a sua sensibilidade em relação aos parâmetros subiu em proporção menor (em média 32,4%).

Variabilidade	Em R\$			Em %		
	Base	$\Delta$ -10%	$\Delta$ +10%	$\Delta$ -10%	$\Delta$ +10%	Amplitude
Quantidade	3.122.066	1.905.234	4.338.898	-39,0%	39,0%	78,0%
Preço	3.122.066	1.221.395	5.013.964	-60,9%	60,6%	121,5%
Custo Variável	3.122.066	3.805.906	2.438.227	21,9%	-21,9%	43,8%

Tabela 24- Sensibilidade do VPL para quantidades originais e TMA de 15% (projeto 28)

Fonte: o autor, 2015.

Apesar de no exemplo anterior o aumento do VPL ter causado diminuição da sua sensibilidade em relação aos parâmetros e vice-versa, não há uma associação direta entre o valor do VPL com o índice de sensibilidade. Descrito de outra forma, um projeto com VPL alto não significa que ele seja menos sensível do que outro com VPL menor. Um projeto mesmo tendo um VPL muito alto, pode ser altamente sensível em relação a pequenas flutuações nos seus parâmetros de entrada, da mesma forma que um projeto com VPL baixo pode ser pouco sensível. Porém, se o VPL de um determinado projeto permanecer congelado, apenas tendo a ordem das quantidades vendidas alteradas de forma a preservar o VPL original, observou-se que a TIR mudou, mas a sensibilidade do VPL e a probabilidade de perda não foram alteradas.

A análise de sensibilidade conforme exemplificada acima foi realizada para cada

um dos projetos que compõem a amostra em estudo (os resultados encontram-se no Apêndice E). Nota-se que para todos os projetos, o preço de venda é o parâmetro que mais influenciou na sensibilidade do VPL, sendo, portanto, mais o arriscado e, na maioria dos casos, a quantidade é o segundo mais arriscado.

Em 20 casos os custos variáveis unitários proporcionaram maior amplitude de variabilidade do que as quantidades. Estes projetos constam na Tabela 25.

Projeto	Índice de Amplitude da Sensibilidade			Margem Bruta
	Quantidade	Preço de Venda	Custos Variáveis	
29	3,71	14,89	10,84	26,2%
38	6,68	25,35	18,67	26,4%
54.b	7,11	30,27	22,45	26,4%
54	2,59	10,67	7,83	27,1%
42	7,58	38,53	30,22	29,4%
56.b	11,11	39,62	27,03	30,9%
56	1,51	4,92	3,25	33,3%
22	1,80	5,61	3,77	35,0%
24.b	6,93	20,40	13,47	35,2%
24	0,89	2,31	1,42	39,6%
13.b	14,79	38,62	22,56	39,9%
25	3,44	8,54	5,10	40,5%
63	3,85	10,15	6,12	41,0%
14	1,57	3,91	2,33	41,6%
13	1,01	2,27	1,24	44,9%
3,1	5,00	11,42	6,39	45,6%
20	3,53	7,89	4,37	46,3%
3	1,44	3,13	1,68	47,7%
11.b	7,48	15,44	7,96	48,9%
2.b	18,31	37,57	19,25	50,2%

Tabela 25 – Índice de sensibilidade dos projetos cujos custos variáveis unitários proporcionam maior variabilidade no VPL do que as quantidades

Fonte: o autor, 2015.

Todos estes projetos têm uma característica comum: baixo índice de margem variável bruta. Verificou-se que os projetos cujas quantidades proporcionaram maior amplitude de variabilidade no VPL têm margem bruta mínima de 51,2%, a máxima desses projetos relacionados na Tabela 25 é de 50,2%. A margem média dos primeiros é de 77%, contra apenas 37,8% desses projetos cujos custos variáveis unitários proporcionam maior sensibilidade no VPL.

Se a margem bruta é mais baixa, os custos variáveis unitários possuem um peso maior sobre as receitas do que a dos demais projetos. A média dos custos variáveis unitários sobre a receita dos projetos que contam na Tabela 25 (cujos custos variáveis unitários proporcionam maior sensibilidade no VPL do que as quantidades) é de 62,2%, enquanto que a dos demais projetos (cujas quantidades impactam de forma mais intensa no VPL do que os custos variáveis unitários) é de apenas 23%. Os valores extremos dos custos variáveis unitários dos projetos também destoam: os primeiros contém valor mínimo de 49,8% e máximo de 73,8%; enquanto que os demais projetos possuem máxima de 49,8%.

Embora todos os projetos que constam na Tabela 25 possuam margem bruta baixa, nota-se que ela não está perfeitamente associada com a amplitude de variabilidade em função dos custos variáveis. A sensibilidade mínima é a do projeto 13, com índice de sensibilidade de 1,24 (124%), sendo que para este mesmo projeto a margem bruta é de 44,9%. Já a maior amplitude foi constatada para o projeto 42, com índice de 31,22 (3.122%), mas com margem de 29,4%. Estas amplitudes não correspondem com as margens mínima e máxima, conforme consta na Tabela 25. Mas, apesar disso, a amplitude de sensibilidade e a margem bruta possuem um coeficiente de correlação significativo ( $r_s = -731$ ,  $p < 0,001$ ). Ainda que a correlação acima seja significativa, o mesmo não acontece com a margem bruta e a probabilidade de perda do projeto ( $r_s = -207$ ,  $p > 0,05$ ). Porém existe uma forte associação entre o índice de sensibilidade dos parâmetros com a probabilidade de perda dos projetos conforme pode ser verificado na Tabela 26.

p de Spearman		P(VPL ≤ 0) _ 10%	SENS_QDE	SENS_PR	SENS_CV
P(VPL ≤ 0) _ 10%	Coefficientes de	1,000	.830**	.860**	.648**
	Sig. (2		,000	,000	,000
	N	79	78	79	72
SENS_QDE	Coefficientes de	.830**	1,000	.899**	.537**
	Sig. (2	,000		,000	,000
	N	78	78	78	72
SENS_PR	Coefficientes de	.860**	.899**	1,000	.820**
	Sig. (2	,000	,000		,000
	N	79	78	79	72
SENS_CV	Coefficientes de	.648**	.537**	.820**	1,000
	Sig. (2	,000	,000	,000	
	N	72	72	72	72

\*\* A correlação é significativa,  $p < 0,01$  (2 extremidades).

Tabela 26 – Coeficientes de correlação entre índice de sensibilidades do VPL e P (VPL ≤ 0) para 10% de variabilidade nos parâmetros básicos de entrada

Fonte: o autor, 2015.

Todas as correlações são significativas, mas o maior coeficiente em relação à probabilidade de perda dos projetos é notado em relação ao índice de sensibilidade do VPL em função do preço de venda. Se há uma causalidade entre esses indicadores, talvez seja possível utilizar o índice de sensibilidade preço como *proxy* para calcular a probabilidade de perda do projeto de forma relativamente próxima à que seria obtida por meio da simulação de Monte Carlo. Neste caso, a probabilidade de perda seria uma função do índice de sensibilidade preço  $[P(VPL \leq 0) = f(SENS\_PR)]$ . Os resultados da regressão encontram-se na Tabela 27.

$R^2 = 0,904$	$F = 725,36$	$Sig. = 0,000$		
Coeficientes				
Modelo	$B$	$t$	Sig.	
Constante	-0,03657	-9,15	0,000	
Sens PR	0,00785	26,93	0,000	
Estatísticas dos Resíduos				
Resíduo	Mínimo	Máximo	Médio	Desvio-Padrão
Valor Previsto	-0,031	0,274	0,040	0,076
Resíduo	-0,050	0,086	0,000	0,025
Resíduo Padrão	-2,022	3,452	0,000	0,994
Normalidade dos Resíduos:		$D(79) = 0,087$	$Sig. = 0,200$	

Tabela 27 – Resultados da regressão entre índice de sensibilidade preço e P ( $VPL \leq 0$ )

Fonte: o autor, 2015.

O índice de sensibilidade preço explica 90,4% da variação na probabilidade de perda do projeto. O resultado da ANOVA ( $F = 725,36$ ) é significativo ( $p < 0,001$ ), o que indica que o modelo adere bem aos dados, o que resulta em um grau de previsão significativamente bom nos valores da variável de saída (FIELD, 2009). De forma alternativa, o coeficiente de inclinação é significativamente diferente de zero ( $t = 26,93$ ,  $p < 0,001$ ), o que permite concluir que o índice de sensibilidade preço contribui de forma significativa na previsão da probabilidade de perda.

A equação da regressão que mede a probabilidade de obter VPL negativo ou nulo é dada por:

$$P(VPL \leq 0) = -0,03657 + 0,00785 \times SENS\_PR \quad (1)$$

Assim, será atingido 5% de probabilidade de obter VPL negativo ou nulo quando o índice de sensibilidade preço é igual a 11,0280 (1.102,80%) e 20% quando igual a 30,1363 (3.013,63%). Os valores do índice de sensibilidade preço conferem com os valores



empíricos conforme constam no Apêndice E.

Sendo o índice de sensibilidade preço um bom predictor da probabilidade de obter VPL negativo ou nulo e o indicador TMA/TIR informa o risco financeiro de um projeto de investimento, deve existir uma relação linear forte tanto entre o índice de sensibilidade preço com o indicador TMA/TIR e deste com a probabilidade de perda. Se isso se confirmar, é provável que o indicador TMA/TIR também possa ser utilizado como *proxy* para prever a probabilidade de perda de um projeto de investimento.

Os cálculos dos coeficientes confirmam as hipóteses de fortes correlações. Ambos resultam significativos a  $p < 0,001$  [ $r_s = 0,760$  para SENS\_PR e TMA/TIR e  $r_s = 0,631$ , para TMA/TIR e P (VPL  $\leq 0$ )]. Já os parâmetros da regressão encontram-se na Tabela 28.

$R^2 = 0,216$	$F = 21,210$	$Sig. = 0,000$		
Coeficientes				
Modelo	$B$	$t$	Sig.	
Constante	-0,09542	-3,126	0,003	
TMA/TIR	0,21684	4,605	0,000	
Estatísticas dos Resíduos				
Resíduo	Mínimo	Máximo	Médio	Desvio-Padrão
Valor Previsto	-0,05856	0,093	0,040	0,03707
Resíduo	-0,09106	0,236	0,000	0,07064
Resíduo Padrão	-1,28083	3,324	0,000	0,99357
Normalidade dos Resíduos:		$D(79) = 0,167$	$Sig. = 0,000$	

Tabela 28 – Resultados da regressão entre o indicador TMA/TIR e P (VPL  $\leq 0$ )

Fonte: o autor, 2015.

A equação é dada por:

$$P \text{ (VPL } \leq 0) = -0,09542 + 0,21684 \times \text{TMA/TIR} \quad (2)$$

Embora os parâmetros da regressão sejam significativos, seu poder explicativo é baixo. Explica apenas 21,6% a variação ocorrida na probabilidade de perda. Dessa forma, a escala de risco proposta não garante que cada valor do indicador TMA/TIR esteja associado a uma determinada probabilidade de perda, mas sim a um limite de probabilidade para os graus de risco baixo e alto. Para melhor compreender o que isso significa, a título de exemplo, a escala poderá informar que para dado um limite de valor do indicador TMA/TIR, a probabilidade de perda é de no máximo x% para o risco baixo, ou de no mínimo x% para o risco alto.

O valor esperado da perda está diretamente associado à respectiva probabilidade

de o VPL do projeto resultar negativo. Dessa forma, o cálculo do valor esperado da perda também estará relacionado aos limites de probabilidades de perda conforme descritos acima. Ele será uma função do limite de perda com o valor do VPL do projeto.

# APRESENTAÇÃO E SISTEMATIZAÇÃO DOS RESULTADOS

A seção anterior discorreu sobre as análises dos dados obtidos na pesquisa e demonstrou os efeitos que os pressupostos que parametrizaram a simulação de Monte Carlo causam nas probabilidades de perda. Tais pressupostos referem-se a: 1) aplicar 10% de variabilidade para mais e para menos sobre o valor base das quantidades vendidas, preços e custos variáveis; 2) todos os parâmetros variam na mesma intensidade; 3) quando o projeto possui mais do que um produto, os parâmetros de mesma natureza foram correlacionados positivamente (coeficiente = 1); 4) as quantidades e os preços foram correlacionados negativamente em 0,6 e os preços e custos variáveis positivamente em 0,8; 5) distribuição de probabilidade triangular sobre os valores base do projeto; 6) os custos e despesas fixas não variam. Conforme o caso, elas aumentam ou atenuam as probabilidades de perda. Cada pressuposto foi devidamente justificado no delineamento metodológico da pesquisa. Essas considerações são importantes para que se tenha uma ideia do tamanho do impacto nos resultados, caso o investidor tenha outra percepção em torno da realidade do projeto a ser analisado.

Esta seção apresenta e discute os resultados da pesquisa, cujo objetivo é melhorar a escala de risco para o indicador TMA/TIR para quando se adicionam informações sobre as variabilidades dos parâmetros básicos do projeto. A nova escala deve conter dois principais atributos: inferir limites da probabilidade de obter VPL negativo ou nulo [ $P(VPL \leq 0)$ ] sem a necessidade de calcular a integral correspondente ou recorrer a tabelas estatísticas; e, conter as fronteiras que delimitem os graus de risco de forma alinhada com a percepção da maioria dos investidores entrevistados. A fronteira de risco baixo corresponde àquela probabilidade de perda considerada aceitável pela maioria dos investidores. Já a alta delimita o ponto a partir do qual o risco é considerado demasiadamente alto e, portanto, o investidor não investiria no projeto por considerá-lo arriscado demais.

Esta seção subdivide-se em: 1) apresentação da escala de risco proposta; 2) análise dos parâmetros de risco dos projetos que não se enquadram no modelo proposto; 3) apresentação de como determinar o valor provável da perda a partir das probabilidades limites sem a necessidade de efetuar o cálculo da integral  $x.f(x)$  onde  $x$  é normalmente distribuído; 4) percepção dos investidores referente aos principais pressupostos assumidos; e, 5) síntese dos resultados alcançados.

## 1 | ESCALA DE RISCO PROPOSTA

A escala de risco proposta associa o valor do indicador TMA/TIR com as respectivas probabilidades de o VPL resultar menor ou igual a zero e também estabelece duas fronteiras de risco representando a transição da classificação do risco: de baixo para médio e de médio para alto. Considera-se risco baixo sempre que a probabilidade de perda resultar

igual ou inferior a 5%; e risco alto, valores acima de 20%<sup>1</sup>. O Quadro 17 demonstra os valores de P ( $VPL \leq 0$ ) para 10% de variabilidade nos parâmetros básicos de entrada calculadas para cada um dos 79 projetos de investimentos que compõe a amostra.

Indicador TMA/TIR e P ( $VPL \leq 0$ ) p/ 10% de variabilidade								
PROJETO	TMA/TIR	P ( $VPL \leq 0$ )	PROJETO	TMA/TIR	P ( $VPL \leq 0$ )	PROJETO	TMA/TIR	P ( $VPL \leq 0$ )
8	0,17	0,00%	39.b	0,62	0,00%	16	0,73	0,04%
24	0,25	0,00%	25	0,62	0,10%	32.b	0,74	2,82%
6	0,26	0,00%	44	0,62	0,03%	3.b	0,75	0,96%
61	0,26	0,00%	22	0,62	0,00%	17	0,75	0,00%
56	0,29	0,00%	63	0,62	0,36%	36.b	0,75	0,23%
28	0,31	0,00%	14	0,63	0,00%	19	0,75	0,00%
13	0,32	0,00%	12	0,64	0,00%	1.b	0,75	0,13%
7	0,32	0,00%	46.b	0,64	0,22%	56.b	0,75	27,05%
2	0,34	0,00%	58	0,66	1,64%	20	0,76	0,05%
15	0,34	0,00%	33	0,66	0,00%	38	0,76	13,96%
11	0,39	0,00%	8.b	0,67	0,17%	24.b	0,76	9,08%
5	0,40	0,00%	53	0,67	2,60%	29	0,77	3,18%
27	0,43	0,00%	15.b	0,67	0,00%	5.b	0,77	17,67%
3	0,44	0,00%	55.b	0,67	0,00%	60	0,78	4,02%
35	0,47	0,00%	21	0,68	1,20%	59	0,78	30,57%
1	0,47	0,00%	61.b	0,68	1,04%	18	0,79	0,03%
62	0,50	2,87%	39	0,69	0,00%	54.b	0,804	19,67%
46	0,50	0,00%	7.b	0,70	0,00%	10.b	0,81	14,64%
49	0,52	0,00%	9	0,70	0,08%	42	0,82	27,00%
10	0,52	0,00%	30	0,70	0,00%	2.b	0,83	26,30%
31	0,52	0,00%	23	0,70	0,54%	28.b	0,83	0,51%
32	0,53	0,00%	57	0,71	2,83%	31.b	0,86	9,68%
55	0,59	0,00%	4	0,71	2,36%	13.b	0,86	25,88%
54	0,59	0,54%	35.b	0,72	0,89%	33.b	0,86	0,19%
26	0,60	0,00%	49.b	0,73	6,36%	27.b	0,87	21,10%
62.b	0,61	12,83%	6.b	0,73	19,52%			
36	0,62	0,00%	11.b	0,73	4,58%			

Quadro 17 – Indicador TMA/TIR e P ( $VPL \leq 0$ ) para 10% de variabilidade nos parâmetros

Fonte: o autor, 2015.

Os projetos destacados na cor verde referem-se ao grau de risco considerado baixo, faixa em que o valor do indicador TMA/TIR vai de zero a 0,7. Os que estão em amarelo referem-se ao risco médio, cujos valores estão acima de 0,7 até 0,8 e, finalmente os que estão em vermelho são considerados arriscados, com indicador acima de 0,8 até 1,0, conforme demonstra o Quadro 18.

<sup>1</sup> Essas fronteiras de risco conferem com a opinião da maioria dos investidores entrevistados, como será relatado adiante.

Nível de Risco	Indicador TMA/TIR	P ( $VPL \leq 0$ )	Decisão de Investir
Baixo	$0,0 < TMA/TIR \leq 0,7$	$0\% \leq 5\%$	Não é fator impeditivo. Recomendar o investimento.
Médio	$0,7 < TMA/TIR \leq 0,8$	$5\% \leq 20\%$	Depende da expectativa de retorno.
Alto	$0,8 < TMA/TIR \leq 1,0$	Acima de 20%	Depende da expectativa de retorno e do grau de propensão ao risco do decisor.

Quadro 18 – Níveis de risco de acordo com a escala proposta para o risco financeiro

Fonte: o autor, 2015.

Como é possível notar, não há uma associação perfeita entre o valor do indicador TMA/TIR com a respectiva probabilidade de perda, o que faz com que o ponto de passagem de um nível de risco para outro seja nebuloso. Por questão de segurança, as fronteiras que dividem os níveis de risco baixo para médio e médio para alto foram pré-estabelecidos como descrito acima, ou seja, 5% e 20%, respectivamente. Assim, quando  $TMA/TIR \leq 0,7$  implicaria  $P[VPL \leq 0] \leq 0,05$ , o risco seria considerado baixo e não seria um fator impeditivo para a recomendação do projeto. Se  $TMA/TIR > 0,8$  implicaria  $P[VPL \leq 0] > 0,20$ , o risco seria considerado alto e o investidor deveria estar consciente dos riscos que está assumindo e até mesmo recusar o projeto.

Ressalta-se que os limites de 5% e 20% que separam os níveis de risco da escala proposta foram validados com os investidores entrevistados. Também é oportuno destacar que esses limites abrangem certa margem de segurança, já que muitos projetos analisados com valores do indicador abaixo de 0,70 possuem probabilidades de perda que não atingem 3%. O mesmo acontece com os projetos cujos valores do indicador estão estabelecidos acima de 0,80, onde para muitos as probabilidades resultantes foram inferiores a 20%.

Como é possível observar no Quadro 17, alguns projetos destoam dentro dos níveis de risco baixo e médio da escala proposta em decorrência de algumas especificidades que serão explicadas a seguir. Porém, nota-se uma concentração dos valores das probabilidades de perda próximas entre si. No grau de risco baixo, apenas um projeto destoa dos demais (n. 62.b). Todos os demais que apresentam alguma probabilidade de perda, os valores são baixos, inferiores ao limite de 5%. Mesmo dentro do próximo nível de risco, ainda nota-se projetos com valores baixos, próximos ou iguais ao anterior. Todavia, nesta categoria, um a cada três projetos tem probabilidade de obter VPL negativo ou nulo superior a 5%, sendo que dois deles estão acima dos 20%. No grau de risco alto, também existem projetos que, se não fosse o alto valor do indicador TMA/TIR, poderiam ser considerados de baixo risco, mas para cada dois projetos, um possui probabilidade de perda que excede 20%.

Mesmo considerando certo conservadorismo, o que aparentemente é recomendado em análise de projetos de investimentos, ficou nítido o alongamento do grau de risco baixo e o encurtamento do grau de risco médio. A pequena amplitude no grau de risco médio aparentemente não justifica a criação de níveis intermediários de risco (de baixo para médio;

e de médio para alto) como acontece com a escala original da Metodologia Multi-índice. O Quadro 19 compara as duas escalas de risco.

TMA/TIR	$0,0 \leq 0,2$	$0,2 \leq 0,4$	$0,4 \leq 0,6$	$0,6 \leq 0,8$	$0,8 \leq 1,0$
Grau de Risco Antes	Baixo	Baixo/Médio	Médio	Médio/Alto	Alto
TMA/TIR	$0,0 \leq 0,7$			$0,7 \leq 0,8$	$0,8 \leq 1,0$
Grau de Risco Proposto	Baixo [P (VPL $\leq 0$ ) $\leq 5\%$ ]			Médio	Alto [P (VPL $\leq 0$ ) $> 20\%$ ]

Quadro 19 – Escala para o risco anterior e proposta para 10% de variabilidade nos parâmetros básicos  
 Fonte: o autor, 2015.

Conforme consta na Tabela 9, pela escala original da Metodologia Multi-índice, 12 projetos possuem indicador até 0,4 e foram classificados com grau de risco baixo e de baixo para médio; 13 possuem indicador de 0,4 até 0,6 sendo classificados como de risco médio; e 46 projetos com indicador de 0,6 até 0,8, onde o grau de risco é de médio para alto. Na Tabela 29 essa classificação foi refeita considerando a nova escala de risco conforme consta no Quadro 19.

Escala p/ Risco	Grau de Risco	N. Projetos	% do Tota
$0,0 < \text{TMA/TIR} \leq 0,7$	Baixo (Risco $< 5\%$ )	47	62,7
$0,7 < \text{TMA/TIR} \leq 0,8$	Médio (Risco $5\% \leq 20\%$ )	19	25,3
$0,8 < \text{TMA/TIR} \leq 1,0$	Alto (Risco $> 20\%$ )	9	12,0
Total		75	100,0

Obs: os projetos 6b; 56b; 59 e 62b são casos especiais e serão explicados adiante.

Tabela 29 – Risco medido pelo indicador TMA/TIR de acordo com a escala proposta  
 Fonte: o autor, 2015.

De acordo com a escala de risco proposta nesta tese, 47 projetos (62,7% do total) possuem indicador TMA/TIR até 0,7 e passam a ser caracterizados como sendo de baixo risco (Tabela 29). Com indicador maior que 0,7 e menor ou igual a 0,8, são 19 projetos (25,3% do total). Mesmo considerando que os valores das escalas são diferentes, é possível verificar que a original superestima a percepção do risco. A escala proposta corrige esse viés quando os parâmetros básicos de entrada sofrem variação em torno do seu valor mais provável, melhorando a percepção do grau de risco do projeto. Além disso, ela agrega mais informações que melhoram a decisão de investir: 1) as fronteiras de risco alto e baixo refletem a percepção da maioria dos investidores entrevistados (o que será relatado adiante); 2) permite inferir limites para a probabilidade de perda [P (VPL  $\leq 0$ )] sem

a necessidade de realizar a simulação de Monte Carlo.

A escala acima foi elaborada para 10% de variabilidade, aplicado de forma igual sobre os parâmetros básicos de entrada do projeto. Este percentual refere-se a um determinado padrão de oscilação e, como será descrito adiante, confere com a opinião da maioria dos investidores entrevistados. Contudo, a escala para o risco poderia ser feita para diversas faixas percentuais, a depender da natureza do projeto analisado e da percepção dos investidores sobre a variabilidade dos parâmetros orçados. Assim, de forma complementar, o Quadro 20 apresenta as probabilidades de perda considerando 15% de variabilidade aplicada de forma igual sobre os parâmetros.

Indicador TMA/TIR e P (VPL ≤ 0) p/ 15% de variabilidade								
PROJETO	TMA/TIR	P (VPL ≤ 0)	PROJETO	TMA/TIR	P (VPL ≤ 0)	PROJETO	TMA/TIR	P (VPL ≤ 0)
8	0,17	0,00%	39.b	0,62	0,36%	16	0,73	1,74%
24	0,25	0,00%	25	0,62	2,25%	32.b	0,74	11,67%
6	0,26	0,00%	44	0,62	0,93%	3.b	0,75	7,05%
61	0,26	0,00%	22	0,62	0,08%	17	0,75	0,02%
56	0,29	0,00%	63	0,62	4,43%	36.b	0,75	3,49%
28	0,31	0,00%	14	0,63	0,00%	19	0,75	0,19%
13	0,32	0,00%	12	0,64	0,00%	1.b	0,75	2,70%
7	0,32	0,00%	46.b	0,64	3,36%	56.b	0,75	38,56%
2	0,34	0,00%	58	0,66	9,41%	20	0,76	1,58%
15	0,34	0,00%	33	0,66	0,00%	38	0,76	25,44%
11	0,39	0,00%	8.b	0,67	2,92%	24.b	0,76	20,06%
5	0,40	0,00%	53	0,67	10,91%	29	0,77	12,30%
27	0,43	0,00%	15.b	0,67	0,48%	5.b	0,77	30,20%
3	0,44	0,00%	55.b	0,67	0,13%	60	0,78	13,87%
35	0,47	0,00%	21	0,68	7,41%	59	0,78	39,38%
1	0,47	0,00%	61.b	0,68	7,39%	18	0,79	1,16%
62	0,50	11,66%	39	0,69	0,24%	54.b	0,80	31,33%
46	0,50	0,04%	7.b	0,70	0,56%	10.b	0,81	26,45%
49	0,52	0,42%	9	0,70	2,01%	42	0,82	37,72%
10	0,52	0,00%	30	0,70	0,00%	2.b	0,83	36,77%
31	0,52	0,00%	23	0,70	5,47%	28.b	0,83	5,59%
32	0,53	0,11%	57	0,71	12,02%	31.b	0,86	22,23%
55	0,59	0,00%	4	0,71	11,03%	13.b	0,86	36,75%
54	0,59	5,00%	35.b	0,72	6,46%	33.b	0,86	3,10%
26	0,60	0,11%	49.b	0,73	18,29%	27.b	0,87	32,96%
62.b	0,61	24,73%	6.b	0,73	30,84%			
36	0,62	0,00%	11.b	0,73	14,86%			

Quadro 20 – Indicador TMA/TIR e P (VPL ≤ 0) para 15% de variabilidade nos parâmetros

Fonte: o autor, 2015.

No Quadro 20, as fronteiras que delimitam os níveis de risco baixo para médio e médio para alto permanecem os mesmos, ou seja, 5% e 20%, respectivamente. Para 15% de variabilidade nos parâmetros básicos de entrada do projeto, com valor do indicador TMA/TIR de até 0,64 o risco é baixo e, acima de 0,75 a probabilidade de obter VPL negativo ou nulo passa a ser alta. Dessa forma, o grau de risco médio ficou ainda mais curto, com

indicador acima de 0,64 até 0,75, conforme ilustra o Quadro 21.

TMA/TIR	$0,0 \leq 0,64$	$0,64 \leq 0,75$	$0,75 \leq 1,0$
Grau de Risco Proposto	Baixo [P (VPL $\leq 0$ ) $\leq 5\%$ ]	Médio	Alto [P (VPL $\leq 0$ ) $> 20\%$ ]

Quadro 21 – Escala de risco para 15% de variabilidade nos parâmetros básicos

Fonte: o autor, 2015.

Na Tabela 30 consta a quantidade de projetos classificados nos respectivos níveis de risco de acordo com a escala elaborada para 15% de variabilidade nos parâmetros básicos de entrada dos projetos (quantidades, preços e custos variáveis unitários).

Escala p/ Risco	Grau de Risco	N. Projetos	% do Tota
$0,00 < \text{TMA/TIR} \leq 0,64$	Baixo (Risco $< 5\%$ )	33	44,0
$0,64 < \text{TMA/TIR} \leq 0,75$	Médio (Risco $5\% \leq 20\%$ )	25	33,3
$0,75 < \text{TMA/TIR} \leq 1,00$	Alto (Risco $> 20\%$ )	17	22,7
Total		75	100,0

Obs: os projetos 6b; 56b; 62; 62b são casos especiais e foram excluídos nesta tabela.

Tabela 30 – Risco medido pelo indicador TMA/TIR para escala de 15% de variabilidade

Fonte: o autor, 2015.

Os autores da Metodologia Multi-índice sempre deixaram clara a aleatoriedade contida nos parâmetros de entrada dos projetos e que, por consequência, também está presente na TIR. Porém, a escala original não foi testada empiricamente quando se adiciona informação sobre a variabilidade desses parâmetros. A escala proposta nesta tese, apesar das fronteiras de risco pouco nebulosas e de algumas pequenas disparidades em função da dispersão das probabilidades de perda, foi melhorada. Os casos que não se ajustam ao novo modelo são justificáveis (o que será feito na sequência), causados em decorrência de algumas particularidades contidas nos projetos.

## 2 | ANÁLISE DOS PARÂMETROS DE RISCO DOS PROJETOS

Ao analisar a nova escala de risco para 10% de variabilidade nos parâmetros básicos de entrada, alguns projetos da amostra não se enquadram no modelo por apresentar probabilidades de perda que saem dos padrões em relação aos demais contidos no mesmo nível de risco. Estes projetos e seus respectivos indicadores constam na Tabela 31. Todos possuem índice de sensibilidade muito acima dos demais, conforme pode ser constatado no Apêndice E. Contudo, cabe encontrar as características que levam esses projetos a



apresentarem P ( $VPL \leq 0$ ) bem acima do padrão esperado pela escala proposta.

Projeto	VPL Médio	Desvio Padrão	Coef. Variação	TMA/TIR	P ( $VPL \leq 0$ )	Nível Risco	Sensibilidade
62.b	55.919	49.148	0,88	0,61	12,83%	Baixo	19,67
6.b	40.431	47.308	1,17	0,73	19,52%	Médio	23,37
56.b	94.813	161.426	1,70	0,75	27,05%	Médio	39,62
59	19.122	36.044	1,88	0,78	30,57%	Médio	33,22

Tabela 31 – Projetos arriscados que não se enquadram na escala proposta

Fonte: o autor, 2015.

Tal como descrito anteriormente, a sensibilidade do VPL depende da combinação de uma série de fatores: valor do componente do fluxo de caixa; momento de sua realização; taxa mínima de atratividade. Também, não há um indicador que, tomado de forma isolada, seja capaz de explicar uma elevada probabilidade de perda ou, de forma equivalente, um alto índice de sensibilidade. Da mesma forma, parece não existir uma característica única apresentada na demonstração de resultados e/ou no fluxo de caixa do investimento que esclareça o fato. Por essas razões, cada projeto que não se adequou ao modelo foi analisado de forma individual, unindo uma série de indicadores e características da demonstração de resultados e/ou do fluxo de caixa, cujo teor de análise passa a ser de cunho muito mais qualitativo do que quantitativo. Na sequência, cada projeto relacionado na Tabela anterior é analisado.

#### Análise dos parâmetros de risco do projeto 62.b

Embora o projeto 62.b possua indicador TMA/TIR igual a 0,62, seu VPL é muito sensível às variações nos parâmetros básicos, o que resulta em uma alta probabilidade de perda. Apresenta uma característica que pode ser considerada pouco comum em relação aos seus custos e despesas fixas. Enquanto que as receitas de vendas crescem até o ano três e se estabilizam a partir de então, os custos e as despesas fixas continuam a subir até o sexto ano e só depois que se mantêm constantes. Com isso, os fluxos líquidos de benefícios são decrescentes do segundo ao sexto ano e só no sétimo que voltam a subir, conforme pode ser verificado na Tabela 32. Não é possível saber se essa característica incomum é decorrente de imperfeição nas estimativas do projeto e, por essa razão, ele foi mantido na amostra do estudo.

DRE (Em milhares)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Receita Bruta		627,6	1.079,6	1.092,8	1.092,8	1.092,8	1.092,8	1.092,8	1.092,8	1.092,8	1.092,8
(-) Impostos sobre as Vendas		52,5	107,4	108,7	108,7	108,7	108,7	108,7	108,7	108,7	108,7
Receita Líquida		575,1	972,2	984,1	984,1	984,1	984,1	984,1	984,1	984,1	984,1
(-) Custos Variáveis dos Produtos Vendidos		206,3	354,6	359,0	359,0	359,0	359,0	359,0	359,0	359,0	359,0
= Margem Bruta		368,8	617,6	625,1	625,1	625,1	625,1	625,1	625,1	625,1	625,1
(-) Despesas Variáveis		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
= Margem Líquida		368,8	617,6	625,1	625,1	625,1	625,1	625,1	625,1	625,1	625,1
(-) Custos Fixos		283,9	345,5	367,1	378,3	390,1	402,4	402,4	402,4	402,4	402,4
(-) Despesas Fixas		142,7	163,4	163,4	170,2	177,4	184,9	184,9	184,9	184,9	184,9
(-) Despesas de Juros		13,6	12,3	9,6	6,9	4,2	1,5				
Resultado Líquido do Exercício		- 71,3	96,4	85,0	69,6	53,4	36,3	37,8	37,8	37,8	37,8
(+) Depreciação			10,3	10,3	10,3	10,3	10,3	10,3	10,3	10,3	10,3
(-) Amortização de Financiamentos				33,1	33,1	33,1	33,1				
(+) Valor Residual											30,6
= Fluxo de Caixa do Investidor	- 160,4	- 61,1	73,5	62,2	46,8	30,6	13,5	48,1	48,1	48,1	78,6
TMA	9%						14,7%				
VPL	60,3						0,61				
Pay-back	7,79						0,78				

Tabela 32 – Demonstração de resultados e fluxo de caixa do projeto 62.b

Fonte: o autor, 2015.

Trata-se de um projeto altamente alavancado em razão do peso dos seus gastos de estrutura. O grau de alavancagem operacional que no ano dois (ano que reverte sua situação deficitária) é de 6,4, passa no ano seis para 17,2 e depois cai um pouco e se mantém estável até o final em 16,5. A alavancagem causa um efeito mais do que proporcional no lucro em relação à variação nas receitas, o que é favorável no caso de aumento nas vendas, mas causa um efeito oposto quando elas caem, pois eleva o risco do projeto em função da amplitude de variabilidade nos resultados. Como consequência, seu VPL é muito sensível em relação às variações nos parâmetros básicos de entrada (VPL médio = R\$ 55.919; desvio padrão = R\$ 49.148 e coeficiente de variação = 0,88).

O alto valor dos custos e despesas fixas também eleva o ponto de equilíbrio do projeto, o que gera, por consequência, um aumento do grau de comprometimento da receita. O projeto em questão está com aproximadamente 99% da receita total comprometida em relação à que tornaria o VPL nulo. O grau de comprometimento da receita é um indicador da Metodologia Multi-índice que mede o risco operacional. Contudo, o valor acima foi calculado de forma diferente: reflete o comprometimento da receita em relação ao ponto de equilíbrio do projeto, ou seja, a receita de equilíbrio que torna o VPL do projeto de investimento igual à zero.

Disso tudo decorre que, mesmo apresentando indicadores de análise considerados satisfatórios, como pode ser visto na Tabela 32, seu risco é alto quando comparado com outros projetos com indicador TMA/TIR equivalente. A título de exemplo, tanto o projeto 39.b quanto o 44 possuem indicador TMA/TIR de 0,62. Embora eles apresentem grau de comprometimento da receita altos, aproximadamente 0,94 e 0,95, respectivamente, possuem baixo grau de alavancagem operacional (GAO médio: projeto 39.b = 4; e projeto

44 = 5). Estes projetos não apresentam probabilidade de o VPL resultar menor ou igual à zero.

### 2.1 Análise dos parâmetros de risco do projeto 6.b

O projeto 6.b também apresenta o VPL muito sensível às variações nos seus parâmetros básicos de entrada (média = R\$ 40.431; desvio padrão = R\$ 47.308 e coeficiente de variação = 1,17), o que resulta em uma probabilidade de perda expressiva frente ao valor do indicador TMA/TIR. A demonstração de resultados e o fluxo de caixa do investimento constam na Tabela 33.

DRE (Em milhares)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Receita Bruta		605,0	911,9	922,2	922,2	922,2	922,2	922,2	922,2	922,2	922,2
(-) Impostos sobre as Vendas		45,6	69,3	70,1	70,1	70,1	70,1	70,1	70,1	70,1	70,1
Receita Líquida		559,4	842,6	852,1	852,1	852,1	852,1	852,1	852,1	852,1	852,1
(-) Custos Variáveis dos Produtos Vendidos		143,8	216,7	219,1	219,1	219,1	219,1	219,1	219,1	219,1	219,1
= Margem Bruta		415,6	625,9	633,0	633,0	633,0	633,0	633,0	633,0	633,0	633,0
(-) Despesas Variáveis		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
= Margem Líquida		415,6	625,9	633,0	633,0	633,0	633,0	633,0	633,0	633,0	633,0
(-) Custos Fixos		274,0	301,5	301,5	301,5	301,5	301,5	301,5	301,5	301,5	301,5
(-) Despesas Fixas		271,4	267,6	267,6	267,6	267,6	267,6	267,6	267,6	267,6	267,6
(-) Despesas de Juros		15,2	13,8	10,7	7,7	4,7	1,6	-	-	-	-
Resultado Líquido do Exercício		- 144,9	43,0	53,1	56,1	59,1	62,2	63,8	63,8	63,8	63,8
(+) Depreciação			9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4
(-) Amortização de Financiamentos				30,0	30,0	30,0	30,0				
(+) Valor Residual											18,9
= Fluxo de Caixa do Investidor	- 99,9	- 135,5	22,5	32,5	35,6	38,6	41,6	73,2	73,2	73,2	92,1
TMA	9%			TIR		12,4%					
VPL	44,4			TMA/TIR		0,73					
Pay-back	8,84			PB/N		0,88					

Tabela 33 – Demonstração de resultados e fluxo de caixa do projeto 6.b

Fonte: o autor, 2015.

Ao analisar a demonstração de resultados do projeto 6.b nota-se que seus custos e despesas fixas possuem um peso relativamente alto frente suas receitas. Logo no primeiro ano em decorrência do baixo volume de vendas, esses gastos fixos representam 92,7% da receita bruta, caindo no segundo ano para 62,9% e permanecem reduzindo lentamente até o sétimo ano, quando cessam as despesas financeiras, onde se estabilizam em 61,7%. Custos e despesas fixas altas resulta em elevado grau de alavancagem operacional que, ao longo do ciclo de vida do projeto é em média igual a 11. Em decorrência do peso dos seus gastos de estrutura, os fluxos líquidos de benefícios dos seis anos iniciais são baixos, o que pressiona seu VPL de forma desfavorável, aumentando os riscos de perda.

É uma característica comum entre os projetos analisados apresentar fluxo líquido de benefício negativo no primeiro ano de atividade. Mas, pouco tempo depois esses fluxos se elevam, de forma que não chegam a pressionar de forma muito intensiva no VPL. Por outro lado, foi constatado entre os projetos da amostra, que os mais arriscados são aqueles

que, mesmo apresentando fluxo de caixa negativo no primeiro ano como os demais, ao se tornarem positivos, ainda permanecem muito baixos, pelo menos ao longo dos seis primeiros anos e só a partir do sétimo ano é que os valores se tornam mais representativos. Como decorrência, mesmo que o investimento inicial seja recuperado logo no início da segunda metade da vida útil do projeto, as probabilidades de perda se elevam.

Sabe-se que o VPL é muito sensível à TMA, ao período de realização dos fluxos de benefícios e à magnitude do valor do fluxo líquido de benefícios, sobretudo daqueles decorrentes dos anos iniciais do projeto. Receitas de vendas altas combinadas com custos e despesas fixas expressivas parecem fatores que propiciam o aumento da sensibilidade do projeto, principalmente nos primeiros anos. Quando isso acontece, pequenas variações nas quantidades vendidas resultam em grandes amplitudes de variabilidade, o que aumenta o risco em decorrência do efeito multiplicador do grau de alavancagem.

## **2.2 Análise dos parâmetros de risco do projeto 56.b**

O projeto 56.b, ao contrário dos anteriores, seus gastos fixos não pesam de forma significativa nas receitas. Seus custos e despesas variáveis são mais expressivos, representando em média 56% da receita operacional bruta. O faturamento foge dos padrões da maioria dos projetos que compõem a amostra, sendo que chega a atingir R\$ 6,5 milhões já a partir do terceiro ano. Em decorrência das altas receitas de vendas, sua carga tributária é mais alta. Só de impostos de incidência direta sobre o faturamento são descontados 21,36% da receita bruta, além de descontar em média mais 25,6% de imposto de renda e contribuição social sobre o lucro operacional gerado. A Tabela 34 apresenta a demonstração de resultados e o fluxo de caixa orçado para o projeto 56.b.

DRE (Em milhares)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Receita Bruta</b>		<b>2.995,1</b>	<b>5.091,6</b>	<b>6.547,5</b>	<b>6.547,5</b>	<b>6.547,5</b>	<b>6.547,5</b>	<b>6.547,5</b>	<b>6.547,5</b>	<b>6.547,5</b>	<b>6.547,5</b>
(-) Impostos sobre as Vendas		639,8	1.087,7	1.398,7	1.398,7	1.398,7	1.398,7	1.398,7	1.398,7	1.398,7	1.398,7
<b>Receita Líquida</b>		<b>2.355,3</b>	<b>4.003,9</b>	<b>5.148,8</b>	<b>5.148,8</b>	<b>5.148,8</b>	<b>5.148,8</b>	<b>5.148,8</b>	<b>5.148,8</b>	<b>5.148,8</b>	<b>5.148,8</b>
(-) Custo Variável do Produto Vendido		1.627,6	2.766,9	3.558,1	3.558,1	3.558,1	3.558,1	3.558,1	3.558,1	3.558,1	3.558,1
<b>= Margem Bruta</b>		<b>727,7</b>	<b>1.237,0</b>	<b>1.590,7</b>	<b>1.590,7</b>	<b>1.590,7</b>	<b>1.590,7</b>	<b>1.590,7</b>	<b>1.590,7</b>	<b>1.590,7</b>	<b>1.590,7</b>
(-) Despesas Variáveis		31,3	53,2	87,4	87,4	87,4	87,4	87,4	87,4	87,4	87,4
<b>= Margem Líquida</b>		<b>696,4</b>	<b>1.183,8</b>	<b>1.503,3</b>	<b>1.503,3</b>	<b>1.503,3</b>	<b>1.503,3</b>	<b>1.503,3</b>	<b>1.503,3</b>	<b>1.503,3</b>	<b>1.503,3</b>
(-) Custos Fixos		832,6	832,6	832,6	832,6	832,6	832,6	832,6	832,6	832,6	832,6
(-) Despesas Fixas		376,7	376,7	376,7	376,7	376,7	376,7	376,7	376,7	376,7	376,7
(-) Despesas de Juros		35,8	32,5	25,3	18,2	11,0	3,9				
<b>Resultado Antes do IR e CSSL</b>		<b>- 548,7</b>	<b>- 58,0</b>	<b>268,6</b>	<b>275,8</b>	<b>282,9</b>	<b>290,1</b>	<b>294,0</b>	<b>294,0</b>	<b>294,0</b>	<b>294,0</b>
IR e CSSL		-	-	67,3	69,8	72,2	74,6	75,9	75,9	75,9	75,9
<b>Resultado Líquido do Exercício</b>		<b>- 548,7</b>	<b>- 58,0</b>	<b>201,3</b>	<b>206,0</b>	<b>210,7</b>	<b>215,5</b>	<b>218,0</b>	<b>218,0</b>	<b>218,0</b>	<b>218,0</b>
(+) Depreciação		20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1
(-) Amortização de Financiamentos			64,4	64,4	64,4	64,4	64,4				
(+) Valor Residual											
<b>= Fluxo de Caixa do Investidor</b>		<b>- 263,4</b>	<b>- 528,6</b>	<b>- 102,2</b>	<b>157,1</b>	<b>161,8</b>	<b>166,5</b>	<b>171,2</b>	<b>238,1</b>	<b>238,1</b>	<b>238,1</b>
TMA	8%							10,6%			
VPL	121,4							0,75			
Pay-back	8,91							0,89			

Tabela 34 – Demonstração de resultados e fluxo de caixa do projeto 56.b

Fonte: o autor, 2015.

Contudo, apesar de apresentar custos fixos proporcionalmente inferiores, ainda assim é um projeto que também apresenta alto grau de alavancagem total. No primeiro ano, em razão da baixa receita de vendas em comparação com os demais anos, o grau de alavancagem chega a 20, o que produz um expressivo efeito multiplicador no resultado desse período. No ano seguinte esse valor cai para seis e depois se estabiliza em cinco. A combinação de todos esses fatores faz sua lucratividade líquida ser muito baixa, em média apenas 0,8% da receita. Essa baixa lucratividade gera um efeito negativo no ponto de equilíbrio que leva ao VPL zero. Como decorrência, o grau de comprometimento da receita atinge o patamar de 98,9% em relação ao faturamento total do projeto.

É importante destacar que o projeto 56.b é o que apresenta a maior amplitude do VPL em decorrência da variação dos seus parâmetros (VPL médio = R\$ 94.813; desvio padrão = R\$ 161.426 e coeficiente de variação = 1,70). O índice de sensibilidade em relação ao preço de venda chega a atingir 39,62, ou seja, uma variação de 10% para mais e para menos no preço de venda causa uma amplitude de variabilidade de 3.962% no VPL do projeto. Todos os fatores descritos acima são as causas dessa elevada variação, o que faz com que esse projeto apresente a segunda maior probabilidade de perda entre a amostra pesquisada, de 27,1%, perdendo apenas para o projeto 59, que será analisado na sequência.

### 2.3 Análise dos parâmetros de risco do projeto 59

O projeto 59 apresenta os mesmos parâmetros de risco que os três primeiros analisados. Seus custos e despesas fixas possuem um peso significativo em relação às receitas, ponto de equilíbrio do projeto muito alto em relação ao seu nível normal de operação e só consegue recuperar o capital investido perto da metade do último ano de atividade. A Tabela 35 detalha os valores deste projeto.

DRE (Em milhares)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Receita Bruta</b>		507,4	623,3	623,3	623,3	623,3	623,3	623,3	623,3	623,3	623,3
(-) Impostos sobre as Vendas		49,7	66,3	66,3	66,3	66,3	66,3	66,3	66,3	66,3	66,3
<b>Receita Líquida</b>		457,7	557,0	557,0	557,0	557,0	557,0	557,0	557,0	557,0	557,0
(-) Custo Variável do Produto Vendido		72,5	90,9	90,9	90,9	90,9	90,9	90,9	90,9	90,9	90,9
<b>= Margem Bruta</b>		385,2	466,2	466,2	466,2	466,2	466,2	466,2	466,2	466,2	466,2
(-) Despesas Variáveis		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>= Margem Líquida</b>		385,2	466,2	466,2	466,2	466,2	466,2	466,2	466,2	466,2	466,2
(-) Custos Fixos		198,5	199,9	199,9	199,9	199,9	199,9	198,7	198,7	198,7	198,7
(-) Despesas Fixas		226,3	227,3	215,6	231,2	216,5	219,1	227,3	227,3	227,3	216,5
(-) Despesas de Juros		15,9	14,5	11,3	8,1	4,9	1,7				
<b>Resultado Líquido do Exercício</b>		- 55,5	24,5	39,3	27,0	44,8	45,4	40,1	40,1	40,1	51,0
(+) Depreciação		8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
(-) Amortização de Financiamentos		-	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0				
(+) Valor Residual											13,7
<b>= Fluxo de Caixa do Investidor</b>	- 99,1	- 47,0	3,0	17,8	5,5	23,3	23,9	48,6	48,6	48,6	73,2
TMA	8%	TIR		10,3%							
VPL	21,9	TMA/TIR		0,78							
Pay-back	9,35	PB/N		0,94							

Tabela 35- Demonstração de resultados e fluxo de caixa do projeto 59

Fonte: o autor, 2015.

O grau de alavancagem operacional alcança o índice 19 no segundo ano de operação, resultado de uma proporção de 70,9% dos custos e despesas fixas em relação à receita de vendas. No primeiro ano o peso destes gastos é ainda maior, atingindo quase 87% do faturamento. No terceiro ano os gastos de estrutura caem um pouco e representam 68,5% em relação às receitas e permanecem perto desse patamar até o último ano de atividade. Com isso, o ponto de equilíbrio do projeto é igualmente alto, o que faz com que 99% das receitas no nível normal de atividade estejam comprometidas de forma que o VPL iguale a zero.

Todos esses fatores contribuem de forma a tornar este projeto muito sensível às variações dos seus parâmetros básicos, cuja oscilação de 10% para mais e para menos nos preços de venda levam a uma amplitude de variabilidade de 3.322% no VPL. Como resultado, sua probabilidade de apresentar VPL negativo ou nulo é de 30,6%, a maior da amostra (VPL médio = R\$ 19.122; desvio padrão = R\$ 36.044; coeficiente de variação = 1,88).

## 2.4 Síntese dos parâmetros de risco dos projetos

As propriedades matemáticas do VPL fazem com que uma série de fatores contribuam de forma combinada para aumentar a sua dispersão, o que implica aumento na P ( $VPL \leq 0$ ). Entre os quatro projetos que não se enquadram na escala de risco proposta, apenas um não apresenta uma alta proporção dos custos e despesas fixas em relação às receitas ao longo de todo o seu ciclo de vida. Como descrito, quando os gastos de estrutura são elevados, os projetos possuem alto grau de alavancagem operacional. A alavancagem afeta o risco em função do seu efeito multiplicador no resultado, o que o torna propenso a flutuação em proporção bem maior do que a variação ocorrida no volume da receita. De forma adicional, todos estes projetos possuem um alto grau de comprometimento da receita, entre a mínima necessária para atingir o ponto de equilíbrio, em relação à adquirida no nível de atividade projetado para operar.

Para reforçar a forma como a estrutura de custos afeta o risco, o projeto 49.b, por exemplo, com indicador TMA/TIR de 0,73 e probabilidade de perda calculada em 6,4% para 10% de variabilidade nos parâmetros básicos, também destoa dos que estão à sua volta, mesmo pertencendo ao grau de risco médio. Da mesma forma que os anteriores, este projeto também possui uma estrutura de custos fixos muito alta em relação às receitas. No primeiro ano de atividade estes gastos atingem uma proporção extrema de 147% da receita bruta, caindo no ano seguinte para 83% e depois mantém uma média de 72% até o final. Dessa forma, também apresenta um alto grau de alavancagem total, de 7,8 em média.

Outro exemplo é o projeto 58, cujo indicador TMA/TIR é de 0,66. Para 10% de variabilidade nos parâmetros, sua probabilidade de perda é muito baixa, de apenas 1,64%. Porém ela salta para 9,41% quando a variabilidade nos parâmetros é estimada em 15%. Os valores da demonstração de resultados e fluxo de caixa projetado podem ser verificados na Tabela 36.

Este projeto também possui receitas de venda altas e por conta disso, sua carga tributária também é elevada em função do lucro real, sendo de 22,5% sobre o faturamento líquido do IPI e impostos sobre o lucro que chegam a atingir 31,5% do resultado operacional. Os custos e despesas fixas pesam em média 54,4% em relação às suas receitas. No terceiro ano de atividade, o grau de alavancagem total é de 77. Com apenas 10% de variabilidade para menos, o resultado operacional passa para um prejuízo de R\$ 176 mil e com 10% para mais, salta para R\$ 229 mil, uma variabilidade de 771% em relação ao lucro do ano que é de R\$ 26,3 mil.

**DEMONSTRAÇÃO DE RESULTADOS PELO CUSTEIO VARIÁVEL**

DRE (Em milhares)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Receita Bruta</b>		<b>1.386,7</b>	<b>2.584,4</b>	<b>3.601,9</b>	<b>3.980,1</b>	<b>4.398,5</b>	<b>4.860,3</b>	<b>5.370,7</b>	<b>5.934,6</b>	<b>6.557,8</b>	<b>7.246,3</b>
(-) Impostos sobre as Vendas		312,2	581,7	810,8	895,9	990,1	1.094,1	1.208,9	1.335,9	1.476,2	1.631,1
<b>Receita Líquida</b>		<b>1.074,6</b>	<b>2.002,6</b>	<b>2.791,1</b>	<b>3.084,2</b>	<b>3.408,4</b>	<b>3.766,3</b>	<b>4.161,7</b>	<b>4.598,7</b>	<b>5.081,6</b>	<b>5.615,2</b>
(-) Custo Variável do Produto Vendido		284,9	531,0	740,1	817,8	903,7	998,6	1.103,5	1.219,4	1.347,4	1.488,9
<b>= Margem Bruta</b>		<b>789,7</b>	<b>1.471,6</b>	<b>2.051,1</b>	<b>2.266,4</b>	<b>2.504,7</b>	<b>2.767,6</b>	<b>3.058,2</b>	<b>3.379,4</b>	<b>3.734,2</b>	<b>4.126,3</b>
(-) Despesas Variáveis		9,1	16,9	23,6	26,1	28,8	31,8	35,2	38,9	43,0	47,5
<b>= Margem Líquida</b>		<b>780,6</b>	<b>1.454,7</b>	<b>2.027,5</b>	<b>2.240,4</b>	<b>2.475,8</b>	<b>2.735,8</b>	<b>3.023,1</b>	<b>3.340,5</b>	<b>3.691,2</b>	<b>4.078,8</b>
(-) Custos Fixos		431,5	578,8	616,8	653,2	692,2	734,0	778,9	827,0	878,6	934,1
(-) Despesas Fixas		733,7	1.156,2	1.365,5	1.453,8	1.549,8	1.654,1	1.767,7	1.891,3	2.025,8	2.172,4
(-) Despesas de Juros		26,5	24,1	18,8	13,5	8,2	2,9				
<b>Resultado Antes do IR e CSSL</b>		<b>- 411,2</b>	<b>- 304,4</b>	<b>26,3</b>	<b>119,9</b>	<b>225,7</b>	<b>344,8</b>	<b>476,5</b>	<b>622,2</b>	<b>786,8</b>	<b>972,4</b>
IR e CSSL		-	-	6,3	28,8	54,2	93,2	138,0	187,6	243,5	306,6
<b>Resultado Líquido do Exercício</b>		<b>- 411,2</b>	<b>- 304,4</b>	<b>20,0</b>	<b>91,1</b>	<b>171,5</b>	<b>251,5</b>	<b>338,5</b>	<b>434,7</b>	<b>543,3</b>	<b>665,8</b>
(+) Depreciação			12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1
(-) Amortização de Financiamentos				51,5	51,5	51,5	51,5				
(+) Valor Residual											25,6
<b>= Fluxo de Caixa do Investidor</b>	<b>- 171,7</b>	<b>- 399,1</b>	<b>- 343,8</b>	<b>- 19,4</b>	<b>51,7</b>	<b>132,1</b>	<b>212,2</b>	<b>350,6</b>	<b>446,8</b>	<b>555,4</b>	<b>703,5</b>
TMA	10%							15,1%			
VPL	299,1							0,66			
Pay-back	8,88							0,89			

Tabela 36 – Demonstração de resultados e fluxo de caixa do projeto 58

Fonte: o autor, 2015.

Por outro lado, projetos que não apresentam nenhuma ou baixa probabilidade de perda, possuem baixa alavancagem. A Tabela 37 apresenta o grau de alavancagem total (GAT) medido para dez projetos da amostra com baixo risco. Nota-se que, mesmo quando o indicador TMA/TIR é alto, mas o GAT é baixo, a probabilidade de perda resultante é muito pequena, como é o caso do projeto 28.b.

Projeto	TMA/TIR	P (VPL ≤ 0)	GAT
22	0,62	0,00%	3
14	0,63	0,00%	2
12	0,64	0,00%	2
4	0,71	2,36%	4
35.b	0,72	0,89%	3
16	0,73	0,04%	2
32.b	0,74	2,82%	4
20	0,76	0,05%	2
29	0,77	3,18%	3
28.b	0,83	0,51%	2

Tabela 37 – GAT dos projetos com baixa probabilidade de perda

Fonte: o autor, 2015.

Em resumo, de acordo com os projetos analisados, o alto grau de alavancagem contribui de forma significativa para aumentar as probabilidades de perdas. Diante disso,



os projetos que apresentam tais características podem não se enquadrar na escala de risco para o indicador TMA/TIR proposta nesta tese. Como decorrência, recomenda-se uma avaliação mais profunda, incluindo uma análise qualitativa da demonstração de resultados para detectar a ocorrência de situações parecidas com as relatadas acima. Como descrevem Souza e Clemente (2009), o uso conjunto de diferentes indicadores de risco proporciona uma avaliação mais profunda dos riscos de forma que melhoram a qualidade da decisão.

### 3 | VALOR ESPERADO DA PERDA

Ao lidar com as expectativas e incertezas decorrentes das probabilidades objetivas ou subjetivas, torna-se necessário operar com o conceito de valor esperado, que foi introduzido no estudo de probabilidades e é amplamente utilizado na teoria da decisão (FREGA, 2009). O valor esperado da perda (VEP) é mais uma informação que o investidor pode ter ao seu alcance de forma a melhorar a qualidade da decisão de investimento. Seu valor corresponde ao tamanho da área dos VPLs negativos contidos na curva de distribuição normal de probabilidades conforme ilustra a Figura 32, pressupondo-se que o teorema do limite central se manifeste, mesmo que seja na sua forma mais fraca.

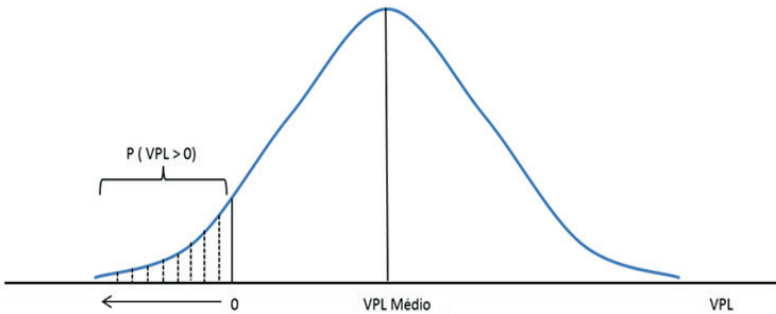


Figura 32 – Valor esperado da perda na curva de distribuição normal

Fonte: o autor, 2015.

Encontrar o seu valor consiste em solucionar a integral  $\int x.f(x)$ , onde  $x$  é normalmente distribuído, conforme Equação 3:

$$\int_{-\infty}^0 xf(x)dx \tag{3}$$

O cálculo da integral é de natureza complexa, o que requer um domínio matemático que provavelmente foge da realidade de muitos investidores. Essa tese propõe uma

alternativa simples de encontrar o valor esperado da perda a partir do VPL do projeto e dos limites de perda mínimo e máximo que constam na escala de risco.

Para que seja possível encontrar o valor esperado da perda, é preciso ter o valor médio do VPL e o desvio-padrão. Da divisão entre a média e o desvio-padrão, tem-se o valor de  $k$ , que corresponde à distribuição normal padrão com média zero e desvio-padrão um ( $\mu = 0$ ;  $\sigma = 1$ ). Com ele, é possível determinar a função de distribuição cumulativa e a função densidade de probabilidade. A primeira infere o limite inferior ( $L_{Inf.}$ ) e superior ( $L_{Sup.}$ ) que corresponde ao tamanho da área negativa da curva de distribuição normal que é dada por  $P(L_{Inf.} \leq k \leq L_{Sup.})$ . O valor da função de distribuição cumulativa corresponde à probabilidade de perda que é calculada com a simulação de Monte Carlo. Já a função densidade de probabilidade estabelece a esperança de  $k$  limite [ $E(k \text{ limite})$ ]. O valor esperado da perda é dado por:

$$P(L_{Inf.} \leq k \leq L_{Sup.}) * VPL_{Médio} = E(k \text{ limite}) * DP_{VPL} \quad (4)$$

Com os recursos do *Microsoft Excel*, encontrar os valores da distribuição cumulativa [ $P(L_{Inf.} \leq k \leq L_{Sup.})$ ] e a esperança de  $k$  limite [ $E(k \text{ limite})$ ] são simplificados. O primeiro é encontrado com a função `=DIST.NORMP.N(z;cumulativo)` onde o  $z$  é o valor de  $k$  e o cumulativo é igual a um (ou a expressão “verdadeiro”). O segundo é encontrado pela negativa da mesma função e trocando o valor do cumulativo para zero (ou a expressão “falso”).

Assim, por exemplo, o projeto 53 possui VPL médio de R\$ 118.633, desvio-padrão igual a R\$ 61.559 e probabilidade de perda de 2,60%, ambos calculados por meio da simulação de Monte Carlo. A média (negativa) dividida pelo desvio-padrão fornece o valor de  $k$ , que é igual a -1,92714. Utilizando-se a função acima para encontrar a distribuição cumulativa, o resultado é  $P(VPL \leq 0) = 2,70\%$ , ou seja, um valor muito próximo ao que foi encontrado com a simulação de Monte Carlo, lembrando que 2,60% correspondem à média de dez rodadas de simulação. Da mesma forma, executando o comando para encontrar a função densidade de probabilidade o resultado é o valor de [ $E(k \text{ limite}) = -0,06229$ ]. Aplicando a Equação 4, o resultado é o valor esperado da perda igual a R\$ 633,97, ou seja, o Valor Esperado Máximo que o investidor perderia caso ele viesse a investir no negócio.

Esse valor também pode ser calculado de forma analítica particionando a área negativa da curva de distribuição normal onde se encontram as probabilidades de perda (no Apêndice F constam os cálculos detalhados do exemplo). Quanto maior a quantidade de partições, mais “exato” será o cálculo do valor esperado da perda. A Tabela 38 apresenta os valores calculados dessa forma para oito projetos retirados da amostra.

Projeto	TMA/TIR	VPL Médio	DP do VPL	K	P (VPL ≤ 0)	E[K limite]	E[X] = VEP	VEP/VPL Médio
54	0,59	272.370	102.940	-2,646	0,40%	-0,0119	125,23	0,05%
58	0,66	281.073	130.958	-2,146	1,59%	-0,0398	738,52	0,26%
53	0,67	118.633	61.559	-1,927	2,69%	-0,0622	631,69	0,53%
15.b	0,67	799.507	195.489	-4,090	0,00%	-0,0001	0,53	0,00%
8.b	0,67	288.564	99.235	-2,908	0,18%	-0,0057	48,26	0,02%
21	0,68	120.616	52.822	-2,283	1,12%	-0,0293	200,36	0,17%
9	0,70	294.910	90.983	-3,241	0,06%	-0,0020	11,62	0,00%
23	0,70	89.468	35.763	-2,502	0,61%	-0,0173	69,53	0,08%

Tabela 38 – Valor esperado da perda

Fonte: o autor, 2015.

O problema é que só é possível encontrar o VPL médio e o seu respectivo desvio-padrão se forem realizadas várias simulações com valores aleatórios dos parâmetros básicos dentro dos limites de variabilidade estabelecidos. Mas, é possível inferir o VPL calculado para o projeto como sendo ele próprio a sua média e a função de distribuição cumulativa  $[P(VPL \leq 0)]$  as fronteiras de risco estabelecidas para a escala (5% para risco baixo e 20% para risco alto). Com isso, o valor de k é dado pela função inversa da distribuição cumulativa normal padrão [função =INV.NORMP.N(probabilidade)] e o desvio-padrão do VPL é calculado pela divisão entre o VPL com o valor positivo encontrado para k.

Assim, retornando para o projeto 53 do exemplo anterior, a função inversa para a distribuição cumulativa de 5% resulta em k igual a -1,6449. O VPL calculado é de R\$ 124.312, o desvio-padrão calculado é de R\$ 75.576. A função densidade de probabilidade calculada para o k é igual a -0,103. Aplicando-se a Equação 2, o valor esperado da perda é de R\$ 1.579,01 o que equivale a 1,27% do VPL do projeto. O mesmo procedimento calculado para 20%, o resultado do VEP é de R\$ 16.489,50, equivalente a 13,26% do VPL.

A Tabela 39 apresenta os valores calculados utilizando-se o procedimento acima para outros 10 projetos retirados da amostra (a tabela completa pode ser visualizada nos Apêndices G e H para os limites de 5% e 20% de probabilidade de perda, respectivamente). Os valores apresentados na Tabela 39 são muito próximos aos que foram obtidos quando o valor esperado da perda foi calculado a partir das médias dos VPLs e de forma analítica, particionando a área negativa da curva de distribuição normal. Estes valores podem ser verificados no Apêndice I e J para os limites de probabilidades de perda de 5% e 20%, respectivamente.

Projeto	TMA/TIR	VPL	Probabilidade de Perda Limite = 5%					
			DP	k	P[VPL≤0]	E[k limite]	E[X limite] (R\$)	% [E(X)/VPL]
1.b	0,75	281.804	171.324	-1,6449	5,00%	-0,103	3.579	-1,27%
3.b	0,75	390.250	237.255	-1,6449	5,00%	-0,103	4.957	-1,27%
4	0,71	494.087	300.384	-1,6449	5,00%	-0,103	6.276	-1,27%
6.b	0,73	44.441	27.018	-1,6449	5,00%	-0,103	564	-1,27%
8.b	0,67	297.289	180.739	-1,6449	5,00%	-0,103	3.776	-1,27%
9	0,70	307.397	186.884	-1,6449	5,00%	-0,103	3.905	-1,27%
11.b	0,73	131.145	79.731	-1,6449	5,00%	-0,103	1.666	-1,27%
12	0,64	823.533	500.673	-1,6449	5,00%	-0,103	10.461	-1,27%
15.b	0,67	823.284	500.521	-1,6449	5,00%	-0,103	10.457	-1,27%
16	0,73	307.617	187.018	-1,6449	5,00%	-0,103	3.907	-1,27%
Projeto	TMA/TIR	VPL	Probabilidade de Perda Limite = 20%					
			DP	k	P[VPL≤0]	E[k limite]	E[X limite] (R\$)	% [E(X)/VPL]
1.b	0,75	281.804	334.834	-0,8416	20,00%	-0,280	37.380	-13,26%
3.b	0,75	390.250	463.689	-0,8416	20,00%	-0,280	51.765	-13,26%
4	0,71	494.087	587.066	-0,8416	20,00%	-0,280	65.539	-13,26%
6.b	0,73	44.441	52.804	-0,8416	20,00%	-0,280	5.895	-13,26%
8.b	0,67	297.289	353.233	-0,8416	20,00%	-0,280	39.434	-13,26%
9	0,70	307.397	365.244	-0,8416	20,00%	-0,280	40.775	-13,26%
11.b	0,73	131.145	155.825	-0,8416	20,00%	-0,280	17.396	-13,26%
12	0,64	823.533	978.508	-0,8416	20,00%	-0,280	109.238	-13,26%
15.b	0,67	823.284	978.212	-0,8416	20,00%	-0,280	109.205	-13,26%
16	0,73	307.617	365.505	-0,8416	20,00%	-0,280	40.804	-13,26%

Tabela 39 – Valor esperado da perda [E(k limite)] para o limite de 5% de P (VPL ≤ 0)

Fonte: o autor, 2015.

De acordo com a escala para o risco proposta nesta tese, verificou-se que projeto cujo valor do indicador TMA/TIR é igual ou inferior a 0,70, para 10% de variabilidade nos parâmetros básicos de entrada, o risco de obter VPL negativo ou nulo é baixo. Neste caso, se o projeto apresentar alguma probabilidade de perda, ela é limitada a 5 e o valor esperado da perda será, no máximo, 1,27% do VPL. Da mesma forma, quando o indicador resultar maior que 0,80, o risco é alto, a probabilidade de perda pode ultrapassar 20% e o valor esperado da perda poderá ser superior a 13,26% do VPL.

Ao unir a escala proposta para o risco com o apresentado acima, o investidor poderá, dado o valor do indicador TMA/TIR, estimar o grau de risco assumido (baixo, médio ou alto), o limite de perda (5% ou 20%), caso o projeto apresente alguma probabilidade de obter VPL negativo ou nulo, e o valor esperado da perda aplicando o percentual correspondente (1,27% ou 13,26%) sobre o VPL do projeto. Em síntese, responde o seguinte para 10 de variabilidade nos parâmetros básicos: dado o valor do indicador TMA/TIR até 0,70, o risco é considerado baixo e caso o projeto apresente alguma probabilidade de obter VPL negativo ou nulo, ela limita-se a 5% e o valor esperado da perda é de, no máximo, 1,27% sobre o VPL calculado. Da mesma forma, dado o valor do indicador TMA/TIR acima de 0,80, o risco é considerado alto, a probabilidade de obter VPL negativo ou nulo pode ultrapassar a 20% e o valor esperado da perda pode superar 13,26% do VPL do projeto.

## 4 | PERCEPÇÃO DOS INVESTIDORES

Quando se realiza a simulação de Monte Carlo, alguns pressupostos precisam ser estabelecidos. Os resultados apresentados dependem diretamente da parametrização dos valores de entrada da simulação. Entre os pressupostos, destaca-se o percentual de variabilidade para mais e para menos sobre os valores bases, o tipo de distribuição de probabilidade das variáveis, a correlação entre os parâmetros etc. As probabilidades de perda apresentadas nesta tese refletem os efeitos desses pressupostos, cujos impactos foram analisados.

As entrevistas com os investidores foram realizadas com o objetivo de certificar se os pressupostos assumidos nesta tese estão em sintonia com a percepção dessas pessoas que lidam com decisões de investimentos. Foram entrevistados 21 investidores. O foco não era a quantidade de respondentes, mas a qualidade das informações. As pessoas com poder de decisão sobre projetos de investimentos possuem uma percepção mais realista no que se refere às estimativas, variabilidade dos valores e, acima de tudo, dos riscos envolvidos nesse tipo de decisão. Embora o número de entrevistados não permita uma inferência e nem o uso de estatísticas mais robustas, as respostas apontam suas percepções, mesmo que elas possam refletir um pouco da situação política, econômica, social e de mercado que estão presenciando no momento da resposta e que, dependendo do contexto, suas opiniões possam mudar.

O Quadro 22 apresenta de forma resumida o perfil dos investidores.

FAIXA ETÁRIA		ESCOLARIDADE		TRABALHO ATUAL		EXP. ANÁLISE INV.	
ANOS	FREQ.	NÍVEL	FREQ.	ANOS	FREQ.	ANOS	FREQ.
30 - 40	7	Superior	4	01 - 10	9	01 - 10	6
41 - 45	3	Especialização	11	11 - 15	5	11 - 15	4
46 - 50	7	Mestrado	5	16 - 20	3	16 - 20	8
51 - 60	4	Doutorado	1	21 - 30	4	21 - 30	3

Quadro 22 – Caracterização dos investidores

Fonte: o autor, 2015.

Todos os investidores ou pessoas com poder de decisão em projetos de investimentos são pessoas maduras, experientes e com um bom grau de instrução, o que provavelmente confere mais seriedade nas respostas obtidas. A maioria tem mais de 40 anos de idade; mais de dez anos de experiência em projetos de investimentos; trabalha na organização atual também há mais de dez anos; e possuem grau de instrução superior, tendo também cursado uma especialização.

A primeira pergunta referia-se ao percentual de variabilidade considerado razoável para representar as variações das estimativas dos valores dos parâmetros básicos de

entrada de um projeto de investimento. Os parâmetros básicos referem-se às quantidades vendidas, preços de venda e custos variáveis unitários. Estes, normalmente são considerados mais incertos, pois dependem muito mais de forças externas do que internas e também são os que mais impactam nos resultados dos projetos. Os custos e despesas fixas normalmente também possuem um peso significativo nos resultados, mas dependem quase que exclusivamente de fatores internos, portanto, são presumivelmente mais controláveis. O percentual de variabilidade considerado aceito nos parâmetros reflete as incertezas dos investidores quanto às suas previsões. A Figura 33 demonstra as respostas obtidas.

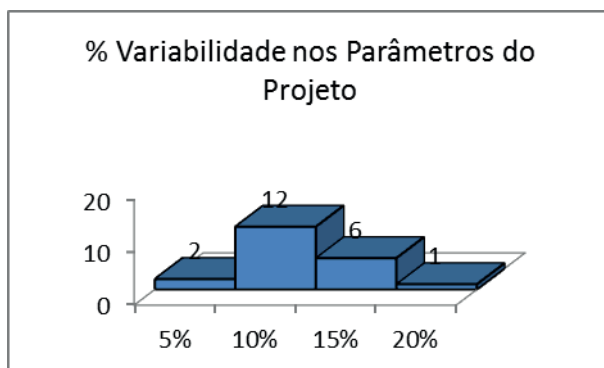


Figura 33 - Percentual de variabilidade nos parâmetros

Fonte: o autor, 2015.

A maioria dos respondentes (12 entrevistados) considera razoável uma variabilidade de 10%, tanto para mais quanto para menos nos parâmetros básicos, enquanto que seis acham normal uma variabilidade de 15%. Apenas três respondentes optaram pelos extremos. A escala de risco proposta nesta tese considerou variação de 10%, mas, de forma complementar, também foi elaborada outra para 15% de variabilidade nos parâmetros.

Estimar variabilidade de 10% para mais e para menos parece ser um padrão, um valor de referência comumente aceito como uma margem normal de erro de previsão, pelo menos para esses investidores entrevistados. Esse valor parece comum nas análises de cenário otimista e pessimista e na análise de sensibilidade para verificar a variável mais propensa ao risco. Na análise de cenários, aparentemente não há uma razão muito lógica para se adotar esse valor, já que os cenários deveriam refletir as expectativas do comportamento do negócio frente à interpretação feita pelos investidores quanto ao macro ambiente em que está inserido. Na análise de sensibilidade, 10% de variabilidade nos parâmetros de entrada parecem intuitivos, talvez por facilitar a interpretação quanto ao impacto proporcional nos resultados do projeto.

Foi perguntado aos investidores se esse percentual de variação, conforme acima,

ocorre de maneira idêntica para todos os parâmetros, ou se eles consideram que existe um que poderia variar em proporção maior que os demais. Conforme pode ser visto na Figura 34, houve um empate entre as expectativas quanto às quantidades vendidas e os custos variáveis. Sete entrevistados consideram que a demanda quanto aos produtos vendidos é mais incerta e, portanto, propensa a maior variação, e outros sete consideram que os custos variáveis são de mais difícil previsão e oscilam em percentual maior que os demais parâmetros. Cinco consideram que o percentual de variabilidade acontece de forma idêntica em todos os parâmetros e apenas dois acham que os preços são mais instáveis. Considerou-se nesta tese, que todos os parâmetros variam no mesmo percentual.

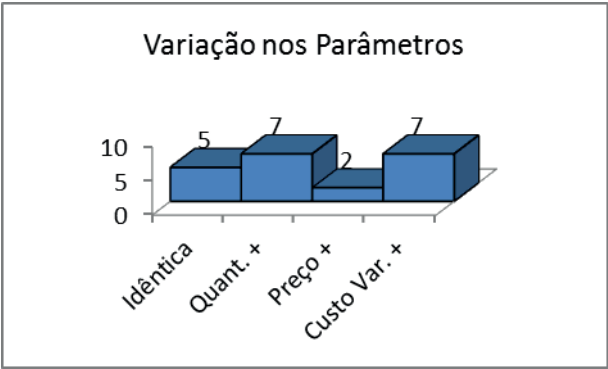


Figura 34 – Parâmetros considerados mais incertos  
Fonte: o autor, 2015.

Aceitar uma variabilidade maior nas quantidades vendidas parece não surpreender, já que a demanda depende em boa parte das condições macro ambientais e, portanto, de difícil controle no âmbito interno do negócio. O que surpreende foi constatar que os custos variáveis são mais incertos, mas há uma lógica para isso. Essa alta quantidade de respondentes que acreditam que os custos variáveis oscilam em percentual maior que os demais, são do ramo metal-mecânico. Esse ramo de atividade é caracterizado por possuir processos produtivos altamente mecanizados e que, portanto, a proporção variável dos seus custos deve-se essencialmente ao preço das matérias-primas adquiridas no mercado. Os preços dos materiais utilizados nos processos produtivos podem fugir um pouco dos controles internos, por mais que essas empresas exerçam algum tipo de influência e poder de barganha frente aos seus fornecedores.

Os entrevistados foram indagados sobre qual tipo de distribuição de probabilidades melhor representa, em suas opiniões, a ocorrência dos valores dos parâmetros básicos dentro dos limites de variabilidade aceitos. Normalmente o valor base lançado no fluxo de caixa do projeto é considerado como de mais provável ocorrência e, à medida que esse valor se afasta para os extremos, a probabilidade de ocorrência desses valores diminui.

Esse é o comportamento da distribuição triangular. Porém, em alguns casos, notadamente quando a incerteza é maior, de forma que o valor lançado no projeto não seja considerado de mais provável ocorrência e, portanto, dentro dos limites de variabilidade qualquer valor teria a mesma probabilidade de se realizar, justificaria o uso distribuição uniforme. As respostas seguiram a premissa adotada nesta tese, ou seja, a distribuição triangular foi a opção de 16 investidores, conforme ilustra a Figura 35.

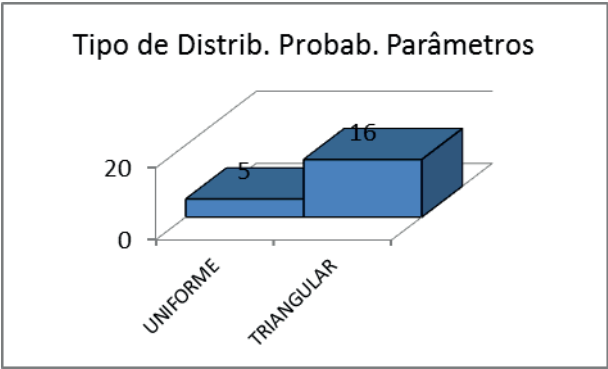


Figura 35 – Respondentes por tipo de distribuição de probabilidade dos parâmetros básicos  
Fonte: o autor, 2015.

A quarta pergunta representa a essência da escala para o risco, pois se refere às fronteiras de risco. De acordo com as variabilidades que podem acontecer em decorrência de cenários futuros, é possível a ocorrência de uma combinação de eventos incontroláveis que resultem em perdas financeiras para certo projeto de investimento. Explicando de outra forma, considerando a possibilidade de realizar diversos cenários aleatórios, cujos valores dos parâmetros oscilem livremente dentro dos limites estabelecidos, é possível que uma quantidade de VPL resulte menor que zero. Assim, existem dois limites que os investidores podem considerar: o primeiro é aquele percentual de VPL negativo que o investidor considera aceitável, como sendo de baixo risco e que ele investiria no projeto sem hesitar; o segundo seria uma proporção de VPL negativo considerado demasiadamente alto e que ele jamais investiria seu capital nesse projeto. As respostas estão ilustradas na Figura 36.



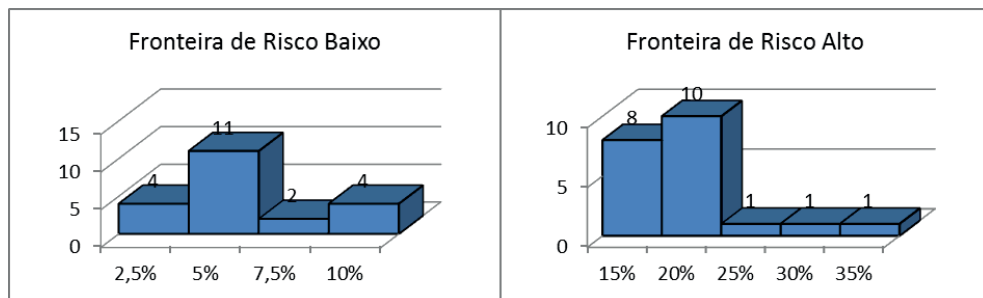


Figura 36 – Respondentes para as fronteiras de risco baixa e alta

Fonte: o autor, 2015.

A maioria dos investidores considera aceitável uma probabilidade de perda de até 5% para considerar o projeto como de baixo risco: quatro respostas para 2,5%, onze para 5%, enquanto de os demais optaram por 7,5% e 10%. A escala para o risco proposta considera o limite de 5% para o grau de risco baixo. Todavia, para a fronteira de risco alta percebe-se uma divisão de respostas: oito investidores jamais investiriam se a probabilidade de perda fosse superior a 15%, dez se ela superasse 20% e três optaram por percentual maior. A escala proposta assumiu como fronteira de risco alta a partir de 20% de probabilidade de perda.

A propensão a assumir riscos pode ser uma característica individual. É possível que a propensão ao risco também seja um reflexo da forma como os investidores percebem o macro ambiente. Como a maioria das entrevistas foi realizada muito próxima às eleições Presidencial no ano de 2014, um período ainda muito nebuloso quanto à situação política e econômica do País, é possível que os investidores estivessem mais cautelosos, o que pode ter afetado as respostas. Porém, isso é algo que só seria possível provar se a mesma pesquisa fosse repetida com esses mesmos respondentes em outro momento, sobretudo quando os rumos do País estiverem mais estáveis.

## 5 | SÍNTESE DOS RESULTADOS

Embora a Metodologia Multi-índice sempre tivesse deixado clara a aleatoriedade presente nos valores que compõem os projetos de investimentos, a escala original proposta por ela não contempla essa informação. Como consequência, o risco é mensurado apenas na forma determinística. Sabe-se que em decorrência das incertezas contidas no futuro transcurso dos acontecimentos, dificilmente os valores estimados por ocasião da elaboração do projeto de investimento se realizarão exatamente como foram orçados. Logo, a TIR é aleatória e para que ela possa compor um indicador de risco, precisaria adicionar informações referentes à também aleatoriedade que está presente nos parâmetros básicos de entrada dos projetos. O principal objetivo desta tese consiste em melhorar a percepção

do risco financeiro em projetos de investimentos por meio da elaboração de uma escala de risco financeiro para o indicador TMA/TIR quando se considera o percentual de variabilidade aceito nos seus parâmetros básicos de entrada.

Porém, estimar a aleatoriedade dos parâmetros requer algumas informações adicionais. A primeira refere-se a qual percentual de variabilidade, tanto para mais quanto para menos, que os investidores consideram aceito em relação aos valores base do projeto, bem como conhecer a probabilidade de ocorrência dos valores estimados; a segunda requer saber o que se considera risco baixo e alto, de forma que seja possível inferir limites de probabilidades de perda e visualizar os diferentes níveis de risco de modo consistente com suas percepções. Além dessas informações, a percepção do risco pode ser melhorada se o investidor puder estimar qual seria o valor da perda caso o projeto apresente alguma probabilidade de obter VPL negativo ou nulo. Para atender essa informação, de forma complementar, essa tese se propôs a encontrar uma alternativa simples de como calcular o valor esperado da perda sem que para isso fosse preciso calcular a integral  $x.f(x)$ , onde o  $x$  é o VPL do projeto e é assumido como normalmente distribuído.

Os resultados apresentados nesta tese mostram que:

1. a escala de risco foi melhorada de forma que incorpora a variabilidade dos parâmetros básicos de entrada do projeto (quantidades, preços, custos e despesas variáveis). Há alguns casos especiais que não aderem ao modelo proposto, mas eles decorrem de alguma situação peculiar da estrutura dos custos e despesas fixas do projeto, o que faz com que o seu risco seja majorado;
2. há uma percepção do que seja risco baixo, médio e alto a partir do valor do indicador TMA/TIR. Projetos cujos valores do indicador TMA/TIR resultem até 0,70, o risco é considerado baixo. Projetos com indicador TMA/TIR acima de 0,80 o risco é alto. Essas fronteiras delimitam a percepção do risco em três níveis, diferente da escala anterior que estabelecia cinco estratos (baixo; baixo para médio; médio; médio para alto e alto). Contudo, dependendo do valor do indicador TMA/TIR, a percepção do grau de risco na escala original fica superestimada;
3. a escala proposta possibilita inferir, dado o valor do indicador TMA/TIR e do percentual de variabilidade dos parâmetros básicos de entrada, os limites de probabilidade de obter VPL negativo ou nulo [ $P(VPL \leq 0)$ ] que o projeto está sujeito, sem a necessidade de realizar os cálculos adicionais. Para risco baixo, se o projeto apresentar alguma probabilidade de perda, limita-se a 5%, enquanto que os projetos com risco alto, as probabilidades de perda podem exceder a 20%;
4. mostra-se que é possível calcular o valor esperado da perda em função do valor calculado do VPL e das probabilidades de perdas limites, sem que para isso também seja preciso desenvolver cálculos adicionais. Para 10% de variabilidade nos parâmetros básicos de entrada, projetos cujos valores do indicador TMA/TIR resultem iguais ou inferiores a 0,70, o valor esperado da perda é de, no máximo, 1,27% sobre o valor calculado do VPL; mas projetos com indicador

TMA/TIR superiores a 0,80, o valor esperado da perda pode superar 13,26% do VPL;

5. de forma adicional, também se mostra que é possível estabelecer uma regressão que possibilita inferir a probabilidade de obter VPL negativo ou nulo em função da amplitude de sensibilidade do VPL em função da variabilidade do preço de venda, o que pode ser encontrado com algum esforço extra, efetuando-se a análise de sensibilidade.

Em síntese, projetos cujos valores do indicador TMA/TIR resultem em até 0,70, o risco é considerado baixo, a probabilidade de obter VPL negativo ou nulo limita-se a 5% e o valor máximo esperado da perda é de 1,27% do VPL calculado. Projetos com valores do indicador TMA/TIR acima de 0,80, o risco é considerado alto, a probabilidade de obter VPL negativo ou nulo pode ultrapassar 20% e o valor esperado da perda pode superar 13,26% do VPL.

Indicador TMA/TIR	Nível de Risco	P (VPL ≤ 0)	Valor Esperado da Perda	Decisão do Investidor
0,0 < TMA/TIR ≤ 0,7	Baixo	0% ≤ 5%	Limitado a 1,27% do VPL	Recomendar o investimento.
0,7 < TMA/TIR ≤ 0,8	Médio	5% ≤ 20%		Depende da expectativa de retorno.
0,8 < TMA/TIR ≤ 1,0	Alto	Acima de 20%	Pode superar 13,26% do VPL	Depende da expectativa de retorno e do grau de propensão ao risco do decisor.

Quadro 23 – Síntese das informações para o processo decisório em projetos de investimentos (para 10% de variabilidade nos parâmetros básicos: quantidade, preço e custos variáveis unitários)

Fonte: o autor, 2015.

Para utilizar a escala de risco proposta, as únicas informações necessárias são o valor do indicador TMA/TIR e o VPL calculado para o projeto em análise. Assim, por exemplo, um projeto com TMA/TIR de 0,68 e VPL de R\$ 124.930 (projeto 21), o risco é considerado baixo, se houver alguma probabilidade de perda ela limita-se a 5% e o valor esperado da perda não supera 1,27% do VPL, ou seja, seria de, no máximo, R\$ 1.587. Neste exemplo, recomenda-se realizar o investimento.

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A análise de projetos de investimentos envolve, no mínimo, duas dimensões: retorno e risco. No que se refere à dimensão retorno, existe um conjunto de indicadores que fundamentam recomendar ou não o aceite de um projeto de investimento. Com relação à dimensão risco, parece que não acontece o mesmo. Embora existam algumas técnicas tradicionais e bem conhecidas, tais como análise de cenários, análise de sensibilidade e simulação de Monte Carlo, há de se considerar que existem várias fontes de risco de forma que tornam essa dimensão complexa e mais difícil de ser avaliada.

Os projetos de investimentos são elaborados com base em estimativas pontuais providas das informações disponíveis. Contudo, mesmo que o investidor consiga reunir o maior número possível de informações, elas têm limites. A quantidade de informação pode diminuir as incertezas, mas não as elimina por completo. A variabilidade das estimativas e o futuro transcurso dos fatos ao longo do período de vida de um investimento fazem com que essas decisões necessitem ser tomadas com cautela sob pena de poder comprometer o capital investido no negócio.

A Metodologia Multi-índice de análise de investimentos de autoria de Souza e Clemente (2004) diferencia-se do Método Clássico por avaliar projetos de forma mais contundente nas dimensões retorno e risco. Cada dimensão é avaliada por meio de um conjunto de indicadores. No caso da dimensão risco, todos os indicadores são colocados em uma escala de zero a um, possibilitando melhor compreensão quando confrontados entre si e com a expectativa de retorno. A dimensão retorno pode ser sintetizada por meio do indicador ROIA que representa em termos percentuais, a riqueza periódica adicionada pelo investimento acima da TMA. Já o risco é dividido em cinco indicadores: TMA/TIR, para avaliar o risco financeiro; *Pay-back/N*, para mensurar o risco de não recuperar o capital investido; Grau de Comprometimento da Receita, como medida de risco operacional; risco de gestão, que compreende uma avaliação da experiência e qualificação da equipe gestora na administração de empreendimentos similares e risco de negócio, cujo foco envolve a análise dos fatores conjunturais que afetam o empreendimento.

Com relação ao indicador de risco financeiro, há de se considerar que tanto a TMA quanto a TIR são variáveis aleatórias que podem sofrer alterações ao longo do período de maturidade do investimento. A TMA pode ser modificada em função da situação financeira da empresa e por fatores macroeconômicos e a TIR em função da aleatoriedade contida nos parâmetros de entrada do projeto. Essa variabilidade tanto decorre das diferenças entre as estimativas do projeto em relação aos valores efetivamente realizados ao longo do transcurso dos acontecimentos, como também podem provir de fatores externos, quase sempre incontroláveis.

A Metodologia Multi-índice reconhece o caráter aleatório das variáveis contidas no projeto. Porém a escala criada para mensurar o risco financeiro não foi ajustada de modo

a adicionar informações relativas à variabilidade dos parâmetros básicos de entrada do projeto. Essa escala também não informa os limites de probabilidades de perda que o investimento está exposto e superestima a percepção do grau de risco financeiro para os valores do indicador TMA/TIR.

O principal problema de pesquisa que norteou essa tese foi elaborar uma nova escala para mensurar risco financeiro em projetos de investimentos por meio do indicador TMA/TIR que, associada à variabilidade nos parâmetros básicos de entrada do projeto (quantidades, preços, custos e despesas variáveis unitárias), indique os limites de probabilidade de obter VPL negativo ou nulo [ $P(VPL \leq 0)$ ]. Para tanto, utilizou-se de uma base de dados já existente formada por 79 projetos de investimentos elaborados entre os anos 2010 a 2012 por acadêmicos concluintes do curso de graduação em Administração da Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Para cada projeto foi calculado o valor do indicador TMA/TIR, os parâmetros básicos de entrada foram submetidos a determinados percentuais de variabilidade e as probabilidades de perda foram calculadas por meio da simulação de Monte Carlo. Trata-se, portanto, de um trabalho de experimentação matemática/estatística quanto à abordagem do problema. A escala para o risco proposta relaciona os valores do indicador TMA/TIR com as respectivas probabilidades de obter VPL negativo ou nulo.

## 1 | CONCLUSÕES RELACIONADAS AOS OBJETIVOS DA PESQUISA

A seguir serão numerados os objetivos específicos (elencados na subseção 1.5.2) com as respectivas conclusões alcançadas com a pesquisa.

1. Estabelecer uma faixa de variabilidade para os principais parâmetros básicos de entrada dos projetos de investimentos: a escala de risco foi elaborada para 10% de variabilidade e, de forma complementar, para 15%, partindo do pressuposto que todos os parâmetros básicos de entrada variam na mesma proporção. De acordo com os investidores entrevistados, a maioria considera razoável uma variabilidade de 10% nos parâmetros básicos de entrada. Esse percentual parece ser uma referência comumente aceita como uma margem normal decorrente das incertezas sobre os valores considerados mais prováveis lançados no fluxo de caixa do projeto de investimento. Contudo, poucos acreditam que todos os parâmetros básicos variam com a mesma intensidade. De acordo com os investidores, as quantidades e os custos variáveis são os parâmetros considerados mais incertos e, portanto, podem variar em percentual maior.
2. Verificar o tipo de distribuição que melhor representa a forma de variabilidade dos principais parâmetros básicos de entrada dos projetos de investimentos: O percentual de variabilidade aceito estabelece limites mínimos e máximos para os valores de cada parâmetro básico de entrada. A escala proposta considera que os valores lançados no projeto são os que têm maior probabilidade de ocorrência e, à medida que se afastam em direção aos limites, as probabilidades de ocorrência vão gradativamente diminuindo. Esse é o comportamento da

distribuição triangular, considerada como mais adequada para representar a variabilidade dos valores dos parâmetros básicos de entrada dos projetos de acordo com a maioria dos investidores.

3. Inferir os limites de probabilidade de perda que estejam associados ao valor do indicador TMA/TIR e ao percentual de variabilidade aplicado sobre os principais parâmetros básicos de entrada dos projetos de investimentos: Para que o investidor possa ter uma percepção do grau de risco assumido, é preciso que a escala de risco financeiro estabeleça pontos de corte entre os diferentes níveis. Esses pontos dividem a escala de forma que se possa estimar o que se considera como grau de risco baixo, médio e alto. De acordo com a opinião da maioria dos investidores, quando a probabilidade de obter VPL negativo ou nulo é de até 5%, o risco é considerado baixo, mas quando ela supera 20%, o risco passa a ser considerado alto. Em consonância com essas respostas, a escala proposta estabelece suas fronteiras de risco baixo e alto de acordo com as probabilidades de perdas descritas acima.
4. Calcular o valor esperado da perda a partir do VPL do projeto e dos limites de probabilidades de obter VPL negativo ou nulo [ $P(VPL \leq 0)$ ], sem a necessidade de efetuar o cálculo da integral  $[x.f(x)]$ , onde o  $x$  é o VPL do projeto e assume-se ser normalmente distribuído]. Essa é uma informação complementar que o investidor pode obter, bastando para isso, calcular o VPL do projeto e o indicador TMA/TIR de forma a verificar na escala o grau de risco que o projeto se enquadra. De acordo com os resultados da pesquisa, o valor esperado da perda é de, no máximo, 1,27% do VPL para probabilidade de perda limite de 5%; e poderá superar 13,26% do VPL para projeto com probabilidade de perda superior a 20%.

O objetivo geral consiste em desenvolver uma nova escala para mensurar o risco financeiro dos projetos de investimentos a partir da relação TMA/TIR e do percentual de variação aceito nos parâmetros de entrada: quantidade, preço, custos e despesas variáveis. Constatou-se que, para 10% de variabilidade nos parâmetros básicos de entrada, as probabilidades de perda resultantes dos projetos contidos na amostra resultaram baixas para valores do indicador TMA/TIR até 0,70 e altas para valores acima de 0,80. Dessa forma, conclui-se que, projetos cujos valores do indicador TMA/TIR resultem em até 0,70, o risco é considerado baixo, a probabilidade de obter VPL negativo ou nulo limita-se a 5% e o valor máximo esperado da perda é de 1,27% sobre o VPL calculado. Projetos com valores do indicador TMA/TIR acima de 0,80, o risco é considerado alto, a probabilidade de obter VPL negativo ou nulo pode ultrapassar 20% e o valor esperado da perda pode superar 13,26% do VPL.

Todos os objetivos foram cumpridos. A tese comprova que é possível inferir o limite de probabilidade de perda a partir do indicador TMA/TIR e o valor esperado da perda com base no VPL do projeto de investimento, ambos sem a necessidade de se realizar cálculos adicionais. As contribuições desta tese são:

1. a escala de risco foi melhorada de forma que incorpora a variabilidade dos parâmetros básicos de entrada do projeto (quantidades, preços de venda, custos e despesas variáveis unitárias);
2. fornece uma percepção do que seja risco baixo, médio e alto com base no valor calculado para o indicador TMA/TIR;
3. a escala proposta permite inferir limites de probabilidade de obter VPL negativo ou nulo [ $P(VPL \leq 0)$ ] em função do valor do indicador TMA/TIR e do percentual de variabilidade estimado para os parâmetros básicos de entrada do projeto;
4. mostra que é possível inferir o valor esperado da perda a partir do VPL do projeto e das probabilidades de perdas limites da escala;
5. de forma complementar, também mostra que é possível estabelecer uma regressão para inferir a probabilidade de o VPL resultar menor ou igual à zero a partir do cálculo da amplitude de sensibilidade do VPL em função da variabilidade do preço de venda.

## 2 | LIMITAÇÕES DA PESQUISA

Na introdução desta tese, foi sugerido que a forma como os riscos são avaliados pode diferir em função das características do empreendimento em análise. As razões para isso, podem se referir tanto ao porte do empreendimento quanto em função da complexidade dos produtos e/ou processos utilizados. Embora eles também possam utilizar os indicadores de risco da Metodologia Multi-índice, sugere-se que o risco deva ser avaliado de outras formas, dada sua característica multidimensional. Sendo assim, a escala proposta nesta tese pode não ser adequada para esses empreendimentos. Mas existem outros motivos que o investidor precisa atentar, de modo que a avaliação do risco financeiro não fique distorcida. Eles referem-se aos pressupostos que serviram para parametrizar os cálculos das probabilidades de perdas [ $P(VPL \leq 0)$ ] que, juntos com os valores dos indicadores TMA/TIR, fundamentaram a elaboração da escala de risco financeiro proposta. Os pressupostos são:

1. fixar a faixa de variabilidade dos parâmetros básicos de entrada dos projetos em 10% e, de forma complementar, em 15%. Dependendo do grau de incerteza decorrente das características do projeto, outros percentuais podem ser válidos para representar os limites de variabilidade dos parâmetros de entrada;
2. a escala proposta considera que todos os parâmetros oscilam no mesmo percentual. As entrevistas com os investidores evidenciam um pensamento contrário pela maioria, de forma que, se o investidor de fato acredita que isso possa acontecer, as faixas dos valores do indicador TMA/TIR contidas na escala proposta podem resultar diferenciadas;
3. quando o projeto envolvia a produção e/ou comercialização de mais do que um produto (projeto de múltiplos produtos), os parâmetros de mesma natureza foram correlacionados positivamente em 1,0. Isso significa, por exemplo, que

quando a quantidade vendida de um produto sobre, a dos demais produtos também sobem na mesma proporção e vice-versa. O mesmo raciocínio serve para os demais parâmetros de entrada do projeto. Dependendo da diferenciação dos produtos comercializados, o coeficiente de correlação pode mudar.

4. as quantidades e os preços de venda foram correlacionados negativamente em 0,6 e os preços de venda com os custos variáveis unitários positivamente em 0,8. Embora intuitivamente correto, os coeficientes podem ser diferentes, dependendo da elasticidade da demanda de cada produto em relação ao seu preço de venda;
5. a escala considera que os custos e as despesas fixas não variam. Na análise dos dados foi demonstrado o impacto nas probabilidades de perda e fornecem uma noção do seu aumento quando esses parâmetros também sofrem oscilação. Porém os percentuais de aumento nas probabilidades podem resultar diferentes em função das características do projeto;
6. a distribuição de probabilidade dos valores dos parâmetros básicos de entrada que subsidiou os cálculos das probabilidades de perda foi a triangular. Embora a maioria dos investidores acredite que ela seja a que melhor represente a variabilidade dos parâmetros, em algumas circunstâncias o grau de incerteza pode ser muito alto, de modo que os valores contidos nos limites estabelecidos sejam igualmente prováveis, o que também aumenta a probabilidade de perda resultante;

Os projetos contem características variadas. Logo, aqueles que aderem aos pressupostos descritos acima, a escala proposta fornece uma boa percepção do risco aliada a outras informações que melhoram o processo decisório em aceitar ou rejeitar um projeto de investimento. As limitações relatadas servem de alerta quanto à validade do modelo proposto, mas ao mesmo tempo, abre um leque de possibilidades para novos estudos que serão descritos na sequência.

### 3 | SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS

Seguem algumas sugestões para estudos futuros:

1. Embora não faça parte dos objetivos desta tese, no referencial teórico descreveu-se sobre a Metodologia Multi-índice. Ao explanar sobre o indicador de risco operacional Grau de Comprometimento da Receita (GCR), foi descrito que a receita no ponto de equilíbrio operacional cobre os custos e despesas totais, mas o VPL do investimento resulta negativo. Existe um nível de receita que gera VPL nulo (receita de equilíbrio do projeto), de forma que eleva o risco operacional de patamar. Em decorrência disso sugeriu-se um novo indicador para a Metodologia Multi-índice que seria o Grau de Comprometimento da Receita no ponto de equilíbrio do projeto ( $GCR_{PEP}$ ). Contudo esse indicador apresenta um nível de receita uniforme equivalente para todos os períodos de análise. Mas nem todos os projetos possuem fluxos líquidos de benefícios uniformes ao longo do tempo, de forma que poderia ser estudada uma forma de equacionar esse problema para quando a receita no ponto de equilíbrio do



projeto se altera ao longo do tempo;

2. Buscou-se saber a opinião dos investidores com relação às percepções com referência a alguns aspectos importantes dos projetos de investimentos. Embora o interesse desta tese fosse a qualidade e não a quantidade de respostas, a quantidade de entrevistados impossibilita que sejam feitas inferências. Os resultados apresentados refletem as opiniões deste grupo de investidores. Sugere-se a ampliação dessa pesquisa tanto na quantidade de respostas, quanto em relação à profundidade de elementos dos projetos a serem pesquisados;
3. Alegou-se que talvez os riscos das grandes empresas deveriam ser avaliados de forma mais abrangente dada sua característica multidimensional, mas não se sabe como as grandes empresas os mensuram. Acredita-se que pesquisas focando a forma como estas empresas avaliam seus riscos possam trazer importantes contribuições para o campo da avaliação de projetos de investimentos.
4. Na análise dos dados foi proposta uma equação para inferir a probabilidade de o VPL resultar menor ou igual à zero em função do indicador de sensibilidade do VPL em relação ao parâmetro preço. Sugere-se uma pesquisa com uma base de dados composta por outros projetos de investimentos, de forma a comparar os resultados apresentados pela equação com os obtidos por meio da simulação de Monte Carlo;
5. Da mesma forma, a escala foi elaborada com base em projetos que compõem a amostra deste trabalho. Estudos futuros poderiam selecionar outros projetos de investimentos e calcular as probabilidades de perda da forma como foram calculadas nesta tese e verificar se os resultados apresentados aderem aos limites de risco estabelecidos na escala proposta em função do valor do indicador TMA/TIR;
6. As limitações do estudo descritas anteriormente referem-se, sobretudo aos pressupostos que parametrizaram os cálculos das probabilidades de perda. Um pressuposto em especial fixou os coeficientes de correlação entre quantidades vendidas e preços de forma negativa em 0,6 e entre preço e custos variáveis de forma positiva em 0,8. Esses valores podem não corresponder com a realidade, de forma que pesquisas futuras poderiam investigar o comportamento desses parâmetros de forma a aperfeiçoar a escala de risco proposta nesta tese.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. R. O incrementalismo lógico e a concepção emergente de estratégias. **Revista Negócios**, Blumenau, v. 6, n. 1, p. 33-38, jan./mar. 2001.

ANDRADE, M. M. **Introdução à Metodologia do Trabalho científico**. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

ANDREWS, K. R. The concept of corporate strategy. In: McKierman, Peter (ed). **Historical evolution of strategic management**. v. 1, p. 15-44, Brookfield, Darmouth Publishing Company, 1996.

ANSOFF H. I.; McDONNELL, E. J. **Implantando a administração estratégica**. 2. ed. Trad. Antonio Z. Sanvicente e Guilherme A. Plonky. São Paulo: Atlas, 1993.

ASSAF NETO, A. **Finanças corporativas e valor**. São Paulo: Atlas, 2003.

BARNEY, J. B. Firm resources and sustained competitive advantage. **Journal of Management**, v. 17, n.1, p. 99-120, 1991.

\_\_\_\_\_. HESTERLY, W. S. **Administração estratégica e vantagem competitiva**. Trad. Monica Rosemberg. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

BARNEY JR., L. D.; DANIELSON, M. G. Ranking Mutually Exclusive Projects. **The Engineering Economist**, n. 49, p. 43–61, 2004.

BENDLIN, L. **Metodologia para construção da fronteira eficiente para seleção de projetos de investimentos: uma abordagem Multicritério**. 2013. 200 f. Tese (Doutorado em Administração) – Programa de Pós-Graduação em Administração da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2013.

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.

BERNSTEIN, P. L. **Desafio aos deuses: a fascinante história do risco**. 4. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

BLOCHER, E.; STICKNEY, C. Duration and risk assessments in capital budgeting. **The Accounting Review**, v. 54, n. 1, p. 180-188, Jan. 1979.

BOARDMAN, C. M.; REINHART, W. J.; CELEC, S. E. The role of the paybac period in the teory and application of duration to capital budgeting. **Journal of Business Finance and Accounting**, v. 9, n. 4, p. 511-522, 1982.

BOCK, K.; TRÜCK, S. Assessing uncertainty and risk in public sector investment projects. **Technology and Investment**, Sydney, n. 2, p. 105-123, 2011.

BOFF, L. H.; PROCIANOY, J. L.; HOPPEN, N. O uso de informações por analistas de investimentos na avaliação de empresas: à procura de padrões. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 10, n. 4, p. 169-192, out./dez. 2006.

BRITO, O. **Gestão de riscos: uma abordagem orientada a riscos operacionais**. São Paulo: Saraiva, 2007.

BRITO, P. **Análise e viabilidade de projetos de investimentos**. São Paulo: Atlas, 2003.

BRITTO, J. Diversificação, competências e coerência produtiva. In: **Economia Industrial: fundamentos teóricos e práticos no Brasil**. Rio de Janeiro: Campus, 2002.

BROM, L. G.; BALIAN, J. E. A. **Análise de investimentos e capital de giro: conceitos e aplicações**. São Paulo: Saraiva, 2007.

BRUNER, R. F.; EADES, K. M.; HARRIS, R. S.; HIGGINS, R. C. Best practices in estimating cost of capital. **Financial Practice and Education**, Spring/Summer, p. 13-28, 1998.

CANTELLI, W. W. **A percepção de riscos no processo de empreender: estudo das empresas incubadas e graduadas de Curitiba-PR**. 2006. 162 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2006.

CARDOSO, L. G.; BOMTEMPO, J. V.; PINTO JUNIOR, H. Q. Compreendendo o crescimento das firmas: ferramentas de análise baseada em Chandler e Penrose. **Organização e Sociedade**, v. 13, n. 37, p. 69-85, abr./jun. 2006.

CARVALHO, F. Fundamentos da Escola Pós-Keynesiana: A Teoria de uma Economia Monetária. E. Amadeo (comp.). **Ensaios sobre Economia Política Moderna : Teoria e História do Pensamento Econômico**. São Paulo: Marco Zero, 1989.

CASAROTTO FILHO, N.; KOPITKE, B. H. **Análise de investimentos: matemática financeira; engenharia econômica; tomada de decisão; estratégia empresarial**. 11. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.; SILVA, R. **Metodologia Científica**. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

CHAKRAVARTHY, B. S.; DOZ, Y. Strategic process research: focusing on corporate self-renewal. **Strategic Management Journal**, v. 13, p. 5-14, 1992.

CHANDLER, A. D. **Strategy and Structure: chapters in the history of the American industrial enterprise**. 20. ed. Cambridge: MIT Press, 1998.

\_\_\_\_\_. **The visible hand: the managerial revolution in American business**. Cambridge: Belknap Press of Harvard University Press, 1977.

CORRAR, L. J. O modelo econômico da empresa em condições de incerteza: aplicação do método de simulação de Monte Carlo. **Cadernos de Estudos da Fipecafi**, São Paulo, n. 08, p. 1-11, abr. 1993.

CORREIA NETO, J. F. **Elaboração e avaliação de projetos de investimentos: considerando o risco**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

COSTA, A. Concorrência, comportamento estratégico e desempenho competitivo. **Análise Econômica**, Porto Alegre, v. 23, n. 43, mar. 2005.

COSTA, L. G. T. A.; AZEVEDO, M. C. L. **Análise fundamentalista**. Rio de Janeiro: FGV, 1996.

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.

FAIRLEY, W.; JACOBY, H. Investment analysis using the probability distribution of the internal rate of return. **Management Science**, v. 21, n. 12, p. 1428-1437, Aug. 1975. Disponível em: <<http://www.jstor.org/page/info/about/policies/terms.jsp>> . Acesso em: 31 ago. 2012.

FÁVERO, L. P.; BELFIORE, P.; SILVA F. L.; CHAN, B. L. **Análise de dados**: modelagem multivariada para tomada de decisões. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

FERNANDES, B. H. R.; BERTON, L. H. **Administração estratégica**: da competência empreendedora à avaliação de desempenho. São Paulo: Saraiva, 2005.

FERREIRA, A. B. O. **Mini Aurélio**: o dicionário da língua portuguesa. 8. ed. Curitiba: Positivo, 2010.

FIELD, A. **Descobrendo a estatística usando o SPSS**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FLECK, D. L. Dois motores do crescimento corporativo. **Revista de Administração de Empresas**, v. 43, n. 4, p. 10-24, out./dez. 2003.

FLEISCHER, G. A. **Teoria da Aplicação do Capital**: um estudo das decisões de investimento. Trad. Miguel C. Santoro e Cibele F. Santoro. São Paulo: Edgard Blucher, Ed. da Universidade de São Paulo, 1973 (1ª. Reimpressão, 1977).

FREGA, J. R. **Conflitos e incertezas na tomada de decisão coletiva**: um novo olhar sobre a ampliação dos limites da racionalidade. 2009. 211 f. Tese (Doutorado em Administração) – Programa de Pós-Graduação em Administração da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2009.

GALESNE, A.; FENSTERSEIFER, J. E.; LAMB, R. **Decisões de Investimentos da Empresa**. São Paulo: Atlas, 1999.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1991.

GITMAN, L. J.; FORRESTER JR., J. R. A survey of capital budgeting techniques used by major U.S. firms. **Financial Management**, v. 6, n. 3, p. 66-71, 1977.

GITMAN, L. J. **Princípios de administração financeira**. 12. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

GONÇALVES, R. Grupos econômicos: uma análise conceitual e teórica. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 45, n. 4, p. 491-518, out./dez. 1991.

GRAHAM, J. R.; HARVEY, C. R. The theory and practice of corporate finance: evidence from the field. **Journal of Financial Economics**, n. 60, p. 187-243, 2001.

GRANT, R. **Contemporary Strategy Analysis**: Concepts, Techniques, Applications. United States: Blackwell Publications, 1998.

GUIMARÃES, E. A. **Acumulação e crescimento da firma**: um estudo de organização industrial. Rio de Janeiro: Guanabara, 1987.

HARTMAN, J. C.; SCHAFFRICK, I. C. The Relevant Internal Rate of Return. **The Engineering Economist**, n. 49, p. 139–158, 2004.

HARZER, J. H.; SOUZA, A.; DUCLOS, L. C. Método de Monte Carlo aplicado à análise de projeto: estudo de investimento em um empreendimento hoteleiro. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE CUSTOS, 13, 2013, Porto. **Anais...** Porto, 2013.

HASTINGS, D. F. **Análise financeira de projetos de investimento de capital**. São Paulo: Saraiva, 2013.

HERTZ, D. B. Análise de Risco em Investimentos de Capital. In: **Coleção Harvard de Administração**. V. 29, São Paulo: Nova Cultural, 1987. Cap. 1, p. 7-39

HOLLAND, F. A.; WATSON, F. A. Payback period, discounted cash flow rate of return and added value for manufacturing process. **Engineering and Process Economics**, v. 1, p. 293-299, 1976.

HUMMEL, P. R. V.; TASCHNER, M. R. B. **Análise e decisão sobre investimentos e financiamentos: engenharia econômica – teoria e prática**. 4. ed. ampl. Com modelo de determinação da inflação interna da empresa e modelo de resolução com taxa de inflação múltipla. São Paulo: Atlas, 1995.

JOHNSON, G.; SCHOLES, K.; WHITTINGTON, R. **Explorando a estratégia corporativa: texto e casos**. 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2007.

JUNG, C. F. **Metodologia Científica: ênfase em pesquisa tecnológica**. 3. ed. 2003. Disponível em: <http://www.jung.pro.br>. Acesso em: 11 dez. 2010.

KAHNEMAN, D.; TVERSKY, A. Prospect Theory: an analysis of decision under risk. **Econometrica**, v. 47, n. 2, p. 263-292, 1979.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. **A estratégia em ação: balanced scorecard**. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

KAVALE, S. The connection between strategy and structure. **International Journal of Business and Commerce**, v. 1, n. 6, p. 59-70, Feb. 2012.

KERLINGER, F. N. **Metodologia da pesquisa em ciências sociais: um tratamento conceitual**. 9ª reimpressão. São Paulo, EPU, 2003.

KLUYVER, C. A.; PEARCE II, J. A. **Estratégia: uma visão executiva**. 3. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

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

LACOMBE, F. J. **Dicionário de administração**. São Paulo: Saraiva, 2004.

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

\_\_\_\_\_. **Projetos de investimento na empresa**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

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

LEITE, A. L. S.; CASTRO, N. J. Crescimento e estruturação das firmas: os conglomerados do setor elétrico brasileiro. **Revista de Gestão da USP**, v. 21, n. 3, p. 343-359, jul./set. 2014.

MALHOTRA, N. K. **Pesquisa de marketing**: uma orientação aplicada. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa**: planejamento e execução de pesquisa, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MARSHALL, A. **Princípios de economia**: tratado introdutório. São Paulo: Nova Cultural, 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.

MAYER, R. R. **Análise Financeira de Alternativas de Investimentos**. Tradução de Antonio Z. Sanvicente. São Paulo: Atlas, 1977.

MC GAHAN, A. M.; PORTER, M. How much does industry matter, really? **Strategic Management Journal**, v. 18, p. 15-30, 1997.

MENDONÇA, A. A. **Hedge para empresas**: uma abordagem aplicada. Rio de Janeiro: Elsevier; São Paulo: Bovespa, 2011.

MINTZBERG, H.; AHLSTRAND, B.; LAMPEL, J. **Safari de estratégia**: um roteiro pela selva do planejamento estratégico. Porto Alegre: Bookman, 2000.

\_\_\_\_\_; WATERS, J. A. Of strategies, deliberate and emergent. **Strategic Management Journal**, v. 6, n. 3, p. 257-272, Jul./Set. 1985.

MOTA, H. M. V. **Análise econômica das decisões**. Fundação Dom Cabral, 2009.

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**, v. 2, n. 2, p. 43-55, 2011.

OLIVEIRA, F. E. M. **SPSS básico para análise de dados**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2007.

PACHECO, P. S. et al. Deterministic economic analysis of feedlot Red Angus young steers: slaughter weights and bônus; Análise econômica determinística do confinamento de novinhos Red Angus superjovens: pesos de abate e bonificações. **Ciência Rural**, Santa Maria, 2014. Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84782014005040631&Ing=en&nrm=i](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782014005040631&Ing=en&nrm=i)>. Acesso em: 03 Feb. 2015.

PADOVEZE, C. L. **Planejamento orçamentário**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

\_\_\_\_\_; TARANTO, F. C. **Orçamento empresarial: novos conceitos e técnicas**. São Paulo: Pearson Educations do Brasil, 2009.

PAMPLONA, E. O.; MONTEVECHI, J. A. B. **Engenharia Econômica avançada**, UNIFEI, 2006. Disponível em: <<http://www.iepg.unifei.edu.br/edson/pesquisa.htm>>. Acesso em: 11 out. 2014.

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

PETERAF, M. The cornerstones of competitive advantage: a resource-based view. **Strategic Management Journal**, v. 14, p. 179-191, 1993.

PIERRU, A.; BABUSIAUX, D. Capital budgeting and cost of capital: a unique formulation of the main investment decision methods. **Social Science Research**, June 2000. Disponível em: <[http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=233120](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=233120)>. Acesso em: 21 fev. 2015.

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

PORTER, M. E. The contributions of industrial organization to strategic management. **The Academy of Management Review**, v. 6, n. 4, 1981, p. 609-620.

PORTER, M. Como as forças competitivas moldam a estratégia. In: MINTZBERG, H. et al. **O processo da estratégia: conceitos, contextos e casos selecionados**. Tradução Luciana O. Rocha. 4. ed. Porto Alegre, Bookman, 2006. Cap. 4, p. 94-128.

PRAHALAD, C.K.; HAMEL, G. **Competindo pelo futuro: estratégias inovadoras para obter o controle do seu setor e criar os mercados de amanhã**. 26. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. The core competence of the corporation. **Harvard Business Review**, p. 79-91, May/Jun.1990.

QUINN, J. B. Strategic change: "logical incrementalism". **Sloan Management Review**, v. 30, n. 4, p. 45-60, Summer, 1989.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

ROSS, M. Capital budgeting practices of twelve large manufacturers. **Finance Management**, v. 15, n. 4, p. 15-22, 1986.

RUMELT, R. P. How much does industry matter? **Strategic Management Journal**, v. 12, p. 167-185, 1991.

RYAN, P.; 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. C.; FERREIRA, M. P.; REIS, N. R. A empresa e o meio nas teorias econômicas da empresa: uma leitura longitudinal. **GlobAdventure: Center of research in International Business & Strategy**, Working paper n. 72, fev. 2011.

SECURATO, J. R. **Decisões financeiras em condições de risco**. São Paulo: Atlas, 1996.

SILVA, M. Z. **Gerenciamento de riscos corporativos sob o enfoque da teoria contingencial**: estudo de caso em uma organização hospitalar. 2013. 252 f. Tese (Doutorado em Ciências Contábeis e Administração) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis da Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2013.

SILVA, W. M.; SIN OIH YU, A. Análise empírica do senso de controle: buscando entender o excesso de confiança. **RAC – Revista de Administração Contemporânea**, Curitiba, v. 13, n. 2, p. 247-271, abr./jun. 2009.

SIMON, H. A. Making management decisions: the role of intuition and emotion. **The Academy of Management Journal**, v. 1, n. 1, Feb. 1987.

SNYMAN, J. H.; DREW, D. V. Complex strategic decision processes and firm performance in a hypercompetitive industry. **Journal of American Academy of Business**, v. 2, n. 2, p. 293-298, Mar. 2003.

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.

SOUSA, A. F. **Avaliação de investimentos**: uma abordagem prática. São Paulo: Saraiva, 2007.

SOUZA, A. Notas de aula: Seminários Riscos em Projetos de Investimentos. Programa de Pós-Graduação em Administração da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2013.

SOUZA, A.; CLEMENTE, A. **Gestão de Custos**: aplicações operacionais e estratégicas. São Paulo: Atlas, 2007.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. **Decisões financeiras e análise de investimentos**: fundamentos, técnicas e aplicações. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

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

STREBEL, P. Choosing the right path, **California Management Review**, v. 2, p. 29-51, 1994.

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

TEECE, D; PISANO, G. SCHUEN, A. Dynamic capabilities and strategic management. **Strategic Management Journal**, v. 18, n.7, p. 509-533, 1997.

TRIVIÑOS, A. N. S.. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**: a pesquisa qualitativa em educação : o positivismo, a fenomenologia, o marxismo. São Paulo: Atlas, 1987.

XAVIER JR; A. E. **Risco de Gestão e Risco de Negócio em projetos de investimentos**: uma contribuição à Metodologia Multi-índice. 2014. Projeto de Tese (Doutorado em Administração) – Programa de Pós-Graduação em Administração da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2014.



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

VAN DE VEN, A. Suggestions for studying strategic process: a research note. **Strategic Management Journal**, v. 13, p. 169-188, 1992.

VON ALTROCK, C. **Fuzzy logic & neurofuzzy application in business and finance**. New Jersey: Prentice Hall, 1995.

WERNERFELT, B. A resource based view of the firm. **Strategic Management Journal**, v. 5, p. 171-180, 1984.

WESTON, J. F.; BRIGHAM, E. F. **Fundamentos da administração financeira**. 10. ed. São Paulo: Makron Books, 2000.

WHITTINGTON, R. **O que é estratégia**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

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

WONNACOTT, P.; WONNACOTT, R.; CRUSIUS, Y. R.; CRUSIUS, C. A. **Economia**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1982.

# APÊNDICES

## APÊNDICE A – FORMULÁRIO DE ENTREVISTA

Nome: \_\_\_\_\_.

Idade: \_\_\_\_\_ anos.

Cargo na empresa: \_\_\_\_\_.

Escolaridade: \_\_\_\_\_.

Tempo de trabalho na organização atual: \_\_\_\_\_ anos.

Tempo de experiência em decisões de investimentos: \_\_\_\_\_ anos.

---

(Informações para a pesquisa)

Suponha que você dispõe de um capital e deseje investir esse valor em algum negócio no qual você tem certa familiaridade. Foram estimados os investimentos iniciais necessários (ativos fixos; capital de giro e despesas pré-operacionais); as informações de receitas (preços e quantidades) e os custos e despesas (fixos e variáveis). Essas informações permitiram projetar o fluxo de caixa do projeto para um horizonte temporal de 10 anos. Sabe-se que tais estimativas estão sujeitas a flutuações para ambos os lados (+ ou -) implicando resultados diferentes daqueles esperados. Use a tua experiência e/ou *feeling* e responda:

1) Que % você considera razoável para representar as variações de estimativas dos valores dos parâmetros básicos de um projeto de investimento? (Tanto para mais quanto para menos nas estimativas das quantidades de vendas, preços, custos e despesas variáveis).

☐ 5%    ☐ 10%    ☐ 15%    ☐ 20%    ☐ 25%

2) O % de variação conforme assinalado acima, em sua opinião ocorre:

☐ De forma idêntica para todos os parâmetros;

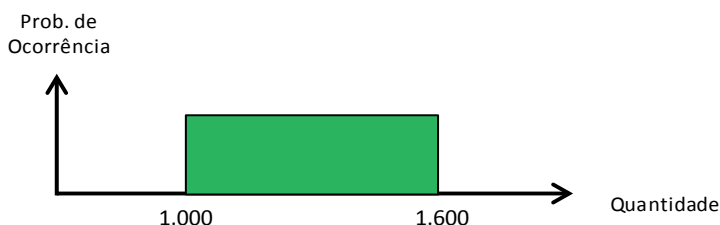
☐ As quantidades variam em proporção maior do que os preços de venda e os custos variáveis. A variação das quantidades em relação ao % acima (1) seria de \_\_\_\_ %;

☐ Os preços de venda variam em proporção maior do que as quantidades e os custos variáveis. A variação dos preços em relação ao % acima (1) seria de \_\_\_\_ %

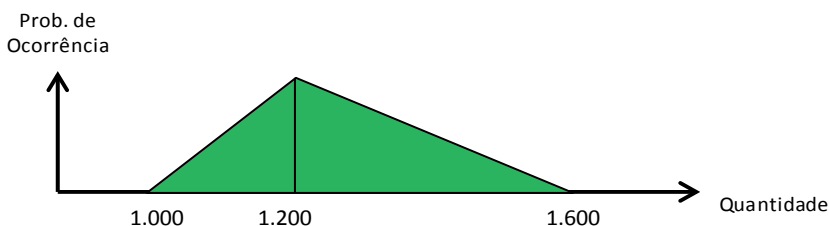
[ ] Os custos variáveis variam em proporção maior do que as quantidades e os preços de venda. A variação dos custos variáveis em relação ao % acima (1) seria de \_\_\_\_%

3) Os valores representativos dos parâmetros quantidade, preço e custos variáveis são estimativas pontuais. Por exemplo, para certo projeto de investimento, pode-se estimar que a quantidade vendida de um produto seja de 1.200 unidades/ano. Também é possível prever alguma variabilidade em torno desse valor. É plausível pensar que há um limite para essa variabilidade como: 1.600 unidades/ano para o caso de uma estimativa otimista de cenário ou 1.000 unidades/ano para o caso de uma estimativa pessimista de cenário. Qual das assertivas abaixo melhor representa a variabilidade dos parâmetros básicos de um projeto?

[ ] Qualquer valor dentro de determinado intervalo é igualmente provável (qualquer valor entre 1.000 e 1.600 unidades têm a mesma probabilidade de ocorrência)

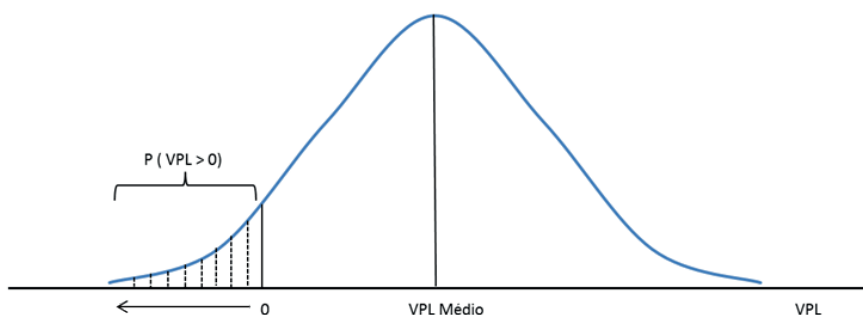


[ ] Existe um valor mais provável para o parâmetro (1.200 unidades/ano) e os valores mais afastados dessa referência têm menor probabilidade de ocorrência.



4) Dada as variabilidades que podem acontecer em decorrência de cenários futuros, é factível a ocorrência de uma combinação de eventos incontroláveis que resultem em  $VPL < 0$  para certo projeto de investimento.

Há softwares disponíveis que podem gerar rapidamente milhares de cenários com os seus respectivos VPL's. É possível que nesta simulação alguns cenários resultem em  $VPL < 0$ , como demonstra a Figura abaixo.



a) Neste caso, que percentual de VPL's < 0 seria aceito por você para caracterizar o investimento como sendo de baixo risco (aquele em que você investiria sem hesitar)?

☐ até 2,5%    ☐ até 5%    ☐ até 7,5%    ☐ até 10%    ☐ outro: \_\_\_\_%

b) Que percentual de VPL's < 0 você não aceitaria investir por caracterizá-lo como sendo de alto risco (aquele que você definitivamente não investiria no negócio, por considerá-lo demasiadamente arriscado)?

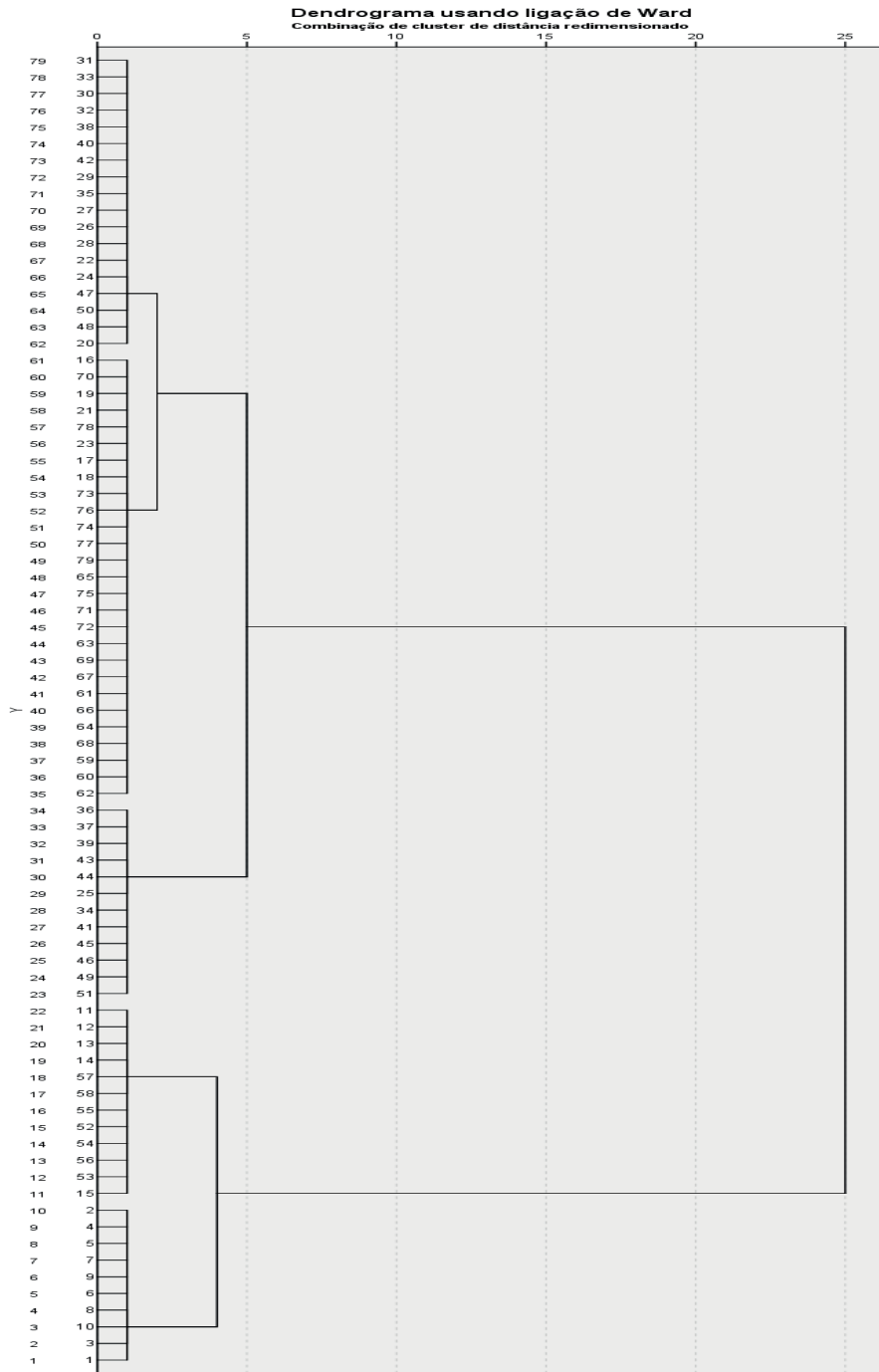
☐ a partir de 15%    ☐ a partir de 20%    ☐ a partir de 25%  
☐ a partir de 30%    ☐ a partir de 35%    ☐ outro: \_\_\_\_%

5) Considerando que todo investimento em um novo empreendimento contém risco, isto é, os resultados podem não recuperar o capital investido, pois existe uma probabilidade de obter VPL negativo ou nulo [ $P(VPL \leq 0)$ ] que pode ou não estar limitada ao valor investido, tente associar essa probabilidade de perda com a magnitude de risco (baixo; baixo/médio; médio; médio/alto; alto). Considere risco baixo aquele que você não hesitaria em investir se os retornos fossem atrativos. Considere risco alto aquele em que você não investiria em hipótese alguma.

Preencha a tabela a seguir indicando a probabilidade de perda e qual o retorno esperado (rentabilidade do capital investido). Repita isso para todos os níveis de risco:

Nível de Risco	Probabilidade de Perda (%)	Retorno Esperado (%)
Baixo		
De Baixo para Médio		
Médio		
De Médio para Alto		
Alto		

## APÊNDICE B – DENDOGRAMA CLUSTER HIERÁRQUICO



# APÊNDICE C – TMA/TIR, PB/N E P (VPL ≤ 0) A 10% DE VARIABILIDADE

Ordenado pelo indicador TMA/TIR					Ordenado pelo indicador TMA/TIR			
Projeto	TMA/TIR	PB/N	P (VPL ≤ 0)		Projeto	TMA/TIR	PB/N	P (VPL ≤ 0)
8	0,17	0,30	0,00%		8	0,17	0,30	0,00%
24	0,25	0,47	0,00%		6	0,26	0,39	0,00%
6	0,26	0,39	0,00%		7	0,32	0,45	0,00%
61	0,26	0,51	0,00%		24	0,25	0,47	0,00%
56	0,29	0,50	0,00%		13	0,32	0,50	0,00%
28	0,31	0,60	0,00%		56	0,29	0,50	0,00%
13	0,32	0,50	0,00%		2	0,34	0,51	0,00%
7	0,32	0,45	0,00%		61	0,26	0,51	0,00%
2	0,34	0,51	0,00%		15	0,34	0,51	0,00%
15	0,34	0,51	0,00%		5	0,40	0,55	0,00%
11	0,39	0,60	0,00%		11	0,39	0,60	0,00%
5	0,40	0,55	0,00%		35	0,47	0,60	0,00%
27	0,43	0,67	0,00%		28	0,31	0,60	0,00%
3	0,44	0,64	0,00%		3	0,44	0,64	0,00%
35	0,47	0,60	0,00%		46	0,50	0,65	0,00%
1	0,47	0,73	0,00%		10	0,52	0,66	0,00%
62	0,50	0,67	2,87%		62	0,50	0,67	2,87%
46	0,50	0,65	0,00%		27	0,43	0,67	0,00%
49	0,52	0,71	0,00%		25	0,62	0,68	0,10%
10	0,52	0,66	0,00%		15.b	0,67	0,69	0,00%
31	0,52	0,76	0,00%		49	0,52	0,71	0,00%
32	0,53	0,74	0,00%		1	0,47	0,73	0,00%
55	0,59	0,81	0,00%		32	0,53	0,74	0,00%
54	0,59	0,79	0,54%		21	0,68	0,75	1,20%
26	0,60	0,76	0,00%		26	0,60	0,76	0,00%
62.b	0,61	0,78	12,83%		31	0,52	0,76	0,00%
36	0,62	0,81	0,00%		44	0,62	0,77	0,03%
39.b	0,62	0,80	0,00%		62.b	0,61	0,78	12,83%
25	0,62	0,68	0,10%		4	0,71	0,78	2,36%
44	0,62	0,77	0,03%		46.b	0,64	0,79	0,22%
22	0,62	0,84	0,00%		54	0,59	0,79	0,54%
63	0,62	0,81	0,36%		39.b	0,62	0,80	0,00%
14	0,63	0,82	0,00%		36	0,62	0,81	0,00%
12	0,64	0,86	0,00%		55	0,59	0,81	0,00%
46.b	0,64	0,79	0,22%		33	0,66	0,81	0,00%
58	0,66	0,89	1,64%		63	0,62	0,81	0,36%
33	0,66	0,81	0,00%		14	0,63	0,82	0,00%
8.b	0,67	0,87	0,17%		39	0,69	0,83	0,00%
53	0,67	0,85	2,60%		35.b	0,72	0,83	0,89%
15.b	0,67	0,69	0,00%		22	0,62	0,84	0,00%
55.b	0,67	0,85	0,00%		9	0,70	0,85	0,08%
21	0,68	0,75	1,20%		55.b	0,67	0,85	0,00%
61.b	0,68	0,89	1,04%		53	0,67	0,85	2,60%
39	0,69	0,83	0,00%		12	0,64	0,86	0,00%
7.b	0,70	0,89	0,00%		49.b	0,73	0,86	6,36%
9	0,70	0,85	0,08%		23	0,70	0,86	0,54%
30	0,70	0,92	0,00%		3.b	0,75	0,87	0,96%
23	0,70	0,86	0,54%		8.b	0,67	0,87	0,17%
57	0,71	0,91	2,83%		20	0,76	0,87	0,05%

Ordenado pelo indicador TMA/TIR				Ordenado pelo indicador TMA/TIR			
Projeto	TMA/TIR	PB/N	P (VPL ≤ 0)	Projeto	TMA/TIR	PB/N	P (VPL ≤ 0)
4	0,71	0,78	2,36%	16	0,73	0,88	0,04%
35.b	0,72	0,83	0,89%	6.b	0,73	0,88	19,52%
49.b	0,73	0,86	6,36%	32.b	0,74	0,89	2,82%
6.b	0,73	0,88	19,52%	58	0,66	0,89	1,64%
11.b	0,73	0,89	4,58%	61.b	0,68	0,89	1,04%
16	0,73	0,88	0,04%	56.b	0,75	0,89	27,05%
32.b	0,74	0,89	2,82%	11.b	0,73	0,89	4,58%
3.b	0,75	0,87	0,96%	7.b	0,70	0,89	0,00%
17	0,75	0,91	0,00%	29	0,77	0,90	3,18%
36.b	0,75	0,92	0,23%	57	0,71	0,91	2,83%
19	0,75	0,95	0,00%	17	0,75	0,91	0,00%
1.b	0,75	0,92	0,13%	2.b	0,83	0,92	26,30%
56.b	0,75	0,89	27,05%	24.b	0,76	0,92	9,08%
20	0,76	0,87	0,05%	42	0,82	0,92	27,00%
38	0,76	0,95	13,96%	1.b	0,75	0,92	0,13%
24.b	0,76	0,92	9,08%	54.b	0,80	0,92	19,67%
29	0,77	0,90	3,18%	36.b	0,75	0,92	0,23%
5.b	0,77	0,93	17,67%	30	0,70	0,92	0,00%
60	0,78	0,95	4,02%	5.b	0,77	0,93	17,67%
59	0,78	0,94	30,57%	10.b	0,81	0,93	14,64%
18	0,79	0,95	0,03%	59	0,78	0,94	30,57%
54.b	0,80	0,92	19,67%	33.b	0,86	0,94	0,19%
10.b	0,81	0,93	14,64%	28.b	0,83	0,95	0,51%
42	0,82	0,92	27,00%	18	0,79	0,95	0,03%
2.b	0,83	0,92	26,30%	60	0,78	0,95	4,02%
28.b	0,83	0,95	0,51%	38	0,76	0,95	13,96%
31.b	0,86	0,96	9,68%	13.b	0,86	0,95	25,88%
13.b	0,86	0,95	25,88%	27.b	0,87	0,95	21,10%
33.b	0,86	0,94	0,19%	19	0,75	0,95	0,00%
27.b	0,87	0,95	21,10%	31.b	0,86	0,96	9,68%

## APÊNDICE D – PROBABILIDADES DE PERDA DOS PROJETOS

(Por ordem crescente do indicador TMA/TIR)

PROJETO	TMA/TIR	P (VPL ≤ 0)		
		VAR. 10%	VAR. 15%	VAR. 20%
8	0,17	0,00%	0,00%	0,00%
24	0,25	0,00%	0,00%	0,00%
6	0,26	0,00%	0,00%	0,00%
61	0,26	0,00%	0,00%	0,00%
56	0,29	0,00%	0,00%	0,33%
28	0,31	0,00%	0,00%	0,00%
13	0,32	0,00%	0,00%	0,00%
7	0,32	0,00%	0,00%	0,00%
2	0,34	0,00%	0,00%	0,06%
15	0,34	0,00%	0,00%	0,00%
11	0,39	0,00%	0,00%	0,00%
5	0,40	0,00%	0,00%	0,00%
27	0,43	0,00%	0,00%	0,00%
3	0,44	0,00%	0,00%	0,00%
35	0,47	0,00%	0,00%	0,08%
1	0,47	0,00%	0,00%	0,00%
62	0,50	2,87%	11,66%	20,77%
46	0,50	0,00%	0,04%	0,63%
49	0,52	0,00%	0,42%	3,41%
10	0,52	0,00%	0,00%	0,00%
31	0,52	0,00%	0,00%	0,03%
32	0,53	0,00%	0,11%	1,27%
55	0,59	0,00%	0,00%	0,05%
54	0,59	0,54%	5,00%	12,91%
26	0,60	0,00%	0,11%	1,28%
62.b	0,61	12,83%	24,73%	34,10%
36	0,62	0,00%	0,00%	0,01%
39.b	0,62	0,00%	0,36%	2,53%
25	0,62	0,10%	2,25%	7,36%
44	0,62	0,03%	0,93%	4,74%
22	0,62	0,00%	0,08%	0,84%
63	0,62	0,36%	4,43%	11,96%
14	0,63	0,00%	0,00%	0,04%
12	0,64	0,00%	0,00%	0,00%
46.b	0,64	0,22%	3,36%	9,92%
58	0,66	1,64%	9,41%	19,83%
33	0,66	0,00%	0,00%	0,00%
8.b	0,67	0,17%	2,92%	9,35%
53	0,67	2,60%	10,91%	20,18%



PROJETO	TMA/TIR	P ( $VPL \leq 0$ )		
		VAR. 10%	VAR. 15%	VAR. 20%
15.b	0,67	0,00%	0,48%	3,13%
55.b	0,67	0,00%	0,13%	1,51%
21	0,68	1,20%	7,41%	16,02%
61.b	0,68	1,04%	7,39%	15,82%
39	0,69	0,00%	0,24%	2,02%
7.b	0,70	0,00%	0,56%	3,74%
9	0,70	0,08%	2,01%	7,62%
30	0,70	0,00%	0,00%	0,12%
23	0,70	0,54%	5,47%	12,95%
57	0,71	2,83%	12,02%	21,98%
4	0,71	2,36%	11,03%	20,35%
35.b	0,72	0,89%	6,46%	15,02%
49.b	0,73	6,36%	18,29%	29,02%
6.b	0,73	19,52%	30,84%	38,81%
11.b	0,73	4,58%	14,86%	23,75%
16	0,73	0,04%	1,74%	6,97%
32.b	0,74	2,82%	11,67%	21,05%
3.b	0,75	0,96%	7,05%	15,47%
17	0,75	0,00%	0,02%	0,59%
36.b	0,75	0,23%	3,49%	10,10%
19	0,75	0,00%	0,19%	1,77%
1.b	0,75	0,13%	2,70%	8,53%
56.b	0,75	27,05%	38,56%	46,50%
20	0,76	0,05%	1,58%	6,37%
38	0,76	13,96%	25,44%	32,97%
24.b	0,76	9,08%	20,06%	28,82%
29	0,77	3,18%	12,30%	21,35%
5.b	0,77	17,67%	30,20%	38,01%
60	0,78	4,02%	13,87%	23,83%
59	0,78	30,57%	39,38%	45,56%
18	0,79	0,03%	1,16%	4,56%
54.b	0,80	19,67%	31,33%	39,68%
10.b	0,81	14,64%	26,45%	34,81%
42	0,82	27,00%	37,72%	45,18%
2.b	0,83	26,30%	36,77%	42,79%
28.b	0,83	0,51%	5,59%	12,94%
31.b	0,86	9,68%	22,23%	32,11%
13.b	0,86	25,88%	36,75%	44,50%
33.b	0,86	0,19%	3,10%	9,55%
27.b	0,87	21,10%	32,96%	41,02%

## APÊNDICE E – ÍNDICE DE SENSIBILIDADE DOS PARÂMETROS

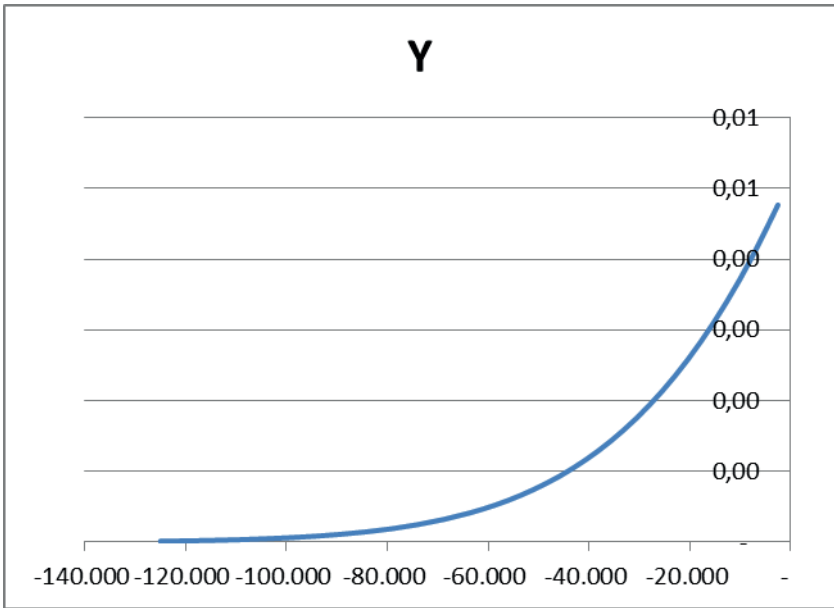
PROJETO	Sens_QDE	Sens_PR	Sens_CV	P (VPL ≤ 0)_10%
7	0,76	0,76		0,0%
28	0,59	0,92	0,33	0,0%
8	0,62	0,99	0,37	0,0%
61	1,37	1,37		0,0%
15	0,90	1,57	0,67	0,0%
5	1,90	2,02	0,11	0,0%
1	1,61	2,04	0,43	0,0%
10	1,58	2,06	0,48	0,0%
33	1,78	2,15	0,37	0,0%
6	1,70	2,23	0,53	0,0%
13	1,01	2,27	1,24	0,0%
24	0,89	2,31	1,42	0,0%
35	2,51	2,51		0,0%
12	1,91	2,54	0,63	0,0%
36	2,06	2,55	0,49	0,0%
11	1,37	2,59	1,22	0,0%
31	2,16	2,80	0,63	0,0%
55	2,44	2,83	0,38	0,0%
3	1,44	3,13	1,68	0,0%
27	1,76	3,14	1,36	0,0%
46	3,19	3,54	0,35	0,0%
17	3,15	3,58	0,43	0,0%
30	2,03	3,69	1,66	0,0%
14	1,57	3,91	2,33	0,0%
2	1,97	3,93	1,97	0,0%
55.b	3,51	4,07	0,56	0,0%
7.b	4,17	4,17		0,0%
49	4,13	4,27	0,13	0,0%
18		4,47		0,0%
19	3,75	4,71	0,96	0,0%
32	3,36	4,86	1,50	0,0%
26	3,14	4,88	1,72	0,0%
56	1,51	4,92	3,25	0,0%
44	4,59	5,29	0,70	0,0%
22	1,80	5,61	3,77	0,0%
39	3,11	5,91	2,79	0,0%
39.b	3,15	6,21	3,06	0,0%
16	4,93	6,23	1,31	0,0%
15.b	3,33	6,28	2,89	0,0%
46.b	5,79	6,44	0,65	0,2%

PROJETO	Sens_QDE	Sens_PR	Sens_CV	P (VPL ≤ 0)_ 10%
35.b	6,81	6,81		0,9%
33.b	5,59	6,85	1,26	0,2%
1.b	5,40	6,94	1,54	0,1%
61.b	7,31	7,31		1,0%
36.b	5,77	7,41	1,64	0,2%
9	4,15	7,70	3,39	0,1%
20	3,53	7,89	4,37	0,1%
25	3,44	8,54	5,10	0,1%
8.b	4,82	8,55	3,72	0,2%
21	6,75	9,04	2,29	1,2%
23	5,81	9,51	3,70	0,5%
53	8,41	9,56	1,15	2,6%
28.b	5,54	9,91	4,35	0,5%
58	7,20	9,91	2,59	1,6%
4	7,89	9,91	2,07	2,4%
63	3,85	10,15	6,12	0,4%
60	9,48	10,61	1,13	4,0%
54	2,59	10,67	7,83	0,5%
49.b	10,67	11,02	0,34	6,4%
3.b	5,00	11,42	6,39	1,0%
57	7,75	11,71	3,92	2,8%
32.b	8,12	11,83	3,72	2,8%
62	7,74	12,18	4,44	2,9%
31.b	11,21	14,78	3,56	9,7%
29	3,71	14,89	10,84	3,2%
11.b	7,48	15,44	7,96	4,6%
5.b	17,39	18,57	1,17	17,7%
10.b	13,64	19,06	5,42	14,6%
62.b	12,50	19,67	7,16	12,8%
24.b	6,93	20,40	13,47	9,1%
6.b	17,36	23,37	6,01	19,5%
38	6,68	25,35	18,67	14,0%
27.b	15,45	28,78	13,22	21,1%
54.b	7,11	30,27	22,45	19,7%
59	27,82	33,22	5,40	30,6%
2.b	18,31	37,57	19,25	26,3%
42	7,58	38,53	30,22	27,0%
13.b	14,79	38,62	22,56	25,9%
56.b	11,11	39,62	27,03	27,1%

APÊNDICE F – VALOR ESPERADO DA PERDA PELA MÉDIA/DP PROJETO 53

Média	DP	k	$P(Z \leq k)$	$E[k]$	$E[X]$
118.633	61.559	-1,927143			
	-2,07	0,082914			

	LF	LS	$P(LF \leq K \leq LS)$	PM	$E[K]$	LINF	LSUP	$P(x)$	pmédio	$x p(x)$
1	-4,000	-3,917	0,0013%	-3,96 -	0,0001	1 - 127.603	- 122.499	0,00001	- 125.051 -	1,64338
2	-3,917	-3,834	0,0018%	-3,88 -	0,0001	2 - 122.499	- 117.395	0,00002	- 119.947 -	2,18077
3	-3,834	-3,751	0,0025%	-3,79 -	0,0001	3 - 117.395	- 112.291	0,00002	- 114.843 -	2,86888
4	-3,751	-3,668	0,0034%	-3,71 -	0,0001	4 - 112.291	- 107.187	0,00003	- 109.739 -	3,74085
5	-3,668	-3,585	0,0046%	-3,63 -	0,0002	5 - 107.187	- 102.082	0,00005	- 104.634 -	4,83398
6	-3,585	-3,503	0,0062%	-3,54 -	0,0002	6 - 102.082	- 96.978	0,00006	- 99.530 -	6,18899
7	-3,503	-3,420	0,0083%	-3,46 -	0,0003	7 - 96.978	- 91.874	0,00008	- 94.426 -	7,84888
8	-3,420	-3,337	0,0110%	-3,38 -	0,0004	8 - 91.874	- 86.770	0,00011	- 89.322 -	9,85691
9	-3,337	-3,254	0,0146%	-3,30 -	0,0005	9 - 86.770	- 81.666	0,00015	- 84.218 -	12,25376
10	-3,254	-3,171	0,0191%	-3,21 -	-0,0612%	10 - 81.666	- 76.562	0,00019	- 79.114 -	15,07356
11	-3,171	-3,088	0,0248%	-3,13 -	0,0008	11 - 76.562	- 71.458	0,00025	- 74.010 -	18,33863
12	-3,088	-3,005	0,0320%	-3,05 -	0,0010	12 - 71.458	- 66.354	0,00032	- 68.906 -	22,05278
13	-3,005	-2,922	0,0411%	-2,96 -	0,0012	13 - 66.354	- 61.249	0,00041	- 63.802 -	26,19307
14	-2,922	-2,839	0,0523%	-2,88 -	0,0015	14 - 61.249	- 56.145	0,00052	- 58.697 -	30,69991
15	-2,839	-2,756	0,0662%	-2,80 -	0,0019	15 - 56.145	- 51.041	0,00066	- 53.593 -	35,46561
16	-2,756	-2,673	0,0832%	-2,71 -	0,0023	16 - 51.041	- 45.937	0,00083	- 48.489 -	40,32149
17	-2,673	-2,590	0,1038%	-2,63 -	0,0027	17 - 45.937	- 40.833	0,00104	- 43.385 -	45,02387
18	-2,590	-2,508	0,1286%	-2,55 -	0,0033	18 - 40.833	- 35.729	0,00129	- 38.281 -	49,23932
19	-2,508	-2,425	0,1583%	-2,47 -	0,0039	19 - 35.729	- 30.625	0,00158	- 33.177 -	52,52997
20	-2,425	-2,342	0,1936%	-2,38 -	0,0046	20 - 30.625	- 25.521	0,00194	- 28.073 -	54,33948
21	-2,342	-2,259	0,2350%	-2,30 -	0,0054	21 - 25.521	- 20.416	0,00235	- 22.969 -	53,98093
22	-2,259	-2,176	0,2834%	-2,22 -	0,0063	22 - 20.416	- 15.312	0,00283	- 17.864 -	50,62755
23	-2,176	-2,093	0,3394%	-2,13 -	0,0072	23 - 15.312	- 10.208	0,00339	- 12.760 -	43,30778
24	-2,093	-2,010	0,4037%	-2,05 -	0,0083	24 - 10.208	- 5.104	0,00404	- 7.656 -	30,90582
25	-2,01	-1,92714	0,4768%	-1,97 -	0,0094	25 - 5.104	-	0,00477	- 2.552 -	12,16909
			2,695%	- 0,06220				2,695%	- 631,69	



## APÊNDICE G – VALOR ESPERADO DA PERDA PARA P (VPL ≤ 0) = 5%

Projeto	TMA/TIR	VPL	Probabilidade de Perda Limite = 5%					
			DP	k	P[VPL ≤ 0]	E[k limite]	E[X limite]	E(X)/VPL
1.b	0,75	281.804	171.324	-1,6449	5,00%	-0,103	3.579,47	-1,27%
3.b	0,75	390.250	237.255	-1,6449	5,00%	-0,103	4.956,97	-1,27%
4	0,71	494.087	300.384	-1,6449	5,00%	-0,103	6.275,90	-1,27%
6.b	0,73	44.441	27.018	-1,6449	5,00%	-0,103	564,50	-1,27%
8.b	0,67	297.289	180.739	-1,6449	5,00%	-0,103	3.776,17	-1,27%
9	0,70	307.397	186.884	-1,6449	5,00%	-0,103	3.904,56	-1,27%
11.b	0,73	131.145	79.731	-1,6449	5,00%	-0,103	1.665,81	-1,27%
12	0,64	823.533	500.673	-1,6449	5,00%	-0,103	10.460,53	-1,27%
15.b	0,67	823.284	500.521	-1,6449	5,00%	-0,103	10.457,36	-1,27%
16	0,73	307.617	187.018	-1,6449	5,00%	-0,103	3.907,35	-1,27%
17	0,75	741.059	450.532	-1,6449	5,00%	-0,103	9.412,95	-1,27%
21	0,68	124.930	75.952	-1,6449	5,00%	-0,103	1.586,86	-1,27%
23	0,70	92.697	56.356	-1,6449	5,00%	-0,103	1.177,44	-1,27%
25	0,62	228.521	138.931	-1,6449	5,00%	-0,103	2.902,68	-1,27%
26	0,60	709.492	431.341	-1,6449	5,00%	-0,103	9.011,98	-1,27%
32	0,53	306.770	186.503	-1,6449	5,00%	-0,103	3.896,60	-1,27%
32.b	0,74	123.533	75.103	-1,6449	5,00%	-0,103	1.569,12	-1,27%
35.b	0,72	363.289	220.864	-1,6449	5,00%	-0,103	4.614,50	-1,27%
36	0,62	289.293	175.878	-1,6449	5,00%	-0,103	3.674,61	-1,27%
36.b	0,75	86.263	52.444	-1,6449	5,00%	-0,103	1.095,72	-1,27%
39	0,69	302.428	183.863	-1,6449	5,00%	-0,103	3.841,45	-1,27%
39.b	0,62	276.403	168.041	-1,6449	5,00%	-0,103	3.510,87	-1,27%
44	0,62	397.238	241.504	-1,6449	5,00%	-0,103	5.045,72	-1,27%
46.b	0,64	68.800	41.827	-1,6449	5,00%	-0,103	873,90	-1,27%
49.b	0,73	212.619	129.263	-1,6449	5,00%	-0,103	2.700,69	-1,27%
53	0,67	124.312	75.576	-1,6449	5,00%	-0,103	1.579,01	-1,27%
54	0,59	283.192	172.169	-1,6449	5,00%	-0,103	3.597,11	-1,27%
55	0,59	200.855	122.111	-1,6449	5,00%	-0,103	2.551,27	-1,27%
55.b	0,67	139.967	85.094	-1,6449	5,00%	-0,103	1.777,86	-1,27%
57	0,71	45.934	27.926	-1,6449	5,00%	-0,103	583,46	-1,27%
58	0,66	299.099	181.839	-1,6449	5,00%	-0,103	3.799,16	-1,27%
61.b	0,68	236.967	144.066	-1,6449	5,00%	-0,103	3.009,96	-1,27%
62.b	0,61	60.309	36.666	-1,6449	5,00%	-0,103	766,05	-1,27%
63	0,62	238.821	145.193	-1,6449	5,00%	-0,103	3.033,51	-1,27%

## APÊNDICE H – VALOR ESPERADO DA PERDA PARA $P(VPL \leq 0) = 20\%$

Projeto	TMA/TIR	VPL	Probabilidade de Perda Limite = 20%					
			DP	k	$P[VPL \leq 0]$	$E[k \text{ limite}]$	$E[X \text{ limite}]$	$E(X)/VPL$
1.b	0,75	281.804	334.834	-0,8416	20,00%	-0,280	37.380,12	-13,26%
3.b	0,75	390.250	463.689	-0,8416	20,00%	-0,280	51.765,16	-13,26%
4	0,71	494.087	587.066	-0,8416	20,00%	-0,280	65.538,68	-13,26%
6.b	0,73	44.441	52.804	-0,8416	20,00%	-0,280	5.894,97	-13,26%
8.b	0,67	297.289	353.233	-0,8416	20,00%	-0,280	39.434,14	-13,26%
9	0,70	307.397	365.244	-0,8416	20,00%	-0,280	40.775,00	-13,26%
11.b	0,73	131.145	155.825	-0,8416	20,00%	-0,280	17.395,89	-13,26%
12	0,64	823.533	978.508	-0,8416	20,00%	-0,280	109.238,38	-13,26%
15.b	0,67	823.284	978.212	-0,8416	20,00%	-0,280	109.205,28	-13,26%
16	0,73	307.617	365.505	-0,8416	20,00%	-0,280	40.804,12	-13,26%
17	0,75	741.059	880.514	-0,8416	20,00%	-0,280	98.298,53	-13,26%
21	0,68	124.930	148.440	-0,8416	20,00%	-0,280	16.571,46	-13,26%
23	0,70	92.697	110.141	-0,8416	20,00%	-0,280	12.295,92	-13,26%
25	0,62	228.521	271.525	-0,8416	20,00%	-0,280	30.312,41	-13,26%
26	0,60	709.492	843.006	-0,8416	20,00%	-0,280	94.111,27	-13,26%
32	0,53	306.770	364.499	-0,8416	20,00%	-0,280	40.691,85	-13,26%
32.b	0,74	123.533	146.780	-0,8416	20,00%	-0,280	16.386,16	-13,26%
35.b	0,72	363.289	431.654	-0,8416	20,00%	-0,280	48.188,81	-13,26%
36	0,62	289.293	343.733	-0,8416	20,00%	-0,280	38.373,57	-13,26%
36.b	0,75	86.263	102.496	-0,8416	20,00%	-0,280	11.442,45	-13,26%
39	0,69	302.428	359.340	-0,8416	20,00%	-0,280	40.115,92	-13,26%
39.b	0,62	276.403	328.417	-0,8416	20,00%	-0,280	36.663,72	-13,26%
44	0,62	397.238	471.991	-0,8416	20,00%	-0,280	52.692,02	-13,26%
46.b	0,64	68.800	81.747	-0,8416	20,00%	-0,280	9.126,04	-13,26%
49.b	0,73	212.619	252.631	-0,8416	20,00%	-0,280	28.203,09	-13,26%
53	0,67	124.312	147.706	-0,8416	20,00%	-0,280	16.489,50	-13,26%
54	0,59	283.192	336.484	-0,8416	20,00%	-0,280	37.564,33	-13,26%
55	0,59	200.855	238.653	-0,8416	20,00%	-0,280	26.642,64	-13,26%
55.b	0,67	139.967	166.306	-0,8416	20,00%	-0,280	18.566,03	-13,26%
57	0,71	45.934	54.578	-0,8416	20,00%	-0,280	6.092,97	-13,26%
58	0,66	299.099	355.384	-0,8416	20,00%	-0,280	39.674,24	-13,26%
61.b	0,68	236.967	281.560	-0,8416	20,00%	-0,280	31.432,69	-13,26%
62.b	0,61	60.309	71.659	-0,8416	20,00%	-0,280	7.999,80	-13,26%
63	0,62	238.821	283.763	-0,8416	20,00%	-0,280	31.678,64	-13,26%

# **APÊNDICE I – VEP CÁLCULO PELA MÉDIA DO VPL PARA $P(VPL \leq 0) = 5\%$**

Projeto	MÉDIA	DP	Limite = 5%				
			k limite	P[VPL≤0]	E[K limite]	E[XIlimite]	
1.b	273.603	91.639	-1,6449	5,00%	-0,103 -	3.473,90	-1,27%
3.b	376.131	161.079	-1,6449	5,00%	-0,103 -	4.775,68	-1,27%
4	469.323	238.364	-1,6449	5,00%	-0,103 -	5.958,92	-1,27%
6.b	40.431	47.308	-1,6449	5,00%	-0,103 -	513,35	-1,27%
8.b	288.564	99.235	-1,6449	5,00%	-0,103 -	3.663,85	-1,27%
9	294.910	90.983	-1,6449	5,00%	-0,103 -	3.744,43	-1,27%
11.b	125.272	73.934	-1,6449	5,00%	-0,103 -	1.590,56	-1,27%
12	815.908	101.968	-1,6449	5,00%	-0,104 -	10.682,06	-1,31%
15.b	799.507	195.849	-1,6449	5,00%	-0,103 -	10.203,34	-1,28%
16	298.068	91.393	-1,6449	5,00%	-0,103 -	3.784,53	-1,27%
17	728.142	137.918	-1,6449	5,00%	-0,103 -	9.337,95	-1,28%
21	120.616	52.822	-1,6449	5,00%	-0,103 -	1.531,44	-1,27%
23	89.468	35.763	-1,6449	5,00%	-0,103 -	1.135,96	-1,27%
25	223.988	72.209	-1,6449	5,00%	-0,103 -	2.843,95	-1,27%
26	695.029	145.191	-1,6449	5,00%	-0,103 -	8.891,98	-1,28%
32	300.737	63.995	-1,6449	5,00%	-0,103 -	3.847,53	-1,28%
32.b	118.316	62.615	-1,6449	5,00%	-0,103 -	1.502,24	-1,27%
35.b	350.380	146.580	-1,6449	5,00%	-0,103 -	4.448,73	-1,27%
36	286.377	35.248	-1,6449	5,00%	-0,103 -	3.636,08	-1,27%
36.b	83.610	29.595	-1,6449	5,00%	-0,103 -	1.061,58	-1,27%
39	297.015	69.432	-1,6449	5,00%	-0,103 -	3.790,52	-1,28%
39.b	270.583	66.195	-1,6449	5,00%	-0,103 -	3.453,19	-1,28%
44	386.544	108.044	-1,6449	5,00%	-0,103 -	4.907,89	-1,27%
46.b	66.624	23.526	-1,6449	5,00%	-0,103 -	845,92	-1,27%
49.b	199.248	130.488	-1,6449	5,00%	-0,103 -	2.529,82	-1,27%
53	118.633	61.559	-1,6449	5,00%	-0,103 -	1.506,27	-1,27%
54	272.370	102.940	-1,6449	5,00%	-0,103 -	3.458,24	-1,27%
55	196.230	28.587	-1,6449	5,00%	-0,104 -	2.539,14	-1,29%
55.b	136.003	29.081	-1,6449	5,00%	-0,103 -	1.739,98	-1,28%
57	43.664	23.276	-1,6449	5,00%	-0,103 -	554,40	-1,27%
58	281.073	130.958	-1,6449	5,00%	-0,103 -	3.568,74	-1,27%
61.b	228.104	98.306	-1,6449	5,00%	-0,103 -	2.896,20	-1,27%
62.b	55.919	49.148	-1,6449	5,00%	-0,103 -	709,99	-1,27%
63	228.143	84.634	-1,6449	5,00%	-0,103 -	2.896,70	-1,27%

**APÊNDICE J – VEP CÁLCULO PELA MÉDIA DO VPL PARA  $P(VPL \leq 0) = 20\%$**

Projeto	MÉDIA	DP	Limite = 20%				
			k limite	P[VPL≤0]	E[K limite]	E[Xlimite]	
1.b	273.603	91.639	-0,8416	20,00%			0,00%
3.b	376.131	161.079	-0,8416	20,00%			0,00%
4	469.323	238.364	-0,8416	20,00%			0,00%
6.b	40.431	47.308	-0,8416	20,00%			0,00%
8.b	288.564	99.235	-0,8416	20,00%	-0,280 -	38.367,73	-13,30%
9	294.910	90.983	-0,8416	20,00%	-0,280 -	39.211,50	-13,30%
11.b	125.272	73.934	-0,8416	20,00%			0,00%
12	815.908	101.968	-0,8416	20,00%			0,00%
15.b	799.507	195.849	-0,8416	20,00%	-0,280 -	106.513,54	-13,32%
16	298.068	91.393	-0,8416	20,00%			0,00%
17	728.142	137.918	-0,8416	20,00%			0,00%
21	120.616	52.822	-0,8416	20,00%	-0,280 -	16.037,21	-13,30%
23	89.468	35.763	-0,8416	20,00%	-0,280 -	11.895,75	-13,30%
25	223.988	72.209	-0,8416	20,00%			0,00%
26	695.029	145.191	-0,8416	20,00%			0,00%
32	300.737	63.995	-0,8416	20,00%	-0,281 -	40.121,74	-13,34%
32.b	118.316	62.615	-0,8416	20,00%			0,00%
35.b	350.380	146.580	-0,8416	20,00%			0,00%
36	286.377	35.248	-0,8416	20,00%			0,00%
36.b	83.610	29.595	-0,8416	20,00%			0,00%
39	297.015	69.432	-0,8416	20,00%	-0,280 -	39.569,53	-13,32%
39.b	270.583	66.195	-0,8416	20,00%			0,00%
44	386.544	108.044	-0,8416	20,00%			0,00%
46.b	66.624	23.526	-0,8416	20,00%			0,00%
49.b	199.248	130.488	-0,8416	20,00%			0,00%
53	118.633	61.559	-0,8416	20,00%	-0,280 -	15.773,55	-13,30%
54	272.370	102.940	-0,8416	20,00%			0,00%
55	196.230	28.587	-0,8416	20,00%	-0,281 -	26.359,24	-13,43%
55.b	136.003	29.081	-0,8416	20,00%	-0,281 -	18.144,37	-13,34%
57	43.664	23.276	-0,8416	20,00%			0,00%
58	281.073	130.958	-0,8416	20,00%			0,00%
61.b	228.104	98.306	-0,8416	20,00%			0,00%
62.b	55.919	49.148	-0,8416	20,00%			0,00%
63	228.143	84.634	-0,8416	20,00%			0,00%



**JORGE HARRY HARZER** - é Doutor em Administração pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUCPR, 2015. Mestre em Relações Econômicas e Sociais Internacionais - Área de Concentração em Gestão Internacional - Universidade do Minho - UMINHO, Braga, Portugal, 2001 (Título revalidado como Mestre em Economia pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, 2006). Especialista em Contabilidade Gerencial e Controladoria - Fundação Educacional Regional Jaraguense - FERJ, Jaraguá do Sul/SC, 1996. Especialista em Finanças e Orçamentos - Centro Universitário de Jaraguá do Sul - UNERJ, Jaraguá do Sul/SC, 2006. Graduado em Administração - Faculdades Associadas de São Paulo - FASP, São Paulo/SP, 1990. Em sua carreira acadêmica, atua nas áreas de Análise de Projetos de Investimentos, Análise de Custos, Finanças e Orçamentos. Foi Diretor do Centro de Ciências Sociais Aplicadas no ano de 2006, Diretor de Ensino em 2007 e Coordenador do Curso de Administração de 2001 a 2006 e de 2008 a 2017, no Centro Universitário - Católica de Santa Catarina em Jaraguá do Sul. Atualmente coordena os cursos de Ciências Contábeis, Tecnologia em Gestão Financeira, Tecnologia em Gestão Comercial e Tecnologia em Gestão Pública na modalidade de educação à distância. É professor de disciplinas relacionadas à Finanças, tais como: Decisões Financeiras de Investimentos; Finanças Corporativas; Gestão Estratégica de Finanças; Gestão de Custos e Orçamento; Análise das Demonstrações Financeiras entre outras, nos cursos de Administração e Ciências Contábeis do Centro Universitário - Católica de Santa Catarina em Jaraguá do Sul. Também é líder do Grupo de Pesquisa da Escola de Negócios (GPEN) do Centro Universitário - Católica de Santa Catarina.

# **AVALIAÇÃO DO RISCO FINANCEIRO**

**EM PROJETOS DE INVESTIMENTOS  
A PARTIR DA RELAÇÃO TMA/TIR:**

UMA CONTRIBUIÇÃO À METODOLOGIA MULTI-ÍNDICE



[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)



[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)



[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)



[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

**Atena**  
Editora

Ano 2023

# **AVALIAÇÃO DO RISCO FINANCEIRO**

**EM PROJETOS DE INVESTIMENTOS  
A PARTIR DA RELAÇÃO TMA/TIR:**

UMA CONTRIBUIÇÃO À METODOLOGIA MULTI-ÍNDICE



[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)



[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)



[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)



[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

**Atena**  
Editora

Ano 2023