

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**RISCO DE TRÁFEGO E OS MECANISMOS DE CONCESSÃO DE  
INFRA-ESTRUTURAS RODOVIÁRIAS COM PRAZO VARIÁVEL**

**Homero Neves da Silva**

**Porto Alegre  
2004**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**RISCO DE TRÁFEGO E OS MECANISMOS DE CONCESSÃO DE  
INFRA-ESTRUTURAS RODOVIÁRIAS COM PRAZO VARIÁVEL**

**Homero Neves da Silva**

**Orientador: Professor Luiz Afonso dos Santos Senna**

**Banca Examinadora:**

**Professor Newton Rabelo de Castro, Ph.D.  
Prof. FEA / UFRJ**

**Professor Ivan Antônio Pinheiro, Dr.  
Prof. PPGA / UFRGS**

**Professor Emílio Merino Dominguez, Dr.  
Prof. PPGEP / UFRGS**

**Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção  
como requisito parcial à obtenção do título de  
MESTRE EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**Área de concentração: Sistemas de Transportes**

**Porto Alegre, maio de 2004**

**Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.**

---

**Prof. Luiz Afonso dos Santos Senna, Ph.D.  
Orientador**

---

**Prof. José Luis Duarte Ribeiro, Dr.  
Coordenador PPGEP/UFRGS**

**Banca Examinadora:**

---

**Professor Newton Rabelo de Castro, Ph.D.  
Prof. FEA/UFRJ**

---

**Professor Ivan Antônio Pinheiro, Dr.  
Prof. PPGA/UFRGS**

---

**Professor Emílio Merino Dominguez, Dr.  
Prof. PPGEP/UFRGS**

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer:

Ao meu orientador LUIZ AFONSO DOS SANTOS SENNA, por sua dedicação e sabedoria, e pela confiança depositada em mim ao longo dos anos. Seu apoio e motivação foram as bases sob as quais essa dissertação foi elaborada.

Ao professor FERNANDO DUTRA MICHEL, pela fundamental contribuição como professor e amigo, e pelas considerações e críticas úteis ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

Ao meu tio JOSÉ LUIZ ROCHA PAIVA, exemplo que me levou a estudar a área de transportes.

Aos professores HELENA, GLÁUCIA, ALBANO, NECA, EMÍLIO, LENISE e LINDAU, pela fundamental contribuição de conhecimento para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos amigos ANTÔNIO e JEFFERSON, com quem discuti durante longos períodos alguns dos temas desta dissertação.

Aos amigos do Lastran, PITI, PATRÍCIAS, INGRID, MAGDA, CAROL, LUISANA, FELIPE, DANIELA, CRISTIANO, FELIPE, MARA, FLÁVIA, MARISTELA, bolsistas, mestrandos e doutorandos pela amizade, apoio e compreensão que sempre demonstraram.

Aos amigos da turma de mestrado de 2001, AUGUSTO, CARLO, GABRIEL E RAFAEL, que sabem que sempre poderão contar comigo por conta da amizade construída.

Aos grandes amigos PATY, THIAGO, MATHIAS, ESTÊVÃO, TIAGO, MÁRCIO, FLÁVINHA, LOLA, JUZINHA, SUKA, FERIS, SABRINA, FREDI, DUDU, BETA, entre outros tantos. Poder contar com vocês tornou este trabalho muito menos difícil. Foram essas grandes amizades que, nas horas mais difíceis, trouxeram bons momentos para aliviar as pressões.

Ao RODRIGO, MARCELINHO, GULLO, SAGULA e MICHELUCCI, por terem sido não só grandes amigos, mas motivadores e colaboradores neste trabalho.

Aos amigos da ANTT, SIDNÉIA, PRICILLA, JÚNIOR, SERMAN, JOSINO, MARAR, DANI, FÁBIO, FERNANDA, VANDE, QUEIROZ, entre outros.

À toda a minha família, que sempre acreditou em mim e me ensinou a buscar e superar desafios, estando junto comigo nos momentos que mais precisei de auxílio.

À CAPES pelo apoio financeiro concedido através da bolsa de mestrado.

À UFRGS e ao PPGEP que, por meio de seus professores e funcionários, proporcionam o desenvolvimento da pesquisa na área de Transportes.

## RESUMO

Este trabalho é devotado à avaliação do risco de tráfego em concessões de infra-estruturas rodoviárias. Apresenta as principais causas de discrepâncias entre previsões e a realidade do tráfego em concessões de infra-estruturas rodoviárias, abordando as conseqüências dessas diferenças e os meios propostos e/ou utilizados para a reduzir os riscos proporcionados aos concessionários pelas incertezas inerentes ao tráfego. Dentre os principais meios encontrados para minimizar os efeitos do risco de tráfego aos concessionários encontra-se a utilização de mecanismos de concessão baseado em contratos com prazo variável. Dois mecanismos têm sido desenvolvidos com este objetivo e foram avaliados neste trabalho: LPVR, proposto por Engel, Fischer e Galetovic e implantado no Chile em meados da década de 1990; e LPVNR, proposto por Nombela e De Rus a partir do final da mesma década. A avaliação dos mecanismos foi realizada com um método quantitativo de análise de riscos, utilizando simulação Monte Carlo. Para a realização da avaliação, foi desenvolvido um modelo financeiro que propiciasse análises de projetos com duração não definida *ex-ante*. 81 simulações foram realizadas, sendo 27 para cada um dos três tipos de concessão de rodovias testados: BOT, ROT e concessões para a operação e manutenção (O&M). As variáveis utilizadas nos testes foram: as taxas de desconto utilizadas nos projetos; os horizontes de tempo das concessões (duração esperada); e a extensão máxima que a duração pode ter, além da duração esperada.

## **ABSTRACT**

This work is devoted to assess the traffic risk in road infrastructure concessions. It shows the main causes of discrepancies between traffic forecasts and the traffic that in fact flows over the infrastructure, discussing the consequences of this difference and techniques proposed and/or employed to reduce the risks faced by concessionaires due to uncertainties inherent to the traffic. One of the many ways to minimize the consequences of the traffic risks faced by concessionaires is to use an auction mechanism based on flexible-term contracts. Two mechanisms have been built on with this aim and are assessed in this work: LPVR, proposed by Engel, Fischer and Galetovic and put in practice in Chile in the middle of the 1990's; and LPVNR, proposed by Nombela and De Rus in the latest years of the same decade. The assessment of the mechanisms has been performed using quantitative risk analysis technique. To perform the analysis, a financial model that makes possible analysis of projects with uncertain term has been built. 81 simulations had been done, 27 for each of the three types of road concession: BOT, ROT and concession for operation and maintenance (O&M). The variables used in the tests were: projects discount rates; expected duration of the concession; and the maximum extension of the concession duration over the expected duration.

# SUMÁRIO

<u>AGRADECIMENTOS</u> .....	3
<u>RESUMO</u> .....	4
<u>ABSTRACT</u> .....	5
<u>SUMÁRIO</u> .....	6
<u>LISTA DE QUADROS</u> .....	12
<u>LISTA DE FIGURAS</u> .....	13
<u>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS</u> .....	15
<b><u>1. INTRODUÇÃO</u></b> .....	16
1.1. <u>JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA DO TEMA</u> .....	16
1.2. <u>OBJETIVOS</u> .....	18
1.2.1. <u>Objetivo principal</u> .....	18
1.2.2. <u>Objetivos específicos</u> .....	18
1.3. <u>DELIMITAÇÃO DO ESTUDO</u> .....	18
1.4. <u>ESTRUTURA DO TRABALHO</u> .....	19
<b><u>2. RISCO E CUSTO DE CAPITAL</u></b> .....	20
2.1. <u>INTRODUÇÃO</u> .....	20
2.2. <u>RISCO E INCERTEZA</u> .....	20
2.2.1. <u>Incerteza</u> .....	22
2.2.2. <u>Atitudes em Relação ao Risco e Teoria da Utilidade</u> .....	22
2.3. <u>MEDIDAS DE RISCO</u> .....	26
2.3.1. <u>Desvio Padrão</u> .....	26
2.3.2. <u>Momentos da Distribuição de Resultados Esperados</u> .....	28
2.4. <u>ANÁLISE DE RISCO</u> .....	31
2.4.1. <u>Análise Qualitativa</u> .....	31
2.4.2. <u>Análise Quantitativa</u> .....	32
2.4.2.1. <u>Método dos Momentos</u> .....	32

2.4.2.2.	<u>Solução Algébrica Exata</u> .....	32
2.4.2.3.	<u>Análise de Sensibilidade e de Cenários</u> .....	33
2.4.2.4.	<u>Simulação Monte Carlo</u> .....	34
2.5.	<u>RISCO E CUSTO DE CAPITAL</u> .....	36
<b>2.5.1.</b>	<b><u>Processo de Avaliação de um Projeto</u></b> .....	<b>36</b>
<b>2.5.2.</b>	<b><u>Taxa Mínima de Atratividade e o Custo de Capital</u></b> .....	<b>37</b>
2.5.2.1.	<u>Custo Médio Ponderado de Capital</u> .....	38
<b>2.5.3.</b>	<b><u>Taxa de Retorno Livre de Risco e o Prêmio por Risco</u></b> .....	<b>40</b>
<b>2.5.4.</b>	<b><u>Custo de capital para concessões de infra-estruturas rodoviárias no Brasil</u></b> ..	<b>42</b>
2.6.	<u>ALOCAÇÃO DE RISCOS EM PROJETOS DE PARCERIA PÚBLICO-PRIVADO</u> .....	44
2.7.	<u>CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO 2</u> .....	45
<b>3.</b>	<b><u>RISCO DE TRÁFEGO NAS CONCESSÕES RODOVIÁRIAS</u></b> .....	<b>46</b>
3.1.	<u>INTRODUÇÃO</u> .....	46
3.2.	<u>RISCOS NAS CONCESSÕES RODOVIÁRIAS</u> .....	46
3.3.	<u>O TRÁFEGO E A RECEITA NAS CONCESSÕES RODOVIÁRIAS</u> .....	48
<b>3.3.1.</b>	<b><u>Tráfego Previsto e Tráfego realizado</u></b> .....	<b>49</b>
3.4.	<u>DISCREPÂNCIAS ENTRE TRÁFEGO PREVISTO E REALIZADO</u> .....	52
<b>3.4.1.</b>	<b><u>Fontes de Discrepância</u></b> .....	<b>53</b>
3.4.1.1.	<u>Fontes Científicas</u> .....	54
<b>3.4.1.1.1.</b>	<b><u>Método/Modelo utilizado</u></b> .....	<b>54</b>
<b>3.4.1.1.2.</b>	<b><u>Qualidade e disponibilidade de dados</u></b> .....	<b>55</b>
<b>3.4.1.1.3.</b>	<b><u>Fatores complementares e exógenos</u></b> .....	<b>57</b>
3.4.1.1.3.1.	<u>Transferência, Fuga e Evasão</u> .....	58
3.4.1.2.	<u>Comportamentos Estratégicos e Oportunísticos na Licitação</u> .....	61
<b>3.4.1.2.1.</b>	<b><u>Monopólio Natural e Competição pelo Mercado</u></b> .....	<b>62</b>
<b>3.4.1.2.2.</b>	<b><u>Informação Assimétrica</u></b> .....	<b>64</b>
3.4.1.2.2.1.	<u>Moral Hazard</u> .....	64
3.4.1.2.2.2.	<u>Seleção Adversa</u> .....	65
<b>3.4.1.2.3.</b>	<b><u>Maldição do Vencedor</u></b> .....	<b>66</b>
<b>3.4.1.2.4.</b>	<b><u>Incentivos</u></b> .....	<b>66</b>
<b>3.4.1.2.5.</b>	<b><u>Low Balling</u></b> .....	<b>67</b>
<b>3.4.1.2.6.</b>	<b><u>Comportamento Oportunístico do Poder Concedente</u></b> .....	<b>68</b>

<b><u>3.4.2.</u></b>	<b><u>Impacto das Discrepâncias entre Tráfego Previsto e Realizado</u></b>	<b>68</b>
3.4.2.1.	<u>Fases de tráfego</u>	69
3.4.2.2.	<u>Equilíbrio Econômico e Financeiro</u>	71
3.4.2.3.	<u>Renegociações</u>	74
3.5.	<u>ALOCAÇÃO DO RISCO DE TRÁFEGO</u>	75
3.6.	<u>CONSIDERAÇÕES FINAIS DE CAPÍTULO 3</u>	77
<b><u>4.</u></b>	<b><u>CONCESSÃO DE INFRA-ESTRUTURAS RODOVIÁRIAS COM PRAZO DE VARIÁVEL</u></b>	<b>79</b>
4.1.	<u>INTRODUÇÃO</u>	79
4.2.	<u>CONCESSÃO DE RODOVIAS COM PRAZO FIXO</u>	80
<b><u>4.2.1.</u></b>	<b><u>Imperfeições nas Concessões de Prazo Fixo</u></b>	<b>80</b>
4.2.1.1.	<u>Incertezas associadas às previsões de tráfego</u>	80
4.2.1.2.	<u>Maior exposição a renegociações oportunísticas</u>	81
4.2.1.3.	<u>Seleção de concessionários menos eficientes</u>	81
4.2.1.4.	<u>Possibilidade de desperdícios econômicos</u>	82
4.2.1.5.	<u>Dificuldade de executar modificações nos contratos</u>	82
<b><u>4.2.2.</u></b>	<b><u>Garantias e Repartição de Receitas Excedentes</u></b>	<b>83</b>
<b><u>4.2.3.</u></b>	<b><u>Shadow-Toll</u></b>	<b>88</b>
4.3.	<u>CONCESSÃO DE RODOVIAS COM DURAÇÃO DOS CONTRATOS VARIÁVEL</u>	88
<b><u>4.3.1.</u></b>	<b><u>Vantagens</u></b>	<b>89</b>
4.3.1.1.	<u>Redução do risco de tráfego alocada aos concessionários</u>	89
4.3.1.2.	<u>Seleção de licitantes mais eficientes</u>	90
4.3.1.3.	<u>Redução de desperdícios econômicos</u>	90
4.3.1.4.	<u>Menor probabilidade de renegociação</u>	91
4.3.1.5.	<u>Flexibilidade dos contratos</u>	91
4.3.1.6.	<u>Definição de tarifas</u>	92
4.3.1.7.	<u>Redução do risco dos investidores de capital</u>	92
4.3.1.8.	<u>Simplicidade</u>	93
4.3.1.9.	<u>Menor necessidade de informação</u>	93
<b><u>4.3.2.</u></b>	<b><u>Problemas</u></b>	<b>93</b>
4.3.2.1.	<u>Transferência do risco de tráfego para os usuários futuros</u>	93
4.3.2.2.	<u>Dificuldade relativa aos contratos de dívida</u>	94

4.3.2.3.	<u>Taxa de desconto utilizada</u> .....	95
4.3.2.4.	<u>Limitação da rentabilidade do concessionário</u> .....	97
4.3.2.5.	<u>Redução no esforço de comercialização</u> .....	97
4.3.2.6.	<u>Redução de qualidade da via</u> .....	97
4.3.2.7.	<u>Organização da concessionária</u> .....	98
<b>4.3.3.</b>	<b><u>LPVR – A Proposta de Engel, Fischer e Galetovic</u></b> .....	<b>99</b>
4.3.3.1.	<u>A experiência Chilena com o modelo LPVR</u> .....	101
<b>4.3.4.</b>	<b><u>LPVNR – A Proposta de Nombela e De Rus</u></b> .....	<b>102</b>
4.4.	<u>LIMITAÇÕES À APLICAÇÃO DE MODELOS DE CONCESSÃO COM PRAZO VARIÁVEL NO BRASIL</u> .....	106
<b>4.4.1.</b>	<b><u>Prazo</u></b> .....	<b>107</b>
<b>4.4.2.</b>	<b><u>Formas de extinção</u></b> .....	<b>108</b>
<b>4.4.3.</b>	<b><u>Critério de Seleção</u></b> .....	<b>109</b>
4.5.	<u>CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO 4</u> .....	109
<b>5.</b>	<b><u>MÉTODO</u></b> .....	<b>111</b>
5.1.	<u>INTRODUÇÃO</u> .....	111
5.2.	<u>AValiação DOS MECANISMOS</u> .....	113
<b>5.2.1.</b>	<b><u>Simulação Monte Carlo</u></b> .....	<b>116</b>
5.3.	<u>CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO 5</u> .....	116
<b>6.</b>	<b><u>MODELO FINANCEIRO</u></b> .....	<b>118</b>
6.1.	<u>INTRODUÇÃO</u> .....	118
6.2.	<u>ESTRUTURA DO MODELO FINANCEIRO</u> .....	119
<b>6.2.1.</b>	<b><u>Estrutura do modelo de Engel, Fischer e Galetovic</u></b> .....	<b>121</b>
<b>6.2.2.</b>	<b><u>Estrutura do modelo de Nombela e De Rus</u></b> .....	<b>121</b>
6.3.	<u>INDICADORES DO MODELO</u> .....	122
<b>6.3.1.</b>	<b><u>Duração da concessão</u></b> .....	<b>123</b>
<b>6.3.2.</b>	<b><u>Critérios de Rentabilidade</u></b> .....	<b>123</b>
6.4.	<u>AMBIENTES SIMULADOS</u> .....	125
<b>6.4.1.</b>	<b><u>Tipo de Concessão</u></b> .....	<b>125</b>
<b>6.4.2.</b>	<b><u>Custos das Concessões</u></b> .....	<b>125</b>
6.4.2.1.	<u>Investimentos</u> .....	126
6.4.2.2.	<u>Custos de Operação e Manutenção</u> .....	126
<b>6.4.2.2.1.</b>	<b><u>Custos Variáveis</u></b> .....	<b>127</b>

<u>6.4.2.2.2.</u>	<u>Custos Fixos</u> .....	127
<u>6.4.3.</u>	<u>Impostos</u> .....	127
<u>6.4.3.1.</u>	<u>PIS/PASEP e Cofins</u> .....	128
<u>6.4.3.2.</u>	<u>ISSQN</u> .....	128
<u>6.4.3.3.</u>	<u>Imposto de Renda</u> .....	128
<u>6.4.3.3.1.</u>	<u>Receita Financeira</u> .....	128
<u>6.4.3.3.2.</u>	<u>Depreciação</u> .....	128
<u>6.4.3.4.</u>	<u>Contribuição Social Sobre Lucro Líquido</u> .....	129
<u>6.4.4.</u>	<u>Empréstimos</u> .....	129
<u>6.5.</u>	<u>VARIÁVEIS</u> .....	129
<u>6.5.1.</u>	<u>Demanda</u> .....	129
<u>6.5.1.1.</u>	<u>Tráfego Inicial</u> .....	130
<u>6.5.1.2.</u>	<u>Taxas de Crescimento</u> .....	131
<u>6.5.1.2.1.</u>	<u>Curva de Crescimento e Maturidade</u> .....	132
<u>6.5.1.2.2.</u>	<u>Curva de Carregamento, Crescimento e Maturidade</u> .....	132
<u>6.5.1.3.</u>	<u>Tráfego Mensal</u> .....	133
<u>6.5.2.</u>	<u>Prazo de Concessão</u> .....	133
<u>6.5.3.</u>	<u>Taxa de Desconto</u> .....	134
<u>6.5.3.1.</u>	<u>Desconto das Receitas em Concessões com Prazo Variável</u> .....	134
<u>7.</u>	<u>RESULTADOS OBTIDOS</u> .....	135
<u>7.1.</u>	<u>INTRODUÇÃO</u> .....	135
<u>7.2.</u>	<u>RESULTADOS PRELIMINARES</u> .....	135
<u>7.2.1.</u>	<u>Definição das Tarifas</u> .....	135
<u>7.2.2.</u>	<u>Definição do Valor Presente das Receitas</u> .....	137
<u>7.2.3.</u>	<u>Definição do Valor Presente das Receitas Líquidas</u> .....	137
<u>7.2.4.</u>	<u>Definição da Relação entre Investimentos e Custos de Operação e Manutenção</u> .....	137
<u>7.2.5.</u>	<u>Resultados</u> .....	138
<u>7.3.</u>	<u>RESULTADO DAS SIMULAÇÕES COM MÉTODO MONTE CARLO</u> .....	139
<u>7.3.1.</u>	<u>Médias e Desvios Padrões</u> .....	139
<u>7.3.2.</u>	<u>Ajuste dos Resultados</u> .....	142
<u>7.3.2.1.</u>	<u>Valor Esperado</u> .....	143
<u>7.3.2.1.1.</u>	<u>Prazo</u> .....	143

<u>7.3.2.1.2.</u>	<u>Taxa de Retorno</u> .....	143
<u>7.3.2.2.</u>	<u>Desvio Padrão</u> .....	144
<u>7.3.2.2.1.</u>	<u>Prazo</u> .....	144
<u>7.3.2.2.2.</u>	<u>Taxa de Retorno</u> .....	144
<u>7.4.</u>	<u>ANÁLISE DE SENSIBILIDADE</u> .....	145
<u>7.4.1.</u>	<u>Média</u> .....	146
<u>7.4.1.1.</u>	<u>Concessão BOT</u> .....	146
<u>7.4.1.1.1.</u>	<u>Prazo</u> .....	146
<u>7.4.1.1.2.</u>	<u>TIR</u> .....	148
<u>7.4.1.2.</u>	<u>Concessão ROT</u> .....	150
<u>7.4.1.2.1.</u>	<u>Prazo</u> .....	150
<u>7.4.1.2.2.</u>	<u>TIR</u> .....	152
<u>7.4.1.3.</u>	<u>Concessão O&amp;M</u> .....	154
<u>7.4.1.3.1.</u>	<u>Prazo</u> .....	154
<u>7.4.1.3.2.</u>	<u>TIR</u> .....	157
<u>7.4.2.</u>	<u>Desvio Padrão</u> .....	159
<u>7.4.2.1.</u>	<u>Concessão BOT</u> .....	159
<u>7.4.2.1.1.</u>	<u>Prazo</u> .....	159
<u>7.4.2.1.2.</u>	<u>TIR</u> .....	161
<u>7.4.2.2.</u>	<u>Concessão ROT</u> .....	163
<u>7.4.2.2.1.</u>	<u>Prazo</u> .....	163
<u>7.4.2.2.2.</u>	<u>TIR</u> .....	165
<u>7.4.2.3.</u>	<u>Concessão O&amp;M</u> .....	168
<u>7.4.2.3.1.</u>	<u>Prazo</u> .....	168
<u>7.4.2.3.2.</u>	<u>TIR</u> .....	170
<u>7.5.</u>	<u>SÍNTESE DOS RESULTADOS</u> .....	172
<u>7.5.1.</u>	<u>Médias</u> .....	172
<u>7.5.2.</u>	<u>Desvios Padrões</u> .....	174
<u>8.</u>	<u>CONSIDERAÇÕES FINAIS</u> .....	176
<u>8.1</u>	<u>LIMITAÇÕES DO ESTUDO E SUGESTÕES PARA FUTUROS ESTUDOS</u> .	181
	<u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u> .....	183

## LISTA DE QUADROS

<u>QUADRO 2.1 – CASOS PARTICULARES DO MODELO DE STONE</u> .....	30
<u>QUADRO 2.2 – TAXAS DE JUROS DE EMPRÉSTIMOS TOMADOS POR CONCESSIONÁRIAS NO BRASIL</u> .....	43
<u>QUADRO 3.1 – CATEGORIAS DE VEÍCULOS E MULTIPLICADORES DE TARIFA NA RODOVIA BR-040</u> .....	49
<u>QUADRO 3.2 – PROCESSO CLÁSSICO DE IDENTIFICAÇÃO DA DEMANDA POR TRANSPORTES</u> .....	51
<u>QUADRO 3.3 – NÚMERO DE PARTICIPANTES POR CONCESSÃO CONSIDERADA</u> .....	63
<u>QUADRO 4.1 – ECONOMIA COMO PERCENTUAL DO INVESTIMENTO NA CONCESSÃO</u> .....	97
<u>QUADRO 5.1 – FATORES DE COMBINAÇÃO PARA GERAÇÃO DOS CENÁRIOS</u> .....	114
<u>QUADRO 5.2 – CENÁRIOS UTILIZADOS PARA AVALIAR OS MECANISMOS DE CONCESSÃO</u> .....	114
<u>QUADRO 7.1 – COMBINAÇÕES ENTRE TIPO DE CONCESSÃO, DURAÇÃO ESPERADA E TAXA DE DESCONTO</u> .....	136
<u>QUADRO 7.2 – RESULTADOS OBTIDOS PARA TARIFA, VALOR PRESENTE DAS RECEITAS, VALOR PRESENTE DAS RECEITAS LÍQUIDAS E RELAÇÃO ENTRE INVESTIMENTOS E CUSTOS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO</u> .....	138
<u>QUADRO 7.3 – RESULTADOS OBTIDOS COM SIMULAÇÃO MONTE CARLO PARA A TIR</u> .....	139
<u>QUADRO 7.4 – RESULTADOS OBTIDOS COM SIMULAÇÃO MONTE CARLO PARA A DURAÇÃO</u> ..	141

## LISTA DE FIGURAS

<u>FIGURA 2.1 – RELAÇÃO ENTRE RISCO E RETORNO.</u> .....	25
<u>FIGURA 2.2 – NORMAS DE RENTABILIDADE DE UM PROJETO (BASEADO EM GALESNE, FENSTERSEIFER E LAMB, 1999).</u> .....	29
<u>FIGURA 3.1 – FASES DE EVOLUÇÃO DO TRÁFEGO (ADAPTADO DE NUÑEZ, 2003).</u> .....	70
<u>FIGURA 3.2 – EFEITO DA OSCILAÇÃO DAS VARIÁVEIS (BASEADO EM NUÑEZ, 2003).</u> .....	71
<u>FIGURA 4.1 – DELIMITAÇÃO DOS LIMITES MÍNIMOS GARANTIDOS E PARA A REPARTIÇÃO DE RECEITAS.</u> .....	84
<u>FIGURA 4.2 – EFEITO DE GARANTIAS E/OU REPARTIÇÃO DE RECEITAS SOBRE OS RESULTADOS.</u>	86
<u>FIGURA 5.1 – REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO MÉTODO UTILIZADO NA DISSERTAÇÃO.</u> .....	111
<u>FIGURA 7.1 – BOT, VALOR MÉDIO DURAÇÃO X DURAÇÃO ESPERADA.</u> .....	147
<u>FIGURA 7.2 – BOT, VALOR MÉDIO DURAÇÃO X EXTENSÃO.</u> .....	148
<u>FIGURA 7.3 – BOT, VALOR MÉDIO DURAÇÃO X TAXA DE DESCONTO.</u> .....	148
<u>FIGURA 7.4 – BOT, VALOR MÉDIO TAXA INTERNA DE RETORNO X DURAÇÃO ESPERADA.</u> ..	149
<u>FIGURA 7.5 – BOT, VALOR MÉDIO TAXA INTERNA DE RETORNO X EXTENSÃO.</u> .....	150
<u>FIGURA 7.6 – BOT, VALOR MÉDIO TAXA INTERNA DE RETORNO X TAXA DE DESCONTO.</u> ...	150
<u>FIGURA 7.7 – ROT, VALOR MÉDIO DURAÇÃO X DURAÇÃO ESPERADA.</u> .....	151
<u>FIGURA 7.8 – ROT, VALOR MÉDIO DURAÇÃO X EXTENSÃO.</u> .....	152
<u>FIGURA 7.9 – ROT, VALOR MÉDIO DURAÇÃO X TAXA DE DESCONTO.</u> .....	152
<u>FIGURA 7.10 – ROT, VALOR MÉDIO TAXA INTERNA DE RETORNO X DURAÇÃO ESPERADA.</u>	153
<u>FIGURA 7.11 – ROT, VALOR MÉDIO TAXA INTERNA DE RETORNO X EXTENSÃO.</u> .....	154
<u>FIGURA 7.12 – ROT, VALOR MÉDIO TAXA INTERNA DE RETORNO X TAXA DE DESCONTO.</u> .	154
<u>FIGURA 7.13 – O&amp;M, VALOR MÉDIO DURAÇÃO X DURAÇÃO ESPERADA.</u> .....	156
<u>FIGURA 7.14 – O&amp;M, VALOR MÉDIO DURAÇÃO X EXTENSÃO.</u> .....	156
<u>FIGURA 7.15 – O&amp;M, VALOR MÉDIO DURAÇÃO X TAXA DE DESCONTO.</u> .....	156
<u>FIGURA 7.16 – O&amp;M, VALOR MÉDIO TAXA INTERNA DE RETORNO X DURAÇÃO ESPERADA.</u> .....	158
<u>FIGURA 7.17 – O&amp;M, VALOR MÉDIO TAXA INTERNA DE RETORNO X EXTENSÃO.</u> .....	158
<u>FIGURA 7.18 – O&amp;M, VALOR MÉDIO TAXA INTERNA DE RETORNO X TAXA DE DESCONTO.</u>	158
<u>FIGURA 7.19 – BOT, DESVIO PADRÃO DURAÇÃO X DURAÇÃO ESPERADA.</u> .....	160
<u>FIGURA 7.20 – BOT, DESVIO PADRÃO DURAÇÃO X EXTENSÃO.</u> .....	160
<u>FIGURA 7.21 – BOT, DESVIO PADRÃO DURAÇÃO X TAXA DE DESCONTO.</u> .....	161

<u>FIGURA 7.22 – BOT, DESVIO PADRÃO TAXA INTERNA DE RETORNO X DURAÇÃO ESPERADA.</u>	
.....	162
<u>FIGURA 7.23 – BOT, DESVIO PADRÃO TAXA INTERNA DE RETORNO X EXTENSÃO.</u>	162
<u>FIGURA 7.24 – BOT, DESVIO PADRÃO TAXA INTERNA DE RETORNO X TAXA DE DESCONTO.</u>	163
<u>FIGURA 7.25 – ROT, DESVIO PADRÃO DURAÇÃO X DURAÇÃO ESPERADA.</u>	164
<u>FIGURA 7.26 – ROT, DESVIO PADRÃO DURAÇÃO X EXTENSÃO.</u>	164
<u>FIGURA 7.27 – ROT, DESVIO PADRÃO DURAÇÃO X TAXA DE DESCONTO.</u>	165
<u>FIGURA 7.28 – ROT, DESVIO PADRÃO TAXA INTERNA DE RETORNO X DURAÇÃO ESPERADA.</u>	
.....	167
<u>FIGURA 7.29 – ROT, DESVIO PADRÃO TAXA INTERNA DE RETORNO X EXTENSÃO.</u>	167
<u>FIGURA 7.30 – ROT, DESVIO PADRÃO TAXA INTERNA DE RETORNO X TAXA DE DESCONTO.</u>	167
<u>FIGURA 7.31 – O&amp;M, DESVIO PADRÃO DURAÇÃO X DURAÇÃO ESPERADA.</u>	169
<u>FIGURA 7.32 – O&amp;M, DESVIO PADRÃO DURAÇÃO X EXTENSÃO.</u>	169
<u>FIGURA 7.33 – O&amp;M, DESVIO PADRÃO DURAÇÃO X TAXA DE DESCONTO.</u>	169
<u>FIGURA 7.34 – O&amp;M, DESVIO PADRÃO TAXA INTERNA DE RETORNO X DURAÇÃO ESPERADA.</u>	
.....	171
<u>FIGURA 7.35 – O&amp;M, DESVIO PADRÃO TAXA INTERNA DE RETORNO X EXTENSÃO.</u>	172
<u>FIGURA 7.36 – O&amp;M, DESVIO PADRÃO TAXA INTERNA DE RETORNO X TAXA DE DESCONTO.</u>	
.....	172

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres;

BID – Banco Interamericano de Desenvolvimento;

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento;

*BOT – Build Operate and Transfer*, projetos onde uma empresa privada constrói, opera e, ao término do seu contrato com o poder concedente, transfere os ativos para o setor público;

CMPC – Custo Médio Ponderado de Capital, o mesmo que *Weighted Average Cost of Capital (WACC)*;

DNER – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem;

*IFC – International Finance Corporation*, braço do Banco Mundial que opera com empresas privadas;

*LHS – Latin Hypercube Sampling*;

*LIBOR – London Interbank Offer Rate*, a taxa de juros entre instituições financeiras no Reino Unido;

*LPVNR – Least Present Value of Net Revenues*, o mesmo que Menor Valor Presente das Receitas Líquidas (MVPRL);

*LPVR – Least Present Value of Revenues*, o mesmo que Menor Valor Presente das Receitas (MVPR);

MVPR – Menor Valor Presente das Receitas, o mesmo que *Least Present Value of Revenues (LPVR)*;

MVPRL – Menor Valor Presente das Receitas Líquidas, o mesmo que *Least Present Value of Net Revenues (LPVNR)*;

O&M – Operação e Manutenção, ou *Operation and Maintenance*, contratos somente para a operação e manutenção de um ativo (infra-estrutura);

*ROT – Recuperate, Operate and Transfer*, projetos onde uma empresa privada assume e recupera um ativo (infra-estrutura) pública, opera e, ao término do seu contrato com o poder concedente, transfere de volta os ativos para o setor público;

TBP – Tarifa Básica de Pedágio;

TIR – Taxa Interna de Retorno;

VPL – Valor Presente Líquido;

*WACC – Weighted Average Cost of Capital*, o mesmo que Custo Médio Ponderado de Capital (CMPC).

## **1. INTRODUÇÃO**

A partir dos primeiros anos da década de 90, alinhada com a política nacional de redução do tamanho do Estado, a malha rodoviária brasileira passou por grandes modificações no seu modo de financiamento. Estas mudanças tiveram grande impacto na forma como os recursos para ampliação e manutenção do sistema de rodovias do país são arrecadados. Investimentos realizados pela iniciativa privada passaram a ser utilizados com o objetivo de somar a capacidade de investimento privado com os recursos públicos, de forma a suprir a demanda por rodovias.

A experiência adquirida nos pouco mais de dez anos desde que foi dado início aos primeiros programas de concessão de infra-estruturas rodoviárias no Brasil fizeram com que alguns pontos específicos passassem a ser discutidos para aperfeiçoar novos processos. Entre esses temas encontram-se os riscos associados aos projetos e a sua alocação entre as partes envolvidas nas parcerias entre os setores público e privado.

As incertezas associadas ao tráfego são, possivelmente, a principal fonte de risco para projetos de concessão de infra-estruturas rodoviárias (FISHBEIN E BABBAR, 1996). Para solucionar os problemas trazidos pelo risco de tráfego, uma das soluções é o oferecimento de garantias. Entretanto, estas garantias têm outras conseqüências sobre as concessões que podem ser tão problemáticas quanto o próprio risco de tráfego.

A partir de meados da década de 1990, pesquisadores iniciaram o desenvolvimento de mecanismos de concessão que possibilitassem a redução dos riscos de tráfego. Estes mecanismos transferem o risco do concessionário para os usuários, na forma de variações no prazo de duração das concessões.

### **1.1. Justificativa da Escolha do Tema**

A utilização de mecanismos de prazo variável em concessões rodoviária foi iniciada no Reino Unido. Entretanto, pesquisas mais aprofundadas nessa área foram realizadas no Chile. Embora traga grandes benefícios, algumas imperfeições afetam o primeiro mecanismo de prazo variável, detalhado academicamente por Engel, Fischer e Galetovic, a partir de 1995.

Parte dessas imperfeições foram estudadas por Nombela e De Rus que apresentaram um novo mecanismo de concessão com prazo variável em uma série de publicações, a partir de 1999.

Entretanto, mesmo após as modificações sugeridas por Nombela e De Rus em sua proposta, o risco de tráfego não é totalmente eliminado, assim como parte dos novos problemas trazidos por estes mecanismos.

O Brasil apresenta um dos maiores programas de concessões de infra-estruturas rodoviárias do mundo (MACHADO, 2002), tendo sido posto em prática durante a década de 1990 pelo Governo Federal, governos estaduais e municipais. Este programa foi estruturado para ter sido dado continuidade, especialmente na esfera federal, onde estavam previstos mais dois grupos de rodovias passíveis de concessão (DNER, 2000).

As novas concessões previstas foram adiadas, não tendo sido licitadas até o momento. Entretanto, as discussões a respeito dessas concessões não foram esquecidas, tendo sido divulgada a intenção do Governo Federal de dar continuidade nos programas de concessão. Junto com o interesse na realização de novas concessões, tem sido demonstrado o interesse na introdução de aperfeiçoamentos na modelagem de novas etapas do programa federal de concessões. Dentre as novidades discutidas inclui-se a utilização de mecanismos de prazo variável. (MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2004)

Poucos são os exemplos de estudos realizados no Brasil com o objetivo de discutir a utilização destes mecanismos no país. Dentre os exemplos, pode-se destacar o texto produzido por Pires e Giambiagi, no ano 2000. Entretanto, o texto limita-se ao mecanismo desenvolvido por Engel, Fischer e Galetovic, além de não aprofundar o debate sobre a aplicação deste mecanismo no cenário brasileiro, limitando-se mais às questões legais do país.

Considerando o desenvolvimento do mecanismo de Nombela e De Rus, além do debate sobre a utilização destes mecanismos em concessões de infra-estruturas no Brasil, este trabalho consiste em avaliar o impacto que algumas variáveis-chaves apresentam sobre os resultados das concessões sujeitas a prazos de duração variável.

## 1.2. Objetivos

### 1.2.1. *Objetivo principal*

O objetivo principal deste trabalho é avaliar o comportamento do prazo e do retorno financeiro das concessões de infra-estruturas rodoviárias sujeitas a prazos de duração variáveis.

### 1.2.2. *Objetivos específicos*

Os objetivos específicos deste trabalho consistem em:

- a) Apresentar os modelos de prazo variável desenvolvidos por Engel, Fischer e Galetovic e por Nombela e De Rus, detalhando seus principais benefícios e deficiências;
- b) Construir um modelo financeiro que permita a representação de situações onde o prazo de concessão não seja determinado *ex-ante*, necessário para a avaliação dos mecanismos de concessão com prazo variável;
- c) Com auxílio do método de simulação Monte Carlo, simular a duração e o retorno financeiro de concessões sujeitas aos mecanismos de prazo variável, descritos em termos de valores esperados e desvio padrão, quando sob diferentes cenários compostos por:
  - Tipos de concessão, ou o objetivo para o qual é realizada a concessão (construção de nova infra-estrutura, introdução de melhorias ou conservação);
  - Prazo previsto para duração, ou horizonte;
  - Limite máximo para a extensão da duração da concessão;
  - Taxas de desconto utilizadas nos projetos, representando o custo de capital para execução dos projetos.
- d) Verificar se os resultados apresentados por concessões com prazo variável indicam redução no risco de tráfego quando comparadas às concessões de prazo fixo.

## 1.3. Delimitação do Estudo

O trabalho é restrito à apresentação do impacto que as variáveis avaliadas produzem sobre os resultados das concessões. Não são avaliados os efeitos que a introdução destes mecanismos produzem sobre outros fatores importantes para as concessões, como o custo do capital.

Também, algumas simplificações foram introduzidas para possibilitar as análises, como visto no tratamento da depreciação dos investimentos.

#### **1.4. Estrutura do Trabalho**

Esta dissertação está estruturada em oito capítulos. O segundo capítulo apresenta uma breve revisão sobre os conceitos de risco, sua análise e influência sobre a tomada de decisões de investimento e sobre o custo de capital, além de introduzir o conceito de alocação de riscos em processos de parcerias entre os setores público e privado.

O terceiro capítulo apresenta a influência que as incertezas inerentes ao tráfego produzem sobre concessões de infra-estruturas rodoviárias.

No quarto capítulo são apresentados os mecanismos de concessão com prazo variável, abordando ainda as deficiências apresentadas por concessões com prazo fixo.

O quinto capítulo apresenta o método que foi utilizado para desenvolver o trabalho.

O modelo financeiro desenvolvido para possibilitar as análises, bem como os valores utilizados como variáveis e dados de entrada são apresentados no sexto capítulo.

O sétimo capítulo apresenta os resultados das simulações realizadas e análise dos resultados.

Por fim, considerações finais são realizadas no oitavo capítulo, que apresenta ainda as limitações do trabalho e sugestões para futuros estudos.

## 2. RISCO E CUSTO DE CAPITAL

### 2.1. Introdução

Concessões rodoviárias, como muitos projetos de infra-estrutura, demandam grandes quantidades de recursos financeiros para serem empreendidas. Estes recursos têm um custo, que varia com os riscos aos quais o investimento é exposto. Este capítulo apresenta uma visão geral do relacionamento do risco associado aos projetos de concessão de infra-estrutura rodoviária e o custo financeiro para empreendê-los.

Na primeira parte do capítulo são descritos os conceitos básicos relacionados ao risco e incerteza e o comportamento dos investidores frente a situações de risco. Em seguida, são descritas as formas usuais de medição dos riscos em investimentos. Na continuação, os principais métodos de avaliação de risco são apresentados. O relacionamento entre o risco e o custo de capital é demonstrado na seção seguinte. Por fim é apresentado o conceito de alocação de riscos em projetos de parceria público-privado e a forma como esta alocação é realizada.

### 2.2. Risco e Incerteza

Risco está na essência dos eventos do dia-a-dia e está relacionado com a impossibilidade de prever os resultados de eventos futuros com certeza absoluta (DE LEMOS *et al.*, 2001). O Dicionário da Língua Portuguesa (FERREIRA, 2002) descreve risco em suas diversas utilizações como:

- Perigo ou possibilidade de perigo.
- Situação em que há probabilidades mais ou menos previsíveis de perda ou ganho como, p. ex., num jogo de azar, ou numa decisão de investimento.
- Em contratos de seguros, evento que acarreta o pagamento da indenização.
- Jur. Possibilidade de perda ou de responsabilidade pelo dano.

Bernstein (1996) e Jorion (1999) apresentam origens distintas para a palavra risco. Para Bernstein, a palavra risco teria origem no antigo italiano *risicare*, que significava desafiar.

Assim sendo, o risco seria uma escolha ao invés do destino. Por outro lado, Jorion expõe que a palavra seria originária do termo em latim *resicare*, que significa cortar separando. O seu significado original deriva da percepção de perigo que os navegantes tinham ao passar por rochas perigosas e pontiagudas.

Ao longo dos tempos, temas relacionados a risco foram abordados por diversos autores, tendo o risco sido definido de diferentes formas. Bernstein (1996) descreve que a concepção original de risco está enraizada no sistema numérico Hindo-Arábico. Entretanto, segundo o autor, estudos mais sério relacionados a risco tiveram início durante a Renascença.

Um conceito abrangente, proposto por Marshall (2002), define risco como a possibilidade de eventos ou tendências continuadas causarem perdas ou flutuações em resultados futuros. Covello (1993 *apud* DE LEMOS *et al.*, 2001) aprofunda o conceito afirmando que risco é uma característica de situações ou ações nas quais existem dois ou mais resultados possíveis e ao menos uma das possibilidades é indesejável. Esta definição de risco apresenta a possibilidade dos resultados tomarem valores tanto melhores como piores do que os esperados. Entretanto, conforme reconhecido por Ward e Chapman (2003), existe a tendência dos profissionais em pensar somente no lado negativo do risco, sendo, na prática, o termo risco utilizado ambigualmente como sinônimo para:

- probabilidade ou chance de ocorrência de um evento ou um resultado;
- a natureza do resultado;
- a causa de um resultado.

A teoria financeira e o setor de seguros utilizam o termo risco ao se referir à volatilidade em relação aos resultados esperados. Desta forma, risco é equivalente ao conceito estatístico de variância, ou seja, a dispersão dos resultados com relação à média esperada. O risco de um empreendimento, portanto, pode variar sem que ocorram variações no resultado esperado (ou médio) (IRWIN *et al.*, 1997).

No tratamento de *project finance*, risco freqüentemente se refere às formas pelas quais os resultados podem ser piores que os esperados. Nestes casos, a avaliação do projeto se baseia no retorno que seria obtido se o desenvolvimento do projeto ocorresse conforme o planejado. (IRWIN *et al.*, 1997)

### **2.2.1. Incerteza**

Outro conceito importante associado à aleatoriedade dos resultados de algum evento é a incerteza. Segundo ADB (2002), risco e incerteza são aplicados genericamente para descrever situações onde os resultados são desconhecidos. Entretanto é importante salientar a distinção entre os dois conceitos.

Galesne, Fensterseifer e Lamb (1999) expõem que não é recente a preocupação com a distinção entre risco de um projeto e incerteza associada a um projeto. Este tema foi um dos favoritos da literatura econômica e financeira do século XX.

Na definição clássica de Knight (1921), a diferença prática entre risco e incerteza é que, dado um conjunto de ocorrências, o risco está associado a uma distribuição conhecida de probabilidade dos resultados. Já a incerteza é utilizada, em geral, quando é impossível formar um conjunto de ocorrências, uma vez que a situação em questão é de certa forma única.

Contudo, embora exista a distinção entre os conceitos de risco e incerteza, os principais manuais de finanças empresariais concluem que a diferenciação entre risco e incerteza é importante do ponto de vista teórico, e tratam indistintamente os dois conceitos. Da mesma forma, para efeito desta dissertação, utilizaremos o termo risco de forma genérica, abrangendo tanto o conceito teórico de risco como de incerteza, sendo que a abordagem dos mesmos será realizada conforme os preceitos da teoria financeira e de seguros.

### **2.2.2. Atitudes em Relação ao Risco e Teoria da Utilidade**

As escolhas das pessoas frente a um risco são, geralmente, determinadas pelas atitudes pessoais. Enquanto algumas pessoas dão mais valor à possibilidade de perda do que ao ganho, outros agem de forma oposta. (Mikkelsen, 1992)

A literatura de finanças e microeconomia apresenta três tipos de atitudes frente ao risco: aversão ao risco; neutralidade ao risco; e propensão ao risco. Indivíduos ou empresas que possuem aversão ao risco (*risk averse*) pagam grandes prêmios para garantirem-se contra a possibilidade de maus resultados, mesmo quando a probabilidade de ocorrência destes maus resultados é pequena. Por outro lado, indivíduos ou empresas com comportamento propenso

ao risco (*risk prone* ou *risk lover*), são aqueles que recebem um prêmio por aceitarem se expor ao risco. Ainda, existem aqueles que são neutros ao risco (*risk neutral*), ou seja, são indiferentes à existência de um risco associado a um resultado.

Entretanto, como explicam Willians e Heins (1989), a preferência ao risco pode ser alterada com o tempo e com a situação. Kahneman e Tversky (1979) apresentam fatores que influenciam a tomada de decisão sob risco:

- Indivíduos tendem a dar maior valor aos resultados que são certos do que resultados que meramente prováveis. Ainda, em situações onde obter resultados positivos é possível, mas não provável, ou seja, quando as probabilidades são baixa, a maioria das pessoas escolhe a opção que oferece o maior ganho. Este comportamento está associado ao que foi denominado pelos autores como efeito certeza (*certainty effect*).
- Indivíduos possuem atitudes diferentes frente a risco de perda e ganho. Quando expostos a opções de perda certa e de uma probabilidade de perda maior que a perda certa, indivíduos assumem um comportamento de propensão ao risco (*risk prone*), optando por arriscar. Entretanto, quando as opções são de ganho certo ou probabilidade de ganho, a preferência frente ao risco é invertida, com os indivíduos optando pelo resultado certo. Esta mudança de comportamento é denominada efeito de reflexão (*reflection effect*).
- Indivíduos tendem a simplificar as escolhas entre alternativas não considerando elementos comuns às opções, focando nas diferenças entre as alternativas. Esta separação pode levar a resultados inconsistentes, como tomar como certo um resultado que, na verdade, não o é. Este efeito é denominado pelos autores como efeito de isolamento (*isolation effect*).

Estes fatores são a base da teoria denominada “*prospect theory*” ou, em português, teoria prospectiva ou das expectativas.

Além dos fatores apresentados por Kahneman e Tversky, outros fatores também determinam a atitude frente ao risco, como exposto por Wideman (1992), Williams e Heins (1989):

- A severidade das perdas aparenta atrair mais atenção pela aversão que os indivíduos tem a riscos;
- quantidade e confiabilidade das informações disponíveis;
- nível de controle sobre os riscos;
- A lembrança das conseqüências dos riscos;
- capacidade de medir as conseqüências dos riscos;
- O nível de riqueza do tomador de decisão, que pode ser descrito como o porte da empresa.

Além disso, William e Heins (1989) argumentam ainda que os indivíduos tendem a ser mais dispostos a aceitar riscos quando encontram-se agrupados a outros indivíduos enfrentando o mesmo risco do que individualmente.

A análise de investimentos com base nos resultados prováveis e nos desvios padrões, mede os riscos sem levar em consideração as preferências em relação aos riscos. Entretanto, as decisões de investimento não são tomadas com base nos valores somente, mas na utilidade que estes apresentam. Bernoulli (1738) propôs que o valor de um item não deveria se basear em seu preço, mas, preferencialmente, na utilidade que este apresenta. Segundo ele, o preço, em si, depende somente do próprio item e é igual para todo mundo. Entretanto, a utilidade depende de circunstâncias particulares da pessoa que a estima. Kritzman (2000) argumenta que a definição de Bernoulli é o que os economistas denominam utilidade marginal decrescente.

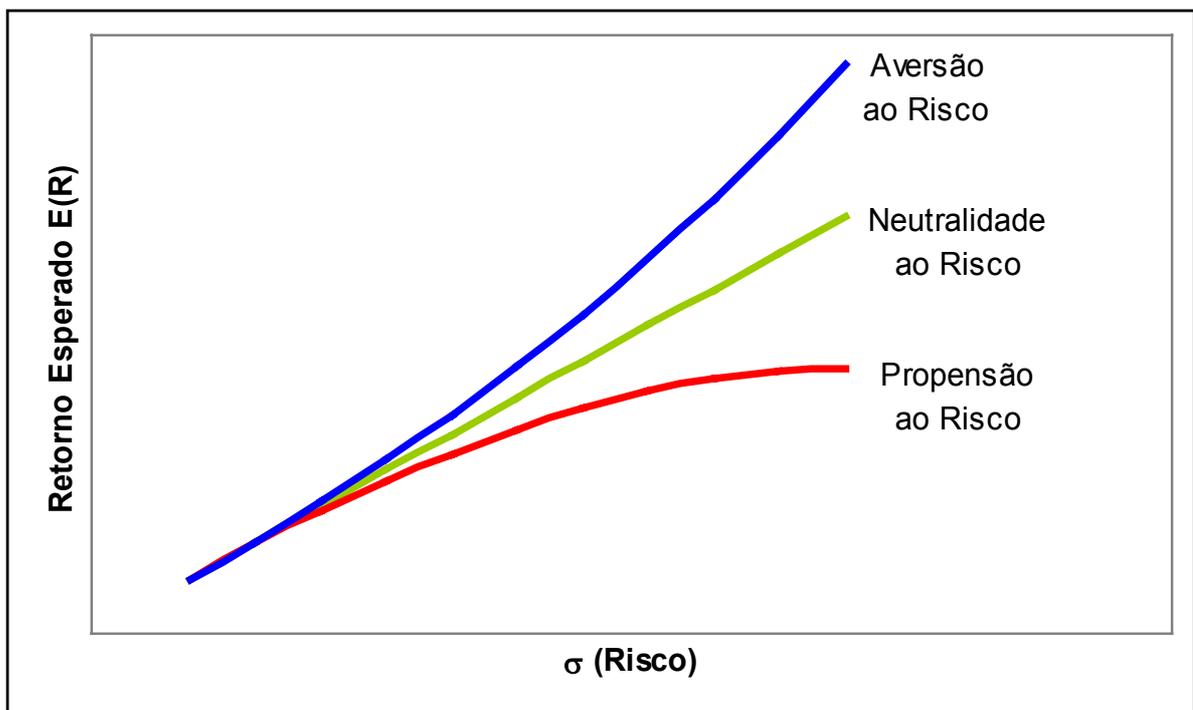
A teoria da utilidade está fundamentada na noção de diminuição da utilidade marginal do dinheiro. Os primeiros trabalhos sobre a teoria da utilidade foram realizados por Von Neumann e Morgensten (1953), pesquisadores que desenvolveram os axiomas para comparações para a tomada de decisões em projetos de risco (BERNSTEIN, 1996; MOTTA E CALÔBA, 2002).

Para Assaf Neto (2000), em decisões de investimentos que envolvem diferentes riscos e retornos, é esperado que o investidor implicitamente defina como objetivo a maximização de sua utilidade esperada. Para este autor, todo investidor pode construir uma escala de preferências a partir da comparação racional das utilidades das alternativas de investimento

que possui. Nesta escala, coexistem inúmeras possibilidades de investimentos igualmente atraentes ao investidor, apresentando idênticos graus de utilidades em relação à combinação de risco e retorno esperados. Seguindo um comportamento comparativo, o investidor pode selecionar racionalmente uma alternativa de aplicação de capital que lhe proporcione a maior satisfação possível.

A escala de preferências do investidor é representada pela curva de indiferença, formada por pontos que representam as inúmeras combinações igualmente desejáveis. O critério de decisão restringe os investimentos àqueles que respeitem a relação estabelecida pela curva de indiferença (ASSAF NETO, 2000). A curva representa uma fronteira que separa as situações preferidas pelos investidores daquelas não desejadas.

A figura 2.1 ilustra curvas de indiferença que retratam, de forma simplificada, as preferências de investidores avessos, neutros e propensos a riscos. Com base nos exemplos da figura, os investidores, dependendo de sua atitude em relação aos riscos, aceitam investimentos que se encontram acima das curvas (apresentam retornos potenciais maiores do que aqueles esperados para o mesmo nível de risco, representado na figura pelo desvio padrão dos resultados).



**Figura 2.1 – Relação entre risco e retorno.**

### **2.3. Medidas de Risco**

Para que o risco de um projeto seja medido é necessária a adoção de um padrão de medida. A literatura financeira apresenta diversas medidas de risco, algumas delas se adequando perfeitamente aos conceitos de risco apresentados anteriormente, outras se adequando menos. O desvio padrão é, possivelmente, a medida mais apresentada na literatura. Entretanto, além deste padrão de medida, existe uma variada gama de padrões de medida de risco. De forma geral, estes padrões são um dos momentos da distribuição de resultados esperados de um projeto de investimento ou um valor estimado a partir desses momentos.

#### **2.3.1. Desvio Padrão**

Uma das medidas de risco mais recorrentes da literatura está fundamentada no uso da variância ou do desvio-padrão dos resultados. A variância da distribuição de probabilidades é calculada pela soma do quadrado do desvio de cada ocorrência com relação à média, multiplicando cada valor pela sua probabilidade associada. Entretanto, embora possua uma forma simples de cálculo, a variância possui alguns inconvenientes como indicador.

Bodie, Kane e Marcus (2000) argumentam que o fato de elevar ao quadrado os desvios em relação a média causa uma distorção, exagerando os grandes desvios (positivos ou negativos) e tirando ênfase dos pequenos desvios. Outro problema ressaltado pelos autores está na unidade apresentada pela variância, que será elevada ao quadrado. Para corrigir este segundo problema, utiliza-se o conceito de desvio-padrão, definido como a raiz quadrada da variância fazendo com que, a medida de risco e do retorno esperado possuam a mesma unidade.

Entretanto, o risco descrito em termos da média e da variância ou desvio-padrão pode não representar a forma como os investidores interpretam o risco. Para Clark (2000), uma das deficiências dessa forma de medida está na simetria dos pesos atribuídos aos desvios positivos e desvios negativos em relação ao retorno médio esperado, bem como para suas probabilidades de ocorrência.

Clark (2000) expõe que os investidores são mais avessos aos desvios negativos, de mesma probabilidade, do que ficam satisfeitos com os desvios positivos. Este comportamento condiz

com os resultados das pesquisas sobre a teoria prospectiva ou teoria das expectativas (*prospective theory*), desenvolvida por Kahneman e Tversky.

Galesne, Fensterseifer e Lamb (1999) argumentam que o caráter não desejado de alguns resultados de um projeto aparece claramente quando dirigentes de empresas são consultados a respeito da definição de risco de um projeto. Seus comentários estão baseados nos resultados de um levantamento realizado por Mao (1970) junto a dirigentes canadenses. Para os autores, os resultados mais significativos dessas entrevistas são:

- quando os recursos utilizados no projeto são moderados se comparados aos recursos totais da empresa, o risco do projeto é associado à possibilidade de não atingir um determinado nível de rentabilidade;
- quando os recursos utilizados no projeto são elevados, se comparados aos recursos totais da empresa, o risco do projeto é associado à possibilidade de insolvência da empresa, que poderia resultar de um mau desempenho do projeto.

Bodie, Kane e Marcus (2000) argumentam que, uma vez que as surpresas positivas sejam acolhidas com prazer, uma medida natural de risco deveria focalizar apenas os resultados ruins.

Clark (2000) também apresenta outro fato que pesa negativamente contra o desvio-padrão como medida de risco. Segundo os autores esta forma de medida tende a funcionar melhor quando a distribuição de probabilidade dos retornos for simétrica. Para Bodie, Kane e Marcus (2000), nos casos onde existe simetria na distribuição de resultados, o desvio-padrão aproximará das medidas de risco que se concentram somente no lado negativo. No caso especial em que a distribuição dos retornos for aproximadamente uma normal, o desvio-padrão será perfeitamente adequado para medir o risco.

Além do desvio-padrão, existe uma variada gama de padrões de medida de risco. Galesne, Fensterseifer e Lamb (1999) expõem que, de forma geral, os padrões propostos são ou um dos momentos de resultados esperados de um projeto de investimento, ou um valor estimado a partir desses momentos.

### 2.3.2. *Momentos da Distribuição de Resultados Esperados*

Alguns importantes padrões de medida de risco desenvolvidos são descritos na forma de momento da distribuição de resultados esperados. Galesne, Fensterseifer e Lamb (1999) demonstram que a esses padrões são, em sua maioria, casos particulares da formulação proposta por Stone (1973). O modelo de Stone faz referência às diferentes características de um projeto que devem ser consideradas na escolha de um padrão de medidas, possibilitando ajustes nos seguintes parâmetros:

- norma de rentabilidade considerada na avaliação do projeto – pode ser a rentabilidade média esperada do projeto ou a rentabilidade mínima esperada, por exemplo;
- natureza dos desvios em relação à norma escolhida – esta referência pode ser, por exemplo, especificada como quando o não atingimento das previsões realizadas (podendo ser resultados maiores ou menores que o esperado) ou o conjunto dos desvios de sinal negativo em relação à norma;
- dimensão dos desvios em relação à norma – pode ser dada diferente importância aos desvios em relação à norma, possibilitando uma maior peso aos grandes desvios.

A formulação geral do padrão proposto por Stone é dada por:

$$L(W_0, A, k) = \int_{-\infty}^A |W_i - W_0|^k dF(W) \quad (1)$$

Onde:

$W_i$  – corresponde a um dos níveis de rentabilidade potencial de um projeto de investimento;

$F(W)$  – corresponde à função de distribuição cumulativa associada à função densidade de probabilidade  $f(W)$ , representada na figura 2.2;

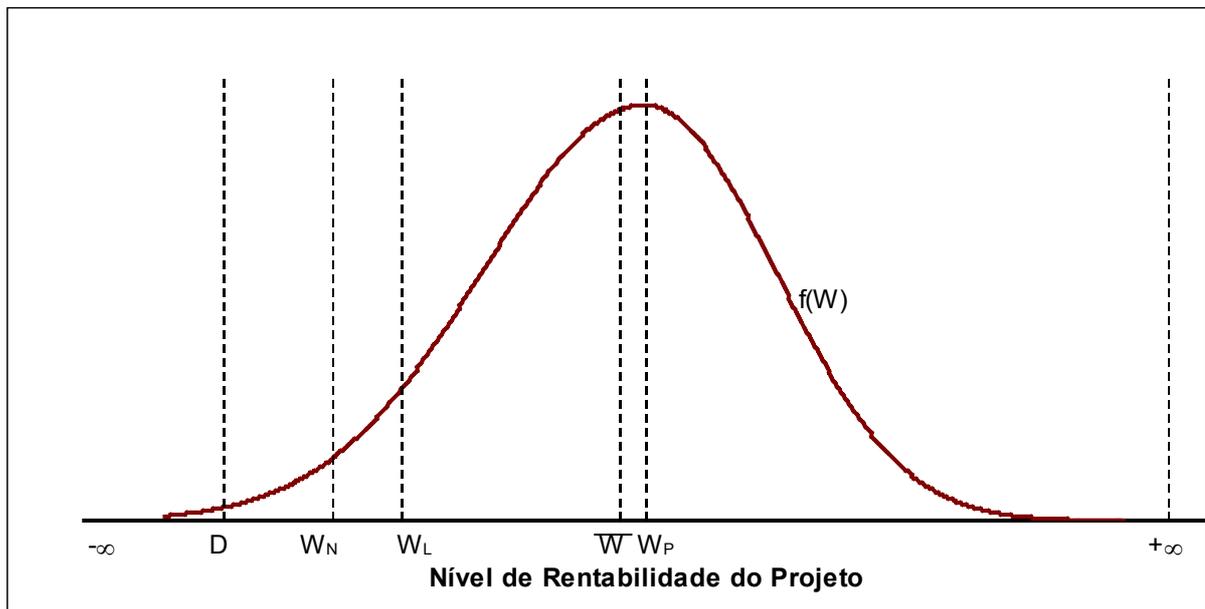
$W_0$ ,  $A$  e  $k$  – três parâmetros que, uma vez especificados, permitem a medida de risco de um projeto de investimentos;

$W_0$  – relacionado à natureza da norma de rentabilidade utilizada no cálculo dos desvios. Entre as normas possíveis destacam-se:  $\bar{W}$ , a rentabilidade média esperada;  $W_p$ , a rentabilidade mais provável;  $W_L$ , a rentabilidade mínima exigida para implantação de qualquer projeto de investimento;  $W_N$ , a rentabilidade nula;  $D$ , a rentabilidade abaixo da qual a sobrevivência da empresa estará comprometida.

A – relacionado à natureza dos desvios relativamente à norma considerada. O nível A pode ser representado na figura 2.2 por uma perpendicular ao eixo das abscissas no ponto escolhido, podendo ser igual a:  $+\infty$ , para que seja levado em consideração todo o conjunto de observações  $W_i$ ;  $W_0$ , para que seja levado em consideração somente o conjunto de observações situadas aquém do valor da norma escolhida.

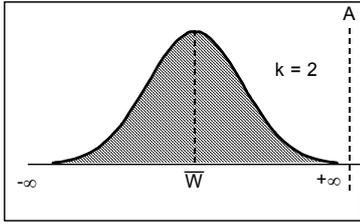
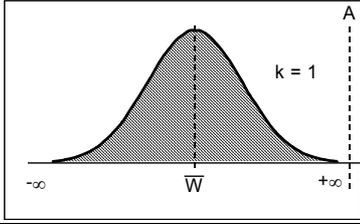
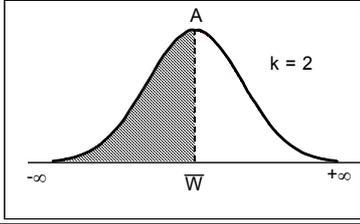
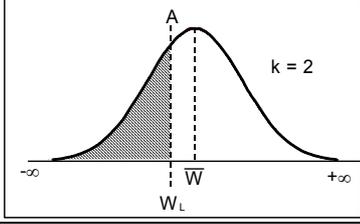
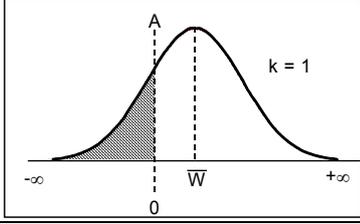
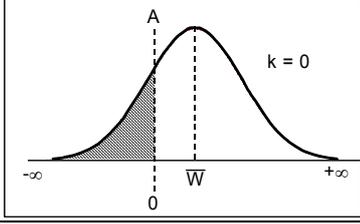
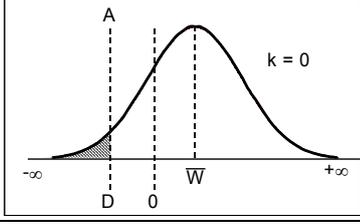
k – relacionado à importância relativa que será dada aos desvios, de acordo com sua dimensão, sendo:  $k=1$ , considera um peso igual para todos os desvios encontrados, independentemente de suas dimensões;  $0 < k < 1$ , considera um peso maior para os pequenos desvios;  $1 < k$ , considera um peso maior para os grandes desvios.

Dentre as medidas tradicionais do risco de um projeto que podem ser descritas como casos particulares da medida de Stone, temos: a variância; a semivariância; o desvio médio absoluto; a perda média esperada; a probabilidade de perda; a probabilidade de ruína associada à distribuição dos resultados esperados. O quadro 2.1 apresenta a combinação dos três parâmetros básicos que as descreve como casos particulares do modelo de Stone.



**Figura 2.2 – Normas de rentabilidade de um projeto (baseado em GALESNE, FENSTERSEIFER E LAMB, 1999).**

**Quadro 2.1 – Casos particulares do modelo de Stone.**

Medida de Risco	Representação Gráfica	Parâmetros de L ( $W_0, A, k$ )
Variância		$W_0 = \bar{W}$ $A = +\infty$ $k = 2$
Desvio Médio Absoluto		$W_0 = \bar{W}$ $A = +\infty$ $k = 1$
Semivariância (Markowitz)		$W_0 = \bar{W}$ $A = \bar{W}$ $k = 2$
Semivariância (Mao)		$W_0 = W_L \neq \bar{W}$ $A = W_L$ $k = 2$
Perda Média Esperada		$W_0 = W_N = 0$ $A = 0$ $k = 1$
Probabilidade de Perda		$W_0 = 0$ $A = 0$ $k = 0$
Probabilidade de Ruína		$W_0 = D$ $A = D$ $k = 0$

Fonte: baseado em Galesne, Fensterseifer e Lamb (1999).

Além dos padrões de medida de momento de resultados esperados de um projeto de investimento, outros modelos foram propostos na literatura, baseados em valores estimados a partir de momentos da distribuição de resultados esperados. Alguns desses modelos, como o coeficiente L de Baumol, foram propostos inicialmente como medidas de risco para aplicações financeiras; entretanto, seu uso pode ser estendido para medidas de risco de projetos de investimento. Além do coeficiente de Baumol, Galesne, Fensterseifer e Lamb (1999) destacam o uso de coeficientes de variação associados à distribuição de resultados esperados de um projeto.

## **2.4. Análise de Risco**

A análise de riscos é realizada rotineiramente por empresas seguradoras e do setor financeiro. As ferramentas utilizadas nessas análises estão baseadas em dados históricos que possibilitem a construção de distribuições de probabilidade para vários tipos de risco (ARNDT, 2000). A análise dos riscos pode ser realizada de várias formas, quantitativamente ou qualitativamente, buscando avaliar o impacto dos riscos nos projetos. Denominadas estimativas de risco, quantificação dos riscos ou avaliação de riscos, esta análise é essencial para a identificação de riscos e gerenciamento racional de riscos importantes (AL-BAHAR E CRANDAL, 1990).

### **2.4.1. Análise Qualitativa**

Análises qualitativas recaem em avaliações subjetivas da importância dos riscos e suas possíveis conseqüências (ARNDT, 2000). Para realização de tais análises, são utilizadas, principalmente, as opiniões de especialistas, buscando determinar as probabilidades de ocorrências dos eventos. Análises qualitativas podem ser realizadas com o uso de grupos de discussão, seções de *brainstorming*, técnica Delphi, entrevistas, etc. (SIMON, HILSON E NEWLAND, 1997)

Alguns pesquisadores têm defendido as avaliações qualitativas de riscos uma vez que riscos podem ser abstratos e de difícil mensuração. Enquanto pode haver ganho de tempo nas análises realizadas de forma qualitativa, perde-se na precisão dos resultados. Por ser mais simples e rápida, embora menos precisa, análises qualitativas podem ser usadas nas seguintes situações (AKINTOYE *et al.*, 2001):

- quando as avaliações de risco devem ser realizadas rapidamente e de forma simples;
- para fornecer um indicativo geral do grau de risco e identificar os riscos que merecem ser estudados mais detalhadamente;
- quando não existem dados numéricos disponíveis ou quando estes são insuficientes;
- quando as restrições de recursos e tempo impossibilitam a utilização de análises quantitativas.

#### **2.4.2. *Análise Quantitativa***

Análises quantitativas modelam os riscos com base nas probabilidades de ocorrência e do impacto de eventos. O objetivo dessas análises é determinar a distribuição de probabilidade dos resultados de um modelo. Em geral, os métodos utilizados em análises quantitativas são: análise de sensibilidade; método dos momentos; solução algébrica exata; e simulações Monte Carlo.

##### **2.4.2.1. *Método dos Momentos***

O método dos momentos estima a média e a variância dos resultados de um modelo pela substituição de cada variável por seu resultado médio e sua variável. Para obter os resultados do modelo, são utilizadas propriedades da média e da variância, de acordo com as estrutura apresentada pelo modelo em si.

Entretanto, este modelo pode apresentar alguns problemas com modelos complexos. Muitas vezes as distribuições de resultados utilizadas não são do tipo Normal. Além disso, o tratamento de funções exponenciais, divisões, potências, etc. é extremamente complexa. (VOSE, 2000)

##### **2.4.2.2. *Solução Algébrica Exata***

Os métodos algébricos de solução são realizados para determinar as funções que representam as distribuições de probabilidades de uma combinação de variáveis. Em modelos simples, a solução muitas vezes pode ser realizada de forma direta, como, por exemplo, quando os resultados dependem da soma de duas distribuições de probabilidades independentes. Embora os resultados obtidos com este método sejam exatos, a manipulação algébrica de funções que representam distribuições de probabilidade pode ser extremamente complexa,

impossibilitando seu tratamento na prática, o que torna sua utilização pouco factível. (VOSE, 2000)

#### 2.4.2.3. *Análise de Sensibilidade e de Cenários*

Análise de sensibilidade é o processo de cálculo usado para avaliar os efeitos causados pela alteração de dados de entrada sobre os resultados obtidos com um modelo. Este procedimento é geralmente utilizado no processo de tomada de decisão de investimentos em projetos sob condições de risco (ADLER, 1987).

O propósito básico da análise de sensibilidade é, além de ter uma idéia de como variações em diferentes parâmetros de entrada influenciam os resultados de um modelo, entender como essas variações influenciam a viabilidade de um projeto de investimento. Outro objetivo importante deste método é a definição de ações e passos influentes a serem realizados, com o propósito de evitar que ocorram algumas indesejáveis variações em variáveis de entrada (RAY *apud* JOVANOVIĆ, 1999).

Segundo Curtin (2000), o processo de análise de sensibilidade compreende, para cada variável de valor incerto, as seguintes etapas:

1. Mudança do valor da variável. Os valores devem ser variados dentro do intervalo compreendido entre o menor valor provável e o maior valor provável.
2. Avaliar os efeito sobre os resultados do modelo.

Mesmo que sejam simples de serem realizadas, análises de sensibilidade possuem alguns inconvenientes, como apresentados por Belli *et al.* (1998):

- Não leva em consideração a probabilidade de ocorrência dos eventos;
- Não levam em consideração as correlações existentes entre as variáveis.

Por causa das limitações apresentadas pela análise de sensibilidade, Belli *et al.* (1998) argumentam que é preferível a utilização de outras técnicas para avaliar os riscos dos projetos.

Por sua vez, análise de cenários é uma variação da análise de sensibilidade e tem sido utilizada para focar as atenções das análises nas mais importantes incertezas econômicas e técnicas às quais um projeto é exposto (DELG, 2000). A análise de cenários examina uma série de cenários diferentes possíveis, onde cada cenário envolve uma confluência de variáveis. Brealey e Myers (2003) argumentam que os administradores geralmente acham de grande ajuda este método de análise por permitir que sejam consideradas combinações consistentes das variáveis em um projeto.

#### 2.4.2.4. *Simulação Monte Carlo*

Simulação Monte Carlo é o processo de produção de inúmeros cenários (também denominados iterações ou tentativas) por meio de amostragem aleatória de valores para variáveis, dentro de suas respectivas distribuições de probabilidade. As amostras são selecionadas de forma que reproduzam o formato da distribuição de probabilidades dos valores de entrada. Sendo assim, a distribuição dos resultados do modelo simulado reflete a distribuição de probabilidades de ocorrência dos valores de saída (VOSE, 2002).

O processo de simulação Monte Carlo pode ser descrito em cinco etapas:

1. Determinação de uma distribuição de probabilidade para cada variável incerta – cada variável de risco do modelo deve ser especificada como uma distribuição de probabilidades que descreva a natureza dos possíveis valores assumidos por esta. Segundo Bowers (1994) e Fellows (1996), o tipo de distribuição de probabilidades utilizado para descrever as variáveis é de menor importância, desde que, suas estatísticas chave sejam mantidas (média e desvio padrão, por exemplo).
2. Seleção de valores das distribuições de probabilidade – para cada variável de risco do modelo, um valor será escolhido, aleatoriamente, de acordo com a distribuição de probabilidades associada à variável. Este processo ocorre para cada iteração realizada.
3. Cálculo dos resultados – com os valores escolhidos para as variáveis, os resultados das variáveis de saída (podendo ser o retorno, lucro, custo, etc.) são calculados. Este resultado é relativo somente a uma iteração e sua combinação de valores.

4. Repetição das etapas 2 e 3 – a repetição das etapas 2 e 3 é realizada por um número de vezes, de forma a gerar uma distribuição dos resultados das variáveis de saída. Uma iteração compreende a execução das etapas 2 e 3. O número de iterações dependerá do número de variáveis e do nível de confiança desejado para os resultados. Wideman (1992) observa que o número de iterações geralmente situa-se entre 100 e 1000.
5. Geração dos resultados da simulação – uma vez que todas as iterações tenham sido concluídas, as variáveis de saída são descritas em termos de distribuições de probabilidades.

Para Vose (2002), este método de análise quantitativa oferece muitas vantagens sobre outras técnicas:

- As distribuições de probabilidade associadas às variáveis dos modelos não precisam ser aproximadas;
- Correlações e outras interdependências entre variáveis podem ser modeladas;
- O nível de requisitos matemáticos necessários para a realização de simulação Monte Carlo é bastante básico;
- Os computadores executam todo o trabalho necessário para a determinação dos resultados do modelo;
- Existe uma variedade de softwares disponíveis para a realização deste tipo de análise;
- Relações matemáticas complexas podem ser incluídas nos modelos sem grande dificuldade;
- O método é reconhecido como uma técnica válida de forma que os resultados obtidos com sua utilização são bem aceitos;
- O comportamento dos modelos pode ser avaliado com grande facilidade;
- Alterações nos modelos podem ser realizadas rapidamente e os resultados comparados com modelos prévios.

Embora possa ser argumentado que os resultados obtidos com simulação Monte Carlo sejam aproximações, é possível aumentar o grau de precisão das simulações com o aumento do número de iterações realizadas. A limitação está associada à capacidade de geração de números aleatórios e à capacidade de processamento necessária (VOSE, 2002).

## 2.5. Risco e Custo de Capital

Quando realizam um investimento, investidores buscam obter um retorno sobre o capital investido e, para tanto, devem optar entre investimentos potencialmente mais lucrativos, mas de maior risco, ou investimentos de baixo retorno, geralmente com pouco ou nenhum risco. O retorno exigido para a realização de um investimento varia com o risco associado ao projeto que, por sua vez, varia de acordo com o setor e as características de cada projeto (CONTADOR, 2000). Segundo Arndt (2000), frente à opção de investir em um depósito bancário de baixo risco ou investir em uma concessão rodoviária, mais arriscada, que oferece um mesmo retorno, a decisão tende a ser pela alternativa menos arriscada.

### 2.5.1. *Processo de Avaliação de um Projeto*

Finnerty (1999) descreve o processo de avaliação de um projeto como sendo semelhante à decisão de investimento de um indivíduo, seguindo os mesmos passos, a seguir:

- a) Estimar os fluxos de caixa futuros esperados para o projeto;
- b) Avaliar o risco e determinar uma taxa de retorno exigida (o custo do capital ou taxa mínima de atratividade) a ser utilizada para descontar os fluxos de caixa futuros esperados;
- c) Calcular o valor presente dos fluxos de caixa futuros esperados;
- d) Determinar o custo do projeto e compará-lo ao seu valor presente.

Utilizando-se o critério do valor presente líquido, descrito por Pindyck e Rubinfeld (2002), o investimento no projeto deve ser realizado se o valor dos fluxos de caixa futuros esperados do investimento for maior que o custo do investimento.

Os passos *b* e *c* apresentados por Finnerty são necessários para que os fluxos de caixa de datas diferentes sejam convertidos para uma base padrão, neste caso, seus valores presentes. Isto se deve ao valor diferenciado que o dinheiro possui no tempo. Ross, Westerfield e Jaffe (1995) expõem que essa diferença se deve a dois fatores. Primeiro, existe o simples fato do dinheiro no tempo, em um ambiente sem risco. Se dispusermos de uma unidade monetária agora, podemos aplicar esse recurso em um investimento e, no futuro, receber mais do que a unidade

monetária. Além disso, uma unidade monetária contendo algum risco associado possui menos valor que a mesma sem risco.

O processo apresentado está fundamentado na avaliação da rentabilidade do projeto com base no seu valor presente líquido. Outros critérios de rentabilidade podem ser utilizados para avaliação dos projetos, como *Payback*, ou regra do período necessário para recuperar o investimento realizado; Taxa de Retorno Contábil; TIR, ou taxa interna de retorno; Índice de Rentabilidade, ou quociente benefício/custo; e Índice de Lucratividade. Entretanto, muitos desses critérios não levam em consideração o custo do dinheiro no tempo.

Concessões de infra-estruturas rodoviárias possuem fluxos de caixa que não são iguais ao longo do período de concessão. Sendo assim, para medir o retorno para os investidores provenientes de fluxos de caixa com períodos de tempo diferentes, os valores devem ser reduzidos a uma base padrão, por meio de cálculos de desconto dos fluxos de caixa. Yescombe (2002) argumenta que dois métodos são freqüentemente utilizados para esse procedimento: cálculo do valor presente líquido descontado da concessão (VPL) e cálculo da taxa interna de retorno da concessão (TIR).

O processo de avaliação de um projeto com base na TIR é um pouco mais simples, podendo ser descrito em três etapas:

- a) Estimar os fluxos de caixa futuros esperados para o projeto;
- b) Calcular a taxa interna de retorno (TIR) do projeto;
- c) Determinar a taxa de retorno exigida (o custo do capital ou taxa mínima de atratividade) e compará-la a TIR do projeto.

A regra geral de decisão de investimento, baseada na TIR, estabelece que um investimento deve ser aceito se a TIR for superior à taxa de retorno exigida pelos investidores.

### **2.5.2. Taxa Mínima de Atratividade e o Custo de Capital**

Para Groppelli e Nikbakht (1998), as decisões de investimento são tomadas considerando um ponto de referência. No caso específico das empresas, os autores denominam este ponto de referência como custo de capital. A definição de custo de capital de Groppelli e Nikbakht

equivale à definição de Finnerty (1999) para taxa mínima de atratividade, descrita como a taxa de retorno mínima para que um projeto seja aceitável. Galesne, Fensterseifer e Lamb (1999) observam ainda que a taxa mínima de atratividade pode resultar de uma escolha política de investimento.

Na definição de Galesne, Fensterseifer e Lamb (1999), custo de capital reflete o custo de oportunidade de uso do fator de produção capital, ajustado ao risco do projeto. Este custo é a remuneração que poderia ser obtida aplicando-se em empreendimentos da mesma classe de risco. Assim, o custo de capital pode ser igual à taxa mínima de atratividade quando taxas de mercado são utilizadas como parte de uma política de investimento.

Galesne, Fensterseifer e Lamb (1999) argumentam ainda que a escolha da taxa mínima de atratividade deve guardar estreita relação com o custo de capital. Assim, os investidores evitam que recursos sejam investidos em projetos que tenham rentabilidade menor que outros projetos do mesmo nível de risco ou que sejam descartados projetos que ofereçam rentabilidade compatível com a rentabilidade demandada pelo mercado.

#### *2.5.2.1. Custo Médio Ponderado de Capital*

Para Finnerty (1999), o custo médio ponderado de capital (CMPC, ou, WACC – *weighted average cost of capital*, em inglês) serve como taxa mínima de atratividade para um projeto. O CMPC pode ser descrito em termos das taxas de financiamento e ser representado como o custo médio dos componentes de um pacote de financiamento que permita que o projeto seja realizado. Por pacote de financiamento entende-se as diferentes fontes de recursos e sua participação no total de recursos investidos no projeto.

O uso do CMPC é descrito em diversos livros de finanças e engenharia econômica como uma referência para investidores. Seu uso também é a abordagem padrão adotada por reguladores e entes governamentais, como observam Alexander, Estache e Oliveri (2000).

O custo de capital de um negócio não é homogêneo. Diferentes investidores podem exigir diferentes remunerações para um mesmo projeto. Da mesma forma, um mesmo investidor pode exigir remunerações diferentes para diferentes projetos. Segundo Oliveira (2001), existem duas razões para esse fato:

- uma vez que mercados financeiros não sejam perfeitos e completos, alguns agentes podem ter acesso a crédito mais barato do que outros;
- diferentes empreendimentos e diferentes formas de financiar o empreendimento oferecem riscos diferentes aos investidores.

Em geral, a apresentação do custo médio de capital é realizada diferenciando somente recursos provenientes de endividamento e dos patrocinadores e outros investidores de capital. Para Brealey e Myers (2003) a média ponderada dos retornos esperados para capital (*equity*) e para o endividamento (*debt*) equivale ao custo de oportunidade do capital. O custo pode ser descrito por:

$$r = r_D \times \frac{D}{V} + r_E \times \frac{E}{V} \quad (2)$$

Onde:

r – taxa de retorno média ponderada;

$r_D$  – taxa de retorno para o endividamento;

$r_E$  – taxa de retorno para o capital;

D – recursos proveniente de endividamento;

E – recursos provenientes de capital de investimento;

V – recursos totais necessários para o financiamento do empreendimento (igual a D + E).

Uma vez que as despesas com juros são normalmente dedutíveis de impostos, Estache, Romero e Strong (2000b) observam que o cálculo do custo de capital pode ser realizado para as situações antes ou após a incidência de impostos. Finnerty (1999) expõe que, por serem os retornos para os investidores de capital pagos após o desconto de impostos corporativos, o retorno sobre capital é uma taxa livre de impostos. Por outro lado, o retorno sobre a dívida é uma taxa antes de impostos, devendo receber tratamento para convertê-la para bases líquidas de impostos. Assim, o CMPC pode ser expresso da seguinte forma:

$$r = r_D \times \frac{D}{V} \times (1 - \tau) + r_E \times \frac{E}{V} \quad (3)$$

Onde:

r – taxa de retorno média ponderada;

$r_D$  – taxa de retorno para o endividamento;

$r_E$  – taxa de retorno para o capital;

$\tau$  – alíquota marginal de renda aplicável sobre a receita do projeto;

D – recursos proveniente de endividamento;

E – recursos provenientes de capital de investimento;

V – recursos totais necessários para o financiamento do empreendimento (igual a D + E).

### 2.5.3. Taxa de Retorno Livre de Risco e o Prêmio por Risco

A taxa de retorno livre de risco é um padrão contra o qual todos os investimentos realizados em uma economia devem ser comparados. Para que seja considerado livre de risco, o risco de pagamento deve ser inexistente ou minimizado. A capacidade que os governos possuem de arrecadar recursos por meio de impostos faz com que os títulos emitidos por esses sejam considerados como a base de cálculo para investimentos livres de risco. (ALEXANDER, ESTACHE E OLIVERI, 2000)

Em países em desenvolvimento, uma boa *proxy* a ser utilizado como taxa de retorno livre de risco pode ser as taxas de juros dos títulos do governo dos Estados Unidos (EUA) ou do Reino Unido (RU). A menos que os títulos do próprio governo local sejam cotados em dólares norte-americanos e que este governo ofereça razões para os investidores acreditarem que esse irá honrar com suas dívidas correntes e futuras, as taxas dos EUA e do RU podem ser utilizadas como alternativas às taxas dos títulos locais (ALEXANDER, ESTACHE E OLIVERI, 2000).

Prêmio de risco, na definição de Bernstein e Damodaran (2000) é a taxa de retorno esperada acima da taxa de juros livre de riscos exigida por um investidor para compensar os riscos inerentes a um investimento. De forma a incentivar os investidores a colocarem seu capital sob risco, o retorno potencial de um investimento, como uma concessão rodoviária, deve ser mais alto do que opções menos arriscadas. Isto significa que para investimento em opções

mais arriscadas deve ser considerado um prêmio pelo diferencial de risco. Considerando que as empresas que entram em um processo licitatório por uma concessão rodoviária sejam avessas ao risco, a rentabilidade média exigida por um concessionário cresce com o aumento do risco enfrentado por um licitante (ENGEL, FISCHER E GALETOVIC, 1996).

De acordo com Estache, Romero e Strong (2000b) os fatores de risco podem ser incluídos no conceito de custo de capital. A taxa de retorno requerida para recursos provenientes de dívida, que é o custo de levantar recursos por meio de empréstimos, inclui uma grande quantidade de fatores de risco, cada qual demandando um prêmio. Esta taxa de retorno pode ser descrita segundo a equação 4:

$$r_d = T_{LR} + P_p^d + P_C^d + P_S^d + P_R^d \quad (4)$$

Onde:

$r_d$  – taxa de retorno para o endividamento;

$T_{LR}$  – é a taxa livre de risco para investimentos com o mesmo horizonte de tempo, em geral a taxa paga por títulos de países com economia sólida;

$P_p^d$  – Prêmio pelo risco do país onde o empreendimento será realizado;

$P_C^d$  – Prêmio pelo risco cambial;

$P_S^d$  – Prêmio para investimentos no setor ou em projetos similares;

$P_R^d$  – Prêmio para o risco regulatório.

Por sua vez, a taxa de retorno sobre investimentos de capital deve considerar ainda um prêmio pelo risco maior assumido por recursos deste tipo. Assim, a taxa de retorno sobre investimento de capital pode ser descrita como a equação 5:

$$r_e = T_{LR} + P_p^e + P_C^e + P_S^e + P_R^e + P_E^e \quad (5)$$

Onde:

$r_e$  – taxa de retorno para o capital;

$T_{LR}$  – é a taxa livre de risco para investimentos com o mesmo horizonte de tempo, em geral a taxa paga por títulos de países com economia sólida;

$P_p^e$  – Prêmio pelo risco do país onde o empreendimento será realizado;

$P_C^e$  – Prêmio pelo risco cambial;

$P_S^e$  – Prêmio para investimentos no setor ou em projetos similares;

$P_R^e$  – Prêmio para o risco regulatório;

$P_E^e$  – Prêmio pelo risco relativo a investimento de capital.

Estache, Romero e Strong (2000b) argumentam ainda que, embora em muitos casos os prêmios pelos riscos sejam iguais para empréstimos e para investimentos de capital, esta pode não ser a regra. Por exemplo, os atrasos nos reajustes tarifários, relacionados ao risco regulatório, podem ter grande efeito sobre o prêmio pelo risco regulatório sobre investimentos de capital ( $P_R^e$ ). Entretanto, o prêmio para este mesmo risco tende a ser menor para recursos de empréstimos ( $P_R^d$ ), em virtude da prioridade do pagamento de dívidas sobre o pagamento de dividendos.

#### **2.5.4. *Custo de capital para concessões de infra-estruturas rodoviárias no Brasil***

Alguns exemplos do custo de capital para investimentos em concessões de infra-estruturas rodoviárias no Brasil são apresentados por Estache *et al.* (1999). Em uma análise realizada com foco em novas concessões a serem realizadas pelo Governo Federal, os autores apresentam valores utilizados em algumas das primeiras concessões realizadas no país.

Os autores indicam que as taxas de retorno sobre capital (recursos de patrocinadores) situaram-se na faixa entre 18% e 23% ao ano nas primeiras concessões de rodovias realizadas pelo DNER. Além disso, para endividamento, as taxas variaram dependendo da fonte. Recursos provenientes de fontes que não o BNDES foram cotadas na faixa de valores de 5% a 6% ao ano acima da taxa LIBOR (*London Interbank Offer Rate*). Além dos valores relacionados às concessões realizadas pelo Governo Federal, por meio do DNER, os autores indicam ainda que as taxas de retorno sobre capital nas concessões rodoviárias realizadas pelo Estado de São Paulo situaram-se na faixa entre 18% e 20% ao ano.

Bonomi e Malvessi (2002) apresentam dados financeiros de cinco concessões de infra-estruturas rodoviárias realizadas no Brasil, incluídas nos programas de concessão realizados pelo Governo Federal (2), Estado de São Paulo (1), Estado do Rio de Janeiro (1) e Estado do Paraná (1). Segundo estes autores, foram utilizados endividamentos com instituições nacionais (BNDES) e internacionais (IFC e BID). As taxas apresentadas para endividamento são apresentadas no quadro 2.2. Em alguns casos, além das taxas de juros, foram cobradas taxas para liberação dos empréstimos, variando entre 1% a 1,75% do montante de recursos liberados.

**Quadro 2.2 – Taxas de juros de empréstimos tomados por concessionárias no Brasil.**

Fonte	Taxa
BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento	TJLP* + 4,13% até 5,5% a.a.
BID – Banco Interamericano de Desenvolvimento	LIBOR anual + 4,25% a.a. + variação cambial até LIBOR semestral + 4,625% a.a. + variação cambial
IFC – International Finance Corporation	LIBOR anual + 4,5% + variação cambial até LIBOR anual + 4,75% a.a. + variação cambial

\*Taxa de Juros de Longo Prazo – entre dezembro de 1996 e março de 2004, a taxa de juros de longo prazo (TJLP), utilizada como referência pelo BNDES, situou-se, em média, em 11,08% a.a., com valor mínimo de 9,25% a.a. e máximo de 18,06% a.a. (BNDES, 2004).

Estache *et al.* (1999) argumentam que, o custo de capital das concessões realizadas no início da década de 1990 foram impactadas no final da mesma década por fatores que alteraram a percepção de risco dos investidores. Segundo os autores, fatores de ordem política e regulatória do país elevaram o custo de capital em aproximadamente 3%, de uma maneira geral, e em 2% para projetos de transporte, especificamente.

Além disso, no caso de concessões de infra-estrutura rodoviária, o custo poderia ter sido aumentado em aproximadamente 2% se o impasse ocorrido no estado do Paraná em 1998 não tivesse sido solucionado (ESTACHE *et al.* 1999). BNDES (2001), UFRGS (2002), Machado (2002) e Neves da Silva, Cybis e Michel (2004), dentre outros, apresentam maiores detalhes sobre o caso do Paraná, além de outros problemas ocorridos em concessões rodoviárias no Brasil que podem ter influenciado a percepção de risco aos investimentos deste tipo.

## 2.6. Alocação de Riscos em Projetos de Parceria Público-Privado

Alocação de riscos é o processo de identificação e compartilhamento da responsabilidade dos riscos de projeto de parceria público-privado, como as concessões de infra-estrutura rodoviárias (ARNDT, 2000). A alocação de riscos é um processo complexo e difícil de ser realizado, sendo, conforme exposto por Estache, Romero e Strong (2000a), um processo de negociação.

Irwin *et al.* (1997) argumentam que, em um nível amplo, os riscos de um projeto de parceria público-privado podem ser alocados ao governo (ou poder concedente), às empresas e aos usuários. Estes agentes, ou partes envolvidas, podem redistribuir os riscos para terceiros. As empresas podem transferir os riscos para os acionistas, credores ou empresas seguradoras. Já os riscos assumidos pelo poder concedente são, em última instância, assumidos pelos contribuintes.

Para Vega (1997) o princípio geral da alocação de riscos deve induzir as diferentes partes envolvidas em um projeto a buscar uma distribuição de risco que seja a mais benéfica a todos. O fundamento para uma alocação de riscos ter sucesso está em definir corretamente os direitos e obrigações a respeito dos riscos. Para este autor, uma recomendação recorrente é “nunca deixe nada para ser negociado no futuro”. Ao menos, deve ser deixado definido, de forma clara, os mecanismos de resolução de conflitos.

Dentre os fatores chave para a alocação de riscos em projetos de infra-estrutura rodoviária apresentados por Vega (1997), dois são importantes na abordagem do risco de tráfego e são, na visão de Irwin *et al.* (1997), críticos para determinar quem deve suportar um risco: o grau de influência ou controle que uma parte envolvida exerce sobre os resultados de um fator em risco (tráfego, custo, etc.); e a capacidade que uma parte tem de suportar o risco (o custo em assumir um risco). De forma geral, um risco deve ser alocado a parte que melhor puder controlar os resultados de um fator em risco e àquela parte que apresentar o menor custo em fazê-lo, seja por ser menos avesso ao risco, por ter maior facilidade em contratar garantias contra o risco ou por ter maior facilidade em transferir/distribuir para várias pessoas.

Entretanto, esses dois fatores podem ser incompatíveis. A parte que estiver em melhores condições de suportar um risco pode não ser a mesma que possui mais controle sobre ele. Os

benefícios de alocar riscos à parte que pode controlar melhor os resultados de um fator em risco deve ser ponderado com os benefícios em alocá-lo a quem pode suportá-lo a um custo menor. Repassar o risco a um número grande de pessoas (acionistas ou contribuintes, no caso de governos) pode reduzir os custos de suportar um risco. Entretanto, ao alocar o risco a um menor número de agentes, que possuem mais controle sobre o risco, pode ser importante para garantir o sucesso de um projeto. (Irwin *et al.*, 1997)

Para Engel, Fischer e Galetovic (1997d) riscos controláveis devem ser assumidos, ao menos em parte, por quem estiver mais preparado para controlá-lo. Segundo os autores, as partes têm menores incentivos para serem eficientes quando não assumem um risco pelo qual tenham controle parcial.

## **2.7. Considerações Finais do Capítulo 2**

O estudo do risco e da tomada de decisões de investimento em situações de risco possuem grande importância para as concessões de infra-estruturas rodoviárias, dada a grande quantidade de recursos necessários para a execução de projetos deste tipo. O custo do capital investido em concessões de infra-estruturas rodoviárias apresenta valores que podem situar-se acima da faixa de 15% para dívidas e de 18% para capital investido por patrocinadores dos projetos e outros investidores de capital. Estes valores refletem os altos riscos associados aos investimentos realizados no Brasil, fazendo com que as tarifas de pedágio sejam diretamente impactadas. Reduzir dos riscos associados aos projetos de parcerias público-privado influencia diretamente o custo de capital destes projetos.

A alocação de riscos possui papel fundamental na definição do custo de capital, uma vez que os riscos alocados ao setor privado em projetos desse tipo serão precificados na forma de prêmios incluídos no custo de capital. Ao alocar um risco aos investidores, deve ser levado em consideração o benefício proporcionado por essa ação (maior incentivo para a minimização da ocorrência dos eventos arriscados) e o aumento do custo de capital que proporciona. O correto balanço entre estes custos e benefícios podem levar a uma maximização dos benefícios sociais trazidos por concessões de infra-estruturas rodoviárias.

### **3. RISCO DE TRÁFEGO NAS CONCESSÕES RODOVIÁRIAS**

#### **3.1. Introdução**

Concessões de infra-estruturas rodoviárias são suscetíveis a uma variada gama de riscos. Dentre todos eles, os riscos de tráfego e de receita são, possivelmente, os de maior importância, como citam Fishbein e Babbar (1996). Diversos são os fatores que fazem com que previsões de tráfego e receita para concessões de infra-estruturas rodoviárias apresentem valores diferentes daqueles verificados após o início da operação dos empreendimentos. A literatura sobre concessões rodoviárias possui inúmeros exemplos das conseqüências das discrepâncias entre previsões e realidade.

No capítulo anterior foi apresentada a importância dos riscos para o custo de capital dos investimentos em projetos de parceria público-privado para o provimento de infra-estruturas rodoviárias. Neste capítulo são apresentados, de forma breve, os principais tipos de risco aos quais concessões de infra-estruturas rodoviárias estão expostas. Em seguida é analisado em mais profundidade o tráfego nas concessões rodoviárias, apresentando as fontes de discrepância entre as previsões de tráfego e o tráfego que efetivamente utiliza as infra-estruturas. Mais adiante serão apresentados os principais efeitos causados pelas discrepâncias sobre as concessões. Por fim, é discutida a alocação de riscos de tráfego e receita em concessões de infra-estruturas rodoviárias.

#### **3.2. Riscos nas Concessões Rodoviárias**

Assim como em qualquer projeto de engenharia, os investidores privados do setor rodoviário enfrentam riscos de diversas naturezas, como os riscos de demanda, ambientais e econômicos. Por se tratarem de uma forma de Parceria Público-Privado, as concessões enfrentam, entretanto, riscos adicionais, como os chamados riscos políticos e regulatórios (NEVES DA SILVA, CYBIS E MICHEL, 2004).

A identificação de todos os riscos aos quais um projeto de concessão de infra-estrutura rodoviária está sujeito é praticamente impossível (ARNDT, 2000). Entretanto, podemos identificar os principais grupos de risco. Diversos autores apresentam riscos envolvidos em concessões rodoviárias. De uma maneira geral, os principais riscos envolvidos em projetos de infra-estrutura como as concessões rodoviárias podem ser agrupadas em:

- Riscos da etapa pré-construção – a desapropriação e/ou aquisição de áreas, obtenção de licenças ambientais, bem como outros requisitos anteriores à etapa de construção que podem atrasar o início da concessão e causar extrapolação das previsões de custos iniciais (FISHBEIN E BABBAR, 1996);
- Riscos da construção e riscos técnicos – causado por falhas construtivas, atrasos nos cronogramas e extrapolação de custos, falhas de projetos e de engenharia (FISHBEIN E BABBAR, 1996 e GRIMSEY E LEWIS, 2002);
- Riscos operacionais – devido a custos de operação e manutenção diferentes dos previstos (GRIMSEY E LEWIS, 2002);
- Risco de tráfego e receita – risco das receitas previstas serem diferentes das realizadas (FISHBEIN E BABBAR, 1996 e GRIMSEY E LEWIS, 2002);
- Riscos financeiros – derivados de problemas de fluxo de caixa e dos custos financeiros (FISHBEIN E BABBAR, 1996 e GRIMSEY E LEWIS, 2002);
- Risco cambial – risco que afeta empreendimentos financiados com capital estrangeiro. O empreendimento pode não ser capaz de pagar um retorno sob o capital obtido em outra moeda se não for possível converter as receitas pela taxa de câmbio esperada (FISHBEIN E BABBAR, 1996);
- Riscos de força maior – originado por fatores fora de controle de qualquer das partes envolvidas com o projeto (poder concedente e/ou regulador e concessionário), como desastres climáticos, terremotos, etc. (FISHBEIN E BABBAR, 1996 e GRIMSEY E LEWIS, 2002);
- Riscos do meio ambiente – relativo a impactos adversos no meio ambiente (GRIMSEY E LEWIS, 2002);
- Risco de responsabilidade civil – relativo à necessidade de pagamento dos custos decorrentes de acidentes ocorridos por usuários sobre o empreendimento (FISHBEIN E BABBAR, 1996);
- Riscos políticos e regulatórios – devido a mudanças legais e políticas governamentais insustentáveis (FISHBEIN E BABBAR, 1996 e GRIMSEY E LEWIS, 2002);
- Risco de inviabilidade – inviabilidade do empreendimento pela combinação dos riscos acima (GRIMSEY E LEWIS, 2002).

Dos riscos envolvidos em uma concessão de infra-estrutura rodoviária, os riscos de tráfego e receita são, possivelmente, os de maior importância (FISHBEIN E BABBAR, 1996 e BEATO, 1998).

### **3.3. O Tráfego e a Receita nas Concessões Rodoviárias**

O tráfego de uma rodovia é composto de veículos de diversos tipos, com variadas características (tamanho, peso, número de eixo, etc.). Para a realização da cobrança em rodovias pedagiadas, geralmente são agrupados veículos com características semelhantes. As concessões de rodovias no Brasil utilizam uma tabela de níveis tarifários que agrupa veículos com configuração semelhante num mesmo patamar de valores de pedágio. Segundo os editais de licitação das concessões de rodovias federais (DNER, 1994a; 1994b; 1995a; 1995b; 1995c), realizadas pelo DNER, os veículos são agrupados conforme o desgaste físico que impõem à infra-estrutura. A tarifa de pedágio para cada categoria é calculada conforme um fator multiplicador, aplicado sobre uma tarifa de pedágio que serve como referencial, denominada Tarifa Básica de Pedágio.

Tarifa Básica de Pedágio (TBP) é o valor de referência ofertado pelo operador durante o processo de licitação das concessões de rodovias realizadas pelo DNER. Este valor equivale à tarifa a ser cobrada dos veículos da Categoria 1, composta por veículos com dois eixos e rodagem traseira simples. A TBP é calculada de forma que seu valor, multiplicado pelo tráfego equivalente de veículos na concessão, torne a concessão equilibrada econômica e financeiramente. (DNER, 1995a)

Tráfego equivalente é o volume de tráfego das diferentes categorias convertido para um valor de referência, equivalente a veículos da categoria 1 (DNER, 1995a). Este tráfego equivale à soma dos tráfegos das diferentes categorias de veículos multiplicado pelos seus fatores de ponderação. A receita auferida pelo concessionário com cobrança de pedágio equivale ao tráfego equivalente multiplicado pelo valor da tarifa básica de pedágio.

O quadro 3.1 apresenta as categorias e os multiplicadores de valores utilizados na concessão da rodovia BR-040, trecho Juiz de Fora (MG) – Rio de Janeiro (RJ), licitada pelo DNER em 1995 e sob responsabilidade da Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT. Os veículos são classificados como pertencentes a uma das categorias da tabela, e a tarifa a ser paga equivale ao valor da TBP multiplicado pelo fator multiplicador da categoria.

**Quadro 3.1 – Categorias de veículos e multiplicadores de tarifa na rodovia BR-040.**

<b>Categoria</b>	<b>Veículos</b>	<b>Eixos</b>	<b>Rodagem</b>	<b>Fator Multiplicador</b>
1	Automóvel, caminhonete e furgão	2	simples	1,00
2	Caminhão leve, ônibus, caminhão-trator e furgão	2	dupla	2,00
3	Automóvel com semi-reboque e caminhonete com semi-reboque	3	simples	1,50
4	Caminhão, caminhão-trator, caminhão trator com semi-reboque e ônibus	3	dupla	3,00
5	Automóvel com reboque e caminhonete com reboque	4	simples	2,00
6	Caminhão com reboque e caminhão-trator com semi-reboque	4	dupla	4,00
7	Caminhão com reboque e caminhão-trator com semi-reboque	5	dupla	5,00
8	Caminhão com reboque e caminhão-trator com semi-reboque	6	dupla	6,00
9	Motocicletas, motonetas e bicicletas a motor	2	simples	0,5

Fonte: DNER (1995a).

### **3.3.1. Tráfego Previsto e Tráfego realizado**

Quando tratamos de concessões rodoviárias é importante distinguir dois tipos de informação referente ao tráfego: o tráfego previsto, ou seja, os volumes de tráfego esperados para a infraestrutura rodoviária, em geral estimados durante a elaboração dos projetos de concessão; e o tráfego realizado, que pode ser definido como o volume de tráfego que efetivamente utiliza a concessão, e é contabilizado na própria infra-estrutura após o início de sua operação.

Por se tratarem de projetos relacionados à infra-estrutura de transportes, nos projetos de concessão rodoviária são utilizadas previsões de tráfego como base das avaliações socio-econômica e financeira. Os ganhos de tempo e segurança, determinantes do benefício socio-econômico, dependem dos volumes de tráfego. A arrecadação, que influencia a viabilidade financeira, é função do volume de tráfego e da tarifa cobrada, sendo estes inter-relacionados pela elasticidade da demanda ao preço (NEVES DA SILVA, NUÑEZ E MICHEL, 2003). Por outro lado, embora o

tráfego previsto seja utilizado para as análises prévias à implantação dos projetos, a receita efetiva do concessionário está ligada ao tráfego de veículos que utiliza a infra-estrutura concedida.

Ao longo desta dissertação, será utilizada a expressão *tráfego previsto* para designar o tráfego de projeto. O tráfego que utiliza a infra-estrutura será denominado *tráfego realizado*.

A demanda por uma rodovia pode ser identificada com base no tráfego atual, na disponibilidade de pagar pedágio, no nível de tráfego esperado e na confiabilidade na previsão do tráfego esperado. Cada uma dessas medidas é crítica para o projeto de rodovias pedagiadas pois podem determinar se existe um fluxo de receitas suficientemente grande e previsível para obter um financiamento. (FISHBEIN E BABBAR, 1996)

A confiabilidade nas previsões de tráfego está ligada diretamente ao histórico da infra-estrutura para a qual a previsão é realizada. De forma simplificada, podemos dividir as infra-estruturas rodoviárias conforme seu histórico de tráfego em: novas rodovias, ou *greenfield projects*, freqüentemente realizadas como projetos BOT (*Build, Operate and Transfer*); rodovias existentes mas sem histórico de cobrança de pedágio; e rodovias existentes com histórico de pedágio.

- Novas infra-estruturas rodoviárias – Estache, Romero e Strong, (2000a) argumentam que novas infra-estruturas rodoviárias não podem se basear em históricos de tráfego para realizar previsões. Assim sendo, as previsões deverão recair sobre métodos de estimativa de demanda, como modelos de preferência declarada, que podem ser menos confiáveis. Também, algumas suposições precisam ser feitas sobre a capacidade da nova rodovia de atrair tráfego de rodovias existentes e de gerar novo tráfego. Fishbein e Babbar (1996) apresentam posição semelhante, argumentando que algumas especulações também precisam ser realizadas sobre a capacidade de novas infra-estruturas rodoviárias gerarem novos volumes de tráfego.
- Rodovias existentes, sem pedágio – ao implementar cobrança em uma infra-estrutura rodoviária, possivelmente o tráfego na rodovia seja influenciado, tornando-se menor. Além disso, outro ponto que pode influenciar o tráfego é a introdução de melhorias na rodovia. Da mesma forma que a introdução de cobrança, o tráfego pode ser influenciado, só que, desta vez, de forma positiva. Para Fishbein e Babbar (1996), a confiabilidade nas previsões de tráfego é moderada para infra-estruturas rodoviárias concedidas objetivando a realização de

melhorias. Concessão de rodovias existentes sem cobrança de pedágio foram muito comuns no Brasil, abrangendo a totalidade das concessões do estados do Rio Grande do Sul, Paraná, parte das concessões do estado de São Paulo e concessões realizadas pelo Governo Federal na década de 1990. Cabe salientar que, embora algumas concessões realizadas pelo Governo Federal tenham sido realizadas em rodovias que não estavam sendo pedagiadas, a maior parte destas rodovias havia sido anteriormente pedagiada, como os cinco primeiros trechos licitados (MACHADO, 2002). Castro (2000) aponta que, para o caso brasileiro, o alto grau de imprevisibilidade de estimativas do tráfego futuro foi minimizado por que os programas de concessão se basearem em rodovias existentes. Ainda, o autor aponta como influência a baixa concorrência de vias paralelas gratuitas.

- Rodovias existentes, com pedágio – Estache, Romero e Strong (2000a) apontam que, para rodovias onde já existem pedágios e os empreendimentos devem vir a ser auto-sustentáveis, os valores das novas tarifas cobrados podem ser muito mais altos que os anteriores. Isto torna necessária a realização de estimativas de sensibilidade à tarifa e de disponibilidade de pagamento pelos serviços. Fishbein e Babbar (1996) argumentam que o padrão de tráfego de uma infra-estrutura rodoviária pedagiada existente ou com tráfego cativo é considerado altamente previsível, reduzindo os riscos envolvidos no empreendimento.

O estudo da demanda em projetos de transportes é abordado em diversos textos e livros, como Ortuzar e Willumsen (1994), Ortuzar (2000) e Hensher e Button (2000). Estes apresentam os principais métodos e técnicas disponíveis para o desenvolvimento de previsões de tráfego. O Quadro 3.2 apresenta as características relevantes do processo tradicional de identificação da demanda em transportes (processo quatro etapas), relacionando-os com tópicos com os quais o poder concedente e/ou reguladores têm que lidar.

**Quadro 3.2 – Processo clássico de identificação da demanda por transportes.**

<b>Etapa</b>	<b>Decisões de transportes</b>	<b>Aspectos políticos e regulatórios no contexto das concessões</b>	<b>Informação</b>
<i>Geração de viagens</i>	Quantas viagens o usuário localizado em determinado local quer realizar por dia/mês/ano?	Existe uma óbvia disponibilidade de pagamento, não identificada, para melhorias nos serviços que poderiam ser atingidas por um novo projeto ou melhoria nos existentes?	Número de viagens baseado em informações sócio-econômicas e de uso do solo/zonamento.
<i>Distribuição</i>	Onde o usuário está indo em cada viagem, dentre todos	Qual seria o dimensionamento ótimo do projeto a ser entregue à iniciativa privada?	Matriz origem-destino.

<i>de viagens</i>	destinos possíveis ofertados?		
<i>Distribuição modal</i>	Que meio de transporte o usuário utiliza em cada viagem? Que fatores influenciam a sua tomada de decisão e de que forma/quanto?	Qual a combinação de preço e qualidade que a comissão de privatização deve procurar e que margem o regulador deve oferecer ao operador para o ajuste de preços e qualidade, dados os objetivos gerais da privatização? Ainda, qual o grau de coordenação necessária entre os reguladores de diferentes modais de transporte (se estes não forem o mesmo)?	Demanda por modo, com uso de modelos agregados e desagregados.
<i>Alocação</i>	Que rota, entre a origem e o destino, o usuário toma dentre os diversos pacotes de serviço?	Como as regras de preço e qualidade influenciam o uso eficiente da infra-estrutura de transportes?	Número de veículos por arco da malha, com uso de modelos de simulação de rede.

Fonte: adaptado de Trujillo, Quinet e Estache (2000).

### 3.4. Discrepâncias entre Tráfego Previsto e Realizado

Ao longo da curta experiência brasileira com concessões rodoviárias, aproximadamente dez anos, as previsões de tráfego apresentaram disparidades com o tráfego realizado. Neves da Silva, Nuñez e Michel (2003) expõem que, nas concessões rodoviárias realizadas pelo DNER e atualmente reguladas pela ANTT, a disparidade entre as previsões de tráfego e o tráfego realizado aumentou gradativamente ao longo dos anos, sendo que, em 2002, a diferença média esteve próxima de 20%, em termos de tráfego equivalente.

Estache *et al.* (1999) apresentam as discrepâncias entre o tráfego previsto e realizado nas rodovias concedidas pelo Governo Federal à iniciativa privada apresentadas no ano de 1998 e os três primeiros trimestre de 1999. Para o ano de 1998, o volume de tráfego, em veículos equivalentes, variava de 15,7% abaixo do volume previsto (CONCEPA) até valores superiores a 5% acima das previsões (CRT e NovaDutra, 5,5% e 5,7%, respectivamente). Por sua vez, no acumulado dos primeiros nove meses de 1999, nenhuma concessão apresentou volume de tráfego acima do previsto, tendo os volumes de tráfego variado entre 23,1% (CONCEPA) e 2,8% (CRT) abaixo da previsão.

Disparidades entre tráfegos previstos e realizados não são exclusividade de projetos realizados no Brasil. J.P. Morgan (1997) expõe os resultados de um estudo com quatorze trechos pedagiados nos Estados Unidos. Neste, a diferença entre as receitas previstas originalmente e aquelas apresentadas

realmente, ficaram entre 20% a 75% abaixo das previsões, no primeiro ano de abertura das rodovias.

Também, é vasta a literatura sobre o caso mexicano, onde as previsões de tráfego resultaram em alguns dos mais conhecidos casos sobre a disparidade entre tráfego previsto e realizado em rodovias pedagiadas. Ruster (1997) expõe que o tráfego nas rodovias concedidas no final da década de 1980 ficou, em sua grande maioria, abaixo do previsto. Até 1995, somente cinco dentre 27 concessões tiveram o tráfego realizado acima do previsto e nove dessas concessões apresentaram tráfego inferior a 25% do esperado. Em média, o tráfego realizado ficou 30% abaixo do previsto.

Standard & Poor's (2002a; 2002b; 2003) apresenta um grande estudo sobre o risco de tráfego em rodovias pedagiadas que se encontra em constante desenvolvimento. Os resultados obtidos possibilitaram quatro importantes conclusões: os projetos com altos níveis de incerteza associada tendem a ser mais suscetíveis a grandes erros de previsão; os resultados demonstram que os erros são sistemáticos, refletindo uma tendência para o otimismo nas previsões; os perfis apresentados na fase de carregamento de tráfego refletem as incertezas dos projetos; e as previsões realizadas por bancos tendem a ser menos suscetíveis a grandes erros do que aquelas realizadas pelos investidores de capital e/ou licitantes.

Relacionada a última conclusão tirada por Standard & Poor's (2002a; 2002b), Trujillo, Quinet e Estache (2002) argumentam que, na prática, as previsões de tráfego apresentadas em licitações podem não oferecer informações confiáveis sobre os reais estudos de demanda realizados pelos licitantes.

#### **3.4.1. Fontes de Discrepância**

A previsão de tráfego não pode ser uma ciência exata. Além disso, envolve um grande número de incertezas e é fortemente suscetível a dados de má qualidade e a hipóteses equivocadas. Fatores como o uso do solo e o crescimento populacional ao longo da rodovia, a aceitabilidade pública, assim como diversos indicadores econômicos usados nos modelos de previsão de tráfego, integram incertezas que afetam a previsão de tráfego. (NEVES DA SILVA, NUÑEZ E MICHEL, 2003)

Além das incertezas quanto ao modelo e as variáveis, chamadas fontes de incertezas científicas, o processo de concessão traz uma importante fonte suplementar de incertezas, relacionada ao

comportamento estratégico dos atores (TRUJILLO, QUINET E ESTACHE, 2002). Estas incertezas são aumentadas em decorrência da grande extensão dos contratos de concessão.

#### 3.4.1.1. *Fontes Científicas*

As fontes de incerteza científica estão ligadas ao modelo escolhido, aos dados disponíveis e à consideração de diversos fatores, endógenos ou exógenos, que afetam o nível de tráfego. Para Ortuzar e Willumsen (1994) os procedimentos normalmente utilizados na modelagem da demanda assumem que não somente as especificações funcionais dos modelos são conhecidas antecipadamente, mas que os dados utilizados para estimar os parâmetros dos modelos não possuem erros. Entretanto, os autores argumentam que, na prática, essas condições são frequentemente violadas. Além disso, mesmo que isto não ocorra, modelos de previsão estão sujeitos a erros relacionados a imperfeições nos valores assumidos para variáveis dos anos para os quais são realizadas as previsões.

Baseado em Flyvbjerg, Bruzellius e Rottengatter (2003) e Mackie e Preston (1998), as fontes básicas podem ser agrupadas em:

- Método/Modelo utilizado;
- Qualidade e disponibilidade de dados;
- Fatores complementares e exógenos.

##### 3.4.1.1.1. Método/Modelo utilizado

Os modelos utilizados nas previsões podem trazer consigo substanciais erros. Para Mackie e Preston (1998), são fontes comuns de erros:

- Erros de especificação – os modelos utilizados podem falhar na consideração do impacto de variáveis chave, como a renda, ou subestimar o efeito de outras variáveis, como a elasticidade da demanda ao preço (MACKIE E PRESTON, 1998). Segundo Ortuzar e Willumsen (1994), algumas viagens (dependendo do motivo) podem ser mais sensíveis ao custo, necessitando alterações nos modelos utilizados.
- Falta de transferibilidade – um modelo desenvolvido com sucesso para uma área e em determinada época pode não ser passível de utilização em outra área e/ou momento

(MACKIE E PRESTON, 1998). Aqueles que realizam previsões de tráfego devem estar atentos à precisão dos modelos em áreas/pontos específicos ao invés de se aterem somente nas estatísticas gerais de validação dos modelos (DEHGHANI E OLSEN, 1999).

- Erros de agregação – modelos calibrados com dados desagregados, mas que são aplicados com dados agregados, podem levar ser tendenciosos em seus resultados (MACKIE E PRESTON, 1998).
- Fator de escala – embora avaliações relativas não sejam tendenciosas, as previsões podem vir a ser (MACKIE E PRESTON, 1998).

Alguns profissionais argumentam que os modelos de tráfego utilizados para realizar previsões de demanda para rodovias são muito mecânicos e não reconhecem bem as mudanças de comportamento decorrentes da cobrança de pedágio (ESTACHE, ROMERO E STRONG, 2000a). Estes modelos podem não levar em consideração a importância do uso de rodovias pedagiadas no orçamento de usuários privados ou de empresas, e a mudança da disponibilidade de pagamento com o aumento da distância a ser percorrida (PIRON, 1999 *apud* ESTACHE, ROMERO E STRONG, 2000a).

Estes erros não serão um problema se forem aleatórios. A prática diz que estes erros são difíceis de detectar, uma vez que os erros do modelo são encobertos por erros nos dados de entrada (MACKIE E PRESTON, 1998). Mesmo que a escolha do modelo constitua uma importante etapa do processo de previsão, Flyvbjerg, Bruzellius e Rottengatter (2003) salientam que a utilização de um método inadequado não constitui, em geral, uma fonte importante de erro.

#### 3.4.1.1.2. Qualidade e disponibilidade de dados

Nos modelos de previsão de demanda, a evolução do tráfego é resultado das mudanças de um conjunto de variáveis socio-econômicas que o descrevem. Isto denota a importância da disponibilidade e qualidade de dados, bem como da qualidade da previsão realizada sobre estas variáveis (NEVES DA SILVA, NUÑEZ E MICHEL, 2003).

A má qualidade ou a indisponibilidade de dados constitui uma das maiores (se não a maior) fontes de erros de previsão. Este problema é de particular importância nos países subdesenvolvidos e em desenvolvimento, onde não existe uma obtenção contínua de dados (FLYVBJERG, BRUZELLIUS E ROTTENGATTER, 2003).

Os dados utilizados nas previsões podem incluir contagens de tráfego, características da malha viária, custos de viagem, renda, etc. Mackie e Preston (1998) argumentam que muitos problemas são encontrados quando são realizadas coletas de dados para previsões de tráfego. Embora os fluxos de veículos possam ser medidos de maneira relativamente fácil, definir com precisão as origens e destinos das viagens é mais difícil. Além disso, entrevistas domiciliares podem ser realizadas quando muitas das viagens estão sendo realizadas.

Entretanto, em muitas ocasiões, não existe a possibilidade de contar com dados observados na área estudada, tornando necessária a utilização de dados de outros estudos. Esta prática introduz erros nas previsões se as considerações de similaridade e transferibilidade não sejam apropriadas (DEHGHANI E OLSEN, 1999).

Concessões de rodovias possuem prazos de duração bastante extensos. A experiência internacional demonstra que os prazos de concessão podem variar de valores próximos de dez anos, como no Chile (GÓMEZ-LOBO E HINOJOSA, 2000) e México (GÓMEZ-IBÁÑEZ E MEYER, 1993), até mais de 70 anos, como permitido pela legislação da Espanha (IZQUIERDO, ZARAGOZA E BONNELLY, 1994). No Brasil, as concessões variam de 15 anos (DAER, 2004), nas concessões do Estado do Rio Grande do Sul, até mais de 25 anos, em alguns contratos regulados pela ANTT (ANTT, 2004).

Muitas das previsões realizadas para projetos de transportes dependem de projeções de fatores externos, como o crescimento populacional, renda, atividade econômica e propriedade de veículos. Mackie e Preston (1998) argumentam que estes fatores raramente são previstos com precisão, particularmente para projetos de longa duração. Também, podem ser utilizados dados estimados incorretamente, como tarifas a serem cobradas, ganhos de tempo, etc. Engel, Fischer e Galetovic (1996) argumentam que isto é válido tanto para curto prazo (pois não se pode prever quando ocorrerá a próxima recessão) quanto para longo prazo. Engel, Fischer e Galetovic denominam este problema para as previsões de tráfego como *risco macroeconômico*.

Problemas ocorrem também na validação dos modelos, devido à freqüente suposição que as informações do ano base são precisas e representam a realidade das condições existentes. Estes dados, na verdade, estão sujeitos a erros substanciais de medição e processamento. Além disso, as previsões de tráfego futuro são, geralmente, realizadas com a substituição de dados do ano base,

utilizados na validação do modelo, por dados de entrada projetados para os anos futuros. Entretanto, os parâmetros do modelo validado (coeficientes de distribuição modal ou de geração de viagens, por exemplo) e atributos relacionados a dados regionais (índice de propriedade de veículos e tamanho das famílias, etc.) geralmente são considerados estáveis ao longo do tempo, dada a dificuldade enfrentada para avaliar a magnitude e extensão das mudanças. Esta suposta estabilidade pode não ser verdadeira e levar a erros (DEHGHANI E OLSEN, 1999).

#### 3.4.1.1.3. Fatores complementares e exógenos

Outros fatores, além dos modelos e dados de entrada, influenciam as previsões. Fatores dinâmicos podem influenciar as previsões de tráfego de forma significativa. A descontinuidade de um serviço, como uma rodovia interrompida por um longo período para a implantação de melhorias, por exemplo, pode fazer com que os usuários desta via passem a utilizar uma outra alternativa, continuando a usá-la após a re-abertura da rodovia. (MACKIE E PRESTON, 1998)

Quando um novo produto/serviço é lançado, é esperado um período de crescimento da demanda até que seja atingido o nível previsto. Mackie e Preston (1998) argumentam que, geralmente, a ocorrência de uma fase de carregamento é negligenciada nas previsões de tráfego.

Aparentemente, existem fatores culturais significantes que afetam a aceitação do uso de infraestruturas rodoviárias pedagiadas, e, conseqüentemente, as previsões de tráfego. Comunidades que não possuem experiência com pedágios ou aquelas que abandonaram a sua utilização anteriormente são mais avessas em aceitar essa alternativa (DEHGHANI E OLSEN, 1999). Por outro lado, comunidades que possuem histórico de cobrança tendem a ser mais receptivas. Isto pode ocorrer em alguns países, como o Chile, onde existe um histórico de mais de 20 anos de cobrança viária (GÓMEZ-LOBO E HINOJOSA, 2000). Standard & Poor's (2003) demonstram que as previsões de tráfego em países com histórico de cobrança de pedágio são mais precisas.

Muitas vezes é relegado o fato de que investimentos em rodovias devem levar em consideração a necessidade de servir diversos grupos de usuários, incluindo os muito pobres que podem não ter capacidade de pagar o valor das tarifas, necessários para cobrir os investimentos realizados. Enquanto os investidores devem ter garantido a possibilidade de recuperar os investimentos realizados, a capacidade de pagamento de todos os estratos da população atingida deve ser

considerada quando o processo de concessão estiver sendo preparado. Isto busca evitar tensões futuras entre os usuários e os concessionários. (ESTACHE, ROMERO E STRONG, 2000a)

Para Estache, Romero e Strong (2000a), a experiência da América Latina e do Leste Europeu demonstram que considerar que os usuários de rodovias estão dispostos a pagar altas tarifas em compensação às reduções de tempo de viagem e dos custos operacionais dos veículos podem não ser tão realistas quanto se pensava. Isto se deve ao fato de que as tarifas que os usuários de determinada região estão dispostos a pagar podem não ser suficientemente altas para atrair a participação privada.

Mudanças nos fatores exógenos tais como o ambiente político e crises econômicas podem impactar diretamente o nível de tráfego. Alguns projetos podem ser dependentes de decisões de planejamento maiores, como o caso da rodovia M65, no Reino Unido, descrito por Mackie e Preston (1998), que foi planejada levando-se em consideração o pleno desenvolvimento de uma região atingida pela via. Outro caso relacionado a planejamento e descrito pelos autores é o baixo volume de tráfego da Ponte Humber. Esta infra-estrutura foi construída antecipadamente à implantação de uma rede de auto-estradas, que teve a própria existência da ponte como uma das justificativas para ser realizada. Entretanto, a Ponte Humber não foi conectada ao sistema de auto-estradas, como pode ser constatado em Mackie e Simon (1986).

#### 3.4.1.1.3.1. Transferência, Fuga e Evasão

O volume de tráfego (com as tarifas de pedágio mantidas constantes) é afetado pelo mercado onde está inserido, por infra-estruturas rodoviárias alternativas concorrentes e pelos acessos ao sistema de transportes mais amplo (FISHBEIN E BABBAR, 1996). Alguns dos principais problemas enfrentados em previsões de tráfego para infra-estruturas rodoviárias pedagiadas decorrem da possibilidade de ocorrência de transferências de tráfego, fugas e evasões. Utilizou-se nessa dissertação as seguintes definições de transferência de tráfego, fuga e evasão:

- Transferência de tráfego – a transferência do tráfego de uma rota rodoviária para outra decorre da alteração na relação benefício/custo percebida pelo usuário. Uma vez que rotas de deslocamento entre dois pontos oferecem diferentes benefícios e custos aos usuários (diferença nos tempos de viagem, nos consumos de combustível, pagamento, ou não, de

pedágio, desgaste dos veículos, etc.), os usuários tendem a escolher aquela que, em sua percepção, apresenta-se como melhor opção. Desta forma, quando uma rota sofre uma alteração na relação benefício/custo, é possível que o usuário venha a escolher uma rota diferente daquela realizada anteriormente.

- Fuga de tráfego – diferentemente da transferência de tráfego, a fuga pode ser caracterizada pela utilização de desvios com o único objetivo de evitar o pagamento da tarifa cobrada pela utilização da infra-estrutura concedida. Os veículos que se valem deste artifício contornam a praça de pedágio e retornam à rodovia, voltando a se beneficiar da infra-estrutura concedida sem que tenham efetuado pagamento pelo benefício obtido.
- Evasão – evasão de tráfego é a prática de passar pelo ponto de cobrança de pedágio sem efetuar o pagamento.

Uma fonte de erros comum durante a avaliação de projetos é que, por restrição de recursos, a área de estudo e levantamento de dados é menor do que o necessário. Isto coloca a previsão de tráfego sob risco de não considerar os efeitos derivados de eventos fora da área de estudo e de não tratar corretamente a re-alocação do tráfego em uma área mais ampla (MACKIE E PRESTON, 1998). Com isso, pode ser subestimado o problema de transferência, uma vez que o número de vias alternativas consideradas nos estudos possa ser menor do que apresentados na realidade.

Também influencia a transferência de tráfego o desenvolvimento de um sistema de pequenos trechos paralelos que, se tratados sozinhos, possuem uma determinada influência que pode ser pequena. Entretanto, coletivamente, esses trechos podem representar uma rodovia paralela. Regiões urbanas tendem a apresentar essa característica. Para Engel, Fischer e Galetovic (1997c), o risco de tráfego em regiões urbanas é maior do que o que afeta concessões de rodovias interurbanas.

Engel, Fischer e Galetovic (1997c) expõem que o maior risco em concessões urbanas decorre da existência de uma rede viária mais densa. Assim, a demanda pela via concedida não depende somente da tarifa cobrada, mas, também, do congestionamento em rotas e meios de transporte alternativos e complementares. Além disso, os autores argumentam que o poder concedente não pode garantir que não serão implantadas novas vias ou que sejam realizadas outras mudanças que possam afetar a rentabilidade da concessão. Ainda, é fator de risco a possibilidade de executar melhorias nos meios de transporte alternativos, como linhas de metrô e trens além de vias exclusivas para ônibus.

Também influencia o nível de transferência a reação dos meios alternativos e concorrentes (outras rodovias pedagiadas paralelas, diferentes modais, etc.). Esta reação, de difícil previsão, pode afetar diretamente o nível de tráfego. Foi o caso, por exemplo, do túnel sob o Canal da Mancha, onde a competição com o *ferry* foi sub-estimada. (MACKIE E PRESTON, 1998)

Um fator importante e que influencia as previsões de tráfego é a característica do sistema de cobrança, aberto ou fechado, na definição de Raux e Adan (1999). Por sistema de pedágio com característica aberta entende-se aquele onde o usuário paga uma tarifa única, em um ponto específico da rodovia, independente da distância percorrida na via, e trafega em uma rodovia que não possui grandes restrições à entrada e saída de veículos em seu eixo.

Como pode ser observado em UFRGS (2002), o sistema aberto foi largamente utilizado no Brasil, muitas vezes pela impossibilidade técnica de implantação de sistemas fechados ou, como indicam Michel, Cybis e Oliveira (2003), pelos custos do fechamento, seja ele fisicamente, pelo uso de um maior número de praças de pedágio tradicionais, ou virtualmente, com o uso de tecnologias de comunicação. A possibilidade de sair e entrar da rodovia em diversos pontos aumenta o risco de fuga dos veículos em pontos anteriores e próximos das praças de pedágio e seu retorno à rodovia após as mesmas é fonte adicional de risco para as previsões. Ocorrências como essa devem ser levadas em consideração uma vez que podem representar impacto significativo sobre as receitas da concessão.

Outro problema que pode ser fonte de erro nas previsões de receita em rodovias com pedágio é o tráfego de veículos dispensados da cobrança (veículos oficiais, de atendimento emergencial, etc.). Isto ocorre quando os modelos de previsão assumem que todos os veículos que passam pelas praças de pedágio realizam o pagamento. Além disso, a evasão de tráfego não deve ser subestimada. Dehghani e Olsen (1999) expõem que perdas decorrentes de evasão podem variar entre 2% e 4%, podendo, em alguns casos, atingir até 10%.

Embora possa não influenciar as previsões, a legislação brasileira de trânsito trata especificamente da evasão. O Código Nacional de Trânsito prevê como contravenção, em seu Artigo 209 (transcrição abaixo), a prática de evadir-se da cobrança de pedágio.

“Art. 209. Transpor, sem autorização, bloqueio viário com ou sem sinalização ou dispositivos auxiliares, deixar de adentrar em áreas destinadas à pesagem de veículos ou evadir-se para não efetuar o pagamento do pedágio:

Infração – grave;

Penalidade – multa.” (BRASIL, 1997)

#### 3.4.1.2. *Comportamentos Estratégicos e Oportunísticos na Licitação*

Para Trujillo, Quinet e Estache (2000), existem razões e evidências suficientes para argumentar que, no contexto das privatizações, não é fácil atingir a convergência entre o que deve ser considerada uma boa previsão de demanda. Isto se deve aos interesses dos licitantes e empresas concessionárias e do poder concedente/regulador em atuar estrategicamente com as previsões.

O ambiente econômico é caracterizado por ser complexo e incerto, onde é impossibilitada a previsão de eventos futuros à realização de uma transação. Assim, os contratos realizados podem motivar ações das partes envolvidas buscando ocultar ou manipular informações para obter vantagens. Estas ações geram elevados custos *ex ante* (negociações de salvaguardas e contrapartidas) e *ex post* (monitoramento e renegociações) (WILLIAMSON *apud* PIRES E GIAMBIAGI, 2000).

O comportamento estratégico é a tomada de decisões que leva em conta a possível reação dos outros. Muitos exemplos de comportamento estratégico podem ser explicados se analisarmos a questão da informação e dos incentivos (STIGLITZ E WALSH, 2003). A informação desempenha um papel crítico no caso de uma licitação, uma mudança na informação que um licitante dispõem poderá alterar a sua estratégia de ação. Essas informações podem ser de diversos tipos no caso das concessões de infra-estruturas rodoviárias, como os custos de construção e a produtividade dos outros licitantes, bem como ter maior ou menor confiança nos seus estudos de tráfego.

O processo de modelagem do tráfego possibilita a introdução de tendências voluntárias que afetam os resultados provenientes dos modelos (NEVES DA SILVA, NUÑEZ E MICHEL, 2003). A amplitude e o impacto da inserção de tendências voluntárias no processo de previsão de tráfego são de importância maior no contexto das privatizações. Estas tendências são resultados do comportamento estratégico dos atores, induzido pela diversidade de interesses em torno do projeto (TRUJILLO, QUINET E ESTACHE, 2002).

#### 3.4.1.2.1. Monopólio Natural e Competição pelo Mercado

Em muitos casos, concessões rodoviárias possuem características de monopólio natural, onde a eficiência de custos requer que uma única empresa opere no mercado. Os ganhos provenientes da concorrência trazida pelo provimento de infra-estruturas concorrentes, ou seja, a construção de estradas paralelas, pontes ou túneis alternativos, pode não levar a uma redução nos custos médios. Nestas circunstâncias, não é possível a criação de um mercado competitivo (ENGEL, FISCHER E GALETOVIC, 1999).

Viscusi, Vernon e Harrington Jr. (2000) argumentam que, para os casos de monopólios naturais não regulados, podem ser esperados dois resultados: os valores cobrados pelos serviços (tarifas de pedágio no caso de concessões rodoviárias) podem ser estabelecidos em um patamar demasiadamente alto, devido ao poder monopolista da empresa; e/ou podem existir muitas empresas querendo atuar no mercado não regulado, o que, considerando as economias de escala, levaria os custos médios a valores maiores do que se somente uma empresa estivesse no mercado. Este fato torna necessária a regulação de uma concessão rodoviária, tanto da entrada de novos participantes no mercado (novas infra-estruturas), como para controlar os preços cobrados.

Outro ponto importante nos projetos de concessão rodoviária é a necessidade de investir grande quantidade de recursos que podem ser irrecuperáveis (*sunk costs*). Dnes (1995) expõe que esta característica impõe uma barreira à entrada de novas empresas em um mercado, impossibilitando a competição.

Para solucionar estes problemas, Demsetz (1968) tornou popular a utilização do que foi denominado por Chadwick (1859) como competição *pelo* mercado, em substituição a competição *no* mercado. No sistema de competição *pelo* mercado, o poder concedente outorga um mercado a uma empresa para a provisão do serviço, por meio de um processo competitivo de licitação, onde as propostas são realizadas na forma do preço a ser cobrado pelo serviço oferecido. O licitante que oferecer a menor proposta é vitorioso e recebe o direito de explorar o serviço. A quantidade de licitantes no processo licitatório possui, assim, grande importância. Caso exista competição suficiente no processo licitatório, a melhor oferta tende a um preço igual ao custo médio, dissipando as rendas do monopólio, com o vencedor obtendo um lucro normal (Engel, Fischer e Galetovic, 1999).

Trujillo, Quinet e Estache (2002) expõem que as evidências disponíveis sugerem que em países em desenvolvimento a competição pelo mercado não tem funcionado tão bem. Tipicamente, o número de competidores sérios em concessões não é muito maior que 2 ou 3. Neves da Silva, Nuñez e Michel (2003) expõem que, durante o processo de concessões de rodovias realizado pelo Governo Federal durante a década de 1990, o número de participantes foi um pouco maior, como visto no quadro 3.3.

**Quadro 3.1 – Número de participantes por concessão considerada.**

Concessão	Pré-qualificação	Proposta Técnica	Proposta de Tarifas
BR-116/RJ/SP (Rio de Janeiro – São Paulo)	20	11	4
BR 101/RJ – Ponte Presidente Costa e Silva	12	9	9
BR-040/MG/RJ (Juiz de Fora – Petrópolis – Rio de Janeiro)	29	8	5
BR 116/RJ – Trecho Além Paraíba – Teresópolis – Entroncamento c/ BR 040/RJ	29	10	3
BR 290/RS – Trecho Osório – Porto Alegre	31	12	9

Fonte: adaptação do original em Neves da Silva, Nuñez e Michel (2003).

A regra geral para o mecanismo de licitação escolhido é que este deve maximizar o bem-estar agregado da comunidade, que vem a ser os excedentes dos usuários e dos concessionários. Assim, o poder concedente e/ou regulador deve impedir que o concessionário explore o monopólio (concessão) livremente, sendo desejável que a empresa mais eficiente saia vencedora do processo de concorrência (ENGEL, FISCHER E GALETTOVIC, 1996). Tirole (1997) inclui ainda entre os objetivos de uma licitação a necessidade de entregar os incentivos adequados para que se obtenha uma redução nos custos de construção, manutenção e comercialização e outras dimensões dos projetos de infra-estrutura. Viscusi, Vernon e Harrington Jr. (2000) argumentam que o papel do poder concedente passa a ser de licitador ao invés de regulador.

Muitos modelos de licitação de concessão de monopólios naturais podem ser identificados. Pires e Giambiagi (2000) apresentam: disputa pela menor tarifa; disputa pelo menor prazo de concessão; disputa pelo maior valor de outorga; e a combinação destes modelos. Da experiência brasileira ainda podem ser extraídos outros modelos, como o de maior extensão de malha concedida, utilizado nas concessões dos pólos rodoviários do Estado do Rio Grande do Sul (LASTRAN, 1998), e o de maior extensão de trechos de acesso às rodovias concedidas, mantidos sem cobrança de pedágio, utilizado nas concessões do Estado do Paraná (MACHADO, 2002). Entretanto, todos estes estão fundamentados no princípio de competição pelo mercado.

Tirole (1997) argumenta que a autoridade pública enfrenta ao menos quatro dilemas ao estruturar uma licitação para um projeto de infra-estrutura, entre eles os problemas relacionados à informação, como seleção adversa e *moral hazard* (risco moral).

#### 3.4.1.2.2. Informação Assimétrica

Trujillo, Quinet e Estache (2002) expõem que uma das principais mudanças trazidas pelos processos de privatização, no qual se incluem as concessões rodoviárias, é a fragmentação do processo de decisão relativos ao setor de transportes. Esta fragmentação cria assimetrias de informação que acaba por promover o comportamento estratégico dos envolvidos no processo de concessão.

Pindyck e Rubinfeld (2002) descrevem as informações assimétricas como característica de muitas situações econômicas. Ela ocorre, por exemplo, em uma negociação de compra e venda, quando as duas partes, comprador e o vendedor, possuem informações diferentes sobre uma transação.

Estache (2001) argumenta que as superestimações do tráfego tendem a prevalecer nos processos de concessão. As razões para esse efeito podem ser atribuídas às incertezas intrínsecas aos processos de previsão, que induzem a possibilidade de manipulação das previsões. Esta manipulação é exacerbada devido à assimetria de informações entre o operador e o regulador.

Em um processo de concessão as partes que estão em posição favorável quanto à assimetria de informação podem se valer dessa vantagem e manipular as previsões de demanda em seu favor. O principal passo para a redução das assimetrias de informação é compreender as fontes de incerteza e saber quando e onde surgem superestimações ou subestimações (TRUJILLO, QUINET E ESTACHE, 2002).

##### 3.4.1.2.2.1. Moral Hazard

*Moral Hazard*, ou em português perigo ou risco moral, ocorre quando uma das partes envolvidas em uma relação não consegue observar as ações da outra ou não tem completa informação a esse respeito. Varian (2003) expõe que este fenômeno é chamado de problema de ação oculta.

Este fato ocorre, por exemplo, quando uma empresa contrata um seguro ou garantia. Uma vez assegurado contra um risco, esta empresa assume um comportamento de *risk taker*. Seria o caso de

uma concessionária que, por contar com garantias contra o risco de tráfego, passa a ter um comportamento que não privilegie o aumento na demanda ou a sua simples manutenção nos níveis necessários para gerar receita suficiente. Esta ação pode ser um sub-investimento na qualidade do serviço, que poderia reduzir o número de usuários. Varian (2003) descreve que essa falta de incentivo para tomar cuidado caracteriza o perigo moral.

Tirole (1997) argumenta que a questão do perigo moral encontra-se entre as preocupações de uma autoridade pública que estrutura uma licitação para concessão de infra-estrutura. As empresas que recebem uma concessão devem ter incentivos adequados para manter os custos baixos e oferecer um serviço de boa qualidade.

#### 3.4.1.2.2.2. Seleção Adversa

Na definição de Pindyck e Rubinfeld (2002), seleção adversa é uma falha de mercado decorrente da assimetria de informações. A seleção adversa ocorre quando uma das partes envolvidas em uma negociação não possui informações suficientes para determinar a qualidade real do produto negociado. Com a incerteza da qualidade dos produtos ocorre uma redução do valor da negociação, fazendo com que produtos de melhor qualidade sejam afastados da disputa (mercado) por possuírem maior valor ou por que seus vendedores entendam que o valor de mercado não seja adequado à qualidade de seu produto. Assim, o mercado acaba por selecionar produtos de menor qualidade ao invés daqueles melhores.

Varian (2003) descreve esse fenômeno como um problema de informação oculta. O problema de seleção adversa é ampliado com o custo de obtenção de informações relacionadas à qualidade. Se estas informações tiverem um alto preço para serem obtidas, então não será plausível que as partes envolvidas em uma negociação tenham as mesmas informações sobre o produto.

Para Tirole (1997), seleção adversa é um dos dilemas enfrentados por uma autoridade pública ao estruturar uma licitação para concessão de infra-estrutura. Na sua visão, é possível que os licitantes possuam informações privadas a respeito de custos de construção e operação da infra-estrutura e além da própria demanda. Este problema de seleção adversa é a fonte de rendas de informação.

#### 3.4.1.2.3. Maldição do Vencedor

O conceito de maldição do vencedor foi criado por Capen, Clapp e Campbell (1971) e ocorre quando o vencedor de um processo licitatório não é o licitante mais eficiente, mas sim o que realiza previsões mais otimistas de alguma das variáveis incertas (ENGEL, FISCHER E GALETOVIC, 1996). Dessa forma, a informação de haver vencido traz más notícias ao vencedor, uma vez que lhe expõe o fato das previsões dos outros licitantes terem sido menores. O resultado mais relevante deste fenômeno em uma licitação é a revisão das ofertas por parte dos licitantes, prevendo a possibilidade de oferecer uma proposta demasiadamente otimista (PEREYRA, 2002).

#### 3.4.1.2.4. Incentivos

Incentivos são benefícios que motivam a tomada de uma determinada decisão por uma opção. Os tomadores de decisão avaliam os custos e benefícios das diferentes estratégias e optam por aquela que possivelmente apresente os melhores resultados (STIGLITZ E WALSH, 2003).

Dois comportamentos poderiam ser esperados de um licitante: sub e superestimação de tráfego. Estes comportamentos são influenciados pelo cenário em que é realizada a concessão. Para Trujillo, Quinet e Estache (2002), os incentivos para estes comportamentos podem ser:

##### Sub-estimação de tráfego

- baixo nível de competição na licitação (poucos participantes);
- melhor nível de informação quanto à demanda por parte do licitante do que as informações possuídas pelo ente regulador;
- aversão ao risco ou risco de tráfego alocado ao concessionário.

##### Superestimação do tráfego

- renegociações são fáceis de serem obtidas e lucrativas ao concessionário;
- ente regulador possui melhor informação que o operador;
- incertezas do negócio são altas e a “maldição do vencedor” apresenta papel de destaque;
- concessionário deseja uma renovação da concessão e existe essa possibilidade.

Como forma de lidar com os comportamentos estratégicos dos participantes, é necessário eliminar incentivos a esses comportamentos. Existem algumas ações que podem ser tomadas com objetivo

de evitar o uso de manipulações das previsões de tráfego como estratégia na licitação. Segundo Viscusi, Vernon e Harrington Jr. (2000), elas podem ser:

- proibir a renovação de contrato para um concessionário que utilizar oportunismo, nos casos onde é possível a renovação ou postergação do prazo de concessão;
- caso o concessionário opere em vários mercados, a fama de utilizar comportamento oportunista pode afetar as chances de ser vencedor em novas concessões;
- ameaça constante de retomada da concessão por parte do poder concedente.

Viscusi, Vernon e Harrington Jr. (2000) argumentam ainda que os efeitos da reputação do regulador também são importantes. Se os concessionários (ou licitantes) acreditam que o regulador não cede às pressões, eles tenderão a não manipular as previsões de tráfego na licitação.

#### 3.4.1.2.5. Low Balling

Uma estratégia para um licitante no processo licitatório é oferecer uma proposta com preço mais baixo (no caso das concessões em questão seria uma tarifa menor) e, caso seja selecionado como o concessionário, apresentar requisições para aumentos nas tarifas (DNES, 1995 e VISCUSI, VERNON E HARRINGTON JR. 2000). Além disso, se os licitantes tiverem incentivos para apresentar propostas abaixo daquelas que cobrem os custos da concessão, serão tentados a apresentar propostas contendo altos padrões de qualidade a preços baixos, buscar renegociar os contratos e obter reduções da qualidade exigida (DNES, 1995).

Atitudes como esta podem estar relacionadas com a possibilidade de *Low Balling*. Este fato ocorre quando uma licitante com grande poder de *lobby* oferece uma proposta menor do que a de uma licitante mais eficiente, na expectativa de o contrato seja renegociado em seu favor ao longo do período de concessão. Gómez-Lobo e Hinojosa (2000) expõem que a incidência de *low balling* é bastante comum nas concessões de infra-estrutura rodoviária. Segundo Nicolini (2002), ação de *low balling* ocorreu na licitação do acesso norte de Buenos Aires, em 1994, onde, logo após o início das operações da concessão, a concessionária conseguiu aumentar a tarifa de pedágio acima do valor ofertado por outros licitantes.

#### 3.4.1.2.6. Comportamento Oportunístico do Poder Concedente

As previsões de tráfego podem também ser distorcidas pela disponibilidade das autoridades públicas em executar os projetos (BEATO, 1998). Em um processo de concessão podem existir incentivos, por parte do poder público, à utilização de estratégias que utilizem manipulações das previsões de tráfego como forma de vencer a licitação. Trujillo, Quinet e Estache (2002) argumentam que, para os casos de novas infra-estruturas, as incertezas das previsões de demanda deixam aberta a possibilidade dos governantes escolherem a opção que melhor se enquadrar aos seus objetivos.

O ganho político do anúncio de uma nova obra é muito maior que a perda decorrente da necessidade do aumento de tarifas posteriores, decorrentes de negociações, sendo que, em alguns casos, este peso é repassado ao governo sucessor. Os operadores privados entram neste jogo, uma vez que estariam mais interessados em conquistar os contratos e saberiam que existe muito espaço para futuras renegociações. (TRUJILLO, QUINET E ESTACHE, 2002)

Entretanto, o comportamento oportunístico do poder concedente também pode ter seu preço. Para Guash, Laffont e Straub (2002), em um ambiente onde as empresas possuem informação privada, a antecipação do comportamento oportunístico do poder concedente levará a um comportamento estratégico das empresas, que buscarão ocultar suas informações de forma a proteger seus rendimentos futuros, induzindo um complexo efeito *ratchet*.

#### 3.4.2. ***Impacto das Discrepâncias entre Tráfego Previsto e Realizado***

A discrepância entre os tráfegos previstos e realizados pode levar a diversos problemas, desde simples reduções na lucratividade das empresas até a sua inviabilidade e quebra. O impacto sobre a concessão está ligado à fase de desenvolvimento do tráfego em que ocorrem as discrepâncias.

Geralmente, as discrepâncias entre o tráfego previsto e realizado trazem à discussão de dois temas: quebra do equilíbrio econômico e financeiro das empresas; e necessidade de renegociação dos contratos. Entretanto, existe muita discussão a respeito do equilíbrio econômico e financeiro, bem como o desconhecimento das causas e conseqüências das renegociações.

### 3.4.2.1. Fases de tráfego

Os erros de previsão e o impacto que eles provocam estão diretamente relacionados à fase de evolução do tráfego em uma concessão de infra-estrutura rodoviária. Pode-se identificar três fases para uma concessão rodoviária: carregamento, crescimento e maturidade (NEVES DA SILVA, NUÑEZ E MICHEL, 2003).

Segundo Fitch IBCA (1999), a primeira fase de uma concessão, caracterizada por um grande crescimento de tráfego, pode durar entre três e cinco anos. Dehghani e Olsen (1999), Fitch IBCA (1999) e Standard & Poor's (2002a) denominam o crescimento inicial de uma nova infra-estrutura rodoviária como *ramp-up stage*, enquanto Mackie e Preston (1998) utilizam os termos *take-off curve* e *learning curve* para descrição similar. Para esta dissertação utilizaremos o termo carregamento, utilizado por Neves da Silva, Nuñez e Michel (2003) para definir a etapa de crescimento de tráfego até que este atinja sua fatia de mercado.

A duração da fase de carregamento está relacionada com a mudança do comportamento dos usuários frente às alterações nos custos generalizados pela utilização da concessão (FITCH IBCA, 1999). Após o início das operações de uma rodovia pedagiada, os usuários necessitam experimentar a nova opção para fazer julgamentos sobre os benefícios do uso da nova opção. Isto significa que o processo de transição dos não usuários para usuários ocorre gradualmente ao invés de ocorrerem no primeiro dia (DEHGHANI E OLSEN, 1999).

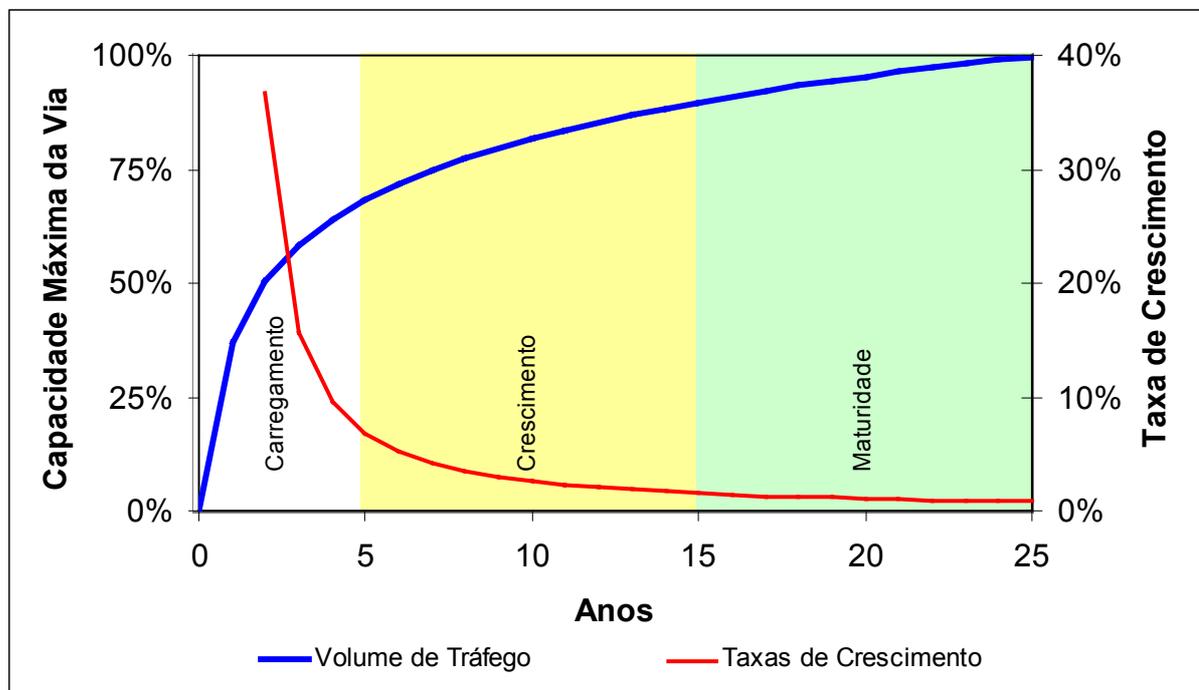
Para Mackie e Preston (1998), a fase de carregamento é particularmente importante em projetos de concessão com altas taxas de desconto. Neves da Silva, Nuñez e Michel (2003), expõem que a superestimação do tráfego no período de carregamento pode causar impacto financeiro irreversível. Em alguns casos, pode-se dar até mesmo o fracasso do projeto, pois são os rendimentos dos primeiros anos que possuem maior impacto no projeto financeiro da concessão.

Além da fase de carregamento, Fitch IBCA (1999) propõe uma diferenciação entre fases da concessão, de acordo com o crescimento do tráfego. Baseado nesta proposta, podem ser identificadas mais duas fases para uma concessão rodoviária: crescimento e maturidade.

No período de *crescimento*, a precisão da previsão dos indicadores socio-econômicos é determinante para uma boa previsão de tráfego. Depois da fase de carregamento, a evolução do

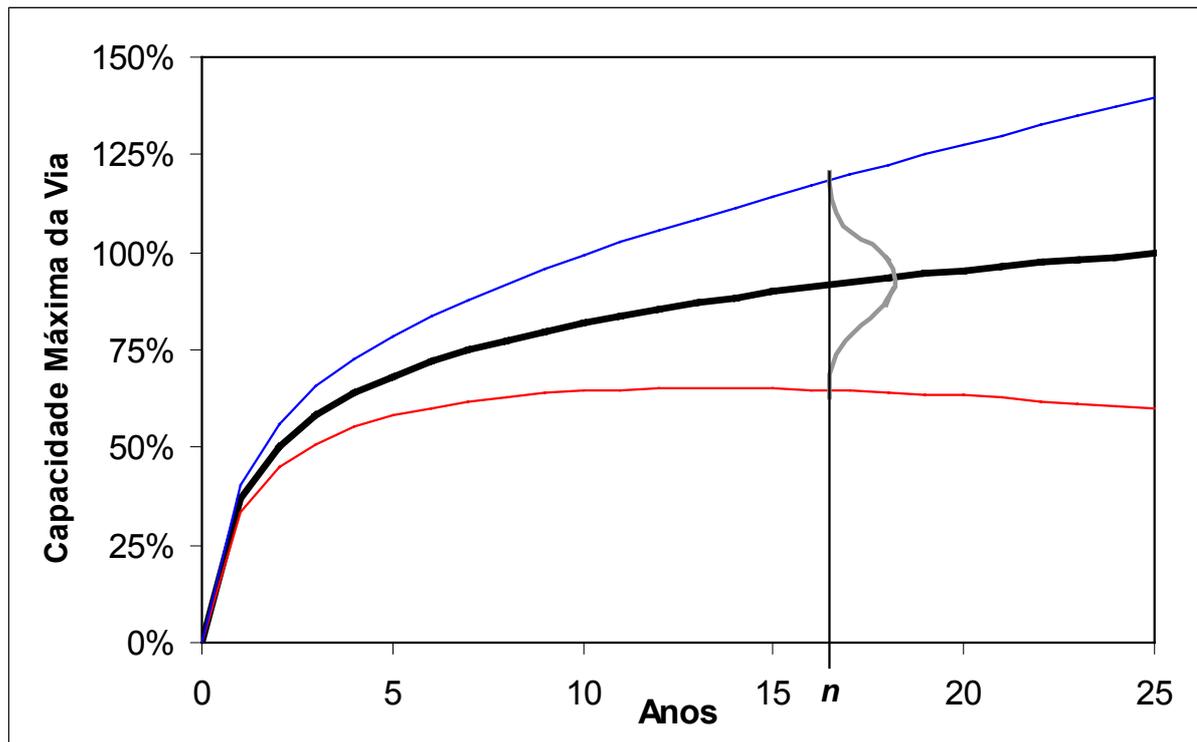
tráfego depende do nível de desenvolvimento, do crescimento da população e dos níveis de emprego e renda, assim como dos níveis de tráfego e desenvolvimento dos modos concorrentes. A evolução do valor do pedágio e a capacidade da rodovia também são determinantes nesta fase (FITCH IBCA, 1999).

Quando o tráfego atinge um certo nível, seu crescimento diminui consideravelmente. Nesta fase, denominada *maturidade*, além do desenvolvimento socio-econômico, a capacidade da rodovia é decisiva. A Figura 3.1 ilustra as três fases de evolução do tráfego, cabe salientar que esta figura não se baseia em dados reais e seus valores não devem ser utilizados como referência.



**Figura 3.1 – Fases de evolução do tráfego (adaptado de NUÑEZ, 2003).**

Os erros de previsão têm um efeito cumulativo, ou seja, eles tendem a ser amplificados com o passar do tempo (NEVES DA SILVA, NUÑEZ E MICHEL, 2003). Este efeito é representado na Figura 3.2 onde a linha central representa o tráfego previsto e a zona entre as linhas mais finas (vermelha e azul) o efeito da oscilação nas variáveis de incerteza sobre a previsão, onde, para cada ano, esta oscilação será definida por uma distribuição de probabilidades, como mostra o corte sobre o ano n. Assim como a Figura 3.1, a Figura 3.2 não se baseia em dados reais e seus valores não devem ser utilizados como referência.



**Figura 3.2 – Efeito da oscilação das variáveis (baseado em NUÑEZ, 2003).**

O caso de concessões de rodovias existentes é particular do ponto de vista de evolução de tráfego. No momento das concessões, as rodovias se encontram na fase de crescimento ou de maturidade. No entanto, o impacto de melhorias realizadas pela concessionária nas condições do pavimento, segurança e capacidade da rodovia, bem como a cobrança de pedágio, afetam a taxa de crescimento de tráfego. (NEVES DA SILVA, NUÑEZ E MICHEL, 2003)

Dois efeitos podem ser percebidos nestes casos, ambos decorrentes da variação do custo generalizado dos usuários: o surgimento de uma nova fase de carregamento e, mudança na taxa de crescimento verificada. A nova fase de carregamento é marcada por uma taxa de crescimento elevada, resultado do tráfego induzido pelas melhorias. A mudança na taxa de crescimento verificada, resulta, principalmente, do aumento da capacidade da rodovia. Estes efeitos podem ocorrer de maneira isolada, conjunta ou não ocorrerem (NEVES DA SILVA, NUÑEZ E MICHEL, 2003).

#### 3.4.2.2. *Equilíbrio Econômico e Financeiro*

Um dos princípios mais importantes em uma concessão é o equilíbrio econômico e financeiro do contrato. Este princípio é que garante a própria continuidade da relação de concessão, sem o qual

pode se tornar impossível o cumprimento das obrigações assumidas pelas partes contratantes (SANTOS, 2002). A noção de equilíbrio econômico e financeiro resguarda a economia dos concessionários e o interesse dos consumidores pela manutenção da capacidade do concessionário de prestar o serviço adequado, tanto em termos imediatos como em relação à sua expansão e melhoria (TÁCITO, 1996).

Para Oliveira (2001), ao menos para o caso das concessões de infra-estruturas rodoviárias no Brasil, o conceito de equilíbrio econômico-financeiro não aparece nos contratos. Da mesma forma, parece não haver consenso jurídico sobre seu significado. A garantia deste equilíbrio é um dos principais mecanismos legais de proteção das concessionárias, possuindo um sólido embasamento legal.

Mello (2001) define o equilíbrio econômico e financeiro como a relação de igualdade entre as obrigações assumidas pelo contratante (concessionária) e a compensação econômica que lhe corresponderá. Esta relação de equivalência é compartilhada por Di Pietro (2000).

Izquierdo e Vassallo (2002b) expõem que o princípio do equilíbrio econômico e financeiro nasce do que é denominado *ius variandi*, o direito que a administração possui de modificar os contratos em razão do interesse público. Nos casos em que ocorrer alguma modificação motivada pelo poder público, os autores pontuam que deve haver uma compensação caso o equilíbrio seja desfeito.

Segundo Santos (2002), o equilíbrio econômico e financeiro atende a duas finalidades convergentes: assegurar a obtenção do resultado econômico e financeiro previsto, do ponto de vista do concessionário; e contribuir para o exercício da função de realizar o serviço público e para permitir a continuidade do serviço, na ótica da coletividade e do poder público.

Izquierdo e Vassallo (2002b) indicam que o princípio do equilíbrio é utilizado também para proteger os concessionários de eventos extraordinários imprevisíveis e não controláveis por estes, que provoquem uma ruptura substancial na relação entre os encargos e as receitas. Assim, é oferecida grande proteção ao concessionário, assegurando de que este disporá de recursos suficientes para cumprir com os compromissos do contrato. Para Santos (2002), a doutrina jurídica brasileira dá ao princípio do equilíbrio econômico e financeiro uma forma mais abrangente, admitindo que fatos que não sejam originários de atos do poder concedente, como casos fortuitos ou de força maior, sejam motivo de re-equilíbrio dos contratos.

No que se refere ao tráfego em concessões de infra-estruturas rodoviárias, deve ser observada a alocação dos riscos associados a ele. Oliveira (2001) observa que o diagnóstico do desequilíbrio econômico e financeiro deve excluir a ocorrência de eventos cujos riscos foram alocados à concessionária.

Alguns contratos de concessão são bem específicos no que tange a consideração do tráfego no cálculo do equilíbrio econômico e financeiro. Neste grupo incluem-se as concessões de rodovias administradas pela Agência Nacional de Transportes Terrestres e aquelas sob responsabilidade da Agência Reguladora dos Transportes do Estado de São Paulo (ARTESP). Em seus itens 20 a 22, o contrato de concessão da rodovia BR-116/RJ, trecho Além Paraíba – Teresópolis – Entr. BR-040, assim como em outros contratos similares, especifica, quanto ao risco de tráfego:

“20.A concessionária assume, integralmente, o risco de trânsito inerente à exploração da Rodovia, incluindo-se neste o risco de redução do volume de trânsito, inclusive em decorrência da transferência de trânsito para outras rodovias”. (DNER, 1995c)

No que tange o equilíbrio, referência direta é feita ao item 20, sobre a alocação do risco de tráfego:

“21.Constitui o princípio fundamental que informa o regime jurídico da concessão o equilíbrio econômico e financeiro deste contrato.” (DNER, 1995c)

“22.É pressuposto básico da equação econômica e financeira que preside a relação entre as partes, o equilíbrio, em caráter permanente, entre os encargos da Concessionária, previstos no Programa de Exploração da Rodovia, e as receitas da concessão, expresso no valor da Tarifa Básica de Pedágio, ressalvado o disposto no item 20.” (DNER, 1995c)

Nesse caso, as variações no número de veículos que utilizam a infra-estrutura e realizam o pagamento de pedágio são de responsabilidade da concessionária, incluindo-se as perdas e também os ganhos que podem ser obtidos. Assim, o equilíbrio econômico e financeiro é realizado com base na previsão de receita (função do tráfego), e não na receita real. Izquierdo e Vassallo (2002b) argumentam que não parece adequado considerar um evento extraordinário ou imprevisível o tráfego realizado situar-se abaixo do previsto quando não exista nenhum evento extraordinário e diretamente relacionado com a concessão. Neste sentido, eventuais demandas de re-equilíbrio motivadas por previsões de tráfego não realizadas não poderiam ser realizadas, a não ser que as

discrepâncias entre previsão e realidade tenham sido motivadas por fatos extraordinários, imprevisíveis ou ações do próprio poder concedente.

#### 3.4.2.3. *Renegociações*

Enquanto em muitos casos as concessões produzem ganhos significativos e melhorias nos indicadores de desempenho dos serviços de setores relacionados de infra-estrutura, são freqüentes também os questionamentos quanto aos problemas apresentados. Em alguns setores, como o de transportes, no qual estão incluídas as concessões rodoviárias, muitos contratos têm sido renegociados (GUASH, LAFFONT E STRAUB, 2002). Aproximadamente 40% dos contratos aparentam terem sido renegociados, sendo que 60% destas renegociações ocorreram nos três primeiros anos após o término do processo de concessão (GUASH, 2001). Estes números podem ser considerados conservadores, uma vez que muitos contratos avaliados ainda encontram-se vigentes e novas renegociações ainda podem ocorrer até o término dos contratos (GUASH, LAFFONT E STRAUB, 2002).

Um dos principais motivos das mudanças de contratos e renegociações decorre da falta de estudos de tráfego mais precisos. Por parte do poder concedente, esta carência aumenta o problema de assimetria de informação existente entre as partes (poder concedente e licitantes). Segundo Guash, Laffont e Straub (2002), a extensiva vantagem informacional que a empresa possui sobre o governo, bem como seu nivelamento com o poder concedente em negociações bilaterais, são fatores potencialmente poderosos para que este busque renegociar os contratos e garanta um acerto mais vantajoso que sua proposta inicial. Para Trujillo, Quinet e Estache (2002), a possibilidade de renegociações futuras faz com que, na prática, as propostas apresentadas pelos licitantes não ofereçam informações claras sobre as previsões de demanda realizadas.

Para Engel, Fischer e Galetovic (1996) a experiência internacional indica que a renegociação de contratos de concessão é freqüente quando as empresas que recebem uma concessão realizam um mau negócio. Nestes casos, as perdas terminam sendo assumidas pelo Estado e pelos usuários. Este fato importante não só pelas transferências de riquezas envolvidas, mas, também, pelo incentivo que as empresas dispostas a oferecerem as melhores propostas na licitação não são as mais eficientes, mas aquelas que esperam renegociar os contratos após ganha a concessão.

A possibilidade de enfrentar os custos de uma nova rodada de licitação e correr o risco de reincidência dos mesmos problemas com um novo concessionário faz com que, à medida que grandes investimentos tiverem sido realizados e as taxas de crescimento de receitas não atinjam valores tão altos quanto os esperados, o ente regulador ceda a solicitações de renegociação (VISCUSI, VERNON E HARRINGTON JR., 2000). Uma vez que uma concessionária entre em dificuldades financeiras, é muito difícil para o poder concedente resistir a pressões neste sentido (GÓMEZ-LOBO E HINOJOSA, 2000).

Beato (1998) argumenta que os governos são relutantes em deixar uma concessionária quebrar. A quebra de uma empresa concessionária pode levar à ruína um programa nacional de investimentos privados em infra-estrutura. Assim, autoridades públicas e concessionárias renegociam as condições de contrato estabelecidas por propostas otimistas, ou mesmo oportunística.

Engel, Fischer e Galetovic (1997d) expõem que a possibilidade de renegociação pode ser encarada como uma garantia implícita oferecida pelo poder concedente. Isto é indesejável, entre outras razões, por ter um efeito adverso na percepção pública sobre a participação privada na provisão de infra-estrutura.

Renegociações também podem ser problemáticas para as empresas concessionárias. Se as renegociações possibilitam ações discricionárias do ente regulador dos contratos. (ENGEL, FISCHER E GALETOVIC, 1996)

### **3.5. Alocação do Risco de Tráfego**

Para Estache, Romero e Strong, (2000a) os investidores privados, geralmente, gerenciam melhor os riscos comerciais. Izquierdo e Vassallo (2002b) argumentam que um dos riscos geralmente alocados às empresas concessionárias é o risco de tráfego, embora pareça razoável que o concessionário assuma somente a parte do risco de tráfego que possa controlar, recaindo o restante sobre os outros envolvidos no processo.

A alocação do risco de tráfego e receita aos concessionários é um tanto complexa. O governo pode influenciar alguns dos fatores que afetam a demanda. Por exemplo, a qualidade das políticas governamentais irá afetar a renda média e, conseqüentemente, a demanda. Também, os governos são responsáveis por definir a localização de outras rodovias que podem vir a competir com uma

infra-estrutura rodoviária concedida ou que podem servir de vias alimentadoras (IRWIN *et al.*, 1997).

Por outro lado, o operador de uma rodovia possui pouco controle sobre o risco de tráfego. A partir de determinado padrão de qualidade mínimo, o tráfego em uma infra-estrutura rodoviária sofre pouca influência de aumentos na qualidade. Dessa forma, o ganho que poderia ser obtido ao alocar o risco de tráfego ao concessionário é muito pequeno (IRWIN *et al.*, 1997).

Tirole (1997), expõem que, uma vez que a capacidade do concessionário em controlar o risco de tráfego é baixa, não seria adequado que o concessionário o assumisse completamente. Os agentes econômicos (neste caso o concessionário) só deveriam ser responsáveis por riscos sobre os quais possuem algum controle significativo. Mesmo que as ações do concessionário possam influenciar a demanda (qualidade da manutenção, fornecimento de serviços complementares, qualidade do serviço, etc.), a sensibilidade da demanda não parece guardar proporção com o baixo grau de controle que possuem sobre esta variável.

Para Debande (2002), a transferência do risco de tráfego irá depender do acesso dos usuários a outras alternativas que possam suprir as necessidades da infra-estrutura concedida. Se a demanda pelo serviço for relativamente elástica, a transferência do risco de tráfego para os licitantes pode aumentar as tarifas cobradas nos casos em que este risco for pouco controlável pelo concessionário, a exemplo do que ocorre em rodovias pedagiadas paralelas a vias sem pedágio. Entretanto, nos casos onde a demanda for altamente sensível à qualidade da infra-estrutura, o concessionário deve ser incentivado a agir de maneira a aumentar a demanda, o que pode ser realizado transferindo a esse o risco de tráfego. Por outro lado, se a demanda é inelástica e não responde às ações do concessionário, a transferência do risco não é justificável.

Izquierdo e Vassallo argumentam ainda que alguns autores e profissionais da área são partidários de que o concessionário deva assumir a totalidade dos riscos relacionados à demanda, baseado no argumento que qualquer empresa que se encontre imersa em um mercado deve assumir os riscos de sua atividade. Neste sentido, a legislação brasileira, na Lei 8.987/95, conhecida como Lei das Concessões (BRASIL, 1995), estabelece que as concessões de serviço público realizadas no país sejam assumidas pelos concessionários por sua conta e risco.

Vega (1997) expõe que existe muito debate sobre o oferecimento, por parte do poder concedente, de garantias parciais das receitas previstas para um projeto. O autor questiona a necessidade dos governantes cobrirem parte do risco de demanda em uma rodovia pedagiada, especialmente onde exista uma infra-estrutura rodoviária alternativa e onde não exista cobrança.

O oferecimento de garantias governamentais relacionadas à demanda traz problemas de incentivos à execução de “elefantes brancos”. Elefantes-brancos, nesse sentido, são obras que não trazem benefícios econômicos maiores que seus custos de implantação. A execução de “elefantes-brancos” ocorre geralmente por pressão de grupos de interesse melhor representados no processo político do que os contribuintes (ENGEL, FISCHER E GALETOVIC, 1997b).

Para Klein (1996), por terem a possibilidade de repassar o risco para uma grande base de contribuintes, os governos devem ter incentivos para evitar a construção de “elefantes brancos”. Irwin *et al.* (1997) argumentam que, se o poder concedente assume o risco de um projeto fracassar, investidores privados se disporão a investir em projetos que possam não ter sucesso e terão menor interesse em maximizar as chances do projeto dar certo. Assim, ao estarem protegidos do risco de tráfego, os futuros concessionários possuem poucos incentivos para realizar projeções de tráfego cuidadosas.

Entretanto, mesmo que um risco seja alocado a uma parte, problemas de re-alocação podem ocorrer. Isto significa que se um evento de risco significativo surge, a parte a quem o risco foi alocado pode não aceitar, ou mesmo não ter capacidade, de suportá-lo fazendo com que a outra parte, geralmente o poder concedente, tenha que assumir o risco, contrariamente ao planejado inicialmente (FURNELL *apud* ARNDT, 2000). Este fato ocorreu nas concessões rodoviárias mexicanas, devido às pressões exercidas sobre o governo (RUSTER, 1997).

### **3.6. Considerações Finais de Capítulo 3**

O risco de tráfego apresenta papel de destaque entre os riscos inerentes às concessões de infra-estruturas rodoviárias. Este risco deriva das incertezas relativas aos aspectos científicos das previsões de tráfego e ao comportamento estratégico das partes envolvidas nas concessões. O impacto causado por previsões errôneas pode ser desastroso, como demonstra a experiência Mexicana. Distorções da ordem de 20%, negativamente na maioria das vezes, podem ser consideradas normais, como demonstram alguns estudos.

As incertezas científicas associadas às previsões de tráfego são comuns às concessões e aos projetos realizados pelos governos. Entretanto, os problemas decorrentes do comportamento das partes envolvidas nas concessões pode ser o causador de graves distorções nas previsões. A existência de modernas técnicas de previsão de demanda podem ser inúteis se existirem incentivos para as partes se comportarem de maneira oportunística em relação aos projetos. Entretanto, não pode ser descartada a ignorância em relação ao estado da arte em previsões e seu distanciamento com a prática.

Comportamentos oportunísticos não são exclusividade da iniciativa privada, sendo relevantes também a atuação do poder concedente que pode se valer de previsões distorcidas para justificar suas ações. A influência do poder político e a pressão de grupos de interesse sobre os tomadores de decisão pode ser um das grandes explicações para distorções entre as previsões e a realidade.

Os problemas trazidos pelo risco de tráfego tornou grande o debate sobre a alocação deste risco aos concessionários. Também, como pode ser visto no capítulo seguinte, alternativas foram desenvolvidas buscando solucionar parte dos problemas pelas incertezas relativas ao tráfego.

## **4. CONCESSÃO DE INFRA-ESTRUTURAS RODOVIÁRIAS COM PRAZO DE VARIÁVEL**

### **4.1. Introdução**

Nombela e De Rus (2004) argumentam que o poder concedente para implementar um contrato de concessão ótimo enfrenta duas dificuldades práticas. Primeiro: existe assimetria de informação relativa aos custos de operação e manutenção e do custo de construção (ou investimento inicial) da infra-estrutura. Segundo: existem incertezas relativas ao valor assumido pela demanda, especialmente para novas infra-estruturas, o que pode impactar o equilíbrio da empresa concessionária.

A solução tradicional para enfrentar os problemas causados pelo risco de tráfego em um programa de concessão rodoviária é oferecer garantias de receita, tráfego ou garantias para os débitos (GÓMEZ-LOBO E HINOJOSA, 2000). Segundo Tirole (1997), o oferecimento de garantias facilita muito o endividamento, fato esse que levou à introdução de garantias de tráfego mínimo em concessões rodoviárias de prazo fixo. Para Fishbein e Babbar (1996), ao oferecer garantias, o poder concedente consegue obter financiamento privado para a infra-estrutura, que, de outra forma, teria que ser totalmente financiada com recursos públicos.

Entretanto, o oferecimento de garantias não ocorre sem um preço. Como visto no capítulo anterior, ao estarem protegidos de um risco, os concessionários podem ter uma mudança de comportamento, não se preocupando com o volume de tráfego que utiliza a sua concessão. Além disso, o próprio poder concedente pode ficar em posição desfavorável em situações de crises econômicas.

Neste capítulo são apresentados os principais problemas que ocorrem em concessões de prazo fixo e a forma usual de contornar esses problemas. Adiante, são apresentados mecanismos de concessão com prazo variável, desenvolvidos de forma a reduzir o risco de tráfego para os concessionários, e detalhados na literatura econômica e de transportes. Por fim, são apresentados alguns limitantes à utilização destes mecanismos no Brasil.

## **4.2. Concessão de Rodovias com Prazo Fixo**

As concessões de rodovias no Brasil, assim como ocorrido em muitos países do mundo, como México, Argentina e as primeiras experiências chilenas, foram licitadas conforme o conceito de competição pelo mercado difundido por Demsetz, com prazo de concessão fixo. Diversos mecanismos de licitação foram utilizados, sendo comum a determinação do prazo de concessão pelo poder concedente (além de outros parâmetros, como a extensão da concessão, por exemplo) onde é considerado vencedor o licitante que apresentar a menor tarifa de pedágio. Em outros casos, o critério de seleção do vencedor pode ser o menor prazo de concessão ou o maior valor oferecido ao poder concedente em contrapartida ao direito de explorar a rodovia. Entretanto, comum a todos os casos, uma vez definido o prazo de concessão, este não é alterado até o término do contrato, salvo por renegociações dos contratos.

### **4.2.1. Imperfeições nas Concessões de Prazo Fixo**

Embora sejam amplamente utilizadas, as concessões de rodovias com prazo fixo possuem inúmeros problemas. Engel, Fischer e Galetovic (1996) apresentam algumas imperfeições dos modelos de prazo fixo como as dificuldades enfrentadas nas previsões de tráfego, especialmente as de longo prazo, e inflexibilidade dos contratos.

#### *4.2.1.1. Incertezas associadas às previsões de tráfego*

O primeiro problema levantado por Engel, Fischer e Galetovic (1996) decorre da dificuldade em se realizar previsões de tráfego com um horizonte de tempo longo (20 anos, por exemplo). Em concessões com prazo de concessão fixo, o concessionário pode ter que arcar com todo o risco de tráfego. Em casos extremos, é possível que o risco a ser enfrentado pelos concessionários seja tão grande que não existam interessados em participar do negócio. Também, como argumentam Engel, Fischer e Galetovic (1997b), concessões com prazo de concessão fixo tornam possível que os concessionários tenham perdas mesmo que a rodovia fosse rentável a longo prazo.

Para contornar o problema do alto risco de tráfego, em muitos casos faz-se necessário o oferecimento de garantias de tráfego, por parte do poder concedente. Engel, Fischer e Galetovic (1997b) argumentam que essas garantias são fornecidas devido às pressões

exercidas pelas empresas e pelos financiadores dos projetos. Para Tirole (1997), quando o risco de superestimação da demanda não é assumido pelo poder concedente, seja por meio de garantias explícitas (oferecimento de garantias de tráfego/receita mínimos) ou implícitos (quando o poder concedente se expõe à renegociação), é possível que o concessionário tenha dificuldade de encontrar financiamento.

#### 4.2.1.2. *Maior exposição a renegociações oportunísticas*

As incertezas intrínsecas às previsões de demanda determinam que existam probabilidades relativamente altas de ocorrerem renegociações entre o poder concedente e o concessionário. Os processos de renegociação têm como objetivo final garantir a rentabilidade do concessionário, de modo que as condições iniciais do contrato de concessão sejam convertidas em um sistema de regulação por taxa de retorno, o que traz consigo o principal inconveniente deste tipo de regulação: não existe incentivo para redução de custos. (DE RUS, ROMERO E TRUJILLO, 2000)

Para Engel, Fischer e Galetovic (1997b), os contratos de concessão são renegociados por que seus contratos têm como uma de suas características serem incompletos. Também, os autores apresentam diversas razões por que, nos casos de concessões de prazo fixo, as renegociações oportunísticas são mais prováveis.

Primeiro: a competição do processo licitatório leva a perdas dos concessionários em alguns cenários de demanda. Segundo: os contribuintes ou usuários não têm a possibilidade de estimar a transferência de riqueza ao concessionário, que geralmente ocorre como resultado de renegociações, o que torna os governantes menos suscetíveis a um desgaste político caso cedam às pressões do concessionário. Terceiro: concessões de prazo fixo incentivam a adoção de táticas de *low balling* por empresas com conexões políticas. Quarto: a falta de um critério objetivo facilita a expropriação da concessão sem uma compensação justa, ou a redução das tarifas cobradas para obter benefícios políticos pela argumentação de lucros excessivos obtidos pelo concessionário. (ENGEL, FISCHER E GALETOVIC, 1997b)

#### 4.2.1.3. *Seleção de concessionários menos eficientes*

Uma segunda imperfeição, identificada por Engel, Fischer e Galetovic (1996) e sustentada também por Tirole (1997), está relacionada à possibilidade de que a proposta vencedora não

seja aquela apresentada pela licitante mais eficiente, mas sim, por aquele que for mais otimista com relação à demanda futura, o que pode causar um problema de maldição do vencedor. Além das firmas mais otimistas, outro fato que gera os mesmos resultados quanto à seleção de concessionários que não o mais eficiente é a ocorrência de *low balling* por parte de alguns licitantes.

Nombela e De Rus (2004) demonstram que os modelos de concessão utilizados usualmente não extraem os melhores resultados em um processo licitatório. As razões para tanto são o prazo de concessão ser fixo e as incertezas relativas aos níveis de tráfego futuro. Ambos os fatores tendem a favorecer a seleção de empresas ineficientes.

Nos casos em que o vencedor de um processo de licitação para concessão de infra-estrutura viária é uma empresa com maior expectativa de tráfego, a probabilidade de quebra da empresa (ou da necessidade de renegociação) será maior do que a que ocorreria se a empresa selecionada fosse a mais eficiente. O contribuinte acaba assumindo esse risco, induzido pelo processo de licitação. (NOMBELA E DE RUS, 2004)

#### *4.2.1.4. Possibilidade de desperdícios econômicos*

Tirole (1997) expõe que licitações de prazo fixo estimulam os licitantes a investirem consideráveis recursos em estudos de previsão de demanda. Assim, é provável que as empresas invistam demasiadamente nesta informação e, em alguns casos, acabem duplicando esforços para obter uma mesma informação.

#### *4.2.1.5. Dificuldade de executar modificações nos contratos*

O terceiro problema descrito por Engel, Fischer e Galetovic (1996) reside na dificuldade em modificar os contratos de concessão de prazo fixo. Ao longo do prazo de concessão algumas modificações podem ser necessárias para melhorar o bem estar social (ENGEL, FISCHER E GALETOVIC, 1997c). Como exemplo pode-se citar a necessidade de ampliação da capacidade de uma rodovia motivada por um grande aumento no tráfego.

Nombela e De Rus (2004) expõem que, negociações realizadas em contratos com prazo de concessão fixo são geralmente demoradas e complexas por envolverem a necessidade de avaliações dos custos do concessionário e dos lucros do concessionário. Engel, Fischer e

Galetovic (1997c) expõem que, na ocorrência de negociações, o concessionário possui incentivos para exagerar suas projeções de receitas futuras. Por outro lado, também não é aconselhável entregar ao poder concedente/regulador a decisão sobre qual a compensação adequada, pois isto pode levar a decisões discricionárias que podem vir a ser equivalentes à própria expropriação da concessão.

A inflexibilidade dos contratos pode ser especialmente problemática para concessões de infra-estruturas urbanas, pois estas infra-estruturas estão mais sujeitas a sofrerem congestionamentos em determinados horários. Para contornar esse problema podem ser necessárias ações de aumento de tarifa nos horários de pico, de forma a aliviar o congestionamento. Entretanto, Engel, Fischer e Galetovic (1997c) expõem que é praticamente impossível prever os congestionamento em um horizonte de tempo longo. Estas previsões seriam necessárias para evitar renegociações futuras em concessões de prazo fixo.

#### **4.2.2. *Garantias e Repartição de Receitas Excedentes***

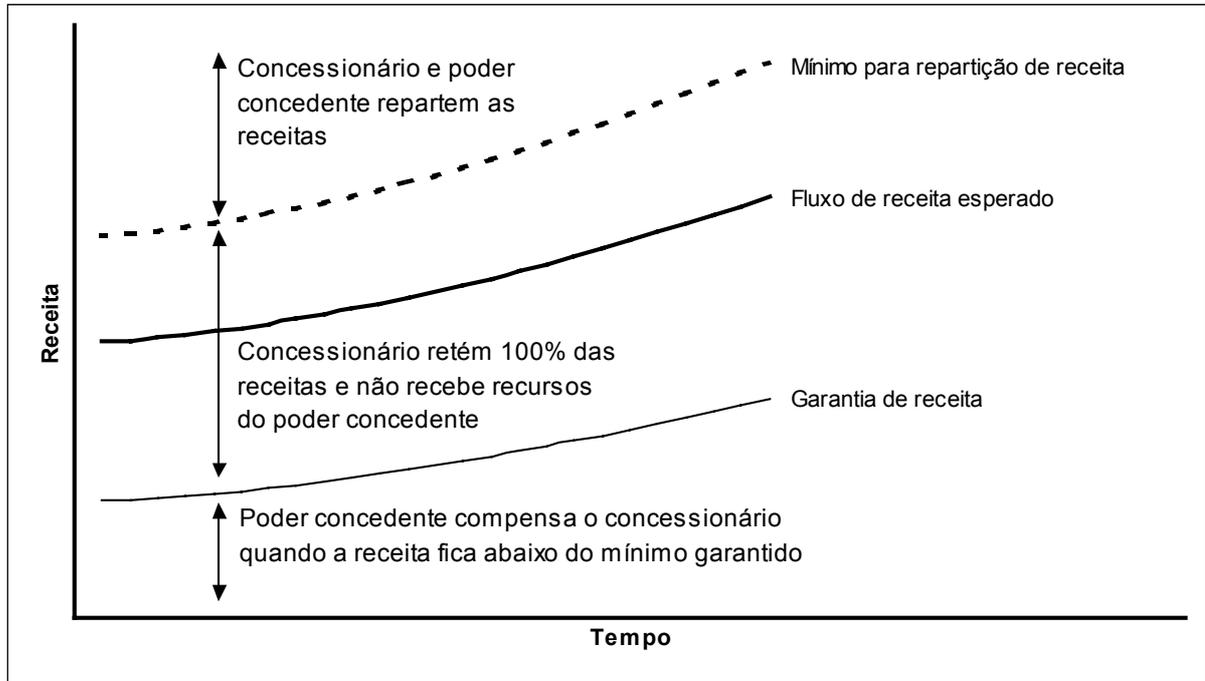
Uma forma comum de contornar os problemas trazidos pela incerteza do tráfego nas concessões é oferecer ao concessionário garantias de tráfego ou receitas mínimas, pela qual o poder concedente compensa a concessionária com recursos, se o tráfego (ou receita) cai abaixo de um nível mínimo. Tipicamente, o tráfego (ou receitas) mínimo é limitado abaixo do volume esperado, de forma a reduzir a exposição do governo, mas sendo suficiente para cobrir as dívidas do empreendimento (Fishbein e Babbar, 1996).

Em contrapartida, uma vez que os riscos de perda do concessionário estão sendo compartilhados, o poder concedente pode considerar a possibilidade de compartilhar ganhos excessivos, estabelecendo um teto acima do qual a concessionária compartilha os ganhos com o poder concedente (Fishbein e Babbar, 1996).

O valor mínimo garantido é geralmente situado na faixa de 70 a 90% do tráfego previsto. Por outro lado, caso o tráfego supere os valores previstos acima de um determinado patamar, o concessionário deve repassar ao poder concedente uma participação sobre o ganho excessivo, que pode ser de 30 a 50%. O ganho excessivo considerado é a receita acima do patamar superior estabelecido (ESTACHE, ROMERO E STRONG, 2000a).

A figura 4.1 apresenta um gráfico representando os limites definidos pelas garantias e pelo patamar a partir do qual as receitas passam a ser repartidas com o poder concedente.

**Figura 4.1 – Delimitação dos limites mínimos garantidos e para a repartição de receitas.**



Fonte: Baseado em Fishbein e Babbar (1996).

A utilização de garantias relativas ao tráfego ou receitas, bem como os mecanismos de repartição dos ganhos excessivos, buscam a redução da variância dos resultados da concessão. A figura 4.2 exemplifica o que ocorre nos resultados, supondo que os valores esperados para o tráfego (ou receitas) sejam expressos na forma de uma distribuição de probabilidades. A garantia de tráfego mínimo trunca a distribuição de probabilidades ao assumir que qualquer valor abaixo de um patamar seja igual ao valor mínimo garantido. O mesmo ocorre com os valores altos, quando as receitas são repartidas com o poder concedente.

Um problema enfrentado com a utilização de garantias de tráfego pode ser a necessidade de compensar os concessionários em épocas recessivas, o que poderia fazer com que o Estado tenha agravado seus problemas fiscais, característicos de períodos de contração econômica (ENGEL, FISCHER E GLATOVIC, 1996). Engel, Fischer e Galetovic (1997b) argumentam ainda que, além dos problemas fiscais, uma das maiores virtudes das concessões à iniciativa privada é a redução da ocorrência de “elefantes-brancos”.

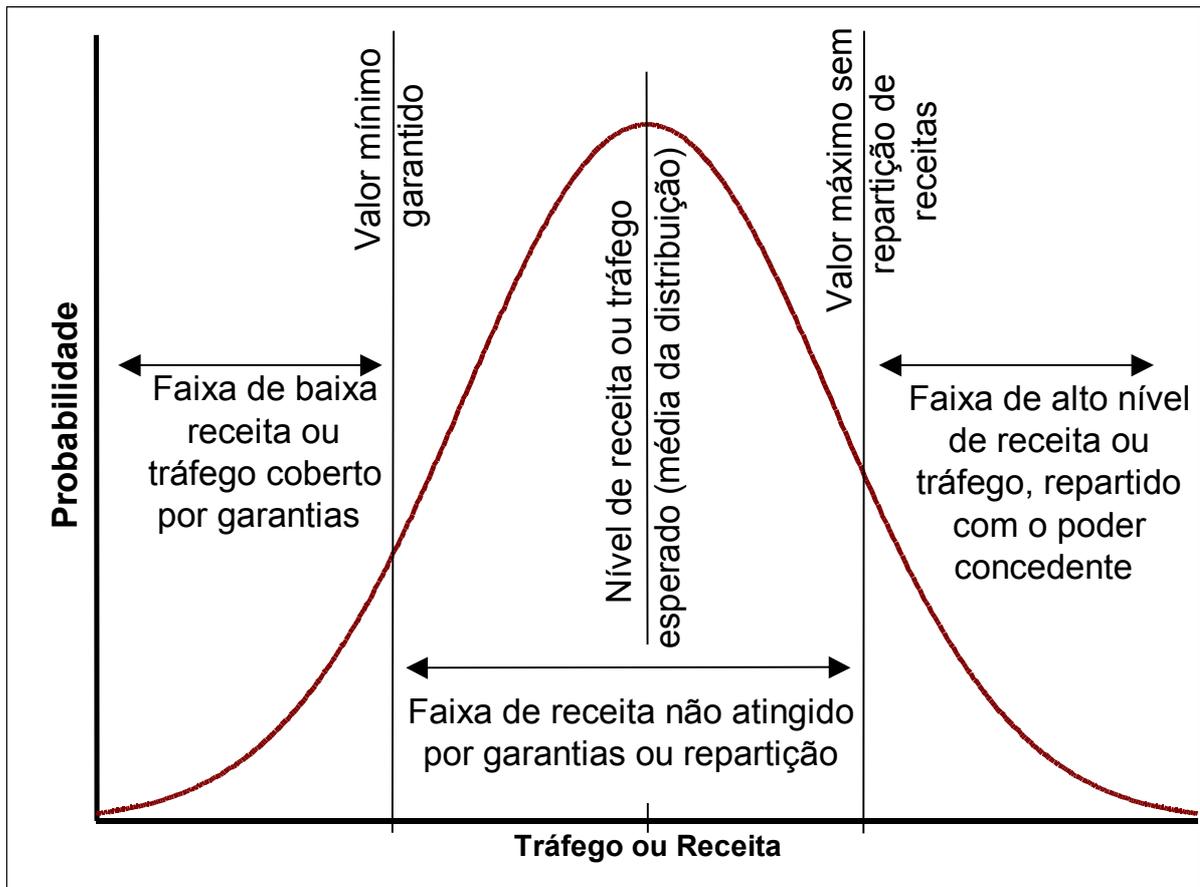
Guash, Laffont e Straub (2002) encontraram evidências que o uso de garantias pode, inclusive, ter levado a um aumento na probabilidade de renegociação dos contratos. Isto ocorre pela redução dos incentivos aos concessionários agirem eficientemente e/ou encorajando propostas estrategicamente irrealis. Além disso, as garantias tornam possível a realização de projetos não justificáveis socialmente.

Para Engel, Fischer e Galetovic (1997c), o teste de mercado, que vem a ser a definição do interesse das empresas em participar das licitações, permite filtrar os projetos que são originados por pressões de grupos de interesse. Se um projeto não é viável e os concessionários têm sua receita assegurada, o teste de mercado é menos eficiente e, em alguns casos, inexistente.

Ao oferecerem garantias de tráfego ou receita aos concessionários, cria-se um problema de perigo moral (ENGEL, FISCHER E GLATOVIC, 1997b). O concessionário, ao ter proteção contra quedas na receita, pode se ver tentado a investir menos na concessão, uma vez que o impacto dessas ações seria uma queda no volume de tráfego, para a qual este estaria garantido.

No Chile, em diversas concessões realizadas a partir de 1992, foram oferecidas garantias aos concessionários. Nas primeiras concessões (túnel El Melon, 1992, e da rodovia La Madera, 1994), foram oferecidas garantias de tráfego mínimo para os concessionários. Nas concessões subseqüentes (que possuem prazo de concessão fixo) foram oferecidas garantias na forma de receitas, evitando que eventuais alterações na composição do tráfego afetassem a garantia oferecida ao concessionário. Em todos os casos, foram definidos patamares de tráfego (ou receita) mínimo garantido, suficiente para cobrir o equivalente a 70% dos custos oficiais estimados para todo o período de concessão. Este valor foi estabelecido com base na estrutura financeira das concessões, onde 70% dos recursos investidos eram provenientes de empréstimos (GÓMEZ-LOBO E HINOJOSA, 2000).

**Figura 4.2 – Efeito de garantias e/ou repartição de receitas sobre os resultados.**



Fonte: Baseado em Gómez-Lobo e Hinojosa (2000).

Além de definir um valor mínimo garantido, para toda a concessão, é possível utilizar garantias diferenciadas ao longo do prazo de contrato. Assim, podem ser estabelecidos valores mais altos para garantias nos primeiros anos de concessão e valores menores nos anos seguintes. Esta diferenciação pode auxiliar na redução de problemas de fluxo de caixa para o concessionário. Gómez-Lobo e Hinojosa (2000) relatam que esta opção também foi utilizada nas concessões realizadas no Chile, exceto na concessão do túnel El Melon. Foi oferecida aos licitantes a possibilidade de definir as garantias anuais de tráfego, desde que o total garantido não ultrapassasse o patamar de 70% dos custos da concessão. Assim, as propostas deveriam apresentar as garantias anuais demandadas, sujeitas a:

$$\sum_{t=1}^T \frac{RMG_t}{(1+\rho)^t} = 0,70 \times (I + CO + CM) \quad (6)$$

Onde:

$RMG_t$  – Receita mínima garantida para o ano  $t$ ;

$\rho$  – Taxa de desconto utilizada, definida nos documentos da licitação;

$(I + CO + CM)$  – Valor presente dos Investimentos, Custos Operacionais e Custos de Manutenção para todo o prazo de concessão;

$t$  – Ano de concessão.

Caso as receitas de um determinado ano fiquem aquém do mínimo pactuado em contrato, o poder concedente paga ao concessionário a diferença de receita.

Em contrapartida à garantia de receitas mínimas, a concessionária deve repassar ao poder concedente parte das receitas obtidas com tráfegos acima de um determinado nível. Esta regra é válida quando os ganhos acumulados fiquem acima de um limite superior máximo, estabelecido durante o processo licitatório.

No caso das concessões chilenas, o patamar limite superior máximo é estabelecido no nível em que a taxa de retorno do capital investido no projeto fosse igual a 15%. Este valor é estimado com base no nível de investimento e de custos da época da licitação (GÓMEZ-LOBO E HINOJOSA, 2000).

As receitas passam a ser repartidas quando a seguinte condição é atingida:

$$\sum_{i=1}^m \frac{IN_i}{(1 + \rho)^{i-1}} = RSTL \quad (7)$$

Onde:

$IN_i$  – Receita auferida no mês  $i$ ;

$\rho$  – Taxa de desconto utilizada, definida nos documentos da licitação (1,17149% a.m. ou 15% a.a., para o caso chileno);

$RSTL$  – Patamar de receita limite superior máximo estabelecido antes da licitação;

$i$  – mês da concessão.

A partir do mês em que esta condição é atingida, a concessionária deve repassar ao poder concedente 50% da receita auferida a cada mês.

#### **4.2.3. *Shadow-Toll***

Uma forma de participação/contribuição do poder concedente na concessão rodoviária é o uso de uma política de *shadow tolls*. Fishbein e Babbar (1996) explicam que, neste sistema, o poder concedente contribui com um pagamento anual ao concessionário pelo número de veículos que trafegam na rodovia. Entretanto, diferentemente do que ocorre com as garantias, essa política não oferece aos investidores uma proteção contra as variações no tráfego da rodovia.

As contribuições do poder concedente são maiores quando o volume de tráfego é alto e menores quando o tráfego é baixo. O oferecido pelo poder concedente pode ser insuficiente quando o tráfego fica abaixo das expectativas (FISHBEIN E BABBAR, 1996). Assim, *shadow toll* não deve ser confundido com garantias de tráfego e/ou receita, uma vez que não reduzem o risco associado a esse(s) fatores. Este sistema é, na definição de Estache e Strong (2000), uma forma de prover subsídios aos usuários.

#### **4.3. Concessão de Rodovias com Duração dos Contratos Variável**

Além do oferecimento de garantias, outras alternativas foram propostas, buscando reduzir o risco de tráfego pela adoção de mecanismos de endogenização do prazo de concessão. Estes modelos utilizam prazo de concessão variável, que expira quando algum controle atinge níveis estabelecidos no processo de concessão (o valor presente das receitas de pedágio ou o valor presente descontado dos custos operacionais). Gómez-Lobo e Hinojosa (2000) apresentam como primeiras experiências com concessões de prazo variável aquelas realizadas nas concessões das pontes Severn Trent e Dartford, no Reino Unido, na década de 1980.

A partir da experiência chilena com concessões de rodovias e aeroportos, Eduardo Engel, Ronald Fischer e Alexander Galetovic desenvolveram um mecanismo de licitação que busca minimizar os efeitos causados pelas incertezas relativas à demanda. A principal diferença com relação aos modelos de prazo fixo é que o prazo de concessão passa a ser corrigido de acordo com as variações da demanda.

Posteriormente, a partir de 1999, Gustavo Nombela e Ginés de Rus apresentaram estudos propondo um novo mecanismo de licitação com prazo de concessão variável. Neste novo mecanismo proposto, as empresas licitantes devem fazer propostas contendo os custos anuais de manutenção e operação além do valor presente das receitas descontadas dos custos de manutenção e operação. A proposta vencedora será aquela que apresentar os menores custos totais esperados para todo o período de concessão (investimentos em construção, melhorias, etc., além dos custos operacionais e de manutenção).

#### **4.3.1. Vantagens**

Os mecanismos de prazo variável trazem algumas vantagens importantes para as concessões rodoviárias. Estes benefícios estão relacionados não somente à redução do risco de tráfego, mas também à forma de estruturação dos processos licitatórios e dos contratos de concessão. Em geral, os benefícios apresentados foram levantados em discussões sobre o modelo de prazo variável proposto por Engel, Fischer e Galetovic. Contudo, em sua grande maioria, os benefícios podem ser aplicados também para o modelo desenvolvidos por Gustavo Nombela e Ginés de Rus.

##### *4.3.1.1. Redução do risco de tráfego alocada aos concessionários*

O principal ponto positivo das concessões de prazo variável está na redução dos efeitos causados por uma estimativa equivocada da demanda, uma vez que o prazo de concessão é aumentado ou reduzido de forma a corrigir quedas ou aumentos no tráfego da concessão. Engel, Fischer e Galetovic (1997c) expõem que, ao realizar estas modificações, o concessionário tem a possibilidade de recuperar seu investimento e obter lucros normais com a concessão. Engel, Fischer e Galetovic (2002) lembram que, mesmo que o projeto nunca venha a levantar receitas suficientes para igualar o valor presente apresentado na proposta do concessionário, as receitas do projeto seriam maiores do que aquelas obtidas em uma concessão de prazo fixo.

A redução dos efeitos das incertezas quanto a demanda reduz a necessidade de garantias por parte do poder concedente (ENGEL, FISCHER E GALETOVIC, 1996, 1997a, 1997b, 1997c; NOMBELA E DE RUS, 2001, 2003, 2004; IZQUIERDO E VASALLO, 2002a). Tirole (1997) argumenta que o uso de prazos de concessão variável nas concessões rodoviárias

poderia facilitar financiamentos com base em *project finance*, caso não haja garantias de tráfego mínimo.

Ambos os modelos de concessão com prazo de concessão variável propostos até o momento, reduzem o risco de tráfego enfrentado pelos concessionários mas não eliminam por completo o risco da concessão. Engel, Fischer e Galetovic (1997c) argumentam que o risco total da concessão só seria eliminado se a licitação fosse realizada pelo menor valor presente do lucro líquido e o tráfego variasse de acordo com variações neste indicador.

Dado que o risco total assumido pelo concessionário é menor, o prêmio pelo risco requerido também tende a ser menor. Com um menor prêmio pelo risco, é esperado que o valor das tarifas a ser pagas pelos usuários seja menor (ENGEL, FISCHER E GALETOVIC, 1997c).

Pires e Giambiagi (2000) argumentam que o uso de mecanismos de concessão com prazo variável são particularmente importantes em novos projetos de infra-estrutura viária, também denominados *greenfield projects*, onde as incertezas relacionadas ao tráfego são maiores que em infra-estruturas pré-existentes.

Engel, Fischer e Galetovic (1997b) lembram que concessões de rodovias podem ser viáveis financeiramente mesmo que o crescimento do tráfego venha a ser menor que o esperado. Os autores expõem que o alongamento do prazo de concessão, possibilitado por mecanismos de prazo variável como o LPVR, tira vantagem deste fato.

#### 4.3.1.2. *Seleção de licitantes mais eficientes*

Nombela e De Rus (2004) argumentam que por não serem necessárias estimativas de tráfego para a apresentação de suas propostas, o problema de seleção de empresas otimistas é resolvido. Para Tirole (1997), uma vez que as licitações se tornam muito menos sensíveis à informação da demanda, se voltam mais para o controle de custos. Dessa forma, é mais provável que o processo de licitação venha a selecionar a empresa mais eficiente.

#### 4.3.1.3. *Redução de desperdícios econômicos*

O fato do risco de demanda ser reduzido, torna menos importante os estudos de demanda prévios. Os estudos de demanda seriam mais focados na definição da viabilidade dos projetos.

Assim, espera-se que sejam reduzidos os desperdícios de recursos com a coleta excessiva de informações sobre o tráfego (TIROLE, 1997).

#### *4.3.1.4. Menor probabilidade de renegociação*

Outro ponto ressaltado por Engel, Fischer e Galetovic (1996) e Nombela e De Rus (2004) é a menor probabilidade de renegociações do contrato. Os sistemas de prazo variável desincentivam ofertas artificialmente baixas, uma vez que na ocorrência de uma renegociação o poder concedente pode facilmente calcular a compensação à que o concessionário teria direito. O beneficiário, neste caso, não é somente o poder concedente, mas também as empresas eficientes na construção e operação de rodovias que não possuem poder de mercado para renegociar os contratos de forma vantajosa.

Engel, Fischer e Galetovic (1997b) expõem que os problemas causados por contratos incompletos também são reduzidos. Isto se deve ao fato de que grandes perdas (que incentivam os concessionários a pedirem renegociação) e grandes lucros (que incentivam o poder concedente a alterar os contratos com objetivo de conter lucros excessivos) são menos prováveis. Ainda, a alteração de tarifas em contratos de prazo variável teria como resultado a alteração dos prazos de concessão, diretamente, e as alterações no prazo de concessão seriam impossíveis por definição.

#### *4.3.1.5. Flexibilidade dos contratos*

Outro ponto levantado por Engel, Fischer e Galetovic (1996) e Nombela e De Rus (2004) é a possibilidade de modificar os contratos de forma justa e muito mais simples que nos contratos de prazo fixo. Segundo Engel, Fischer e Galetovic (1997b), em alguns casos, modificações dos contratos podem ser socialmente desejáveis. A mesma facilidade de calcular a compensação ao concessionário que influencia na redução de probabilidade de renegociação é útil neste caso. Caso sejam necessárias ampliações de capacidade, o poder concedente pode terminar um concessão em andamento e realizar uma nova concessão do mesmo trecho, mas com as alterações de projeto incluídas. O concessionário que tem sua concessão terminada é compensado pela receita ainda não obtida com a concessão.

#### 4.3.1.6. *Definição de tarifas*

Concessões de prazo variável permitem separar o problema do financiamento da concessão do problema de definição de tarifas. Engel, Fischer e Galetovic (1997c) descrevem esta separação expondo que o financiamento da concessão depende somente da receita solicitada pelo concessionário no processo licitatório. Definida a receita a ser obtida, o poder concedente/regulador pode modificar o valor dos pedágios com a finalidade de obter o pedágio ótimo para os distintos níveis de tráfego.

Nombela e De Rus (2004) argumentam que devido ao uso de mecanismos de prazo variável, o poder concedente estaria apto a alterar tarifas, possibilitando a implantação de políticas de tarifa racionais, aumentando a tarifa quando o tráfego aumenta e reduzindo caso a demanda caia. Os efeitos seriam relativamente menores do que aqueles que poderiam ocorrer em concessões de prazo fixo. A compensação é feita diretamente, com variações no prazo de concessão, uma vez que a receita total da concessão é o parâmetro de controle para o seu término.

Outro ponto importante relacionado a definição de tarifas é o fato dos modelos de prazo variável possibilitarem um menor desgaste político quando os valores de pedágio são alterados para que sejam adequados ao valor socialmente ótimo. Se a opção for por aumentar o valor das tarifas, o prazo de concessão seria reduzido, facilitando as justificativas junto aos usuários (ENGEL, FISCHER E GALETOVIC, 1997c).

#### 4.3.1.7. *Redução do risco dos investidores de capital*

A utilização de prazos de concessão pode trazer uma vantagem adicional, mesmo quando são utilizadas garantias mínimas de tráfego. Engel, Fischer e Galetovic (1997a) demonstram com a suposição de uma concessão financiada com 80% de recursos provenientes de dívidas e 20% de capital, onde o poder concedente oferece garantia aos 80% relativos à dívida. Caso a concessão seja de prazo fixo, os aportadores de capital enfrentam um risco muito grande, uma vez que, em cenários de baixa demanda, podem perder todos os recursos investidos. Em contrapartida, em concessões de prazo variável, não enfrentam risco nenhum a não ser a o fato de não saberem quando recuperarão seus investimentos. Esta incerteza tende a ser mais atrativa do que ter a possibilidade de perder todo seu investimento. O menor risco enfrentado

por aportadores de capital tende a se traduzir em um menor prêmio pelo risco, conseqüentemente um menor custo de capital.

#### *4.3.1.8. Simplicidade*

Uma propriedade desejável, tanto dos contratos como do processo licitatório, é que estes sejam simples (ENGEL, FISCHER E GALETOVIC, 1999). Mecanismos de concessão simples possuem várias vantagens. Primeiro: são mais fáceis de analisar, tanto para quem estrutura o processo licitatório como para os licitantes. Segundo: quanto mais complexo o processo licitatório, mais provável que a ocorrência de incoerências, o que dificulta a análise dos licitantes e abre espaço para renegociações futuras. Por fim, a complexidade dos contratos firmados impede que o público entenda os princípios básicos da concessão (ENGEL, FISCHER E GALETOVIC, 1997c).

#### *4.3.1.9. Menor necessidade de informação*

Engel, Fischer e Galetovic (1996) e Engel, Fischer e Galetovic (1997c) apresentam ainda uma outra vantagem adicional. O regulador pode verificar o cumprimento do contrato monitorando ou o fluxo de tráfego ou a qualidade da rodovia. Não é necessário que o regulador averigüe os custos efetivos do concessionário. A necessidade de informação é menor que a que demandam outros mecanismos utilizados.

### **4.3.2. Problemas**

Os mecanismos de prazo variável não estão imunes a problemas. Alguns deles são decorrentes da variabilidade do prazo de concessão; entretanto, são comuns aos contratos de prazo fixo.

#### *4.3.2.1. Transferência do risco de tráfego para os usuários futuros*

Engel, Fischer e Galetovic (1997b) argumentam que, uma vez que os valores de tarifa pagos pelos usuários são os mesmos, independentemente do nível de tráfego, estes não estariam expostos ao risco de tráfego. Assim, as licitações para concessão com prazo variável seriam responsáveis pela eliminação do risco de tráfego.

Entretanto, esta eliminação é discutível. Nombela e De Rus (2004) argumentam que, enquanto os contribuintes e o concessionário ficam isolados dos efeitos da variação na demanda, o risco de tráfego é alocado aos usuários da infra-estrutura concedida. O risco de tráfego não é assumido pelos usuários na forma de variações nas tarifas, mas na exposição destes a um prazo de concessão não definido. Se a opção após o término da concessão for por uma nova concessão, com tarifas menores, ou a eliminação da cobrança, em situações de baixa demanda a extensão do prazo implica um período maior de tempo em que os usuários pagarão a mesma tarifa.

#### 4.3.2.2. *Dificuldade relativa aos contratos de dívida*

O fato do prazo de concessão ser variável pode complicar os contratos de dívida entre a empresa concessionária e seus credores (IZQUIERDO E VASSALLO, 2002a). Da mesma forma, os custos financeiros podem ser maiores (ENGEL, FISCHER E GALETOVIC, 1996).

Nombela e De Rus (2001) argumentam que, devido às concessões de rodovias serem projetos que podem demandar grandes investimentos, o período para recuperação dos investimentos pode ser grande. Mesmo que ao término da concessão o concessionário tenha obtido toda receita prevista, é possível que ocorram problemas de fluxo de caixa em períodos intermediários, o que pode influenciar na capacidade de pagar as dívidas da contraídas.

Klein (1997) expõe que os contratos de dívida com vencimentos fixos podem não ser adequados para empresas com fluxo de caixa altamente incerto e uma concessão com prazo de concessão variável. Vassallo (2002) argumenta que os recursos obtidos junto com instituições financeiras possuem calendários de amortização pré-estabelecidos e muito rígidos devido ao ajuste necessário entre os passivos e ativos dessas instituições. Assim, os financiadores buscam um fluxo de caixa que cubra os serviços da dívida dentro dos cronogramas acertados. Isto poderia comprometer projetos com alavancagem alta, como ocorre geralmente em concessões rodoviárias, onde são comuns relações de 70/30 entre dívidas e capital de investimento.

Nombela e De Rus (2001) colocam como condição necessária para um bom desempenho das concessões de prazo variável a existência de um mercado de capitais desenvolvido. Este

requisito possibilitaria o acesso da concessionária a empréstimo ponte (*bridge loans*), de forma a cobrir eventuais problemas de fluxo de caixa.

Para contestar estas afirmações, Engel, Fischer e Galetovic (1997a) apresentam o exemplo da ponte sobre o Rio Tamisa, no condado de Essex. Esta ponte foi concedida segundo um modelo de prazo variável, tendo entrado em operação no ano de 1991. O projeto foi financiado com £ 1.000 de capital e £ 190.000.00,00 em dívidas, o que torna a razão entre dívida e capital de quase 100/0.

Engel, Fischer e Galetovic (1997a) ressaltam que, a segurança dos financiadores de dívida a respeito dos fluxos de caixa não dependem do esquema de licitação. Sua afirmação se baseia na prioridade que estes financiadores possuem entre os credores de um projeto. Assim, o que os financiadores recebem em cenários adversos é igual ao total arrecadado, e este montante depende da demanda na rodovia e não do esquema de licitação utilizado.

#### 4.3.2.3. *Taxa de desconto utilizada*

A taxa de desconto utilizada nos projetos deve ser muito bem dimensionada. Engel, Fischer e Galetovic (1996) expõem que se a taxa for muito alta, o concessionário pode se ver tentado a estender o prazo de concessão, o que pode ser realizado reduzindo-se a qualidade da concessão. Por outro lado, se a taxa for muito baixa, o concessionário pode ter interesse em renegociar o contrato, de forma que receba o restante de receita que lhe caberia até o final do contrato, descontada a uma taxa abaixo da de mercado.

Tirole (1997) argumenta que, embora deva haver uma atenção especial no dimensionamento da taxa de desconto, este não deve ser um grande obstáculo. Esta afirmação está fundamentada na existência de vasta literatura relacionada sobre a determinação de taxas de retorno justas para empresas de serviços públicos em países anglo-saxões, no contexto de regulação sobre os custos do serviço. Para ele, os princípios aplicados nestes casos são plenamente satisfatórios economicamente, o que pode servir de inspiração para sua aplicação em concessões de prazo variável.

Outro problema pode ocorrer quando a taxa de juros da dívida é fixa. Ao concessionário convém antecipar o pagamento de suas dívidas quando a taxa de juros do mercado baixa, mas

não quando ocorre o inverso. Assim, os credores perdem quando as taxas caem, mas não ganham quando estas sobem (ENGEL, FISCHER E GALETOVIC, 1996).

Duas soluções são propostas por Engel, Fischer e Galetovic (1996). A primeira é atrelar o pagamento da dívida aos fluxos de tráfego (receita). Assim, o concessionário só poderia antecipar os pagamentos quando sua receita justificar, e não poderia realizá-lo quando cair a taxa de juros do mercado. A segunda solução proposta é que a dívida seja pactuada a uma taxa variável. Assim, se a taxa de juros de mercado aumenta, a taxa a qual as receitas são descontadas também é aumentada, e o prazo de concessão deve ser aumentado para realizar compensação.

Klein (1997) levanta outro ponto importante relacionado à taxa de desconto. A extensão do prazo de concessão, pela utilização de um mecanismo de menor valor presente de receitas, é de pouca utilidade em cenários onde as taxas de desconto sejam altas, o que ocorre no caso de concessões rodoviárias, que apresentam taxas que oscilam entre 10% e 15%.

O valor presente das receitas de anos distantes dos primeiros anos de concessão, descontados com taxas de retorno altas, passa a ter pequeno valor. Isto é facilmente comprovado se considerarmos o valor presente das receitas descontadas à taxa de 16%, por exemplo. Neste cenário, o valor presente da receita do 25º ano representa um valor inferior a 2,5% de seu valor corrente.

Engel, Fischer e Galetovic (1997a) recordam que as taxas de desconto utilizadas pelos licitantes para avaliar os projetos variam conforme o risco que devem enfrentar. Para eles, com a redução de risco a ser obtida com a utilização de modelos de prazo variável, é esperado que as taxas utilizadas sejam menores. Engel, Fischer e Galetovic (1996, 1998, 2001a e 2001b) apresentam os resultados do impacto esperados do modelo proposto por eles, onde inferem que as taxas de desconto poderiam cair entre 16 e 67%, com valor médio de 33%. Neste sentido, taxas situadas em uma faixa entre 10% e 15% cairiam para um patamar entre 7% e 12%.

O quadro 4.1 apresenta os resultados encontrados por Engel, Fischer e Galetovic, onde as economias com a utilização do mecanismo proposto pelos autores são dadas como percentual do investimento realizado na concessão. São apresentados diferentes valores, dependentes do

grau de aversão ao risco apresentado pelos licitantes e ao coeficiente de variação em torno de seu valor esperado que as receitas podem apresentar (CV).

**Quadro 4.1 – Economia como percentual do investimento na concessão.**

		Coeficiente de Aversão ao Risco				
		1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
<b>CV da Receita</b>	<b>0,05</b>	16,6 %	21,1 %	25,2 %	29,0 %	32,7 %
	<b>0,10</b>	18,4 %	23,5 %	28,2 %	32,6 %	36,8 %
	<b>0,15</b>	21,2 %	27,3 %	32,9 %	38,3 %	43,5 %
	<b>0,20</b>	24,8 %	32,2 %	39,1 %	45,8 %	52,5 %
	<b>0,25</b>	29,3 %	38,4 %	47,2 %	55,9 %	64,6 %

Fonte: Engel, Fischer e Galetovic (1996, 1998, 2001a e 2001b).

#### 4.3.2.4. *Limitação da rentabilidade do concessionário*

Os mecanismos de prazo variável limitam a rentabilidade máxima do concessionário ao terminar antecipadamente a concessão quando o negócio se mostrar melhor que o esperado. Engel, Fischer e Galetovic (1996) argumentam que a contrapartida se dá pela redução de grandes perdas e da possibilidade de quebra do concessionário.

#### 4.3.2.5. *Redução no esforço de comercialização*

As empresas concessionárias não são incentivadas a realizar esforços para que o tráfego na concessão seja maior que o previsto. Tirole (1997) argumenta que esta falta de incentivo leva a menos investimento e gastos operacionais, que poderiam elevar a demanda. Entretanto, o autor argumenta que a falta de incentivos tem um limite, o prazo de concessão não pode se estender infinitamente, o que leva a serem válidos os investimentos para o aumento da demanda.

#### 4.3.2.6. *Redução de qualidade da via*

Tirole (1997) entende que existe uma tendência maior de sub-investimento na qualidade da infra-estrutura em licitações de rodovias com prazo variável do que em concessões com prazo fixo. Este fato ocorreria principalmente nos últimos anos da concessão. A redução na demanda devido aos efeitos do menor investimento não seriam tão custosos para o

concessionário da rodovia, uma vez que, seriam recuperados com a extensão do prazo de concessão por mais algum período.

Para solucionar este problema, seria necessário que os contratos de concessão determinassem explicitamente os padrões de mínimos de qualidade a serem mantidos. Deve-se ter em mente as limitações da fixação *ex-ante* de padrões de qualidade decorrentes de melhorias de processos tecnológicos, do aparecimento de novos mecanismos de mercado e da própria dificuldade em estabelecer parâmetros objetivos de certos itens (TIROLE, 1997).

Engel, Fischer e Galetovic (1997c) destacam que os parâmetros de qualidade devem ser observáveis e facilmente verificáveis por terceiros e que as informações necessárias para verificar o cumprimento do contrato deve ser obtida independentemente do concessionário. O poder concedente e/ou regulador deve aproveitar que os usuários são aqueles que primeiro percebem quando um concessionário reduziu a qualidade do serviço, pois são eles que sofrem as conseqüências de buracos, sinalizações defeituosas, demoras de atendimento, etc. Neste sentido, seria necessário o desenvolvimento de mecanismos que facilitem a expressão dos usuários e a verificação da coerência de reclamações.

A redução de qualidade pode ser utilizada como forma de aumentar os ganhos da concessionária. A diminuição na qualidade se assemelha, de certa forma, a um aumento do valor das tarifas cobradas dos usuários. Entretanto, se não forem estabelecidos os padrões de qualidade, este aumento de preço não estaria restringido contratualmente. (TIROLE, 1997)

Para Engel, Fischer e Galetovic (1997c), embora concessões com prazo variável apresentem problemas relativos a qualidade da infra-estrutura, isto não é exclusividade de modelos deste tipo. Concessões com prazo fixo também podem enfrentar os mesmos problemas, principalmente quando são oferecidas garantias de receita mínima.

#### 4.3.2.7. *Organização da concessionária*

Para Izquierdo e Vassallo (2002a), de forma geral, as empresas concessionárias não se posicionam favoravelmente à utilização do mecanismo de licitação por menor valor presente das receitas. O motivo está relacionado com os problemas de organização da concessão e de

esquemas de financiamento e contratação, derivados da variação no prazo de concessão (recursos humanos, terceirização de serviços, etc.).

#### **4.3.3. LPVR – A Proposta de Engel, Fischer e Galetovic**

Embora concessões de prazo variável tenham sido realizadas no Reino Unido já no final da década de 1980, o primeiro modelo de concessão com prazo variável proposto academicamente e amplamente discutido foi desenvolvido por Eduardo Engel, Ronald Fischer e Alexander Galetovic, a partir de meados da década de 1990. Este mecanismo ficou conhecido pelo acrônimo LPVR (da denominação em inglês – Least Present Value of Revenues, ou, menor valor presente das receitas).

Basicamente, o mecanismo de licitação LPVR possui quatro pontos básicos (ENGEL, FISCHER E GALETOVIC, 1996):

- o poder concedente fixa o valor máximo da tarifa de pedágio que pode ser cobrado pelo concessionário;
- é vencedor da concessão o licitante que solicitar o menor valor presente das receitas provenientes da cobrança de pedágio;
- a concessão termina quando o valor presente das receitas de pedágio iguala o valor solicitado pelo licitante vencedor;
- a taxa de desconto utilizada deve ser uma boa estimativa da taxa de juros enfrentada pelos concessionários.

Engel, Fischer e Galetovic (1997c) apresentam algumas pequenas variações no modelo básico, de forma a utilizá-lo para concessões de infra-estruturas viárias urbanas. As alterações são realizadas nos valores de tarifa e na fixação de um prazo limite para a concessão. As sugestões são as seguintes:

- o poder concedente fixa o valor máximo e mínimo que o pedágio pode atingir em cada ano da concessão. Durante a concessão o poder concedente/regulador pode alterar o valor cobrado, dentro dos limites estabelecidos;
- no processo de concessão é estabelecido um prazo de duração máxima para a concessão;

- é vencedor da concessão o licitante que solicitar o menor valor presente das receitas provenientes da cobrança de pedágio;
- a concessão termina quando o valor presente das receitas de pedágio iguala o valor solicitado pelo licitante vencedor ou quando o prazo máximo de concessão é atingido;
- a taxa de desconto é fixada no edital de licitação e deve ser uma boa estimativa da taxa de desconto livre de risco não diversificável que enfrenta o concessionário.

Engel, Fischer e Galetovic (1997d) incluem ainda que o modelo deve estabelecer os padrões mínimos de qualidade, de forma que uma agência independente possa exercer coerção e/ou aplicar punições quando os níveis de qualidade estabelecidos não forem atingidos.

Embora exponham diversas desvantagens do uso de garantias em concessões com prazo de fixo, em artigos como Engel, Fischer e Galetovic (1997c) e Engel, Fischer e Galetovic (1997d), são tecidos comentários a respeito do uso de garantias em concessões com prazo variável. Segundo os autores, o uso de garantias seria justificado nos primeiros momentos de um programa de concessões, quando os primeiros concessionários geram conhecimento que será benéfico para os concessionários subseqüentes. Entretanto, assim que as informações a respeito das concessões forem geradas, as garantias devem ser removidas.

Por outro lado, alguns outros riscos não são reduzidos com a utilização de licitações por menor valor presente das receitas. O concessionário mantém os riscos relativos à construção, manutenção e operação da concessão. Os custos de operação e manutenção da rodovia aumentam com a extensão do prazo de concessão, e reduzem no caso de contração. Este fato gera um contra-incentivo à construção de “elefantes-brancos”. De forma a incrementar esse contra-incentivo, Engel, Fischer e Galetovic (1996) sugerem ainda a aplicação de prazo de concessão máximo, a partir do qual a concessão seja terminada, independentemente de o valor presente das receitas ter sido atingido.

Comentários sobre a possibilidade de limitação da rentabilidade dos concessionários em concessões com prazo variável foram realizados. Entretanto, Izquierdo e Vassallo (2002a) expõem que, para o caso de concessões do tipo LPVR isso pode não ser de toda verdade. O concessionário obterá um lucro maior quanto maior for o tráfego na rodovia, devido a apropriação da redução dos custos de manutenção e operação da via que teria se esta se estendesse por um período maior. Entretanto, os autores lembram que serão majorados os

custos de manutenção (em especial o pavimento) e operação dos anos em que o tráfego ficar acima do previsto.

#### *4.3.3.1. A experiência Chilena com o modelo LPVR*

A primeira aplicação do modelo LPVR em um processo licitatório ocorreu na concessão do trecho Santiago – Valparaíso – Viña del Mar, conhecida como Rota 68, no ano de 1998. Cinco empresas participaram da licitação, sendo que quatro empresas se qualificaram a apresentar propostas financeiras. O consórcio Rutas del Pacífico saiu vencedor do processo, com uma proposta de valor presente das receitas de US\$ 374 milhões, contra um custo de projeto, estimado pelo Ministério de Obras Públicas, de US\$ 379 milhões (ENGEL, FISCHER E GALETOVIC, 1999). Para Engel, Fischer e Galetovic (1998, 1999, 2001a e 2001b), uma possível explicação para o menor valor das receitas demandadas pelo consórcio vencedor é que a taxa de desconto utilizada pelo poder concedente é maior do que aquela utilizada pelas empresas, devido ao menor risco associado ao modelo de licitação utilizado.

Contudo, em 1999, mesmo após o sucesso da primeira licitação pelo modelo LPVR, a segunda experiência com o modelo não produziu os mesmos resultados. Durante o processo de licitação da concessão da Costanera Norte, via que cruza a cidade de Santiago, apenas uma empresa apresentou proposta financeira, das oito licitantes pré-qualificadas. Contudo, a proposta foi desclassificada em virtude das garantias apresentadas pelo licitante serem de valor inferior ao nível estabelecido nos documentos do processo de licitação (GÓMEZ-LOBO E HINOJOSA, 2000).

Alguns problemas foram importantes para a falha do processo. Os custos do projeto foram elevados de US\$ 180 milhões para US\$ 400 milhões devido a modificações nos projetos, principalmente por problemas ambientais e por pressões da população das áreas atingidas. Além disso, a concessão em uma área urbana foi usada como argumento para justificar que o projeto era de maior risco (ENGEL, FISCHER E GALETOVIC, 1999).

Os maiores riscos vão desde a existência de muitas vias concorrentes não pedagiadas até os grandes riscos de atrasos decorrentes de problemas ambientais e de grupos de pressão formados por moradores das regiões atingidas pela nova via. Além desses, a influência que o poder municipal poderia exercer sobre o tráfego também foi levantada como fator de risco.

Por fim, a cobrança eletrônica, sem a qual seria difícil implementar a concessão, demandaria maiores esforços no sentido de efetuar a cobrança dos usuários (ENGEL, FISCHER E GALETOVIC, 1999).

Um fato importante é que, nesta licitação, foram oferecidas garantias de tráfego mínimo de 80% dos custos estimados para o projeto. Também foram oferecidas garantias de que 85% das perdas decorrentes de falhas de pagamento eletrônico seriam cobertas. Mesmo com as garantias e a licitação por menor valor presente das receitas, os licitantes potenciais se retiraram do processo alegando que as garantias eram muito baixas. Entretanto, outra possível explicação para o fato de o processo ter sido falho é que o mecanismo de menor valor presente das receitas pode ter sido determinante na identificação de um elefante branco (ENGEL, FISCHER E GALETOVIC, 1999).

O desenvolvimento do modelo de Engel, Fischer e Galetovic tendo sido baseado na experiência chilena e sua utilização ter sido realizada neste mesmo país, faz com que alguns autores chamem este modelo de modelo chileno. Entretanto, a experiência chilena apresenta alguns outros mecanismos de redução de risco de tráfego, como as experiências com garantias de tráfego e receita mínimos, o que poderia causar confusão quando são estudados.

#### **4.3.4. *LPVNR – A Proposta de Nombela e De Rus***

O impacto que os custos de manutenção e operação da rodovia causam em concessões com prazo variável foi o ponto de partida para Gustavo Nombela e Ginés de Rus desenvolverem um modelo que contornasse os problemas do modelo de Engel, Fischer e Galetovic. Para Nombela e De Rus (2001), o mecanismo que desenvolveram, denominado pelo acrônimo LPVNR (do inglês – *Least Present Value of Net Revenues*, ou, menor valor presente das receitas líquidas) apresenta resultados melhores do que os obtidos em licitações do tipo LPNR.

Nombela e De Rus (2001) argumentam que os custos de operação e manutenção podem não ser desprezíveis como considerado no modelo LPVR. Nestes casos, o concessionário não seria indiferente às variações no prazo de concessão, uma vez que a extensão do prazo implica em maiores custos, reduzindo a lucratividade do projeto, podendo levar, em casos extremos, à necessidade de realizar uma renegociação do contrato.

Nombela e De Rus (2003) explica que dados empíricos indicam que os custos anuais de operação e manutenção são pequenos se comparados aos custos de construção da infraestrutura, mas não podem ser descartados quando avaliados para toda a vida da concessão. French Highway Directorate *apud* Nombela e De Rus (2003) expõe que, para concessões com prazo de 30-40 anos, o valor total de manutenção e operação da concessão é responsável por 25-30% de todo o custo do projeto.

A solução encontrada para solucionar o problema foi desenvolver um modelo de licitação onde informações relativas aos custos de operação e manutenção fossem requeridas. Segundo Nombela e De Rus (2003), este modelo melhora os resultados obtidos com licitações onde as propostas são apresentadas com somente uma dimensão de informação. Entretanto, os autores argumentam que essa modificação não faz com que o processo deixe de ser simples.

De forma a evitar que os licitantes tenham que utilizar previsões de tráfego para dimensionar suas propostas, o modelo proposto é baseado em propostas com duas dimensões de informação. Aos candidatos é solicitada a apresentação de envelopes selados contendo duas informações:

- receita total a ser obtida com a concessão, sem incluir as estimativas de custos de manutenção e operação da concessão; e
- custos médios anuais de manutenção e operação da infra-estrutura viária.

Nombela e De Rus (2003) explicam que o objetivo do primeiro valor é a determinação a duração do contrato, que é variável e depende dos níveis de tráfego, assim como nas concessões do tipo LPVR. O segundo valor tenta extrair informações sobre os custos de manutenção e operação da concessionária, ao garantir ao concessionário que este será compensado anualmente pelos custos declarados. Com os dados relativos ao tráfego anual, o poder concedente pode calcular a receita líquida obtida pelo concessionário durante o período. A concessão dura até que a seguinte condição é atingida:

$$\sum_{i=1}^T \frac{(R_i - E)}{(1 + \rho)^i} = B \quad (8)$$

Onde:

$R_i$  – Receita auferida no período de tempo  $i$ ;

$E$  – Custos médios anuais de manutenção e operação da infra-estrutura viária, apresentados durante o processo de licitação;

$B$  – Receita total a ser obtida com a concessão, sem incluir as estimativas de custos de manutenção e operação da concessão, apresentada durante o processo de licitação;

$\rho$  – Taxa de desconto utilizada;

$i$  – Período de tempo da concessão (em um contexto de tempo discreto, poderia ser mês ou ano, por exemplo).

O critério utilizado para selecionar o vencedor do processo licitatório é escolher o licitante com a menor expectativa de custos totais. Dado que será uma concessão com prazo variável, não é razoável estabelecer *ex-ante* a vida do contrato. Conseqüentemente, não é possível selecionar com absoluta certeza qual a melhor oferta em termos de custos totais. Pode-se pensar em duas alternativas. Primeiro, caso o prazo de concessão fosse conhecido (o que poderia ser realizado com a fixação do prazo *ex-ante*), o licitante poderia ser selecionado segundo a seguinte regra:

$$\min(B + T \times E) \quad (9)$$

Onde:

$B$  – Receita total a ser obtido com a concessão, sem incluir as estimativas de custos de manutenção e operação da concessão;

$E$  – Custos médios anuais de manutenção e operação da infra-estrutura viária;

$T$  – Prazo de concessão.

Na prática, o prazo é um parâmetro desconhecido durante o processo licitatório. Isto não impede que seja realizada a seleção de empresas com base na menor expectativas de custos. Para solucionar o problema do não conhecimento do prazo, pode-se utilizar uma faixa de possíveis durações para o contrato. Esta faixa seria anunciada no edital de licitação, de forma que as empresas saibam como suas propostas seriam avaliadas. Neste caso, o vencedor seria selecionado segundo o seguinte critério:

$$\min \left( B + \frac{1}{T_{m+1} - T_0} \sum_{t=T_0}^{T_m} tE \right) \quad (10)$$

Onde:

$B$  – Receita total a ser obtida com a concessão, sem incluir as estimativas de custos de manutenção e operação da concessão;

$E$  – Custos médios anuais de manutenção e operação da infra-estrutura viária;

$T_0$  – Prazo mínimo esperado para a concessão;

$T_m$  – Prazo máximo esperado para a concessão.

Para Nombela e De Rus (2003), dado que em concessões de prazo variável tornam-se desnecessárias renegociações dos contratos por causa de reduções na demanda, durante o processo licitação com o modelo LPVNR os licitantes não têm incentivos para oferecer propostas contendo custos menores do que os custos reais. Para justificar essa afirmação consideram-se os seguintes casos:

- No caso de um licitante usar uma estratégia onde a proposta de  $B$  (receita total a ser obtida com a concessão, sem incluir as estimativas de custos de manutenção e operação da concessão) fosse menor que o valor a ser investido na infra-estrutura (construção, por exemplo), o concessionário estaria colocando em perigo o equilíbrio financeiro da concessão;
- Um licitante poderia usar uma estratégia onde a proposta de  $B$  seja maior que o valor a ser investido na infra-estrutura, e a proposta de  $E$  (custos médios anuais de manutenção e operação da infra-estrutura viária) seja menor que aqueles a serem enfrentados realmente, na esperança de um término antecipado da concessão (tráfego com crescimento alto). Entretanto, o concessionário estaria assumindo o risco do crescimento do tráfego ser menor que sua expectativa, o que estenderia o prazo, trazendo prejuízos a ele;

Izquierdo e Vassallo (2002a) expõem que o fato de que diversas variáveis econômicas inter-relacionadas possam ser combinadas no processo de licitação pode levar os licitantes a combinar as variáveis de forma que cheguem a um valor diferente do que poderia ser considerado a combinação mais eficiente.

Um das características mais marcantes de licitações com o modelo LPVNR é que os licitantes não precisam estimar o tráfego para realizar suas propostas. Assim, é eliminada a tendência a seleção de um candidato otimista que ocorre nos tradicionais mecanismos de licitação de infra-estrutura viária. (NOMBELA E DE RUS, 2003)

Entretanto, no modelo proposto por Nombela e De Rus também são falhos os incentivos para manter e explorar a infra-estrutura viária concedida adequadamente. Para Izquierdo e Vassallo (2002a), em primeiro lugar, ao licitar a concessão com este mecanismo, os licitantes reduzirão os custos constantes de suas propostas ao máximo possível. Além disso, por uma questão de assimetria de informações, seria complicado para o poder concedente avaliar detalhadamente se os gastos previstos inicialmente serão empregados na manutenção da concessão e, caso forem, se serão empregados eficientemente. Este fato faz com que a regulação e fiscalização da qualidade sejam necessárias como em qualquer outro método de licitação.

#### **4.4. Limitações à Aplicação de Modelos de Concessão com Prazo Variável no Brasil**

De forma geral, a legislação aplicada a concessões de infra-estruturas viárias no Brasil está contida em diversos instrumentos, sendo os principais: Constituição da República, promulgada em 1988 e revisada por Emendas Constitucionais; Lei 8.666/93, também conhecida como Lei das Licitações; Lei 8.987/95, conhecida como Lei das Concessões; Lei 9.047/95, que estabelece normas para a outorga e prorrogação das concessões e permissões do serviço público e Lei 11.233/01, que reestrutura o quadro institucional de transportes no âmbito da administração federal e cria a Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT.

As concessões de rodovias no Brasil se caracterizam, em geral, por terem sido realizadas conforme os preceitos de competição pelo mercado, com risco de tráfego alocado aos concessionários e prazo de concessão fixa. A legislação específica para concessões de infra-estruturas viárias no Brasil não prevê a utilização de prazos de concessão variável em contratos. Pires e Giambiagi (2000) argumentam que, para implantação de modelos de prazo variável no Brasil, seriam necessárias alterações na legislação sobre o tema, dadas as limitações apresentadas principalmente pela Lei 8.987/95 quanto ao prazo e à forma de extinção das concessões.

#### **4.4.1. Prazo**

Pires e Giambiagi (2000) expõem que, segundo o direito brasileiro, é fundamental para a legalidade de um contrato que sejam estabelecidos seu início e término. A Constituição da República (BRASIL, 1988), em seu artigo 175, estabelece que a concessão e a permissão de serviços públicos deve ser regulamentada por lei que disporá sobre o regime das empresas concessionárias e permissionárias de serviços públicos, o caráter especial de seu contrato e de sua prorrogação, bem como as condições de caducidade, fiscalização e rescisão da concessão ou permissão.

Para Moraes (2002), a diferenciação entre permissão e concessão reside no fato do estabelecimento, em contrato, do prazo de validade que as concessões devem ter, enquanto as permissões possuem como característica a precariedade. Entretanto, este autor ressalta que em ambas as circunstâncias, a prestação de serviços públicos deve ser precedida de certame licitatório.

A Lei 8.666/93 (BRASIL, 1993), que regulamenta o artigo 175 da Constituição da República, em seu artigo 55, apresenta as cláusulas necessárias a todos contratos. Entre as cláusulas, no inciso IV, fica estabelecida a necessidade de inclusão, conforme transcrição do texto do inciso: “[...] os prazos de início das etapas de execução, de conclusão, de entrega, de observação e de recebimento definitivo, conforme o caso [...]”. Para Pires e Giambiagi (2000), este artigo impede que sejam estabelecidos contratos com prazo de vigência indeterminado.

Por sua vez, a Lei 8.987/95 (BRASIL, 1995), prevê, em seu artigo 2º, incisos I e II, que as concessões de serviço público, precedidas, ou não, da execução de obras, devem ter prazo determinado. Por sua vez, o artigo 18, inciso I, prevê que o edital de licitação deverá conter especificamente: “o objeto, metas e prazo da concessão”. Além disso, o artigo 23 estabelece que algumas cláusulas são essenciais, entre as quais, o inciso I estabelece aquelas relativas: “[...] ao objeto, a área e ao prazo de concessão [...]”. Pires e Giambiagi (2000) argumentam que sem estas cláusulas os contratos podem ser considerados nulos. Entretanto, embora estabeleça que as concessões devam ter um prazo definido, a Lei 8.987/95 não estabelece limites para este, ficando a cargo do poder concedente o seu estabelecimento.

#### 4.4.2. *Formas de extinção*

Além da definição dos prazos, necessária pelas razões supracitadas, existem também regras relativas à extinção dos contratos de concessão no Brasil. Em seu artigo 35, a Lei 8.987/95 prevê a extinção das concessões por:

“[...]

I – advento do termo contratual;

II – encampação;

III – caducidade;

IV – rescisão;

V – anulação; e

VI – falência ou extinção da empresa concessionária e falecimento ou incapacidade do titular, no caso de empresa individual.

[...]” (BRASIL, 1995)

Para Pires e Giambiagi (2000), somente as possibilidades de extinção da concessão por advento do termo contratual ou por encampação seriam adequadas para harmonizar a lei a possibilidade de antecipação do prazo final da concessão, embutida nas concessões com prazo variável.

A extinção natural, ou extinção por decorrência do termo contratual garante ao concessionário que, em condições normais, a concessão se estenderá até o término do prazo estabelecido no edital de licitação e no contrato. Por sua vez, a encampação possibilita ao poder concedente retomar a concessão por motivo de interesse público. Entretanto, no caso da extinção da concessão por encampação, o artigo 37 da Lei 8.987/95 estabelece que é necessária lei autorizativa específica e pagamento de indenização (BRASIL, 1995).

Para Pires e Giambiagi (2000), as exigências referentes ao interesse público e à indenização prévia não apresentam dificuldades para serem cumpridas. Os próprios modelos de prazo variável apresentados possuem metodologia para o cálculo de eventuais indenizações que vierem a ser necessárias. Contudo, cada encampação demandaria uma lei específica, como previsto.

#### **4.4.3. Critério de Seleção**

Outro ponto importante na legislação brasileira refere-se ao critério de seleção dos concessionários. Os critérios de julgamento de licitações para concessão não prevêm a possibilidade de utilização dos critérios propostos nos modelos de Engel, Fischer e Galetovic e de Nombela e De Rus. O artigo 15 da Lei 8.987/95, alterado pela Lei 9.648/98 (BRASIL, 1998a) prevê como critérios de julgamento da licitação:

“[...]

- I – o menor valor da tarifa do serviço público a ser prestado;
  - II – a maior oferta, nos casos de pagamento ao poder concedente pela outorga da concessão;
  - III – a combinação, dois a dois, dos critérios referidos nos incisos I, II e VII;
  - IV – melhor proposta técnica, com preço fixado no edital;
  - V – melhor proposta em razão da combinação dos critérios de menor valor da tarifa do serviço público a ser prestado com o de melhor técnica;
  - VI – melhor proposta em razão da combinação dos critérios de maior oferta pela outorga da concessão com o de melhor técnica; ou
  - VII – melhor oferta de pagamento pela outorga após qualificação de propostas técnicas.
- [...]”.

Uma avaliação deste artigo deve ser realizada segundo os preceitos jurídicos, de forma a verificar a necessidade de sua alteração para a utilização de modelos de prazo variável no Brasil.

#### **4.5. Considerações Finais do capítulo 4**

Concessões com prazo fixo possuem imperfeições, de diversos tipos. Estas imperfeições são fontes de problemas aos governos e concessionários de infra-estruturas rodoviárias. Em sua maior parte, estes problemas decorrem das incertezas associadas ao tráfego. A forma usual de minimizar os efeitos do risco de tráfego é a utilização de soluções baseadas em garantias, mas essas trazem outros problemas.

Em decorrência dos problemas apresentados por concessões de prazo fixo, novas alternativas foram buscadas, sendo que a utilização de mecanismos de concessão com prazo variável têm

sido discutidas desde a última década do século passado. Mecanismos como LPVR e LPVNR partem do princípio de maximização do bem estar social sujeito a uma restrição de renda obtida pela assimetria de informações. Em contrapartida, oferece uma redução da possibilidade de perda aos investidores. Essas diferenças podem ser descritas, de forma simplificada, como uma redução da variabilidade dos resultados financeiros da concessão, conseqüentemente, um menor risco.

Contudo, os mecanismos de prazo variável não são imunes a imperfeições e outros problemas. Dentre os principais problemas encontra-se a baixa utilidade destes mecanismos quando o ambiente em que está inserida a concessão faz com que o custo de capital seja elevado, elevando as taxas utilizadas para descontar os fluxos de caixa do empreendimento. Também, a utilização de mecanismos de prazo variável é muito eficiente para restringir ganhos excessivos, mas não possui a mesma eficiência para reduzir as perdas potenciais dos concessionários, principalmente quando são utilizados prazos máximos para a extensão da duração das concessões.

Mecanismos de prazo variável em concessões são recentes, tendo sido utilizados em poucos casos. Dentre os processos licitatórios para concessões de infra-estruturas rodoviárias com estes mecanismos, duas foram bem sucedidas enquanto uma terceira não chegou a ter um licitante vencedor. Assim, a base de informações para estudos das reais conseqüências que estes mecanismos causam é bastante reduzida, impossibilitando maiores conclusões a respeito de sua utilização.

Nos últimos anos o estudo de concessões com prazo variável para infra-estruturas de transportes tem sido aprofundado. Com isso, novos modelos começam a ser propostos, buscando minimizar as ineficiências apresentadas pelos primeiros mecanismos. Cabe salientar que a formalização destes mecanismos, como modelos acadêmicos, foi realizada somente a partir de meados da década de 1990.

As Leis Brasileiras que regem os processos licitatórios e de concessões não prevêm a utilização de mecanismos de licitação com prazo variável, nem tampouco a possibilidade de ocorrência de concessões com estas características. Assim, a utilização destes mecanismos no Brasil passa pela necessidade de alterações na legislação.

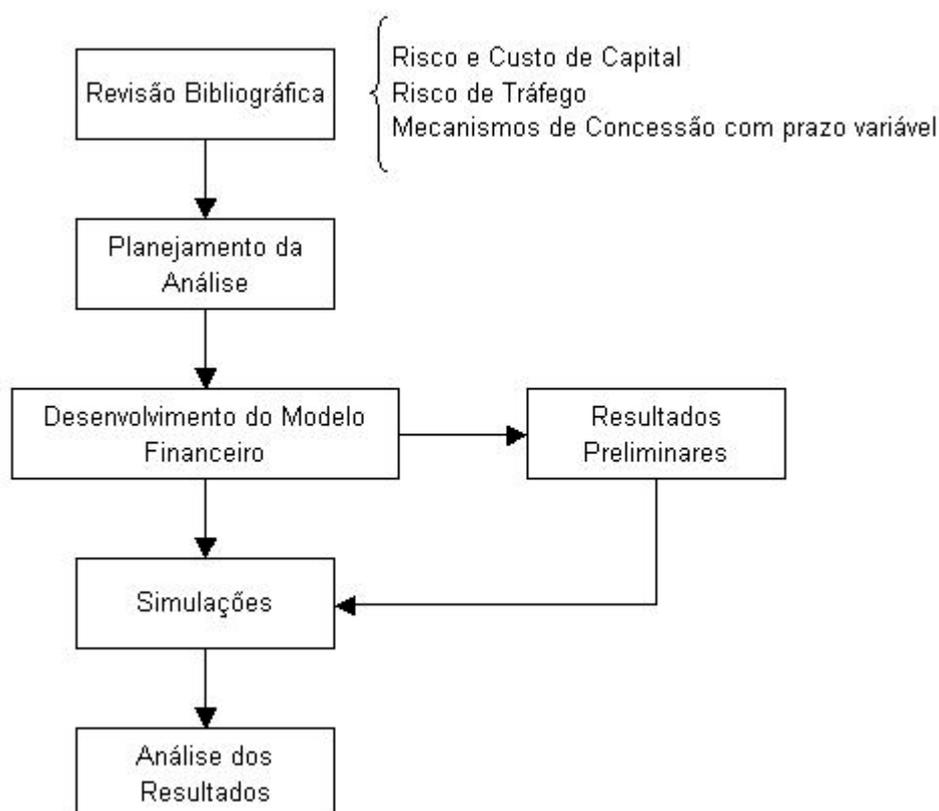
## 5. MÉTODO

### 5.1. Introdução

O trabalho avalia o comportamento dos resultados de concessões rodoviárias quando licitadas com mecanismos de prazo variável. A abordagem a ser utilizada é de análise quantitativa de riscos, utilizando ferramentas de simulação Monte Carlo e de análise de sensibilidade. Os mecanismos testados são LPVR, desenvolvido por Engel, Fischer e Galetovic (1996 e 1997b), e LPVNR, desenvolvido por de Nombela e De Rus (2004).

A Figura 5.1 apresenta a representação esquemática do método utilizado nesta dissertação.

**Figura 5.1 – Representação esquemática do método utilizado na dissertação.**



As análises serão realizadas com o auxílio de um modelo financeiro, desenvolvido em uma planilha de cálculo, contendo uma estrutura de fluxo de caixa para cada uma das estratégias testadas. Este modelo e as variáveis utilizadas são detalhados no capítulo 6.

Os resultados das estratégias testadas serão comparados entre si e com aqueles que seriam obtidos por uma concessão de prazo fixo, desprovida de garantias e de mecanismos de divisão de receitas excessivas. Dois indicadores serão utilizados para avaliar os modelos: a taxa interna de retorno dos fluxos de caixa e a duração da concessão.

Três tipos de projeto de concessão servirão de ambiente para as simulações e avaliações: a) concessão para a manutenção e operação de uma rodovia existente e em bom estado de conservação; b) concessão para a realização de investimentos em ampliação e melhoramentos, e posterior operação e manutenção por todo o período de duração da concessão e; c) concessão para a construção de uma infra-estrutura rodoviária nova, seguida de operação e manutenção por todo o período de duração da concessão.

O modelo possui variáveis que são testadas de forma determinística, definidas *ex-ante*, e de forma estocástica, para aquelas que sofrerão variações ao longo do prazo de concessão. Para que sejam avaliados dentro das mesmas condições, os mecanismos serão testados simultaneamente, com as variáveis estocásticas e determinísticas possuindo exatamente os mesmos valores para cada um dos casos.

A demanda de cada ano é uma variável estocástica, definida por meio de simulação Monte Carlo, podendo assumir valores conforme a distribuição de probabilidades a ela associada. A estrutura de custos de cada cenário foi definida conforme os custos esperados para o projeto. De forma a simplificar a estrutura de custos de operação e manutenção, estes custos foram divididos em duas partes: custos fixos, representando a maior parte dos investimentos em manutenção; e custos variáveis, diretamente proporcionais à demanda do ano, representando a maior parte dos custos de operação.

As variáveis determinísticas testadas serão aquelas referentes às taxas de retorno esperadas para os projetos e as durações esperadas para as concessões. As taxas de retorno dos projetos são de: 8% ao ano (a.a.); 16% a.a.; e 24% a.a.. As durações esperadas (horizonte) utilizadas nas análises são de: 12 anos; 18 anos; 24 anos. Ainda, serão utilizados limites máximos para a duração (extensão dos prazos), equivalentes a: 1/3 da duração esperada; 2/3 da duração esperada; igual à duração esperada. A opção por esses valores tem por base os valores geralmente encontrados na literatura sobre concessões rodoviárias.

## 5.2. Avaliação dos Mecanismos

O comportamento dos mecanismos de concessão foi avaliado com relação a quatro possíveis variações:

- Variações no tipo de concessão – foram utilizados três tipos de concessão: a) concessão para a manutenção e operação de uma rodovia existente e em bom estado de conservação, denominada O&M; b) concessão para a realização de investimentos em ampliação e melhoramentos, e posterior operação e manutenção por todo o período de duração da concessão, denominada ROT; e c) concessão para a construção de uma infra-estrutura rodoviária nova, seguida de operação e manutenção por todo o período de duração da concessão, denominada BOT. Os tipos de concessão são apresentados em maiores detalhes no capítulo que trata do modelo financeiro. Estes tipos de concessão foram utilizados de forma a avaliar como os mecanismos de prazo variável se comportam em concessões com necessidades de investimento menores, e o tráfego apresenta menor incerteza. Foi avaliado o impacto sobre a duração da concessão e sobre a taxa interna de retorno da concessão.
- Variações no prazo de concessão e/ou duração esperada para a concessão (horizonte) – foi avaliado como variam a duração e a taxa interna de retorno dos projetos quando são utilizadas diferentes prazos de concessão e/ou horizontes para o término da concessão.
- Variação nos limites para a duração das concessões (extensão do horizonte) nos mecanismos de prazo variável – foi avaliado o comportamento da taxa interna de retorno dos projetos quando são variadas as durações máximas permitidas para concessões de prazo variável.
- Variações nas taxas de desconto dos projetos – foi avaliado o comportamento da duração das concessões e da taxa interna de retorno dos projetos quando diferentes taxas de desconto são utilizadas nos projetos.

As avaliações foram realizadas com a utilização de cenários, combinando os valores possíveis para cada um dos fatores (variáveis e ambientes simulados). Para a realização das avaliações, foram utilizadas simulações Monte Carlo, com objetivo de obter os resultados na forma de

distribuições de probabilidade dos valores para os indicadores dos projetos, quando sujeitas a cada um dos cenários assumidas nas análise dos cenários.

Os cenários utilizados na análise serão elaborados com a combinação dos fatores apresentados no quadro 5.1, totalizando 81 cenários, apresentados no quadro 5.2.

**Quadro 5.1 – Fatores de combinação para geração dos cenários.**

<b>Dado de Entrada</b>	<b>Valores</b>		
Duração esperada para a concessão (em anos)	12	18	24
Extensão máxima da duração (proporção entre a extensão e a duração esperada)	1/3	2/3	1
Taxa de desconto dos projetos	8%	16%	24%
Tipo de Concessão	O&M	ROT	BOT

**Quadro 5.2 – Cenários utilizados para avaliar os mecanismos de concessão.**

<b>Cenário</b>	<b>Tipo de Concessão</b>	<b>Duração Esperada (anos)</b>	<b>Extensão Máxima (anos) (Duração Esperada + Extensão)</b>	<b>Taxa de Desconto</b>
1	BOT	12	16	8%
2	BOT	12	16	16%
3	BOT	12	16	24%
4	BOT	12	20	8%
5	BOT	12	20	16%
6	BOT	12	20	24%
7	BOT	12	24	8%
8	BOT	12	24	16%
9	BOT	12	24	24%
10	BOT	18	24	8%
11	BOT	18	24	16%
12	BOT	18	24	24%
13	BOT	18	30	8%
14	BOT	18	30	16%
15	BOT	18	30	24%
16	BOT	18	36	8%
17	BOT	18	36	16%
18	BOT	18	36	24%
19	BOT	24	32	8%
20	BOT	24	32	16%
21	BOT	24	32	24%
22	BOT	24	40	8%
23	BOT	24	40	16%
24	BOT	24	40	24%
25	BOT	24	48	8%
26	BOT	24	48	16%
27	BOT	24	48	24%

28	O&M	12	16	8%
29	O&M	12	16	16%
30	O&M	12	16	24%
31	O&M	12	20	8%
32	O&M	12	20	16%
33	O&M	12	20	24%
34	O&M	12	24	8%
35	O&M	12	24	16%
36	O&M	12	24	24%
37	O&M	18	24	8%
38	O&M	18	24	16%
39	O&M	18	24	24%
40	O&M	18	30	8%
41	O&M	18	30	16%
42	O&M	18	30	24%
43	O&M	18	36	8%
44	O&M	18	36	16%
45	O&M	18	36	24%
46	O&M	24	32	8%
47	O&M	24	32	16%
48	O&M	24	32	24%
49	O&M	24	40	8%
50	O&M	24	40	16%
51	O&M	24	40	24%
52	O&M	24	48	8%
53	O&M	24	48	16%
54	O&M	24	48	24%
55	ROT	12	16	8%
56	ROT	12	16	16%
57	ROT	12	16	24%
58	ROT	12	20	8%
59	ROT	12	20	16%
60	ROT	12	20	24%
61	ROT	12	24	8%
62	ROT	12	24	16%
63	ROT	12	24	24%
64	ROT	18	24	8%
65	ROT	18	24	16%
66	ROT	18	24	24%
67	ROT	18	30	8%
68	ROT	18	30	16%
69	ROT	18	30	24%
70	ROT	18	36	8%
71	ROT	18	36	16%
72	ROT	18	36	24%
73	ROT	24	32	8%
74	ROT	24	32	16%
75	ROT	24	32	24%
76	ROT	24	40	8%
77	ROT	24	40	16%

78	ROT	24	40	24%
79	ROT	24	48	8%
80	ROT	24	48	16%
81	ROT	24	48	24%

### 5.2.1. Simulação Monte Carlo

Para avaliar os mecanismos, as variáveis estocásticas (volume de tráfego inicial e as taxas de crescimento de tráfego de cada ano da concessão) foram determinadas por meio de simulação Monte Carlo. O objetivo da utilização de simulação Monte Carlo nesta dissertação é descrever, em termos probabilísticos, os resultados possíveis de serem obtidos para os indicadores do modelo selecionados (duração da concessão e taxa interna de retorno do projeto). Para a realização das simulações Monte Carlo, será utilizada a ferramenta @Risk 4.5, operando como um *ad-in* do MS Excel.

Durante o processo de simulação Monte Carlo será utilizado o processo de amostragem denominado *Latin Hypercube Sampling* (LHS). O uso do processo de amostragem LHS é justificado por apresentar resultados melhores do que aqueles obtidos com processo de amostragem Monte Carlo. Vose (2002) demonstra que o processo LHS produz valores para as distribuições estatísticas que são mais próximos dos valores teóricos de uma distribuição de entrada de dados do que os obtidos pelo processo de amostragem Monte Carlo.

Serão realizadas 81 simulações de cenários, cada qual com 2000 iterações. O número de iterações foi determinado de tal forma que os resultados médios dos indicadores e seus desvios padrões convergissem para um valor. Assim, os valores obtidos com cada nova iteração não alteram de maneira significativa os resultados médios obtidos com as iterações anteriores.

### 5.3. Considerações finais do Capítulo 5

Este capítulo apresentou o método a ser utilizado para avaliação dos mecanismos de concessão com prazo variável. Algumas outras considerações utilizadas para as avaliações são realizadas no capítulo seguinte, que apresenta o modelo financeiro utilizado e os valores assumidos para diversos itens das concessões.



## 6. MODELO FINANCEIRO

### 6.1. Introdução

Para a avaliação dos mecanismos de prazo variável, foi desenvolvido um modelo financeiro que simula os resultados de empresas concessionárias, caso estas estivessem sujeitas a três tipos de concessão: concessão com prazo fixo, sem garantias oferecidas e repartição de ganhos excessivos; concessão com prazo de concessão variável, conforme o mecanismo LPVR – desenvolvido por Engel, Fischer e Galetovic (1996 e 1997c); e concessão com prazo variável, conforme mecanismo LPVNR, desenvolvido por Nombela e De Rus (2004).

O modelo financeiro permite avaliar o impacto que variações em diversos dados de entrada proporcionam no fluxo de caixa de uma empresa concessionária, por toda a duração da concessão. As variáveis do modelo incluem: dados econômicos (alíquotas de impostos, taxas, etc.); dados de custos construtivos (custos de implantação dos projetos, melhorias, etc.); recursos financeiros (taxas de juros, prazos de pagamento, etc.); dados operacionais (custos operacionais, tráfego, etc.).

Diferentemente de modelos financeiros desenvolvidos para análises financeiras de concessões de infra-estruturas rodoviárias, como World Bank (2003), o modelo desenvolvido para as análises foi estruturado de forma que a duração das concessões fosse variável, se adequando à necessidade de análise dos mecanismos LPVR e LPVNR.

A definição do término das concessões de prazo variável pode ser realizada de diversas maneiras. As opções possíveis variam desde o término da concessão exatamente quando o parâmetro de controle é atingido ou usar uma unidade de tempo para realizar a contabilidade dos resultados. Parâmetros de controle nos mecanismos estudados são o valor presente das receitas, no mecanismo de Engel, Fischer e Galetovic, e o valor presente das receitas líquidas, no mecanismo de Nombela e De Rus.

Na primeira hipótese, a verificação do parâmetro de controle é realizada veículo a veículo. A concessão termina quando um veículo, denominado veículo  $n$ , cruza uma das praças de pedágio. A receita obtida com a cobrança do veículo  $n$ , em conjunto com a receita obtida com

a cobrança de todos os veículos que efetuaram o pagamento de pedágio antes dele, é suficiente para superar o valor estabelecido para o parâmetro de controle.

Nas outras alternativas, a concessão é extinta no final de uma unidade de tempo, que pode ser um dia, mês ou ano, por exemplo, dentro do qual o valor estabelecido para o parâmetro de controle é atingido. O valor estabelecido para o parâmetro de controle, assim como na primeira hipótese, é atingido com a cobrança de pedágio do veículo  $n$ . Entretanto, a concessão termina somente ao final da unidade de tempo escolhida. Como exemplo, consideremos uma concessão de prazo variável com término previsto para o final do ano em que o valor estabelecido para o parâmetro de controle é atingido. O veículo  $n$  poderia cruzar a praça de pedágio no dia 28 de outubro de um ano. Entretanto, a concessão perdura até o término do referido ano (31 de dezembro).

Para o presente estudo, foi utilizado o mês como unidade de tempo para a contabilidade dos resultados. Assim sendo, a concessão termina ao final do mês em que o parâmetro de controle é atingido, de forma similar ao apresentado por Gómez-Lobo e Hinojosa (2000).

## **6.2. Estrutura do Modelo Financeiro**

As estruturas de fluxo de caixa que compõem o modelo foram desenvolvidas em planilhas de cálculo Microsoft Excel® 2000, rodando em microcomputador com sistema operacional Windows. O modelo foi estruturado com planilhas contendo diferentes funções, entre elas: dados de entrada e hipóteses assumidas; planilhas para calcular as variações da duração das concessões, decorrentes do tráfego; planilhas de cálculo necessárias para geração dos fluxos de caixa; planilhas de cálculo dos fluxos de caixa; e planilha de resultados.

As planilhas contendo dados de entrada e hipóteses assumidas dividem-se em:

- Informações dos Investimentos e Custos da Concessão, contendo os dados de custos de operação e manutenção, investimentos necessários, etc.;
- Tráfego da concessão, onde constam os tráfegos previstos e o tráfego de cada ano, gerado pela simulação Monte Carlo;
- Dados econômicos, como as alíquotas de impostos;
- Tarifa.

Para simular as concessões com prazo variável, foi desenvolvida uma planilha específica para o cálculo da duração das concessões. Esta planilha é o que torna possível avaliar o impacto das variações de demanda sobre as concessões com mecanismos LPVR e LPVNR. As seções 6.2.1, para o mecanismo de Engel, Fischer e Galetovic, e 6.2.2, para o mecanismo de Nombela e De Rus, descrevem as hipóteses assumidas para a elaboração desta planilha.

Objetivando simplificar as simulações e de forma similar à descrição de Gómez-Lobo e Hinojosa (2000) para o mecanismo LPVR, aplicado com sucesso no Chile, as estruturas de fluxo de caixa dos mecanismos de prazo variável estão organizadas em cronogramas mensais.

As planilhas necessárias para a geração dos fluxos de caixa foram agrupadas em três conjuntos, sendo um conjunto para cada mecanismo de concessão a ser utilizado: prazo fixo, mecanismo LPVR e mecanismo LPVNR. Além disso, foi utilizado um conjunto de planilhas para avaliação do projeto e realização de avaliações preliminares. Cada conjunto contém duas planilhas:

- Empréstimos, contendo o cálculo de juros e amortização de cada fonte de empréstimos para a concessão. Foram desenvolvidas quatro planilhas relativas a empréstimos, uma para a análise básica do projeto e três para avaliar os resultados das concessões, prazo fixo, mecanismo LPVR e mecanismo LPVNR;
- Depreciação, contendo o cálculo da depreciação dos investimentos realizados na concessão;
- Demonstrativos de resultado dos exercícios, contendo os resultados de cada exercício da vida da concessão.

Os fluxos de caixa foram separados por mecanismo testado, gerando três fluxos de caixa distintos, cada um em uma planilha de cálculo individual, onde são calculados os fluxos de caixa de cada ano da concessão.

Os resultados de todos os mecanismos são agrupados em uma única planilha. Esta planilha contém os indicadores escolhidos para as análises, os quais serão coletados ao final de cada iteração do processo de simulação Monte Carlo, de forma a montar distribuições de probabilidade dos resultados.

### 6.2.1. *Estrutura do modelo de Engel, Fischer e Galetovic*

O fluxo de caixa das concessões com mecanismo de prazo variável de Engel, Fischer e Galetovic foi estruturado de forma que, dado os valores de tráfego de todos os anos da concessão, são considerados para os cálculos os resultados de todos os meses anteriores ao mês em que o critério de término da concessão é alcançado e os dados deste mês, inclusive. O prazo de concessão termina quando a seguinte condição é atingida:

$$VPR_m \geq RC \quad (11)$$

Onde:

$VPR_m$  – valor presente das receitas até o mês  $m$ ;

$RC$  – valor presente das receitas da concessão esperadas pela concessionária, constantes da proposta apresentada no processo licitatório de concessão.

Sendo  $VPR_m$  calculado conforme a equação:

$$VPR_m = \sum_{i=1}^m \frac{R_i}{\prod_{j=1}^i (1 + r_j)^{\frac{1}{i^2}}} \quad (12)$$

Onde:

$R_i$  – receita no mês  $i$ , expressa em valores correntes do mês de obtenção da receita;

$r_j$  – taxa de desconto para o mês  $j$  (representando a taxa de desconto utilizada para cada um dos meses anteriores ao mês  $i$  e este inclusive).

### 6.2.2. *Estrutura do modelo de Nombela e De Rus*

O critério de término da concessão, utilizado no mecanismo de Nombela e De Rus (2004), segue procedimento similar ao do mecanismo de Engel, Fischer e Galetovic (1996). Entretanto, o parâmetro utilizado para determinar o término da concessão é o valor presente das receitas líquidas da concessão. Neste caso, a concessão termina quando a seguinte condição é atingida:

$$VPRL_m \geq RLC \quad (13)$$

Onde:

$VPRL_m$  – valor presente das receitas líquidas mensais até o mês  $m$ ;

$RLC$  – valor presente das receitas líquidas esperadas pela concessionária, constantes da proposta apresentada no processo licitatório de concessão.

O Regulamento do Imposto de Renda (SRF, 1999) define a receita líquida como a receita bruta diminuída das vendas canceladas, dos descontos concedidos incondicionalmente e dos impostos incidentes sobre vendas. Também, o lucro bruto é definido como a diferença entre a receita líquida das vendas e serviços e o custo dos bens e serviços vendidos.

O valor de  $VPRL_m$  é calculado conforme a seguinte equação:

$$VPRL_m = \sum_{i=1}^m \frac{RL_i}{\prod_{j=1}^i (1+r_j)^{\frac{1}{12}}} \quad (14)$$

Onde:

$RL_i$  – Receita líquida no mês  $i$ , expressa em valores correntes do mês de obtenção da receita;

$r_j$  – taxa de desconto para o mês  $j$  (representando a taxa de desconto utilizada para cada um dos meses anteriores ao mês  $i$ ).

### 6.3. Indicadores do Modelo

Os indicadores selecionados para as análises a que se propõe esta dissertação buscam avaliar os impactos causados pelas variações nos dados de entrada sobre os resultados do projeto. Serão avaliados impactos sobre os usuários da concessão e o impacto sobre a rentabilidade dos projetos em geral. Para tanto, foram selecionados dois indicadores para serem analisados, um cada um com um foco.

Impacto sobre os usuários:

- Duração da concessão.

Critérios de rentabilidade:

- Taxa interna de retorno da concessão.

### **6.3.1. Duração da concessão**

Como descrito na seção 4.3.2.1., um dos problemas dos modelos de concessão com prazo variável é a transferência do risco de tráfego do concessionário para os usuários futuros da concessão. Para avaliar a adoção de modelos de prazo variável sob a ótica dos usuários, a duração das concessões foi adotada como indicador, uma vez que a variação neste item é o impacto sofrido pelos usuários. Espera-se, com isso, descrever a distribuição de resultados possíveis (prazos de duração) que poderão ocorrer na concessão.

Tomar a duração da concessão como o único impacto sofrido pelos usuários é uma simplificação da possível realidade decorrente do uso de prazos de concessão variáveis em concessões rodoviárias. Entretanto, as simulações do modelo de fluxo de caixa não possibilitam a avaliação de outros possíveis impactos sobre os usuários, como a redução da qualidade da via, descrita na seção 4.3.2.6., e a possibilidade de definir com facilidade tarifas racionais, diferenciadas ao longo do dia ou dos dias da semana, como descrito na seção 4.3.1.6..

Serão avaliados os valores médios dos resultados atingidos pela duração das concessões, verificando se o valor esperado para o prazo sofre alteração com a utilização dos mecanismos de prazo variável. Além disso, serão avaliados os desvios padrões dos resultados, buscando identificar a variabilidade na duração à que os usuários da concessão estariam sujeitos.

### **6.3.2. Critérios de Rentabilidade**

A decisão de investimento em um projeto é realizada considerando alguns critérios que indiquem a rentabilidade do empreendimento. A literatura financeira apresenta um variado número de técnicas utilizadas para analisar empreendimentos potenciais e decidir quais deles valem a pena. Dentre as principais técnicas utilizadas encontram-se: VPL, o valor presente

líquido; *Payback*, ou regra do período necessário para recuperar o investimento realizado; Taxa de Retorno Contábil; TIR, ou taxa interna de retorno; Índice de Rentabilidade, ou quociente benefício/custo; e Índice de Lucratividade.

Concessões de infra-estruturas rodoviárias possuem fluxos de caixa que não são iguais ao longo do período de concessão. Sendo assim, para medir o retorno para os investidores provenientes de fluxos de caixa com períodos de tempo diferentes, os valores devem ser reduzidos a uma base padrão, por meio de cálculos de desconto dos fluxos de caixa. Yescombe (2002) expõe que dois métodos são freqüentemente utilizados para esse procedimento: cálculo do valor presente líquido descontado da concessão (VPL) e; cálculo da taxa interna de retorno da concessão (TIR).

Para Fishbein e Babbar (1996), tipicamente, as questões econômicas de projetos de concessão de infra-estruturas rodoviárias são medidas em termos do valor presente líquido ou da taxa interna de retorno. Ross, Westerfield e Jordan (1997), baseado em uma série de pesquisas sobre que tipos os critérios de investimento as empresas realmente usam, expõem que mais de 80% das empresas multinacionais pesquisadas adotam ou o VPL ou a TIR em suas avaliações.

Neste trabalho, o critério de rentabilidade escolhido foi a TIR. O grande motivador para utilização da TIR como indicador do modelo financeiro foi a sua capacidade de sintetizar em apenas um número a taxa de retorno de um projeto. Ross, Westerfield e Jaffe (1995) expõem que esta taxa única fornece às pessoas uma referência simples para a discussão de projetos. Além disso, a TIR apresenta uma vantagem prática sobre o VPL. Não podemos calcular o VPL sem que conheçamos a taxa de desconto apropriada, mas a TIR pode ser obtida sem essa informação (ROSS, WESTERFIELD E JORDAN, 1997).

Contador (2000) argumenta que a TIR tem como grande vantagem ser um indicador de decisão que prescinde de informações externas ao projeto. Segundo o autor, para ser realizada a análise de um projeto com base na TIR, é necessário conhecer o perfil do projeto e ter alguma idéia da magnitude da taxa de juros ou do custo de oportunidade do capital.

Para a escolha da TIR como critério de rentabilidade pesou o fato exposto por Oliveira (2001). Segundo este autor, tradicionalmente, a noção de equilíbrio econômico e financeiro de um contrato está associada à manutenção da TIR do projeto associado.

#### **6.4. Ambientes Simulados**

Os mecanismos serão testados utilizando concessões rodoviárias fictícias, onde são estabelecidas as estruturas de custos e a demanda esperada, descrita em termos de volume de tráfego para cada ano. Estes valores serão utilizados para o cálculo da tarifa básica de pedágio cobrada dos usuários e para definir os valores dos parâmetros de controle do término da concessão: valor presente das receitas e valor presente das receitas líquidas (utilizados nos modelos de Engel, Fischer e Galetovic e de Nombela e De Rus, respectivamente). Não serão considerados subsídios governamentais ou de qualquer outro tipo, fazendo com que a tarifa calculada seja aquela a ser paga pelos usuários que cruzarem as praças de pedágio.

Os cenários sob os quais foi realizada a avaliação dos modelos foram estruturados de forma a representar as situações que podem ocorrer em concessões de rodovias. Serão utilizados cenários que representam concessões de rodovias existentes e concessões para a construção de novas rodovias.

##### **6.4.1. Tipo de Concessão**

Os cenários básicos contemplam três tipos de concessão: a) O&M, concessão para a manutenção e operação de uma rodovia existente e em bom estado de conservação; b) ROT, concessão para a realização de investimentos em ampliação e melhoramentos, e posterior operação e manutenção por toda a duração da concessão e; c) BOT, concessão para a construção de uma infra-estrutura rodoviária nova (*greenfield project*), seguida de operação e manutenção por toda a duração da concessão. Estes cenários se diferenciam pelo comportamento esperado pelo tráfego e pelo investimento necessário.

##### **6.4.2. Custos das Concessões**

O modelo desenvolvido utiliza informações relativas aos custos de investimento e de operação e manutenção da infra-estrutura rodoviária. Os valores utilizados baseiam-se em valores obtidos de concessões de rodovias reguladas pela Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) e no bom senso do pesquisador.

#### 6.4.2.1. *Investimentos*

Do ponto de vista dos investimentos, os ambientes simulados podem ser descritos da seguinte forma:

- Concessão para a manutenção e operação (O&M) – pequenos investimentos iniciais, necessários para a etapa de trabalhos iniciais, recuperação estrutural da via e para implantação de um sistema de operação da via e para a administração. No caso em questão, estima-se que serão necessários R\$ 13.500.000,00 (treze milhões e meio de Reais) para cobrir os custos desses investimentos.
- Concessão para ampliação, melhoramentos, manutenção e operação (ROT) – investimentos iniciais de médio porte, necessários para dotar a rodovia de melhores condições de tráfego, segurança, etc., além dos investimentos necessários para a operação e administração da rodovia. Estes valores foram estimados em R\$ 120.000.000,00 (cento e vinte milhões de Reais).
- Concessão para a construção de uma infra-estrutura rodoviária (BOT) – grande quantidade de investimento inicial, necessário para construir a rodovia e dotá-la de todos os sistemas necessários para que seja operada e administrada de forma correta. O valor total de investimento inicial foi estimado em R\$ 240.000.000,00 (duzentos e quarenta milhões de Reais).

Os investimentos a serem realizados na rodovia foram todos alocados para o primeiro ano de concessão. Esta simplificação busca minimizar os efeitos das regras de depreciação de investimentos e da utilização da TIR como indicador do modelo financeiro.

#### 6.4.2.2. *Custos de Operação e Manutenção*

A proposta de Nombela e De Rus (NOMBELA E DE RUS, 2004) considera o custo médio anual de operação e manutenção para a concessão, sem descrever se as propostas devem desagregar os custos entre fixos e variáveis. Para utilização nas simulações desta dissertação, os custos de operação e manutenção da rodovia foram desagregados em custos fixos e custos variáveis. Esta divisão busca aproximar da realidade a estrutura de custos que a concessionária possui.

#### 6.4.2.2.1. Custos Variáveis

Muitos dos custos de operação e manutenção das concessões rodoviárias são variáveis. Entretanto, o cálculo e representação destes custos podem ser complexos, necessitando do auxílio de técnicas de simulação, como no caso do desempenho dos pavimentos, por exemplo. Como simplificação, foi considerado como custos variáveis somente o custo que a concessionária possui para efetuar a operação de cobrança dos usuários e aqueles decorrentes da taxa de fiscalização da concessão, cobrada pelo poder concedente.

Para cada veículo que utiliza a concessão, foi definido um custo de R\$ 0,25 (vinte e cinco centavos de Real). Além disso, a taxa de fiscalização foi estabelecida em 0,25% da receita proveniente da cobrança de pedágio.

#### 6.4.2.2.2. Custos Fixos

Os custos fixos das concessões, utilizados nas simulações, englobam, basicamente, os custos que a concessionária teria com:

- Administração, no valor de R\$ 520.000,00 (quinhentos e vinte mil Reais) por ano de concessão;
- Manutenção e Conservação, no valor de R\$ 2.000.000,00 (dois milhões de Reais) por ano de concessão;
- Seguros, no valor de R\$ 150.000,00 (cento e cinquenta mil Reais) por ano de concessão;
- Monitoração das Condições da Infra-estrutura, no valor de R\$ 200.000,00 (duzentos mil Reais) por ano de concessão.

#### 6.4.3. *Impostos*

No modelo, foram consideradas as informações constantes da legislação brasileira relativas aos impostos incidentes sobre contribuintes classificados como Pessoa Jurídica, na data de 9 de abril de 2004.

#### 6.4.3.1. *PIS/PASEP e Cofins*

As alíquotas do PIS/PASEP e da COFINS, aplicáveis sobre o faturamento, utilizadas no modelo, são de sessenta e cinco centésimos por cento (0,65%) e de três por cento (3%), respectivamente. (BRASIL, 1998b, 1998c, 2001)

#### 6.4.3.2. *ISSQN*

A alíquota de ISSQN utilizada, aplicável sobre o faturamento, utilizada no modelo, é de cinco por cento (5%), equivalente à alíquota máxima permitida pela legislação. (BRASIL, 1999b)

#### 6.4.3.3. *Imposto de Renda*

No modelo, foram consideradas informações relativas ao Imposto de Renda constantes no Regulamento do Imposto de Renda (BRASIL, 1999a), no que tange a base de cálculo, alíquotas e outras informações.

As alíquotas incidentes adotadas foram:

- 15% (quinze por cento) sobre o lucro real;
- 10% (dez por cento), sobre a parcela do lucro real que exceder R\$ 240.000,00 (duzentos e quarenta mil Reais) ao ano ou valor igual a R\$ 20.000,00 (vinte mil Reais) multiplicado pelo número de meses sobre o qual incide o imposto.

##### 6.4.3.3.1. *Receita Financeira*

Uma vez que a base de cálculo do Imposto de Renda considera as receitas financeiras obtidas pelas empresas, seria necessário que estes valores fossem calculados. Para simplificação do modelo, foram consideradas receitas financeiras iguais a zero.

##### 6.4.3.3.2. *Depreciação*

No modelo desenvolvido, a depreciação foi calculada de forma que os investimentos fossem totalmente depreciados linearmente até o término da concessão. Para as concessões de prazo fixo foi utilizada uma regra onde a depreciação é realizada em um período igual a dez anos. Entretanto, nas concessões com mecanismos de prazo variável, esta regra pode não ser aplicável de forma direta, pois o tráfego ao longo dos anos varia, tornando a previsão de prazo

de duração da concessão inválida ao longo dos anos e, conseqüentemente, impossibilitando determinar qual critério será utilizado para determinar a depreciação.

Para solucionar este problema e possibilitar as análises, foi utilizada uma regra de depreciação também variável, ajustada conforme o tráfego de cada ano é gerado pela simulação Monte Carlo. Assim, por exemplo, caso em uma iteração gere um tráfego que termine a concessão em um prazo de somente 7 (sete) anos, ao invés dos 12 (doze) anos de horizonte de concessão, a depreciação será realizada linearmente em sete anos.

#### *6.4.3.4. Contribuição Social Sobre Lucro Líquido*

A Contribuição Social Sobre Lucro Líquido, ou CSLL, incide sobre a mesma base de cálculo do Imposto de Renda e tem alíquota de 9%. (SRF, 2004)

#### *6.4.4. Empréstimos*

Embora o modelo tenha sido estruturado para possibilitar análises de concessões financiadas, também, com recursos financeiros provenientes de empréstimos, estes não foram considerados. Serão avaliados os resultados das concessões independentemente do pacote de financiamento utilizado.

### **6.5. Variáveis**

Para este trabalho, serão utilizadas variáveis de dois tipos: estocásticas, o tráfego na rodovia em cada ano da concessão; e determinísticas, como o prazo esperado para a concessão e a taxa de desconto dos projetos. Os investimentos e custos utilizados não serão alterados, exceção dos custos variáveis, dependentes do tráfego realizado na rodovia em cada ano (custo de cobrança) ou da receita (taxa de fiscalização). Para estes, será considerado um custo unitário por veículo ou percentual da receita bruta. Os custos unitários de cobrança por veículo e os percentuais aplicáveis serão fixos ao longo do período de concessão.

#### *6.5.1. Demanda*

A demanda da concessão é descrita em termos de volumes de tráfego anuais. Os volumes de tráfego de cada ano são calculados com base no volume de tráfego do primeiro ano da concessão e do crescimento esperado para cada ano de concessão.

### 6.5.1.1. *Tráfego Inicial*

O volume de tráfego inicial em uma concessão possui um determinado grau de incerteza associado. Como forma de descrever o tráfego esperado para o primeiro ano de concessão, foi utilizado um valor médio e uma distribuição de probabilidades associada a este. A distribuição de probabilidades utilizada para descrever o valor do tráfego inicial depende do grau de incerteza associado ao tipo de concessão e da volatilidade dos crescimentos econômicos onde a concessão é realizada.

Serão utilizadas duas distribuições de probabilidades associadas ao tráfego inicial: uma para situação de pequena incerteza, de pequena dispersão em relação ao resultado esperado e; uma segunda distribuição, que representa situações de maior incerteza, com maior dispersão.

O volume de tráfego esperado para o primeiro ano, utilizado neste estudo, para ambas situações, será o mesmo, de 15.000.000 de veículos equivalentes. As distribuições de probabilidades utilizadas seguem uma distribuição normal, com média igual ao resultado esperado. Para a situação de grande incerteza será utilizado um desvio padrão igual a 10% do volume de tráfego esperado, enquanto que para a situação de pequena incerteza será utilizado um desvio padrão de 5%. Sendo assim, serão utilizados os seguintes valores:

- Concessão tipo O&M – Tráfego esperado para o primeiro ano de concessão 15.000.000 de veículos pagando a tarifa calculada, com desvio padrão de 750.000 (5%).
- Concessão tipo ROT – Tráfego esperado para o primeiro ano de concessão 15.000.000 de veículos pagando a tarifa calculada, com desvio padrão de 750.000 (5%).
- Concessão tipo BOT – Tráfego esperado para o primeiro ano de concessão 15.000.000 de veículos pagando a tarifa calculada, com desvio padrão de 1.500.000 (10%).

A distribuição de menor desvio padrão busca representar uma situação semelhante a que ocorre nas concessões de rodovias pré-existentes, onde é possível obter um histórico de tráfego a ser utilizado na elaboração das previsões de tráfego. A distribuição de maior desvio padrão será utilizada para simular uma situação de maior incerteza com relação ao volume de tráfego inicial, como a que ocorre em rodovias novas.

### 6.5.1.2. Taxas de Crescimento

A demanda de um determinado ano, será definida em função do volume de tráfego do ano anterior e do crescimento de tráfego. Nesta abordagem, denominada passeio aleatório (*random walk*), a demanda de um ano é igual à demanda do ano anterior, multiplicada por um valor igual a 1 (um) mais uma taxa de crescimento gerada aleatoriamente (MOTTA *et al.* 2003). A taxa de crescimento de cada ano  $i$  é um valor probabilístico, definido segundo distribuição de probabilidades normal, com média e desvio padrão conhecidos. Durante o processo de simulação Monte Carlo, em cada uma das iterações realizadas, a taxa de crescimento de cada um dos anos é selecionada da distribuição de probabilidades a ela associada, por meio de processo de amostragem.

De forma geral, o volume de tráfego no ano  $n$  será definido em função do volume de tráfego do ano anterior como:

$$v_n = v_{n-1} \times (1 + c_{n-1}^n) \quad (15)$$

Onde:

$v_n$  – Volume de tráfego no ano  $n$ ;

$v_{n-1}$  – Volume de tráfego no ano  $n-1$ ;

$c_{n-1}^n$  – Taxa de crescimento do tráfego entre os anos  $n-1$  e  $n$ .

As taxas de crescimento apresentadas pelo tráfego em cada ano dependem do valor médio esperado para a taxa dos referidos anos e de uma distribuição de probabilidade associada a esses valores. O valor médio esperado para o crescimento dependerá do formato da curva de crescimento de tráfego esperado para a concessão. As distribuições de probabilidade associadas às taxas de crescimento, utilizadas nessa dissertação, terão coeficiente de variação igual a 1 (um), ou seja, os desvios padrões têm valor igual ao valor médio esperado para cada ano. Serão avaliadas duas formas de curva de crescimento esperado: a) Carregamento, crescimento e maturidade; e, b) Crescimento e maturidade.

As curvas utilizadas para simular os diferentes ambientes simulados são:

- Concessão para a manutenção e operação (O&M) – Curva Crescimento e Maturidade.
- Concessão para ampliação, melhoramentos, manutenção e operação (ROT) – Curva de Carregamento, Crescimento e Maturidade.
- Concessão para a construção de uma infra-estrutura rodoviária (BOT) – Curva de Carregamento, Crescimento e Maturidade.

#### 6.5.1.2.1. Curva de Crescimento e Maturidade

A curva de Crescimento e Maturidade busca simular situações onde a rodovia a ser concedida já possui um volume de tráfego com crescimento estável, como no caso de concessões de rodovias para serviços de manutenção e operação, onde as características da rodovia não serão alteradas significativamente a ponto de ocorrer uma nova fase de carregamento. A curva de crescimento utilizada apresenta uma fase de crescimento, nos primeiros anos, e uma fase de maturidade, se estendendo até o final da concessão.

A fase de crescimento adotada nesse estudo abrangerá os primeiros anos da concessão, até que o volume de tráfego atinja 90% da capacidade máxima da via. As taxas de crescimento esperadas, para cada ano, são de 3% neste período.

A fase de maturidade irá se desenvolver entre o término do período de crescimento e o final do prazo de concessão. A taxa de crescimento esperada para esta fase é de 1% ao ano, até que seja atingida a capacidade total da via, de 40.000.000 de veículos equivalentes. A partir desse volume de tráfego o crescimento adotado será nulo ou negativo.

#### 6.5.1.2.2. Curva de Carregamento, Crescimento e Maturidade

A curva Carregamento, Crescimento e Maturidade busca simular situações onde é esperado um grande crescimento de tráfego nos primeiros anos de concessão. Este crescimento pode decorrer de melhorias executadas na rodovia concedida (ampliação da capacidade, por exemplo) ou ocorrer em rodovias novas. O período onde ocorre o crescimento acentuado de tráfego é denominado carregamento. Após a fase de carregamento são desenvolvidas duas fases de tráfego posteriores, denominadas: crescimento e maturidade.

Para o presente estudo, será utilizada uma fase de carregamento que abrange os primeiros 3 anos da concessão, onde são esperadas taxas de crescimento de 6% ao ano.

A fase de crescimento utilizada tem início após a fase de carregamento (Ano 4) e perdura até que o volume de tráfego atinja 90% da capacidade máxima da via. As taxas de crescimento esperadas para cada ano são de 3% neste período.

A fase de maturidade utilizada nesse estudo se desenvolverá entre o término do período de crescimento e o final do prazo de concessão. A taxa de crescimento esperada para esta fase é de 1% ao ano, até que seja atingida a capacidade máxima da via, de 40.000.000 de veículos equivalentes. Após atingir a capacidade máxima da via o crescimento adotado será nulo ou negativo.

#### *6.5.1.3. Tráfego Mensal*

Devido à organização na forma de cronogramas mensais, utilizada nas estruturas de fluxo de caixa dos mecanismos de prazo variável, o tráfego de cada ano foi desagregado em tráfegos mensais. Não foi considerada sazonalidade dentro do período de um ano. Sendo assim, o tráfego de cada mês representa 1/12 do tráfego do respectivo ano, o mesmo ocorrendo com a receita.

#### *6.5.2. Prazo de Concessão*

Os mecanismos de concessão de infra-estruturas viárias com prazo variável não possuem um prazo de concessão pré-estabelecido, como ocorre com concessões de prazo fixo. Entretanto, uma vez que serão realizadas comparações entre os mecanismos de prazo variável e concessões de prazo fixo, foram estabelecidos prazos de concessão esperados, denominados nessa dissertação como *horizontes*, de valor igual ao prazo das concessões com prazo fixo.

Os prazos de concessão e/ou horizontes serão utilizados para definir as tarifas a serem cobradas dos usuários, suficientes para que os projetos sejam auto-sustentáveis dentro do período dos contratos. Também, serão utilizados para definir os valores para os parâmetros de controle do término das concessões de prazo variável.

Serão realizadas análises para três prazos de concessão e/ou horizontes: 12 anos; 18 anos; e 24 anos. Uma vez que dois dos modelos são passíveis de variações no prazo de concessão, os prazos aqui determinados são aqueles que ocorreriam caso os volumes de tráfego realizados em cada ano fossem iguais aos volumes de tráfego previstos.

Além de variações nos prazos esperados para as concessões, também serão avaliadas alternativas para a extensão máxima dos prazos nos modelos de prazo de concessão variável. As concessões de prazo variável são terminadas de três formas: quando a extensão do prazo atingir 1/3 da duração prevista (extensão de 6 anos em uma concessão com duração esperada de 18 anos); quando a extensão do prazo atingir 2/3 da duração prevista; e quando a extensão do prazo atingir um período de tempo igual à duração prevista para a concessão.

### **6.5.3. Taxa de Desconto**

As taxas de desconto a serem utilizadas nas simulações buscam representar cenários econômicos e financeiros diversos. Dessa forma, serão utilizadas três taxas de desconto diferentes: 8% ao ano; 16% ao ano; e 24% ao ano. Com isso, espera-se representar tanto a realidade de países com economias estáveis e com histórico favorável a projetos de concessão de infra-estruturas rodoviárias, como aquelas economias mais suscetíveis a problemas no decorrer do período em que o contrato de concessão estiver vigente.

#### **6.5.3.1. Desconto das Receitas em Concessões com Prazo Variável**

Os parâmetros de controle do término das concessões de prazo variável são aplicados sobre as receitas ou receitas líquidas mensais. Sendo assim, as receitas e receitas líquidas são descontados à taxas mensais, e não anuais. Da mesma forma, o valor dos parâmetros será calculado considerando fluxos mensais previstos.

## **7. RESULTADOS OBTIDOS**

### **7.1. Introdução**

Os resultados obtidos nas simulações foram divididos em duas partes: resultados preliminares, que englobam a elaboração de informações a serem utilizadas na etapa seguinte dessa dissertação, as simulações; e os resultados das simulações realizadas com método Monte Carlo.

### **7.2. Resultados Preliminares**

Antes de realizar as análises dos mecanismos de prazo variável, realizou-se a definição de alguns parâmetros que são utilizados nas simulações. Estas definições foram realizadas utilizando o modelo financeiro desenvolvido. Definiu-se: as tarifas cobradas, calculadas conforme os dados de cada cenário; o valor presente das receitas, utilizado como parâmetro para determinar o término das concessões que utilizam o mecanismo de prazo variável proposto por Engel, Fischer e Galetovic; o valor presente das receitas líquidas, parâmetro para determinar o término das concessões que utilizam o mecanismo proposto por Nombela e De Rus; e a relação entre os investimentos realizados na rodovia no primeiro ano e o custo fixo de manutenção e operação de um ano da concessão.

#### **7.2.1. Definição das Tarifas**

As tarifas foram definidas utilizando os três diferentes tipos de concessão como ambientes simulados, contendo perfis de tráfego e custos diferentes. Para cada ambiente simulado, foram utilizadas três taxas de desconto diferentes. Também foram levados em conta três prazos de duração esperada para as concessões, ou seja, o prazo das concessões de prazo fixo ou o prazo esperado para as concessões de prazo variável (horizonte). Se todos os outros fatores que influenciam o valor da tarifa permanecem inalterados, a tarifa é diferente para cada uma das combinações entre: o prazo de concessão, a taxa de retorno utilizada e o tipo de concessão a ser realizada. As possibilidades de extensão dos prazos das concessões não foram consideradas uma vez que não influenciam no cálculo da tarifa.

Para a realização destas definições, foram utilizados os volumes de tráfego esperados para cada ano de concessão. Aplicaram-se os tráfegos sobre o modelo de concessão com prazo fixo e, com auxílio da ferramenta *Solver*, do MS Excel, foram definidas tarifas de forma que o valor presente líquido dos projetos fosse igualado a zero. Assim, os valores das taxas de desconto utilizados igualam o valor da taxa interna de retorno dos projetos.

Foram definidas tarifas para cada uma das combinações em questão, o que resulta em 9 (nove) valores de tarifas para cada tipo de concessão, totalizando 27 tarifas, conforme o quadro 7.1.

**Quadro 7.1 – Combinações entre tipo de concessão, duração esperada e taxa de desconto.**

<b>Combinação</b>	<b>Tipo de Concessão</b>	<b>Duração Esperada (anos)</b>	<b>Taxa de Desconto</b>
1	BOT	12	8%
2	BOT	12	16%
3	BOT	12	24%
4	BOT	18	8%
5	BOT	18	16%
6	BOT	18	24%
7	BOT	24	8%
8	BOT	24	16%
9	BOT	24	24%
10	O&M	12	8%
11	O&M	12	16%
12	O&M	12	24%
13	O&M	18	8%
14	O&M	18	16%
15	O&M	18	24%
16	O&M	24	8%
17	O&M	24	16%
18	O&M	24	24%
19	ROT	12	8%
20	ROT	12	16%
21	ROT	12	24%
22	ROT	18	8%
23	ROT	18	16%
24	ROT	18	24%
25	ROT	24	8%
26	ROT	24	16%
27	ROT	24	24%

### **7.2.2. Definição do Valor Presente das Receitas**

O valor presente das receitas é o parâmetro de referência utilizado para definir o término das concessões de prazo variável pelo mecanismo LPVR, de Engel, Fischer e Galetovic. Este valor foi calculado levando-se em conta que o licitante vencedor da concessão utilizou como taxa de retorno os valores definidos para as taxas de desconto utilizadas nas simulações, ou seja, 8% ao ano, 16% ao ano e 24% ao ano. As possibilidades de extensão dos prazos das concessões não foram consideradas uma vez que não influenciam no cálculo.

Realizou-se o cálculo do valor presente das receitas com base nas receitas mensais esperadas para a concessão (dependentes da tarifa definida), o horizonte da concessão e o tipo de concessão. As taxas de desconto utilizadas foram os equivalentes mensais das taxas anuais, de 8% ao ano, 16% ao ano e 24% ao ano, resultando em taxas de 0,6434%, 1,2445% e 1,8088%, respectivamente.

Da mesma forma que as tarifas, o cálculo do valor presente das receitas foi realizado para cada combinação envolvendo: o tipo da concessão, a taxa de retorno e o horizonte de tempo para a concessão. As combinações são as mesmas apresentadas no quadro 7.1.

### **7.2.3. Definição do Valor Presente das Receitas Líquidas**

O valor presente das receitas líquidas é o parâmetro de referência utilizado para definir o término das concessões de prazo variável pelo mecanismo LPVNR, de Nombela e De Rus. Da mesma forma como realizado para o cálculo do valor presente das receitas, do modelo de Engel, Fischer e Galetovic, o valor do parâmetro do mecanismo LPVNR foi calculado levando-se em conta que o licitante vencedor da concessão utilizou como taxa de retorno valores iguais às taxas de desconto utilizadas nas simulações. Também, foi realizado o cálculo do valor presente das receitas líquidas para cada combinação envolvendo: o tipo da concessão, a taxa de retorno e o horizonte de tempo para a concessão. As combinações são as mesmas apresentadas no quadro 7.1.

### **7.2.4. Definição da Relação entre Investimentos e Custos de Operação e Manutenção**

A relação entre os investimentos realizados na infra-estrutura rodoviária e os custos de operação e manutenção varia conforme o modelo de concessão. Para determinar esta relação,

foram utilizados os custos fixos de operação e manutenção, de um ano da concessão, e os investimentos, realizados no primeiro ano de concessão. Foram calculados valores de relação entre os custos de operação e manutenção e os investimentos realizados na infra-estrutura rodoviária para cada tipo da concessão (BOT, ROT e O&M).

### 7.2.5. Resultados

Os resultados obtidos para o cálculo das tarifas, dos parâmetros de término das concessões nos modelos LPVR e LPVNR e da relação entre investimento na concessão e custos de operação e manutenção são apresentados no quadro 7.2, para cada uma das combinações possíveis.

**Quadro 7.2 – Resultados obtidos para tarifa, valor presente das receitas, valor presente das receitas líquidas e relação entre investimentos e custos de operação e manutenção.**

Combinação	Tarifa (\$)	Valor Presente das Receitas	Valor Presente das Receitas Líquidas	Relação entre Investimentos e Custos de Operação e Manutenção
1	R\$ 2,5024	R\$ 361.453.883,79	R\$ 262.629.888,04	83,6236
2	R\$ 3,5169	R\$ 351.851.759,22	R\$ 271.628.832,33	83,6236
3	R\$ 4,5942	R\$ 342.884.400,68	R\$ 273.772.296,88	83,6236
4	R\$ 1,9943	R\$ 382.765.648,90	R\$ 264.234.555,78	83,6236
5	R\$ 3,0770	R\$ 358.615.967,39	R\$ 271.604.648,96	83,6236
6	R\$ 4,2716	R\$ 345.445.372,73	R\$ 273.763.106,55	83,6236
7	R\$ 1,7641	R\$ 401.618.650,92	R\$ 268.612.358,02	83,6236
8	R\$ 2,9026	R\$ 361.762.104,79	R\$ 271.594.723,08	83,6236
9	R\$ 4,1757	R\$ 346.243.543,60	R\$ 273.760.578,41	83,6236
10	R\$ 0,5903	R\$ 79.595.424,25	R\$ 14.597.753,83	4,7038
11	R\$ 0,6537	R\$ 61.395.781,59	R\$ 15.088.037,53	4,7038
12	R\$ 0,7203	R\$ 50.749.022,80	R\$ 15.253.545,26	4,7038
13	R\$ 0,5522	R\$ 98.526.449,66	R\$ 15.066.838,81	4,7038
14	R\$ 0,6214	R\$ 67.776.805,63	R\$ 15.063.854,16	4,7038
15	R\$ 0,6979	R\$ 53.165.167,58	R\$ 15.244.354,93	4,7038
16	R\$ 0,5314	R\$ 112.227.990,49	R\$ 15.604.751,78	4,7038
17	R\$ 0,6074	R\$ 70.753.267,78	R\$ 15.070.027,26	4,7038
18	R\$ 0,6907	R\$ 53.915.767,30	R\$ 15.241.826,79	4,7038
19	R\$ 1,4781	R\$ 213.500.121,42	R\$ 131.172.970,17	41,8118
20	R\$ 1,9879	R\$ 198.879.724,47	R\$ 135.713.179,46	41,8118
21	R\$ 2,5288	R\$ 188.732.935,27	R\$ 136.808.719,86	41,8118
22	R\$ 1,2201	R\$ 234.178.215,57	R\$ 132.214.621,27	41,8118
23	R\$ 1,7645	R\$ 205.643.932,64	R\$ 135.688.996,09	41,8118
24	R\$ 2,3654	R\$ 191.293.907,32	R\$ 136.799.529,53	41,8118

25	R\$ 1,1015	R\$ 250.769.768,91	R\$ 134.583.126,35	41,8118
26	R\$ 1,6752	R\$ 208.790.070,04	R\$ 135.679.070,21	41,8118
27	R\$ 2,3166	R\$ 192.092.078,19	R\$ 136.797.001,39	41,8118

### 7.3. Resultado das Simulações com Método Monte Carlo

Com os resultados preliminares, foram realizadas simulações dos mecanismos de concessão, para cada um dos cenários apresentados no quadro 5.2. Os resultados das simulações foram separados em dois grupos: o primeiro grupo avalia o valor médio atingido pelos indicadores; o segundo grupo avalia a variabilidade dos resultados, por meio do desvio padrão dos resultados.

#### 7.3.1. Médias e Desvios Padrões

Os resultados obtidos com as simulações para as médias e desvios padrão são apresentados nos quadros 7.3 e 7.4, a seguir.

**Quadro 7.3 – Resultados obtidos com simulação Monte Carlo para a TIR.**

Cenário	Taxa Interna de Retorno					
	Prazo Fixo		LPVR		LPVNR	
	Valor Médio	Desvio Padrão	Valor Médio	Desvio Padrão	Valor Médio	Desvio Padrão
1	7,910%	2,455%	7,983%	0,446%	7,961%	0,416%
2	15,920%	3,103%	15,813%	0,957%	15,775%	0,924%
3	23,939%	3,894%	23,559%	1,732%	23,517%	1,688%
4	7,910%	2,455%	8,046%	0,234%	8,042%	0,157%
5	15,920%	3,103%	16,008%	0,608%	15,983%	0,567%
6	23,939%	3,894%	23,799%	1,426%	23,761%	1,380%
7	7,910%	2,455%	8,051%	0,208%	8,049%	0,107%
8	15,920%	3,103%	16,062%	0,480%	16,043%	0,428%
9	23,939%	3,894%	23,889%	1,295%	23,854%	1,247%
10	7,878%	2,001%	7,889%	0,535%	7,858%	0,501%
11	15,925%	2,505%	15,572%	0,998%	15,530%	0,972%
12	23,950%	3,309%	23,129%	1,685%	23,085%	1,649%
13	7,878%	2,001%	7,977%	0,314%	7,963%	0,247%
14	15,925%	2,505%	15,733%	0,785%	15,695%	0,762%
15	23,950%	3,309%	23,234%	1,572%	23,191%	1,537%
16	7,878%	2,001%	7,990%	0,263%	7,981%	0,170%
17	15,925%	2,505%	15,794%	0,689%	15,757%	0,667%
18	23,950%	3,309%	23,269%	1,530%	23,226%	1,495%
19	7,895%	1,719%	7,869%	0,578%	7,837%	0,545%
20	15,933%	2,211%	15,450%	1,041%	15,409%	1,014%
21	23,964%	3,080%	22,984%	1,696%	22,942%	1,662%
22	7,895%	1,719%	7,969%	0,379%	7,947%	0,330%

23	15,933%	2,211%	15,546%	0,931%	15,506%	0,905%
24	23,964%	3,080%	23,019%	1,658%	22,977%	1,624%
25	7,895%	1,719%	7,994%	0,312%	7,978%	0,248%
26	15,933%	2,211%	15,578%	0,889%	15,538%	0,864%
27	23,964%	3,080%	23,027%	1,648%	22,985%	1,614%
28	7,817%	3,007%	7,986%	1,534%	7,903%	0,598%
29	15,912%	3,014%	16,052%	1,340%	15,835%	0,791%
30	23,947%	3,346%	23,960%	1,654%	23,662%	1,266%
31	7,817%	3,007%	7,988%	1,522%	8,012%	0,255%
32	15,912%	3,014%	16,090%	1,250%	16,021%	0,428%
33	23,947%	3,346%	24,093%	1,425%	23,877%	0,954%
34	7,817%	3,007%	7,988%	1,522%	8,021%	0,181%
35	15,912%	3,014%	16,094%	1,241%	16,066%	0,305%
36	23,947%	3,346%	24,131%	1,352%	23,954%	0,825%
37	7,804%	2,702%	7,998%	1,388%	7,841%	0,724%
38	15,891%	2,564%	15,907%	1,298%	15,576%	0,941%
39	23,951%	2,885%	23,638%	1,699%	23,251%	1,350%
40	7,804%	2,702%	8,011%	1,347%	7,986%	0,373%
41	15,891%	2,564%	16,023%	1,100%	15,755%	0,684%
42	23,951%	2,885%	23,744%	1,571%	23,368%	1,223%
43	7,804%	2,702%	8,012%	1,344%	8,009%	0,280%
44	15,891%	2,564%	16,058%	1,032%	15,822%	0,568%
45	23,951%	2,885%	23,779%	1,525%	23,407%	1,175%
46	7,844%	2,316%	8,014%	1,184%	7,824%	0,723%
47	15,890%	2,304%	15,764%	1,327%	15,436%	1,025%
48	23,964%	2,679%	23,467%	1,739%	23,101%	1,407%
49	7,844%	2,316%	8,052%	1,099%	7,973%	0,421%
50	15,890%	2,304%	15,868%	1,184%	15,558%	0,876%
51	23,964%	2,679%	23,508%	1,693%	23,143%	1,362%
52	7,844%	2,316%	8,056%	1,090%	8,009%	0,320%
53	15,890%	2,304%	15,902%	1,131%	15,597%	0,819%
54	23,964%	2,679%	23,517%	1,682%	23,152%	1,350%
55	7,929%	1,967%	8,033%	0,310%	8,020%	0,214%
56	15,931%	2,367%	15,959%	0,580%	15,923%	0,533%
57	23,936%	2,841%	23,789%	1,082%	23,744%	1,037%
58	7,929%	1,967%	8,048%	0,250%	8,051%	0,068%
59	15,931%	2,367%	16,050%	0,356%	16,037%	0,272%
60	23,936%	2,841%	23,956%	0,832%	23,922%	0,783%
61	7,929%	1,967%	8,048%	0,248%	8,052%	0,053%
62	15,931%	2,367%	16,066%	0,304%	16,059%	0,195%
63	23,936%	2,841%	24,008%	0,737%	23,980%	0,682%
64	7,904%	1,673%	7,964%	0,410%	7,934%	0,335%
65	15,935%	1,963%	15,768%	0,715%	15,711%	0,679%
66	23,944%	2,455%	23,414%	1,194%	23,354%	1,149%
67	7,904%	1,673%	7,999%	0,300%	7,991%	0,152%
68	15,935%	1,963%	15,888%	0,529%	15,841%	0,495%
69	23,944%	2,455%	23,506%	1,095%	23,446%	1,052%
70	7,904%	1,673%	8,002%	0,287%	7,998%	0,113%
71	15,935%	1,963%	15,929%	0,452%	15,886%	0,417%
72	23,944%	2,455%	23,535%	1,060%	23,476%	1,018%
73	7,911%	1,467%	7,940%	0,460%	7,901%	0,400%
74	15,940%	1,751%	15,638%	0,800%	15,581%	0,761%
75	23,952%	2,296%	23,270%	1,258%	23,210%	1,212%

76	7,911%	1,467%	7,998%	0,326%	7,978%	0,224%
77	15,940%	1,751%	15,721%	0,700%	15,667%	0,664%
78	23,952%	2,296%	23,300%	1,227%	23,241%	1,181%
79	7,911%	1,467%	8,007%	0,297%	7,993%	0,170%
80	15,940%	1,751%	15,747%	0,665%	15,693%	0,629%
81	23,952%	2,296%	23,307%	1,219%	23,247%	1,173%

**Quadro 7.4 – Resultados obtidos com simulação Monte Carlo para a duração.**

Cenário	Duração (meses)			
	LPVR		LPVNR	
	Valor Médio	Desvio Padrão	Valor Médio	Desvio Padrão
1	148,30	24,10	148,48	25,23
2	149,17	31,46	149,09	32,17
3	148,43	38,22	148,22	38,73
4	149,80	27,49	150,44	29,46
5	156,29	43,00	156,76	44,29
6	162,01	55,55	162,11	56,24
7	149,97	28,16	150,72	30,48
8	159,98	51,16	160,90	53,08
9	173,27	72,42	173,72	73,37
10	223,20	41,60	223,23	43,34
11	222,41	57,88	222,01	58,90
12	216,35	72,18	215,88	72,88
13	228,44	51,65	229,65	55,07
14	242,93	83,90	243,10	85,24
15	246,52	103,83	246,19	104,56
16	229,72	55,47	231,43	60,00
17	259,71	108,96	260,56	110,79
18	275,95	136,78	275,81	137,58
19	298,14	61,93	297,92	64,20
20	291,64	90,13	290,84	91,34
21	277,18	112,87	276,49	113,66
22	310,44	82,51	311,74	86,40
23	329,12	131,12	328,68	132,46
24	324,16	158,35	323,55	159,17
25	316,16	95,93	318,78	101,96
26	364,73	173,43	364,83	175,04
27	370,82	204,76	370,30	205,60
28	146,18	14,18	148,27	25,54
29	148,04	21,50	148,77	29,99
30	149,59	28,84	148,76	35,32
31	146,21	14,34	150,35	29,95
32	149,09	24,18	154,57	40,05
33	156,01	40,13	159,68	50,66
34	146,21	14,34	150,64	30,98
35	149,23	24,83	157,10	46,21
36	159,78	48,99	168,02	65,02
37	220,71	27,70	222,66	43,96
38	224,41	44,55	222,25	55,51
39	222,98	59,37	218,36	67,74
40	221,12	28,96	228,99	55,52
41	234,99	62,53	240,01	79,43

42	247,72	88,78	246,46	98,52
43	221,16	29,20	230,65	60,04
44	241,51	77,09	253,67	101,75
45	270,71	119,01	272,89	130,04
46	296,40	45,22	296,75	63,88
47	298,74	73,65	292,76	86,44
48	288,22	97,25	280,73	106,74
49	299,00	51,50	309,25	84,39
50	326,43	109,35	326,55	125,17
51	331,84	141,75	325,56	151,46
52	299,37	53,04	314,61	96,87
53	351,16	145,95	357,57	164,89
54	375,11	187,62	369,99	197,38
55	147,34	19,07	147,82	21,21
56	149,15	26,32	149,33	27,73
57	150,03	33,12	149,89	34,07
58	147,69	20,07	148,56	23,13
59	152,48	33,06	153,55	35,76
60	159,81	47,51	160,44	49,09
61	147,71	20,18	148,60	23,33
62	153,57	36,44	155,10	40,14
63	166,58	60,07	168,07	62,59
64	222,40	35,06	222,93	38,44
65	224,63	51,31	224,21	53,18
66	221,05	65,09	220,32	66,37
67	224,46	39,91	226,38	45,73
68	240,26	73,63	241,18	76,50
69	249,31	96,10	248,93	97,46
70	224,76	41,11	227,08	48,15
71	251,69	93,93	254,11	98,28
72	276,20	128,05	276,46	129,74
73	298,01	54,12	298,17	58,27
74	296,85	82,08	295,68	84,34
75	284,55	104,38	283,35	105,85
76	304,84	67,53	307,67	75,36
77	330,68	121,11	330,57	123,88
78	330,57	149,48	329,57	151,01
79	306,87	73,74	311,02	84,25
80	361,82	161,14	362,93	164,53
81	376,11	195,59	375,42	197,24

### 7.3.2. Ajuste dos Resultados

A partir dos resultados das simulações, mostrados nos quadros 7.3 e 7.4, foram estimadas funções que se ajustassem aos dados, utilizando regressão linear múltipla (método dos mínimos quadrados), para o valor médio e para o desvio padrão dos resultados. As regressões foram realizadas com *software* Microsoft Excel.

O número de observações em cada regressão é igual a 81, onde, para todas as equações:

H – Horizonte ou prazo de concessão, em anos;

E – Extensão do prazo de concessão, em fração do horizonte;

T – Taxa de desconto, em valores percentuais (%);

R – Relação entre investimentos e custos de operação e manutenção.

### 7.3.2.1. Valor Esperado

#### 7.3.2.1.1. Prazo

##### Mecanismo LPVR

$$Y = + 52,868 + 8,9816 \times H - 136,26 \times E - 912,85 \times T^2 + 5,8660 \times H.E \quad (16)$$

$$+ 6,5573 \times H.T + 449,63 \times E.T + 0,093498 \times E.R$$

$$R^2: 0,992$$

##### Mecanismo LPVNR

$$Y = + 51,897 + 9,1739 \times H - 129,56 \times E - 813,21 \times T^2 + 6,0908 \times H.E \quad (17)$$

$$+ 3,7692 \times H.T + 443,20 \times E.T$$

$$R^2: 0,994$$

#### 7.3.2.1.2. Taxa de Retorno

##### Prazo Fixo

$$Y = - 0,0016052 - 0,00008851 \times H + 1,0070 \times T + 0,00002749 \times R \quad (18)$$

$$+ 0,00000259 \times H^2 - 0,00000015 \times R^2 - 0,00005782 \times T.R$$

$$R^2: 0,999$$

##### Mecanismo LPVR

$$Y = - 0,0051371 + 0,0035579 \times E + 1,0796 \times T + 0,00004436 \times R \quad (19)$$

$$+ 0,00000894 \times H^2 - 0,0028345 \times E^2 - 0,12780 \times T^2 - 0,0032412 \times H.T$$

$$- 0,00000186 \times H.R + 0,0081195 \times E.T + 0,00001396 \times E.R$$

$$- 0,00031588 \times T.R$$

$$R^2: 0,999$$

**Mecanismo LPVNR**

$$Y = -0,00058832 \times H + 0,0069901 \times E + 1,0576 \times T + 0,00006619 \times R \quad (20)$$

$$+ 0,00002124 \times H^2 - 0,0035451 \times E^2 - 0,093500 \times T^2 - 0,00000061 \times R^2$$

$$- 0,0031769 \times H.T - 0,00012455 \times T.R$$

$$R^2: 0,999$$

7.3.2.2. *Desvio Padrão*

## 7.3.2.2.1. Prazo

**Mecanismo LPVR**

$$Y = +80,161 - 5,7269 \times H - 146,23 \times E - 226,19 \times T + 0,091051 \times H^2 \quad (21)$$

$$- 877,09 \times T^2 + 6,2475 \times H.E + 30,302 \times H.T + 472,70 \times E.T + 0,34695 \times E.R$$

$$R^2: 0,985$$

**Mecanismo LPVNR**

$$Y = +68,486 - 4,4840 \times H - 118,43 \times E - 182,72 \times T - 0,28889 \times R \quad (22)$$

$$+ 0,080324 \times H^2 - 784,03 \times T^2 + 0,0038966 \times R^2 + 6,3588 \times H.E$$

$$+ 25,855 \times H.T + 422,11 \times E.T$$

$$R^2: 0,991$$

## 7.3.2.2.2. Taxa de Retorno

**Prazo Fixo**

$$Y = +0,048574 - 0,0014553 \times H - 0,055211 \times T - 0,00048403 \times R \quad (23)$$

$$+ 0,00002625 \times H^2 + 0,21963 \times T^2 + 0,00000414 \times R^2 - 0,0000014 \times H.R$$

$$+ 0,00084961 \times T.R$$

$$R^2: 0,991$$

**Mecanismo LPVR**

$$Y = +0,029004 - 0,00038411 \times H - 0,010612 \times E - 0,10582 \times T - 0,00050447 \times R \quad (24)$$

$$+ 0,0045248 \times E^2 + 0,28074 \times T^2 + 0,00000328 \times R^2 + 0,00015282 \times H.E$$

$$+ 0,0016392 \times H.T + 0,00000279 \times H.R - 0,00002366 \times E.R + 0,00076072 \times T.R$$

$$R^2: 0,974$$

### Mecanismo LPVNR

$$Y = +0,011281 - 0,018170 \times E - 0,031740 \times T - 0,00017011 \times R + 0,0061268 \times E^2 \quad (25)$$

$$+ 0,17498 \times T^2 + 0,00000160 \times R^2 + 0,00023706 \times H.E + 0,00070177 \times H.T$$

$$- 0,00000107 \times H.R + 0,01013469 \times E.T + 0,00036909 \times T.R$$

$$R^2: 0,986$$

Os valores encontrados para  $R^2$  apresentam resultados satisfatórios, superiores a 0,974, o que demonstra que as funções estimadas se ajustam bem aos dados obtidos com as simulações. As regressões foram para obter a melhor função que se ajustasse aos dados, dentro dos intervalos utilizados para as variáveis de entrada. Entretanto, para a realização de extrapolações e previsões baseadas nos dados, devem ser estimados modelos estatísticos específicos.

A seguir, são apresentadas as análises dos resultados obtidos com os modelos estimados por meio de regressões.

#### 7.4. Análise de Sensibilidade

Para verificar o efeito causado nos indicadores do modelo, foi realizada análise de sensibilidade, com base nos resultados obtidos nas simulações. Esta análise avaliou o impacto das variáveis: duração esperada para a concessão, que é o prazo de duração das concessões caso o tráfego tivesse comportamento exatamente igual ao esperado; extensão máxima da duração, ou seja, a extensão máxima de tempo que a duração da concessão pode atingir, além da duração esperada; e taxa de desconto, utilizada para calcular as tarifas.

As variações produzidas nos indicadores são representadas em gráficos onde os resultados obtidos são relacionados com cada variável, individualmente. Assim, temos 36 combinações, como por exemplo, o indicador Taxa de Interna de Retorno no eixo Y e a duração esperada no eixo X. Neste trabalho, sempre que o efeito de uma das variáveis é representado, as demais variáveis são mantidas no nível mais baixo utilizado nas simulações. Para as análises de sensibilidade foram utilizadas as informações obtidas com as simulações Monte Carlo.

Os gráficos foram divididos em dois grandes grupos, o primeiro apresentando os valores médios dos resultados e o segundo apresentando os desvios padrão dos resultados. Dentro de cada grande grupo, uma segunda divisão separa os gráficos em três grupos, conforme o tipo

de concessão (BOT, ROT ou O&M). Por fim, dentro de cada grupo representando os tipos de concessão, os gráficos foram separados em sub-grupos, conforme os indicadores: um para a duração das concessões e outro para a taxa interna de retorno. Dentro de cada sub-grupo são apresentados três gráficos, relacionando o indicador com cada uma das variáveis avaliadas: duração esperada, extensão (da duração) e taxa de desconto.

Os gráficos representando o desvio padrão do indicador prazo não apresentam informações relativas a concessões com prazo fixo, uma vez que o desvio padrão é igual a zero.

#### **7.4.1. Média**

O primeiro grande grupo de gráficos apresenta o efeito causado nos valores médios atingidos pelos indicadores utilizados.

##### **7.4.1.1. Concessão BOT**

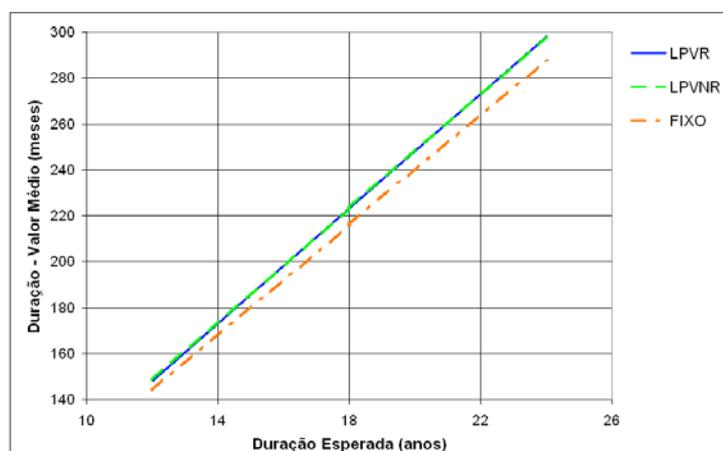
###### **7.4.1.1.1. Prazo**

A figura 7.1 apresenta o efeito da variável duração esperada sobre os valores médios atingidos pelo indicador duração, em concessões do tipo BOT. Percebe-se que os mecanismos de prazo variável apresentam crescimentos da duração muito similares ao aumento da duração esperada. Entretanto, as simulações das concessões de prazo variável apresentam resultados médios superiores aos valores atribuídos à variável duração esperada, como pode ser verificado ao comparar os resultados atingidos por estes com a duração das concessões de prazo fixo, que possuem valores iguais para a variável e o resultado do indicador.

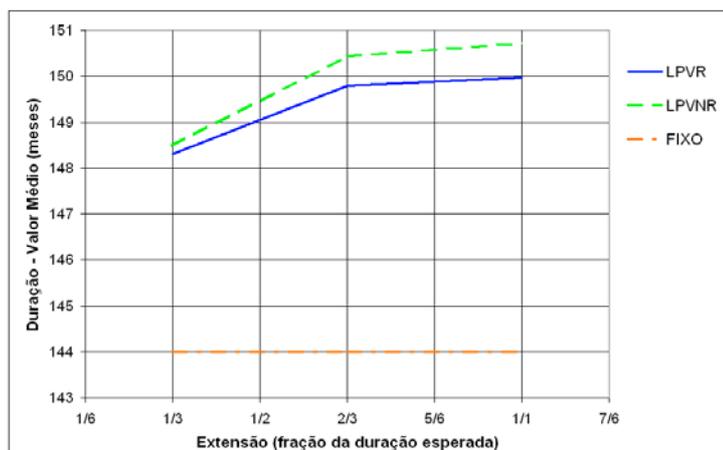
A figura 7.2 apresenta o efeito da variável extensão máxima sobre os valores médios atingidos pelo indicador duração, em concessões do tipo BOT. Pode-se observar que, para ambos mecanismos de prazo variável, os valores médios do indicador duração aumentam à medida que a variável extensão máxima se torna maior, sendo que concessões com mecanismo de prazo variável LPVNR apresenta uma taxa de crescimento maior do que a apresentada pelo mecanismo LPVR. Em ambos mecanismos de prazo variável, a taxa de crescimento dos valores médios é menor quanto maior for o valor da extensão máxima.

A figura 7.3 apresenta o efeito da variável taxa de desconto sobre os valores médios atingidos pelo indicador duração, em concessões do tipo BOT. Como pode ser verificado para os dois mecanismos de prazo variável, em um primeiro momento, os valores médios do indicador duração crescem à medida que a taxa de desconto aumenta. Entretanto, a partir de determinado ponto, os valores médios passam a ser reduzidos. Pode-se constatar, também, que a duração de concessões com mecanismo de prazo variável LPVR apresenta uma taxa de crescimento mais acentuada do que nas concessões com mecanismo LPVNR, entre os valores de 8% e 16% da variável taxa de desconto. Entre 16% e 24%, concessões com mecanismo LPVR apresentam taxas de redução da duração menores do que aquelas apresentadas pelo mecanismo LPVNR.

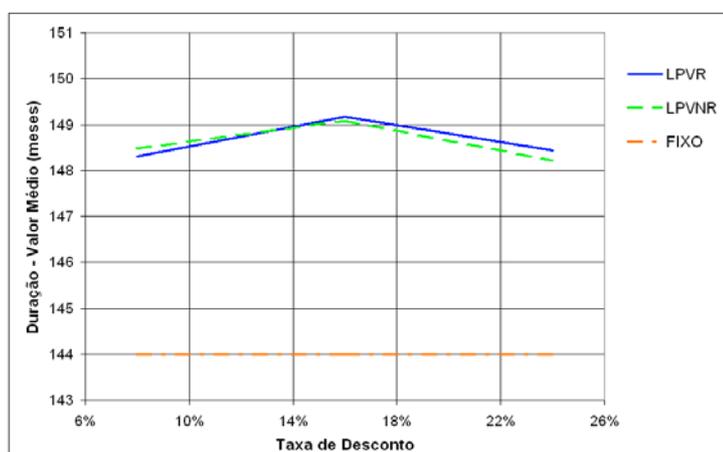
Nas figuras 7.1, 7.2 e 7.3, pode-se verificar que os valores médios apresentados pela duração de concessões com mecanismos de prazo variável são maiores do que a duração esperada para as concessões, e, conseqüentemente, maior do que a duração das concessões de prazo fixo.



**Figura 7.1 – BOT, Valor Médio Duração X Duração Esperada.**



**Figura 7.2 – BOT, Valor Médio Duração X Extensão.**



**Figura 7.3 – BOT, Valor Médio Duração X Taxa de Desconto.**

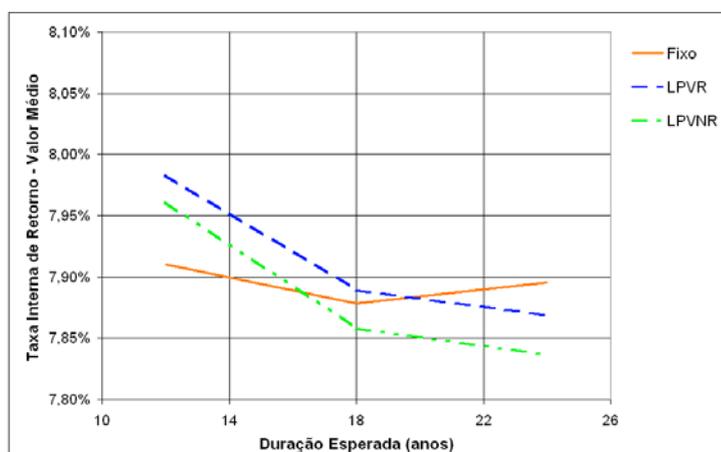
#### 7.4.1.1.2. TIR

A figura 7.4 apresenta o efeito da variável duração esperada sobre os valores médios atingidos pelo indicador TIR, em concessões do tipo BOT. Percebe-se que concessões de prazo fixo são menos afetadas por variações na variável duração esperada do que concessões com mecanismos de prazo variável. Concessões com mecanismos de prazo variável apresentam resultados médios decrescentes com o aumento da variável duração esperada, sendo que concessões com mecanismo LPVNR apresentam taxa de redução mais acentuada. Além disso, concessões com mecanismo LPVNR apresentam resultados ligeiramente inferiores àqueles atingidos pelo mecanismo LPVR. Embora os valores médios da TIR sejam reduzidos com o aumento dos valores da variável duração esperada, a taxa em que esta redução ocorre é menor quanto maior o valor da variável, para ambos mecanismos de concessão com prazo variável.

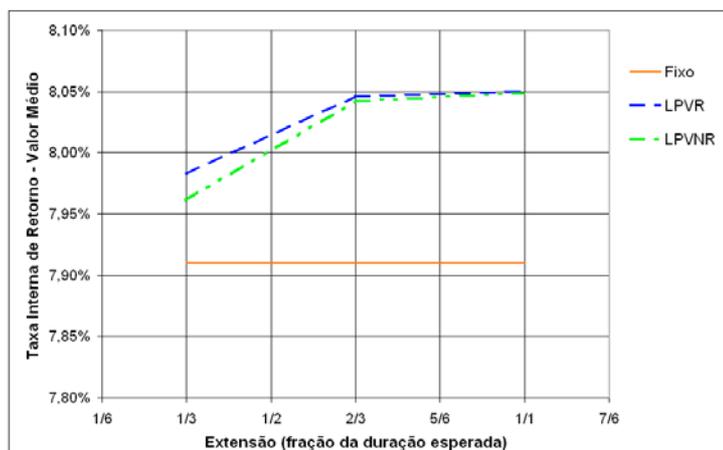
A figura 7.5 apresenta o efeito da variável extensão máxima sobre os valores médios atingidos pelo indicador TIR, em concessões do tipo BOT. A TIR de concessões com prazo fixo não é afetada por alterações na extensão do prazo de concessão, por não estar suscetível a variações no prazo. Percebe-se que concessões com mecanismos de prazo variável apresentam resultados crescentes para o indicador TIR quanto maior for o valor da variável extensão máxima. Este crescimento é mais acentuado em concessões com mecanismo LPVNR. Entretanto, a taxa de crescimento dos valores médios da TIR é reduzida com o aumento do valor da variável extensão máxima, para ambos mecanismos de prazo variável. No intervalo que compreende extensões entre 1/3 e 3/3 da duração esperada, as taxas internas de retorno das concessões com mecanismo LPVR são maiores do que as obtidas com mecanismo LPVNR.

A figura 7.6 apresenta o efeito da variável taxa de desconto sobre os valores médios atingidos pelo indicador TIR, em concessões do tipo BOT. Pode-se observar que existe uma relação muito próxima entre o valor utilizado na variável taxa de desconto e os valores médios da TIR, independente de a concessão ter, ou não, prazo variável. Entretanto, percebe-se que a taxa de crescimento dos valores médios da TIR é maior nas concessões de prazo fixo.

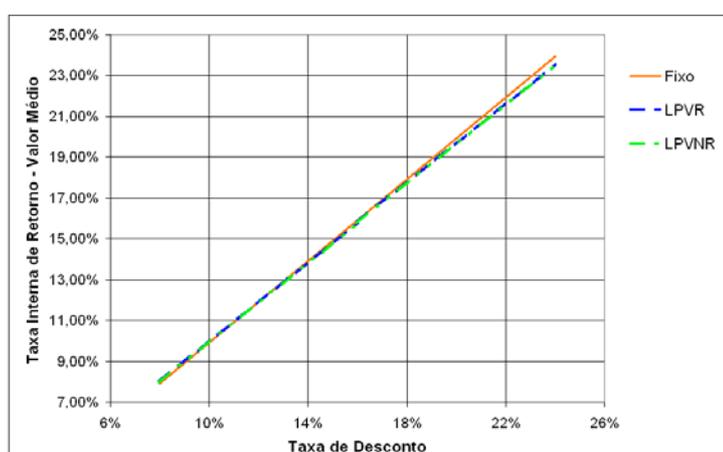
Analisando os gráficos apresentados nas figuras 7.4, 7.5 e 7.6, pode-se verificar que as concessões com mecanismos LPVNR apresentam valores médios atingidos pelo indicador TIR inferiores àqueles apresentados por concessões com mecanismo LPVR.



**Figura 7.4 – BOT, Valor Médio Taxa Interna de Retorno X Duração Esperada.**



**Figura 7.5 – BOT, Valor Médio Taxa Interna de Retorno X Extensão.**



**Figura 7.6 – BOT, Valor Médio Taxa Interna de Retorno X Taxa de Desconto.**

#### 7.4.1.2. Concessão ROT

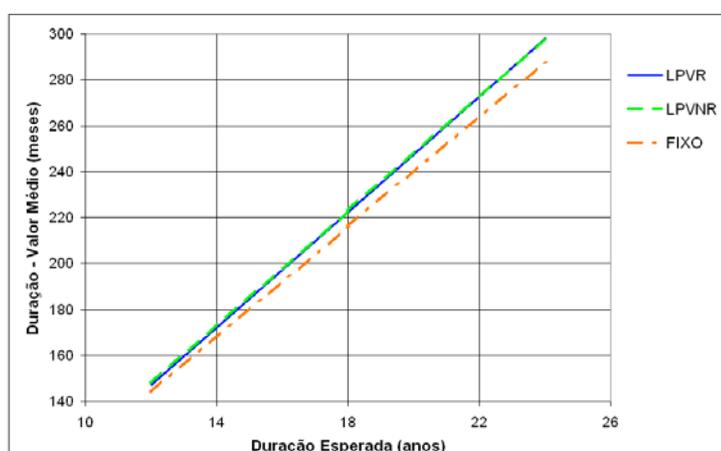
##### 7.4.1.2.1. Prazo

A figura 7.7 apresenta o efeito da variável duração esperada sobre os valores médios atingidos pelo indicador duração, em concessões do tipo ROT. Assim como ocorrido nas concessões do tipo BOT (figura 7.1), percebe-se que para concessões com prazo variável, os resultados obtidos para o indicador duração crescem com aumentos no valor da variável duração esperada, com pequenas diferenças entre os resultados obtidos com o uso de cada mecanismo. As concessões de prazo variável apresentam resultados médios superiores aos valores atribuídos à variável duração esperada, como pode ser verificado ao comparar os resultados atingidos por estes com o prazo das concessões de prazo fixo.

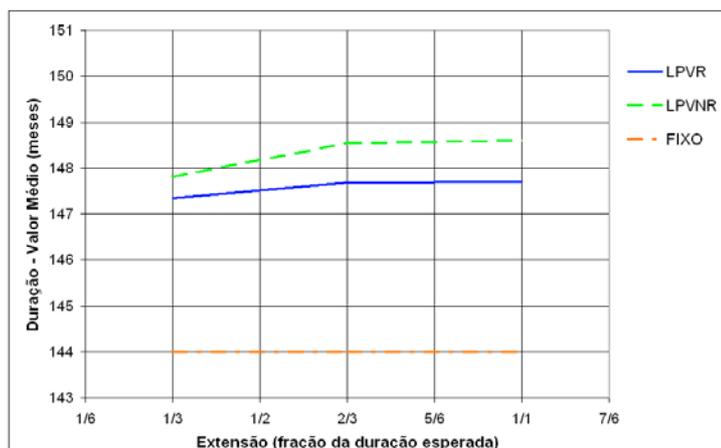
A figura 7.8 apresenta o efeito da variável extensão máxima sobre os valores médios atingidos pelo indicador duração, em concessões do tipo ROT. Pode-se observar que o valor médio do indicador duração aumenta à medida que a variável extensão máxima se torna maior, sendo que concessões com mecanismo de prazo variável LPVNR apresentam um aumento maior que o mecanismo LPVR. Entretanto, os crescimentos são menores do que aqueles que ocorrem em concessões do tipo BOT (figura 7.2). Para ambos mecanismos de prazo variável, as taxas de crescimento se reduzem com extensões máximas maiores.

A figura 7.9 apresenta o efeito da variável taxa de desconto sobre os valores médios atingidos pelo indicador duração, em concessões do tipo ROT. Diferentemente do ocorrido nas concessões do tipo BOT (figura 7.3), onde há um crescimento inicial e depois uma queda, os valores médios da duração das concessões aumentam continuamente no intervalo de análise (taxa de desconto entre 8% e 24%). Entretanto, as taxas de crescimento são reduzidas com o aumento da taxa de desconto. Também pode-se constatar que concessões com mecanismo LPVR apresentam um crescimento mais acentuado na duração do que concessões com mecanismo LPVNR.

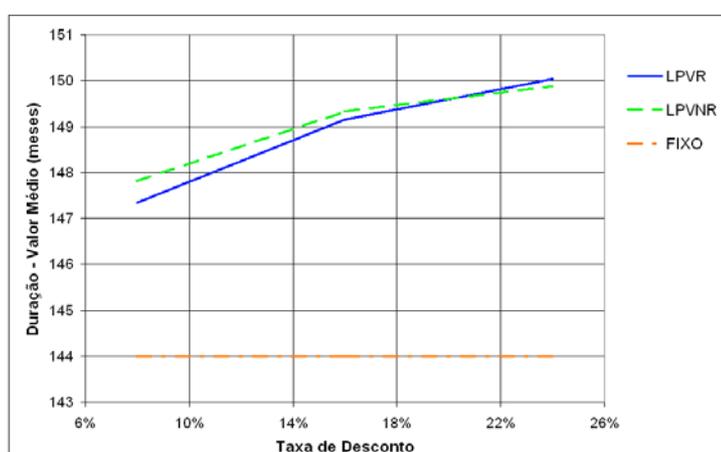
Assim como ocorrido nas concessões do tipo BOT (figuras 7.1, 7.2 e 7.3), pode-se verificar nas figuras 7.7, 7.8 e 7.9 que, tanto para concessões do tipo ROT como BOT, os valores médios atingidos pelo indicador duração em concessões com o mecanismo LPVNR são superiores àqueles atingidos com o mecanismo LPVR e ambos mecanismos apresentam valores médios superiores aos valores da duração esperada.



**Figura 7.7 – ROT, Valor Médio Duração X Duração Esperada.**



**Figura 7.8 – ROT, Valor Médio Duração X Extensão.**



**Figura 7.9 – ROT, Valor Médio Duração X Taxa de Desconto.**

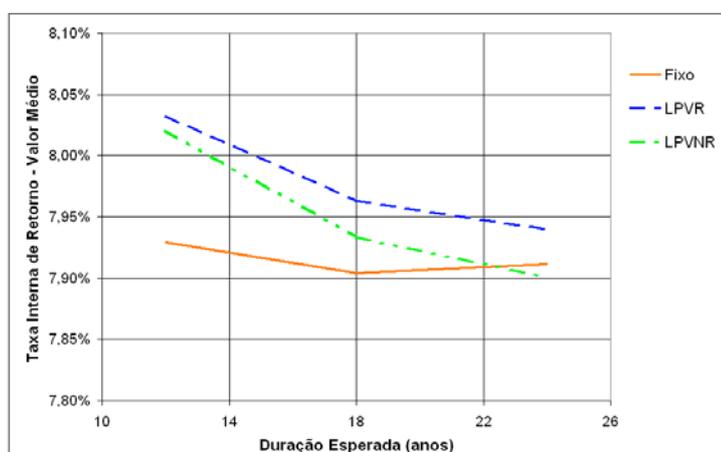
#### 7.4.1.2.2. TIR

A figura 7.10 apresenta o efeito da variável duração esperada sobre os valores médios atingidos pelo indicador TIR, em concessões do tipo ROT. Similar ao ocorrido nas concessões do tipo BOT (figura 7.4), os resultados médios atingidos por concessões de prazo fixo apresentam menores alterações com as variações na variável duração do que aquelas ocorridas com mecanismos de prazo variável. Concessões com mecanismos de prazo variável apresentam resultados médios decrescentes com o aumento da variável duração, sendo a taxa de redução mais acentuada nos resultados médios atingidos com mecanismo LPVNR. Além disso, concessões com mecanismo LPVNR apresentam resultados médio ligeiramente inferiores àqueles atingidos pelo mecanismo LPVR. As taxas de variação da TIR com relação à variável duração esperada são reduzidas com o aumento do valor atribuído à variável.

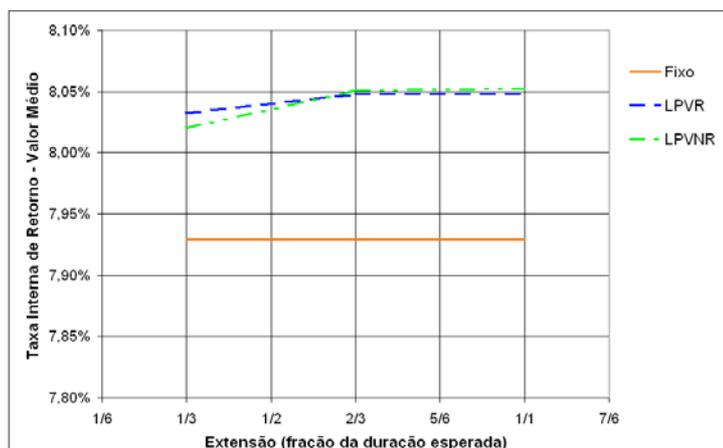
A figura 7.11 apresenta o efeito da variável extensão máxima sobre os valores médios atingidos pelo indicador TIR, em concessões do tipo ROT. Como visto anteriormente, ao avaliar os resultados médios das concessões do tipo BOT, pode-se constatar que a TIR de concessões com prazo fixo não é afetada por alterações na variável extensão máxima. Concessões com mecanismos de prazo variável apresentam resultados médios crescentes quanto maior for a extensão máxima do prazo de concessão. Este crescimento é mais acentuado em concessões com mecanismo LPVNR. Entretanto, a taxa de crescimento dos valores médios da TIR é reduzida com o aumento no valor da variável, para ambos mecanismos de prazo variável. Os crescimentos apresentados pela TIR em concessões ROT, com relação à extensão máxima, são menores do que os apresentados por concessões do tipo BOT (figura 7.5).

A figura 7.12 apresenta o efeito da variável taxa de desconto sobre os valores médios atingidos pelo indicador TIR, em concessões do tipo ROT. Assim como nas concessões do tipo BOT (figura 7.6), pode-se observar que existe uma relação muito próxima entre o valor utilizado como taxa de desconto para o cálculo da tarifa e o valor médio da TIR, independente de a concessão ser realizada com, ou sem, mecanismo de prazo variável.

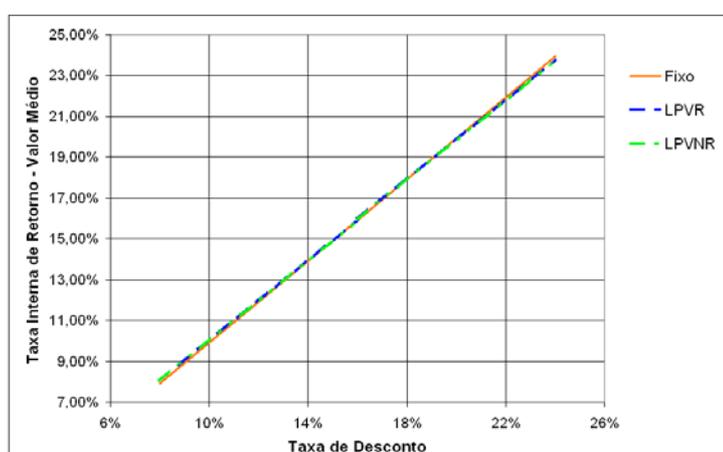
Diferente do ocorrido em concessões do tipo BOT, não é possível indicar qual dos mecanismos de prazo variável leva a resultados médios superiores.



**Figura 7.10 – ROT, Valor Médio Taxa Interna de Retorno X Duração Esperada.**



**Figura 7.11 – ROT, Valor Médio Taxa Interna de Retorno X Extensão.**



**Figura 7.12 – ROT, Valor Médio Taxa Interna de Retorno X Taxa de Desconto.**

### 7.4.1.3. Concessão O&M

#### 7.4.1.3.1. Prazo

A figura 7.13 apresenta o efeito da variável duração esperada sobre os valores médios atingidos pelo indicador duração, em concessões do tipo O&M. Assim como ocorrido nas concessões do tipo BOT (figura 7.1) e ROT (figura 7.7), nos mecanismos de prazo variável a duração cresce com o aumento do valor da variável duração esperada, com pequenas diferenças entre os resultados atingidos por cada mecanismo. As concessões de prazo variável apresentam resultados médios ligeiramente superiores aos valores esperados, como pode ser verificado ao comparar os resultados atingidos com o prazo das concessões de prazo fixo.

A figura 7.14 apresenta o efeito da variável extensão máxima sobre os valores médios atingidos pelo indicador duração, em concessões do tipo O&M. Diferentemente do que ocorre em concessões do tipo BOT e ROT (figuras 7.2 e 7.8, respectivamente), em concessões do tipo O&M os valores médios do indicador duração em concessões com mecanismo LPVR apresenta crescimento muito pequeno, praticamente nulo.

Em contrapartida, os resultados atingidos por concessões com o mecanismo LPVNR apresentam comportamento semelhante ao apresentado em outros tipos de concessão (BOT e ROT), com os valores médios aumentando à medida que a variável extensão máxima se torna maior. A taxa de crescimento se reduz com extensões máximas maiores.

Os valores médios do indicador duração atingidos por concessões com o mecanismo LPVNR são superiores àqueles atingidos com o mecanismo LPVR e ambos mecanismos apresentam valores superiores ao valor da duração esperada, semelhante ao que ocorre em concessões do tipo BOT e ROT.

A figura 7.15 apresenta o efeito da variável taxa de desconto sobre os valores médios atingidos pelo indicador duração, em concessões do tipo O&M. O efeito das diferentes taxas de desconto sobre a duração das concessões com mecanismos de prazo variável é bastante diferente daqueles observados em concessões do tipo BOT (figura 7.3) e ROT (figura 7.9). Neste caso, concessões com mecanismo LPVNR tendem a ter a duração menos influenciada pela variável taxa de desconto do que as concessões com mecanismo LPVR. Pode-se constatar que a taxa de crescimento apresentada por concessões com mecanismo LPVNR é pequena quando a taxa de desconto situa-se entre 8% e 16% e reduz-se ainda mais entre 16% e 24%. Por outro lado, concessões com mecanismo LPVR apresentam taxas de crescimento mais altas e praticamente constantes, quando as taxas de desconto situam-se entre 8% e 24%.

Semelhante ao ocorrido nas concessões do tipo BOT (figuras 7.1, 7.2 e 7.3) e ROT (figuras 7.7, 7.8 e 7.9), pode-se verificar nas figuras 7.13, 7.14 e 7.15 que os valores médios do indicador duração, em concessões com mecanismos de prazo variável, é maior do que a duração esperada, e, conseqüentemente, maior do que a duração das concessões de prazo fixo. Além disso, na maior parte dos casos, concessões com mecanismo LPVNR apresentam resultados médios maiores do que os apresentados por concessões com mecanismo LPVR.

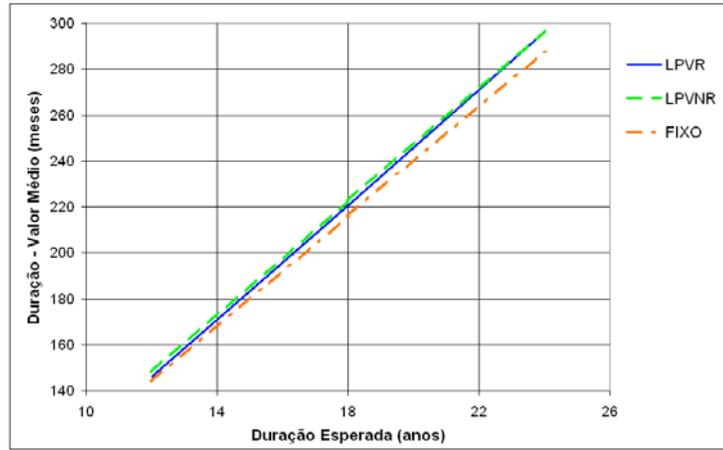


Figura 7.13 – O&M, Valor Médio Duração X Duração Esperada.

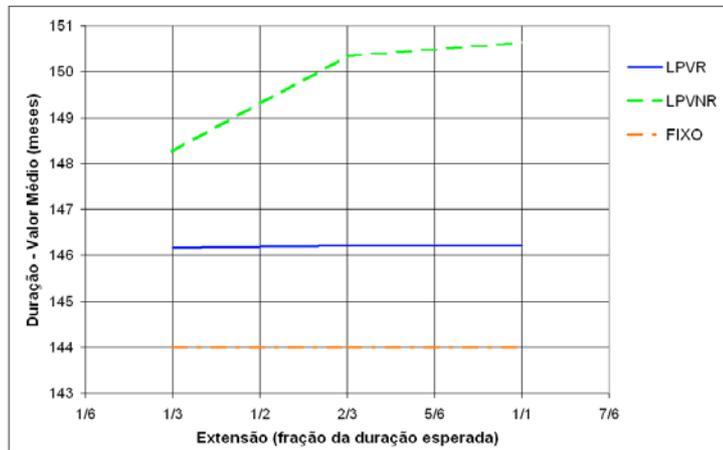


Figura 7.14 – O&M, Valor Médio Duração X Extensão.

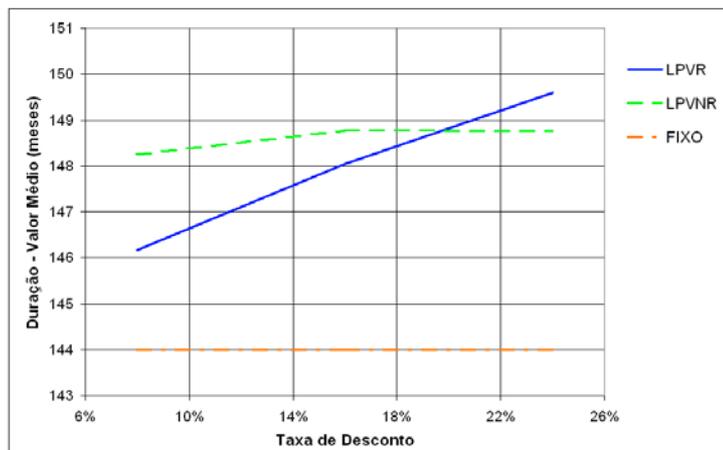


Figura 7.15 – O&M, Valor Médio Duração X Taxa de Desconto.

#### 7.4.1.3.2. TIR

A figura 7.16 apresenta o efeito da variável duração esperada sobre os valores médios atingidos pelo indicador TIR, em concessões do tipo O&M. Similar ao ocorrido nas concessões do tipo BOT e ROT (figura 7.4 e 7.10, respectivamente), os resultados médios atingidos por concessões de prazo fixo apresentam menores alterações com as variações na variável duração esperada do que aquelas ocorridas com mecanismos de prazo variável.

Diferente do que ocorre em concessões do tipo BOT e ROT, as concessões com mecanismos de prazo variável apresentam resultados diferentes entre si. Concessões com mecanismo LPVNR têm a TIR decrescente com o aumento da duração esperada, embora as taxas com que a TIR decresça sejam reduzidas com o aumento do valor da variável.

Por sua vez, os resultados apresentados pelo mecanismo LPVR são crescentes com o aumento da duração esperada, e a taxa de crescimento mantém-se praticamente inalterada. Os valores médios da TIR em concessões com mecanismo LPVR são maiores do que os atingidos com o mecanismo LPVNR.

A figura 7.17 apresenta o efeito da variável extensão máxima sobre os valores médios atingidos pelo indicador TIR, em concessões do tipo O&M. A TIR de concessões com prazo fixo não é afetada por alterações na variável extensão máxima. Concessões com prazo variável apresentam resultados diferentes conforme, o mecanismo utilizado, o que não ocorre nos outros tipos de concessão, BOT e ROT (figuras 7.5 e 7.11, respectivamente). Pode-se verificar que os resultados do mecanismo LPVR não apresentam grandes variações em decorrência de modificações na variável extensão máxima. Por outro lado, quanto maior for a extensão máxima, maiores são os resultados atingidos com o mecanismo LPVNR. Entretanto, a taxa de crescimento dos valores médios da TIR apresentada pelo mecanismo LPVNR é reduzida com o aumento do horizonte.

A figura 7.18 apresenta o efeito da variável taxa de desconto sobre os valores médios atingidos pelo indicador TIR, em concessões do tipo O&M. Assim como nas concessões do tipo BOT (figura 7.6) e ROT (figura 7.12), pode-se observar que existe uma relação muito próxima entre o valor da variável taxa de desconto e o valor da TIR, independente de a concessão ser realizada com, ou sem, mecanismo de prazo variável.

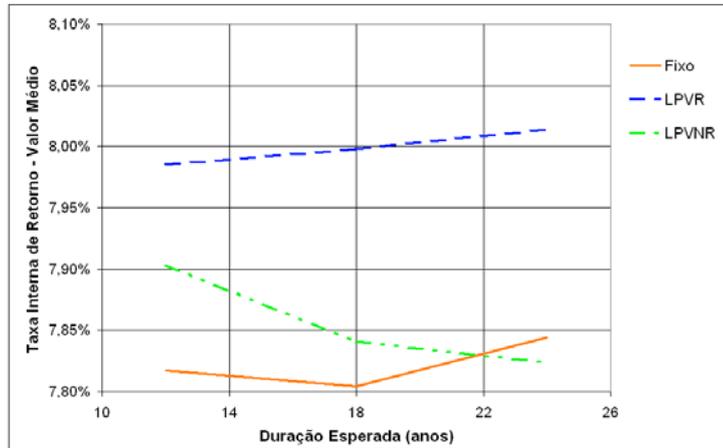


Figura 7.16 – O&M, Valor Médio Taxa Interna de Retorno X Duração Esperada.

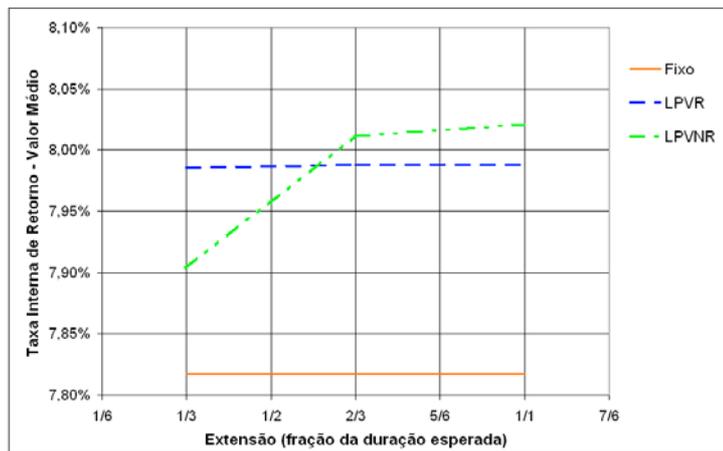


Figura 7.17 – O&M, Valor Médio Taxa Interna de Retorno X Extensão.

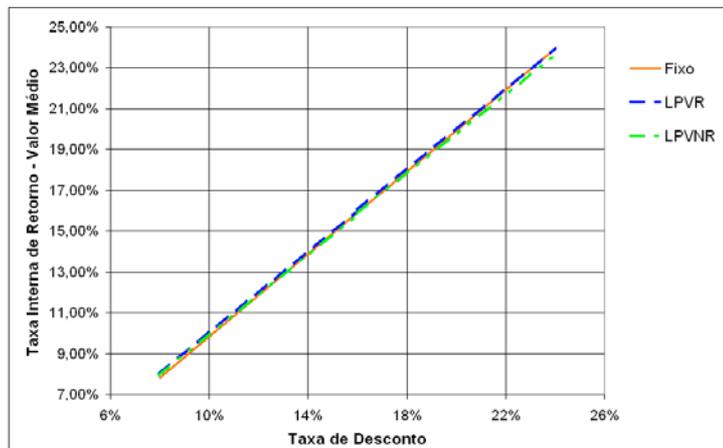


Figura 7.18 – O&M, Valor Médio Taxa Interna de Retorno X Taxa de Desconto.

#### 7.4.2. *Desvio Padrão*

O segundo grande grupo de gráficos apresenta o efeito causado no desvio padrão dos resultados atingidos pelos indicadores utilizados.

##### 7.4.2.1. *Concessão BOT*

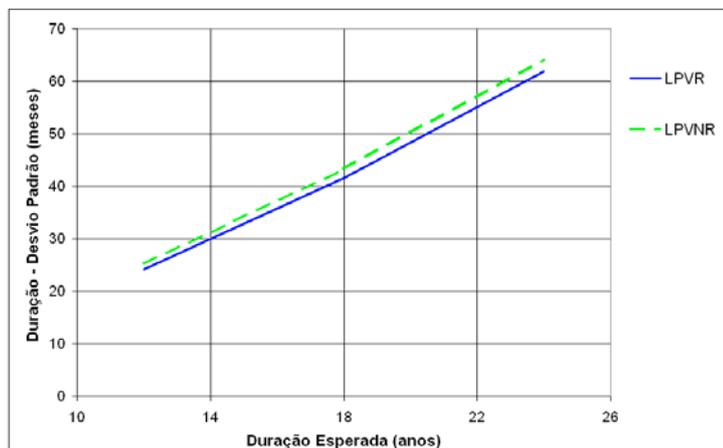
###### 7.4.2.1.1. Prazo

A figura 7.19 apresenta o efeito da variável duração esperada sobre os desvios padrões dos resultados atingidos pelo indicador duração, nas concessões do tipo BOT. Como pode ser observado na figura, os desvios apresentados pelos dois mecanismos demonstram um aumento da volatilidade dos resultados com o aumento da duração esperada, sendo que concessões com mecanismo LPVNR apresentam desvios ligeiramente maiores do que os apresentados com mecanismo LPVR. A taxa de crescimento da variabilidade permanece praticamente estável no intervalo entre 12 anos e 24 anos.

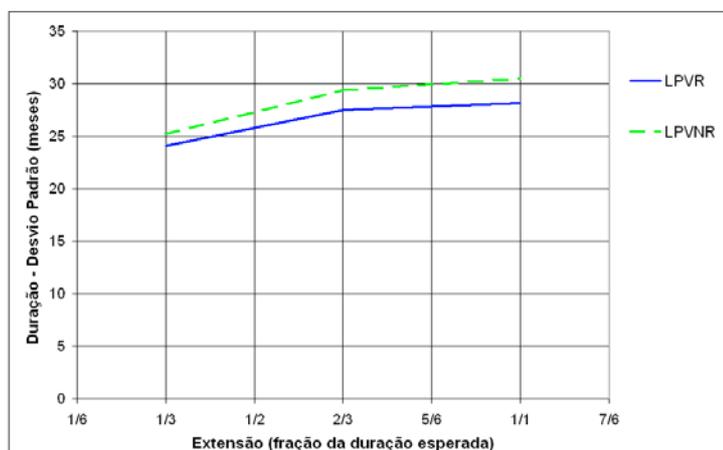
A figura 7.20 apresenta o efeito da variável extensão máxima sobre os desvios padrões dos resultados atingidos pelo indicador duração, nas concessões do tipo BOT. Pode-se observar que, em ambos os casos, os valores dos desvios padrões aumentam à medida que a variável extensão máxima se torna maior, sendo que concessões com mecanismo de prazo variável LPVNR apresentam taxas de crescimento ligeiramente maiores que o mecanismo LPVR. As taxas de crescimento apresentadas por ambos mecanismos são reduzidas com o aumento da variável extensão máxima.

A figura 7.21 apresenta o efeito da variável taxa de desconto sobre os desvios padrões dos resultados atingidos pelo indicador duração, nas concessões do tipo BOT. Pode-se verificar um aumento dos desvios padrões com o aumento da variável taxa de desconto, para concessões com mecanismos de prazo variável, sendo que a taxa de crescimento apresenta-se aparentemente estável no intervalo entre os valores de 8% e 24% da variável taxa de desconto. Os desvios apresentados por concessões com mecanismo LPVNR são ligeiramente superiores aos atingidos com o mecanismo LPVR.

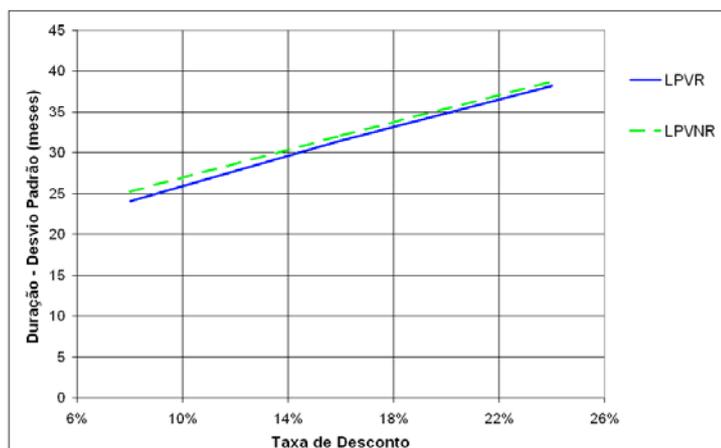
Pode-se verificar nas figuras 7.19, 7.20 e 7.21 que os valores dos desvios padrões apresentados pelos resultados do indicador duração são maiores em concessões com mecanismos de prazo variável LPVNR do que em concessões com o mecanismo LPVR.



**Figura 7.19 – BOT, Desvio Padrão Duração X Duração Esperada.**



**Figura 7.20 – BOT, Desvio Padrão Duração X Extensão.**



**Figura 7.21 – BOT, Desvio Padrão Duração X Taxa de Desconto.**

#### 7.4.2.1.2. TIR

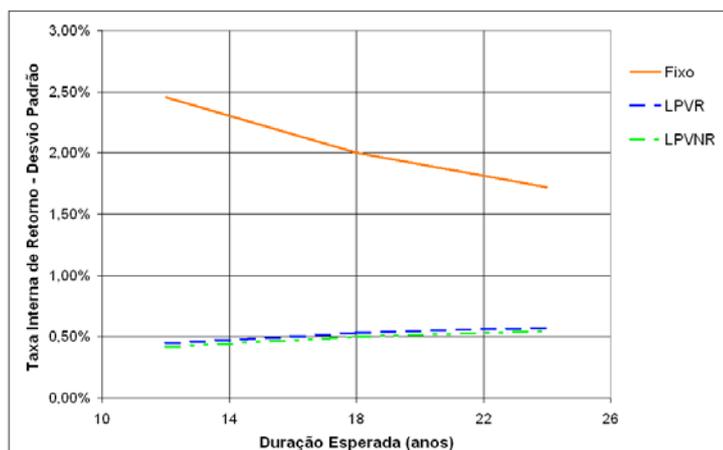
A figura 7.22 apresenta o efeito da variável duração esperada sobre os desvios padrões dos resultados atingidos pelo indicador TIR, em concessões do tipo BOT. Pode-se perceber que concessões com prazo variável LPVR e LPVNR apresentam desvios padrões semelhantes, e estes são menores do que os desvios apresentados por concessões de prazo fixo. Entretanto, a diferença é reduzida com o aumento da duração esperada. Os desvios apresentados por concessões de prazo fixo diminuem na medida que a duração esperada for maior, enquanto que concessões de prazo variável apresentam desvios crescentes, embora a taxas pequenas se comparadas à taxa de redução apresentada por concessões de prazo fixo.

As taxas de variação não aparentam grandes alterações no intervalo compreendido por durações esperadas entre 12 e 24 anos.

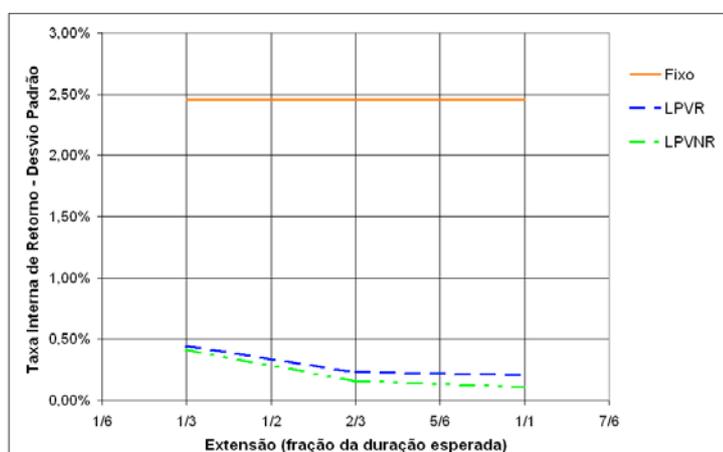
A figura 7.23 apresenta o efeito da variável extensão máxima sobre os desvios padrões dos resultados atingidos pelo indicador TIR, em concessões do tipo BOT. Os desvios padrões dos resultados atingidos pela TIR de concessões com prazo fixo não são afetados por alterações na variável extensão máxima, por não estarem sujeitas a variações no prazo. Concessões com mecanismos de prazo variável apresentam redução dos desvios padrões quanto maior for a extensão máxima. Esta redução no crescimento é mais acentuada nos resultados atingidos nas concessões com mecanismo LPVNR. Entretanto, a taxa de redução dos desvios é reduzida com o aumento da extensão máxima, para ambos mecanismos de prazo variável. Concessões com mecanismo LPVNR apresentam desvios ligeiramente menores do que os apresentados com mecanismo LPVR.

A figura 7.24 apresenta o efeito da variável taxa de desconto sobre os desvios padrões dos resultados atingidos pelo indicador TIR, em concessões do tipo BOT. Pode-se observar que, independente de a concessão possuir prazo fixo ou variável, os desvios padrões são maiores quanto maior for a taxa de desconto. A taxa de variação dos desvios em relação à taxa de desconto não sofre grandes variações no intervalo compreendido entre as taxas de desconto de 8% e 24%.

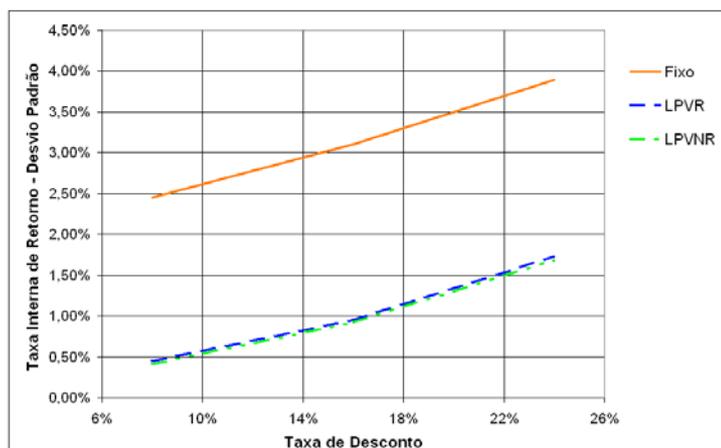
Pode-se verificar nas figuras 7.22, 7.23 e 7.24 que os valores dos desvios padrões apresentados pelos resultados do indicador TIR são maiores em concessões com mecanismos de prazo variável LPVR do que em concessões com o mecanismo LPVNR.



**Figura 7.22 – BOT, Desvio Padrão Taxa Interna de Retorno X Duração Esperada.**



**Figura 7.23 – BOT, Desvio Padrão Taxa Interna de Retorno X Extensão.**



**Figura 7.24 – BOT, Desvio Padrão Taxa Interna de Retorno X Taxa de Desconto.**

#### 7.4.2.2. Concessão ROT

##### 7.4.2.2.1. Prazo

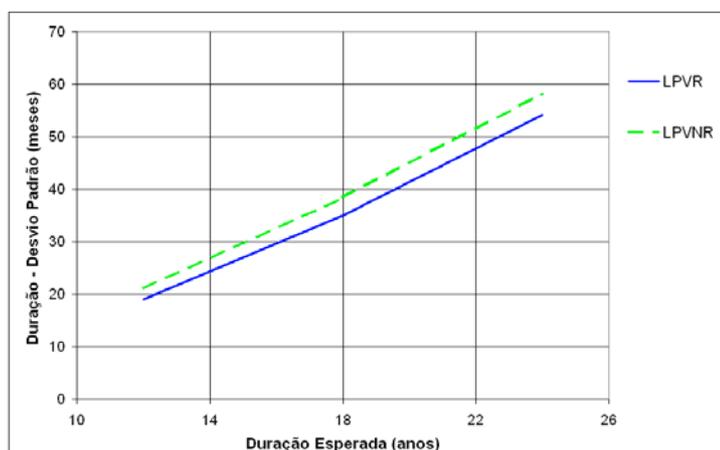
A figura 7.25 apresenta o efeito da variável duração esperada sobre os desvios padrões dos resultados atingidos pelo indicador duração, nas concessões do tipo ROT. Semelhante ao ocorrido em concessões do tipo BOT (figura 7.19), pode ser observado um aumento da volatilidade dos resultados com o aumento da duração esperada, tendo as concessões com mecanismo LPVNR apresentado desvios maiores do que aqueles apresentados pelo mecanismo LPVR. Também a taxa de crescimento da variabilidade permanece praticamente estável no intervalo entre 12 anos e 24 anos.

A figura 7.26 apresenta o efeito da variável extensão máxima sobre os desvios padrões dos resultados atingidos pelo indicador duração, nas concessões do tipo ROT. Pode-se observar que, em ambos os casos, os valores dos desvios padrões aumentam à medida que a variável extensão máxima se torna maior, sendo que concessões com mecanismo de prazo variável LPVNR apresentam taxas de crescimento ligeiramente maiores que o mecanismo LPVR. As taxas de crescimento apresentadas por ambos mecanismos são reduzidas à medida que aumenta o valor da variável extensão máxima.

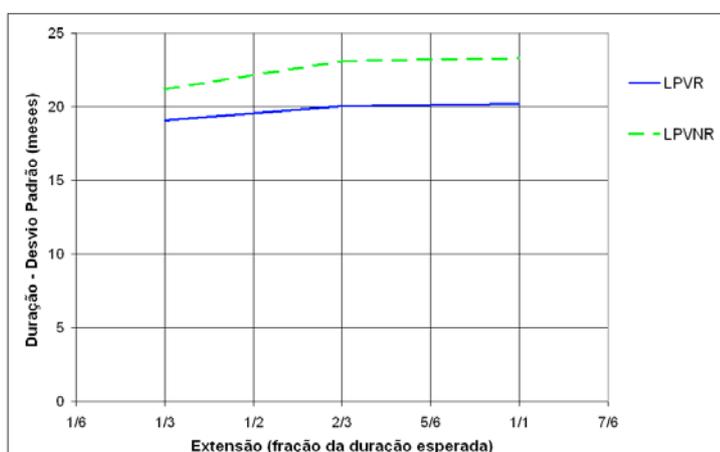
A figura 7.27 apresenta o efeito da variável taxa de desconto sobre os desvios padrões dos resultados atingidos pelo indicador duração, nas concessões do tipo ROT. Assim como verificado nas concessões do tipo BOT, pode-se verificar um aumento dos desvios padrões com o aumento da variável taxa de desconto, para concessões com mecanismos de prazo

variável, sendo que a taxa de crescimento apresenta-se aparentemente estável no intervalo entre 8% e 24%. Os desvios apresentados por concessões com mecanismo LPVNR são ligeiramente superiores aos apresentados com o mecanismo LPVR.

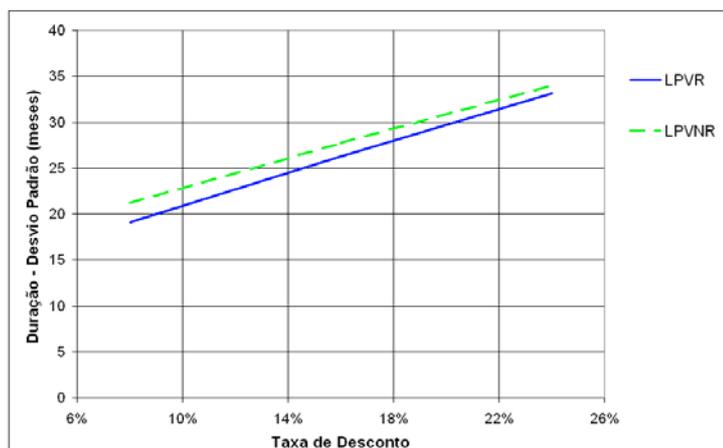
Pode-se verificar nas figuras 7.25, 7.26 e 7.27 que, semelhante ao ocorrido em concessões do tipo BOT, os valores dos desvios padrões apresentados pelos resultados do indicador duração são maiores em concessões com mecanismos de prazo variável LPVNR do que em concessões com o mecanismo LPVR. Comparados aos valores atingidos em concessões do tipo BOT (figuras 7.19, 7.20 e 7.21), os desvios em concessões do tipo ROT situam-se em uma faixa de valores menores, para ambos mecanismos de prazo variável.



**Figura 7.25 – ROT, Desvio Padrão Duração X Duração Esperada.**



**Figura 7.26 – ROT, Desvio Padrão Duração X Extensão.**



**Figura 7.27 – ROT, Desvio Padrão Duração X Taxa de Desconto.**

#### 7.4.2.2.2. TIR

A figura 7.28 apresenta o efeito da variável duração esperada sobre os desvios padrões dos resultados atingidos pelo indicador TIR, em concessões do tipo ROT. Assim como ocorrido em concessões do tipo BOT, percebe-se que concessões com prazo variável apresentam desvios padrões menores do que aqueles apresentados em concessões de prazo fixo. A diferença entre os desvios apresentados por concessões de prazo fixo dos apresentados por concessões com mecanismos de prazo variável é reduzida com o aumento do valor da variável duração esperada. Os desvios apresentados por concessões de prazo fixo diminuem na medida que a duração esperada for maior, enquanto que concessões de prazo variável apresentam resultados crescentes, embora a taxas pequenas se comparadas à taxa de redução apresentada por concessões de prazo fixo.

As taxas de variação dos desvios padrões com relação à variável duração esperada não aparentam grandes variações no intervalo de análise.

Diferentemente das concessões do tipo BOT (figura 7.22), os desvios padrões apresentados pelo mecanismo LPVR encontram-se ligeiramente superiores aos apresentados pelo mecanismo LPVNR.

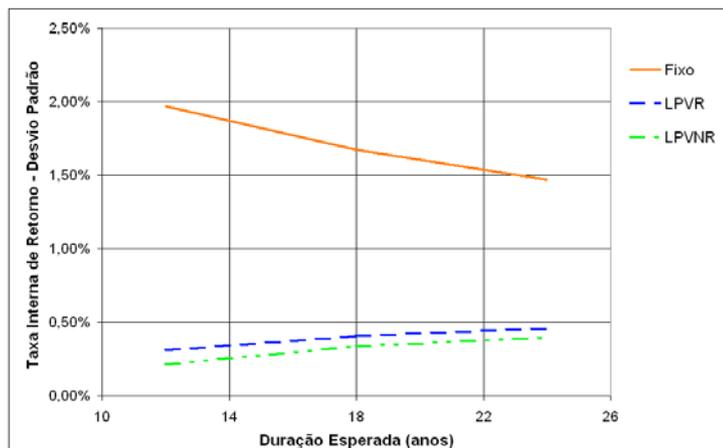
A figura 7.29 apresenta o efeito da variável extensão máxima sobre os desvios padrões dos resultados atingidos pelo indicador TIR, em concessões do tipo ROT. Os desvios padrões dos resultados atingidos pela TIR em concessões com prazo fixo não são afetados por alterações na variável extensão máxima, por não estarem sujeitas à variações no prazo. Concessões com

mecanismos de prazo variável apresentam redução dos desvios padrões dos resultados quanto maior for o valor da variável extensão máxima. A variação dos desvios é praticamente nula em concessões com mecanismo LPVR.

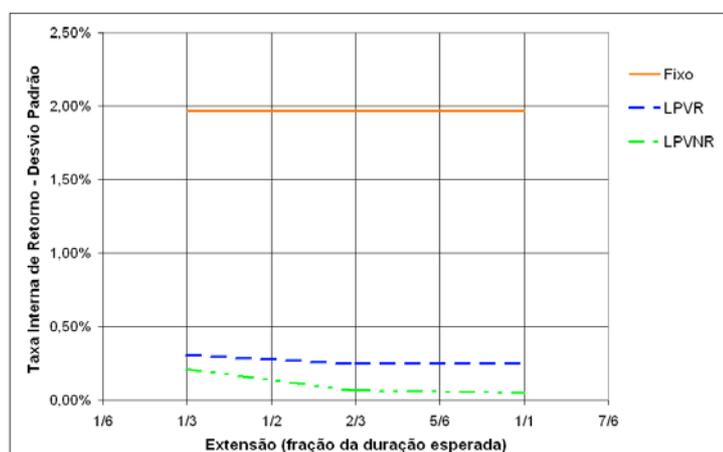
A taxa de redução dos desvios padrões da TIR de concessões com mecanismo LPVNR é reduzida com o aumento da extensão máxima, sendo aparentemente nula quando a variável possui valor superior a  $2/3$ . Concessões com mecanismo LPVNR apresentam desvios ligeiramente menores do que os atingidos com mecanismo LPVR, ficando muito próximos de zero quando a extensão máxima for superior à  $2/3$  da variável duração esperada.

A figura 7.30 apresenta o efeito da variável taxa de desconto sobre os desvios padrões dos resultados atingidos pelo indicador TIR, em concessões do tipo ROT. Pode-se observar que, independente da concessão possuir prazo fixo ou variável, os desvios padrões são maiores quanto maior for o valor da variável taxa de desconto. A taxa de variação dos desvios em relação à taxa de desconto não sofre grandes mudanças no intervalo compreendido entre as taxas de desconto de 8% e 24%. Os desvios apresentados por concessões com mecanismo LPVR apresentam valores ligeiramente superiores aos apresentados por concessões com mecanismo LPVNR.

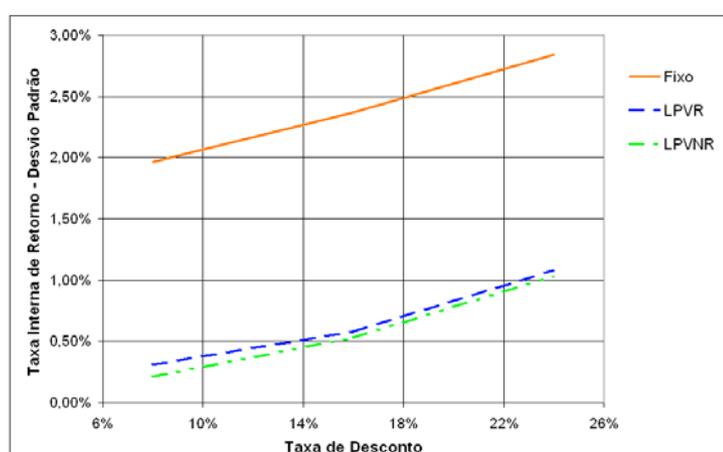
Pode-se verificar nas figuras 7.28, 7.29 e 7.30 que, semelhante ao ocorrido em concessões do tipo BOT, os valores dos desvios padrões apresentados pelos resultados do indicador TIR são maiores em concessões com mecanismos de prazo variável LPVR do que em concessões com o mecanismo LPVNR. Comparando-se os resultados atingidos por concessões do tipo BOT (figuras 7.22, 7.23 e 7.24) com aqueles apresentados por concessões do tipo ROT, constata-se que os desvios encontram-se em faixas de valores maiores nos primeiros, tanto para as concessões de prazo fixo como para as de prazo variável.



**Figura 7.28 – ROT, Desvio Padrão Taxa Interna de Retorno X Duração Esperada.**



**Figura 7.29 – ROT, Desvio Padrão Taxa Interna de Retorno X Extensão.**



**Figura 7.30 – ROT, Desvio Padrão Taxa Interna de Retorno X Taxa de Desconto.**

### 7.4.2.3. *Concessão O&M*

#### 7.4.2.3.1. Prazo

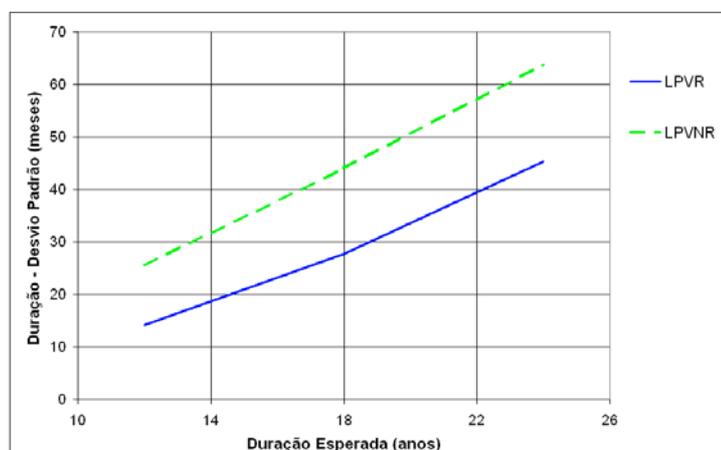
A figura 7.31 apresenta o efeito da variável duração esperada sobre os desvios padrões dos resultados atingidos pelo indicador duração, nas concessões do tipo BOT (figura 7.19) e ROT (figura 7.25), pode ser observado um aumento da volatilidade dos resultados com o aumento da variável duração esperada, com as taxa de crescimento permanecendo praticamente estáveis. Entretanto, concessões com mecanismo LPVNR apresentam desvios muito maiores do que aqueles atingidos com o mecanismo LPVR.

A figura 7.32 apresenta o efeito da variável extensão máxima sobre os desvios padrões dos resultados atingidos pelo indicador duração, nas concessões do tipo O&M. Pode-se observar que, em ambos os casos, os valores dos desvios padrões aumenta à medida que a variável extensão máxima se torna maior, sendo que concessões com mecanismo de prazo variável LPVNR apresentam taxas de crescimento ligeiramente maiores que o mecanismo LPVR. As taxas de crescimento apresentadas por ambos mecanismos são reduzidas à medida que aumenta o valor da variável extensão máxima.

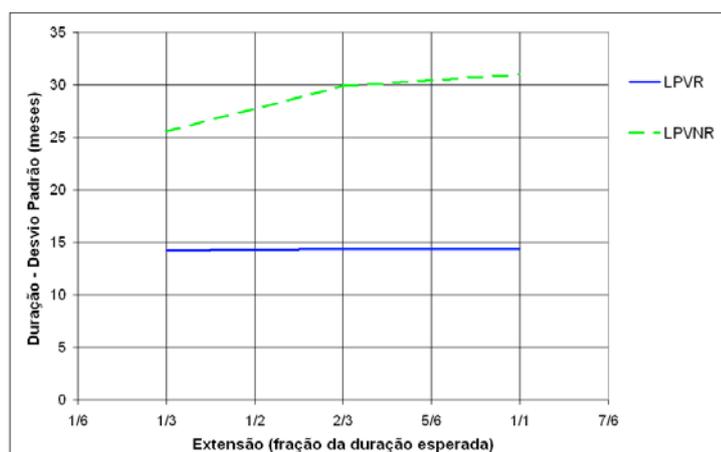
A figura 7.33 apresenta o efeito da variável taxa de desconto sobre os desvios padrões dos resultados atingidos pelo indicador duração, nas concessões do tipo O&M. Assim como os resultados apresentados por concessões do tipo BOT e ROT, pode-se verificar um aumento dos desvios padrões com o aumento da variável taxa de desconto, para concessões com mecanismos de prazo variável, com taxa de crescimento aparentemente estável. Os desvios apresentados por concessões com mecanismo LPVNR são maiores do que os atingidos com o mecanismo LPVR.

Pode-se verificar nas figuras 7.31, 7.32 e 7.33 que, semelhante ao ocorrido em concessões do tipo BOT e ROT, o valor dos desvios padrões apresentados pelos resultados do indicador duração é maior em concessões com mecanismos de prazo variável LPVNR do que em concessões com o mecanismo LPVR. Comparados aos valores apresentados por concessões do tipo BOT (figuras 7.19, 7.20 e 7.21) e ROT (figuras 7.25, 7.26 e 7.27), os desvios padrões são menores em concessões do tipo O&M com mecanismo LPVR. Entretanto, os desvios apresentados por concessões do tipo O&M com mecanismo LPVNR apresenta resultados em

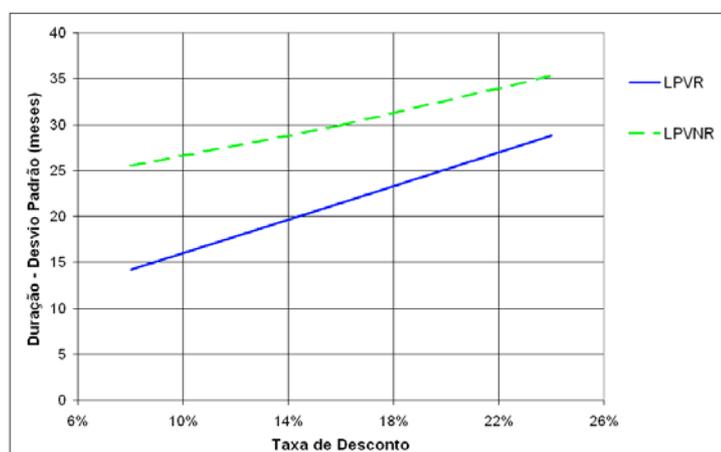
patamar semelhante aos atingidos em concessões do tipo BOT e maiores do que os apresentados por concessões do tipo ROT.



**Figura 7.31 – O&M, Desvio Padrão Duração X Duração Esperada.**



**Figura 7.32 – O&M, Desvio Padrão Duração X Extensão.**



**Figura 7.33 – O&M, Desvio Padrão Duração X Taxa de Desconto.**

#### 7.4.2.3.2. TIR

A figura 7.34 apresenta o efeito da variável duração esperada sobre os desvios padrões dos resultados atingidos pelo indicador TIR, em concessões do tipo O&M. Diferentemente do ocorrido em concessões do tipo BOT (figura 7.22) e ROT (figura 7.28), percebe-se que os desvios padrões apresentados por concessões com mecanismo LPVR são reduzidos com o aumento dos valores da variável duração esperada.

Por sua vez, os desvios padrões em concessões de prazo fixo são reduzidos com aumentos na variável duração esperada, enquanto que concessões com mecanismo LPVNR apresentam desvios crescentes com durações esperadas maiores.

São aparentemente baixas as taxas de variação dos desvios em relação ao horizonte, para os mecanismos de prazo variável LPVR e LPVNR, bem como aquelas apresentadas pelas concessões de prazo fixo.

A figura 7.35 apresenta o efeito da variável extensão máxima sobre os desvios padrões dos resultados atingidos pelo indicador TIR, em concessões do tipo O&M. Os desvios padrões dos resultados atingidos pela TIR de concessões com prazo fixo não são afetados por alterações na variável extensão máxima.

Concessões com mecanismos LPVR aparentemente não apresentam redução dos desvios padrões dos resultados com maiores extensões do prazo de concessão. Concessões com mecanismo LPVNR apresentam menores desvios padrões quanto maior for a extensão do prazo de concessão.

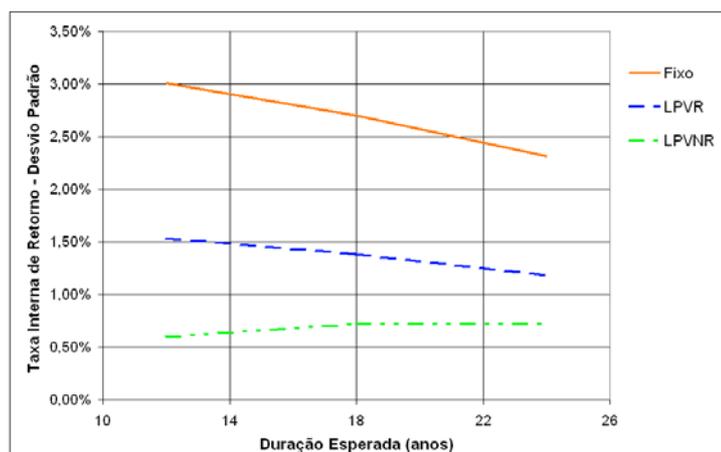
A taxa de redução dos desvios padrões da TIR de concessões com mecanismo LPVNR é reduzida com o aumento dos valores da variável extensão máxima. Concessões com mecanismo LPVNR apresentam desvios menores do que os apresentados com mecanismo LPVR, ficando próximos de zero quando a extensão for superior à  $2/3$  do valor da duração esperada.

A figura 7. apresenta o efeito da variável taxa de desconto sobre os desvios padrões dos resultados atingidos pelo indicador TIR, em concessões do tipo O&M. Pode-se observar que, em concessões com prazo fixo e aquelas com mecanismo de prazo variável LPVNR, os desvios padrões são maiores quanto maior for a taxa de desconto. Entretanto, a taxa de variação dos desvios em relação à taxa de desconto é maior quanto maior for a taxa de desconto.

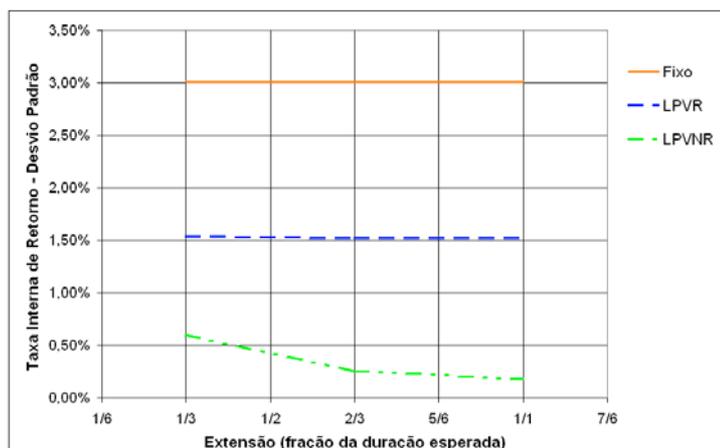
Concessões com mecanismo de prazo variável LPVR apresentam uma pequena redução nos desvios quando a taxa de desconto é alterada de 8% para 16%. Entretanto, esta tendência de queda é revertida quando a taxa de desconto é elevada de 16% para 24%.

Os desvios apresentados por concessões com mecanismo LPVR apresentam valores superiores aos apresentados por concessões com mecanismo LPVNR, mas ainda inferiores àqueles apresentados por concessões de prazo fixo.

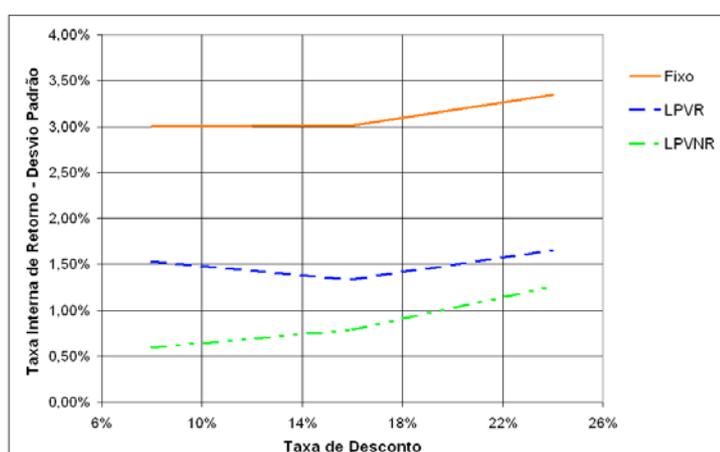
Pode-se verificar nas figuras 7.34, 7.35 e 7.36 que, semelhante ao ocorrido em concessões do tipo BOT e ROT, o valor dos desvios padrões apresentados pelos resultados do indicador TIR é maior em concessões com mecanismos de prazo variável LPVR do que em concessões com o mecanismo LPVNR.



**Figura 7.34 – O&M, Desvio Padrão Taxa Interna de Retorno X Duração Esperada.**



**Figura 7.35 – O&M, Desvio Padrão Taxa Interna de Retorno X Extensão.**



**Figura 7.36 – O&M, Desvio Padrão Taxa Interna de Retorno X Taxa de Desconto.**

## 7.5. Síntese dos Resultados

### 7.5.1. Médias

De uma maneira geral, percebe-se que concessões com prazo variável apresentam duração superior às concessões de prazo fixo. Esta diferença é majorada com o aumento da duração esperada.

Com relação à influência exercida pela extensão máxima que o prazo das concessões pode atingir sobre a média dos resultados atingidos pelo indicador duração, pode-se perceber que aumentos na extensão aumentam também os resultados médios. A taxa de crescimento dos resultados médios é reduzida com o aumento da extensão, ficando bastante reduzida quando a extensão do prazo de concessão for maior do que 2/3 do horizonte de concessão.

Analisando a influência da taxa de desconto sobre a duração das concessões, percebe-se que o aumento da taxa de desconto utilizada nos projetos aumenta os resultados médios atingidos pela duração de concessões com mecanismos de prazo variável. Exceção são as concessões do tipo BOT, onde ocorre redução dos resultados médios quando a taxa de desconto é aumentada de 16% para 24%. Independente do tipo de concessão, a taxa com que os resultados médios da duração variam com relação à taxa de desconto decresce com o aumento da taxa de desconto.

Por sua vez, na maior parte dos casos, concessões com mecanismo de prazo variável apresentam taxas internas de retorno superiores àquelas apresentadas por concessões de prazo fixo. Entretanto, a influência de alguns fatores pode tornar os resultados médios atingidos pela TIR maiores em concessões de prazo fixo.

Com exceção do mecanismo LPVR, em concessões do tipo O&M, os resultados médios atingidos pela TIR caem com o aumento do horizonte de concessão, em concessões com mecanismos de prazo variável. Percebe-se que a taxa com que os resultados médios atingidos pela TIR decrescem com relação à duração esperada é reduzida com o aumento do valor da variável. Por sua vez, concessões de prazo fixo sofrem queda nos resultados médios atingidos pela TIR quando a duração esperada varia de 12 para 18 anos, mas aumentam quando o valor é aumentado de 18 para 24 anos.

Percebe-se que o aumento na extensão máxima do prazo de concessão aumenta os resultados médios atingidos pela TIR em concessões de prazo variável. Entretanto, a taxa com que ocorre esse aumento é reduzida com o aumento da extensão máxima, fazendo com que aumentos da extensão acima de  $2/3$  da duração esperada não ofereçam grandes aumentos nos resultados médios atingidos pela TIR.

Por fim, percebe-se que a taxa de desconto utilizada nos projetos aumenta os resultados médios atingidos pela TIR, independente da utilização de mecanismos de prazo variável. Entretanto, a taxa com que os resultados médios atingidos aumentam é diferente entre as concessões de prazo variável e concessões de prazo fixo. Concessões de prazo fixo apresentam crescimentos maiores, fazendo com que com taxas de desconto menores (8%) os resultados médios atingidos pela TIR sejam menores do que aqueles atingidos em concessões

com mecanismos de prazo variável. Entretanto, com taxas de desconto maiores (24%) as posições se invertem, com as concessões de prazo fixo passando a apresentar resultados médios para a TIR superiores.

### **7.5.2. Desvios Padrões**

Os valores dos desvios apresentados por concessões do tipo O&M situam-se em faixas de valores superiores àquelas onde se encontram os desvios apresentados por concessões do tipo ROT. Entretanto, comparando-se os desvios das concessões do tipo O&M com aqueles apresentados por concessões do tipo BOT, a diferença entre as faixas de valores é menor.

Avaliando os desvios padrões dos resultados atingidos pela duração, quando as concessões são realizadas utilizando mecanismos de prazo variável, percebe-se que o mecanismo LPVNR apresenta desvios sempre superiores àqueles apresentados por concessões com mecanismo LPVR. Além disso, pode ser percebido um aumento da diferença apresentada pelos dois modelos quando são realizadas concessões de tipos diferentes (BOT, ROT e O&M). A diferença é menor em concessões do tipo BOT e maior naquelas do tipo O&M.

Com relação à influência da duração esperada sobre os desvios padrões apresentados pelos resultados atingidos pela duração, percebe-se um aumento dos desvios com o aumento do valor da variável duração esperada. Também, a taxa com que os desvios variam aumenta com o aumento do valor da variável.

Ao analisar a influência exercida pela extensão máxima que o prazo de concessão pode atingir, pode ser percebido um aumento dos desvios com o aumento da extensão. Entretanto, ao aumentar a extensão máxima das concessões de prazo variável, ocorre uma redução na taxa com que os desvios variam. Aumentos da extensão além de 2/3 do horizonte de concessão afetam pouco os desvios padrões apresentados pelos resultados atingidos pelo prazo.

Percebe-se que a taxa de desconto utilizada nos projetos aumenta os desvios padrões apresentados pelos resultados atingidos pelo indicador duração, a taxas praticamente constantes.

Com relação aos desvios padrões apresentados pelos resultados atingidos pela TIR das concessões, é possível perceber que concessões com mecanismos LPVNR apresentam desvios menores do que aqueles apresentados por concessões com mecanismo LPVR. Também os desvios apresentados por ambos mecanismos de prazo variável ficam abaixo daqueles apresentados por concessões com prazo fixo.

É possível constatar que os desvios padrões apresentados pelos resultados atingidos pela TIR crescem pouco com o aumento da duração esperada em concessões de prazo variável, exceção dos desvios apresentados quando o mecanismo LPVR é utilizado em concessões do tipo O&M, que caem com o aumento da duração esperada. Em concessões de prazo fixo, os desvios são reduzidos com o aumento da duração esperada. As taxas de variação dos desvios permanecem praticamente estáveis, independente do mecanismo de prazo variável ou se a concessão possui prazo de concessão fixo.

Constata-se também que, em geral, os desvios apresentados pelos resultados atingidos pela TIR caem quanto maior for a extensão máxima que o prazo da concessão pode atingir, especialmente aqueles apresentados por concessões com mecanismo LPVNR. A partir de 2/3, os desvios apresentados pelos resultados atingidos pela TIR se aproximam de zero, em concessões com esse mecanismo.

Por fim, pode-se constatar que, em geral, os desvios apresentados pelos resultados atingidos pela TIR aumentam quando as taxas de desconto utilizadas nos projetos são aumentadas. As taxas de variação dos desvios com relação às taxas de desconto aumentam a medida que taxas de desconto maiores são utilizadas.

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou a avaliação dos mecanismos de concessão de infra-estruturas rodoviárias com prazo variável, verificando a influência de três variáveis nos resultados das concessões rodoviárias. Foram testadas variações: no prazo esperado para as concessões de prazo variável, ou horizonte, como foi denominado; na extensão máxima que o prazo de concessão pode atingir, além do horizonte da concessão; e na taxa de desconto utilizada para as concessões, refletindo o custo de capital esperado para os projetos.

Além disso, o trabalho verificou como as variáveis testadas influenciam os resultados de três tipos de concessão, denominadas: BOT, que foi denominada assim por representar concessões efetuadas para a implantação de uma nova infra-estrutura, além de sua operação e manutenção; ROT, que foi denominada assim por representar concessões efetuadas para a realização de melhorias em uma infra-estrutura rodoviária existente, além de sua operação e manutenção; e O&M, denominada dessa forma por ter como objetivo a execução de serviços de operação e manutenção da infra-estrutura, sendo necessários pequenos investimentos.

Para a duração das concessões, os seguintes indícios podem ser percebidos com relação aos resultados esperados:

- De maneira geral, concessões com prazo variável apresentam resultado esperado para a sua duração superiores ao determinado para concessões de prazo fixo nas mesmas condições.
- Aumentos na extensão máxima que o prazo de concessão pode atingir causam aumentos na duração de concessões com prazo variável. Entretanto, a taxa em que a duração cresce em relação ao aumento da extensão é decrescente, sendo bastante reduzida a partir de 2/3 do valor do horizonte de concessão.
- Aumentos na taxa de desconto utilizada nos projetos causam aumentos na duração de concessões com prazo variável. A taxa com que a duração cresce em relação ao aumento da taxa de desconto é decrescente.

Para a taxa interna de retorno dos projetos, os seguintes indícios podem ser percebidos com relação aos resultados esperados:

- Na maior parte dos casos, concessões com prazo variável apresentam resultado esperado para a TIR superiores àqueles apresentados por concessões com prazo fixo sob as mesmas condições.
- Na maior parte dos casos, os resultados esperados para a TIR são decrescentes com o aumento do horizonte das concessões com prazo variável. A taxa com que a TIR decresce é também decrescente. Concessões com prazo fixo apresentam comportamentos distintos quando o prazo de concessão aumenta de 12 para 18 anos, onde ocorre queda na TIR esperada, e de 18 para 24 anos, onde ocorre crescimento da TIR.
- Aumentos na extensão máxima que o prazo de concessão pode atingir causam aumentos na TIR esperada. A taxa com que esse aumento ocorre é decrescente, sendo bastante reduzida a partir de  $2/3$  do valor do horizonte de concessão.
- Aumentos na taxa de desconto utilizada nos projetos provocam aumentos na TIR esperada, independentemente da concessão possuir prazo variável. As taxas com que a TIR aumenta são diferenciadas entre concessões com prazo fixo e variável, tendo as primeiras apresentando maiores crescimentos no intervalo compreendido por taxas entre 8% e 24%.

Para a duração das concessões, os seguintes indícios podem ser percebidos com relação aos desvios padrões dos resultados obtidos:



- Concessões com mecanismos de prazo variável LPVNR apresentam desvios padrões maiores do que os desvios apresentados por concessões com mecanismo LPVR. Essa diferença é aumentada em concessões do tipo ROT e ainda mais acentuada em concessões do tipo O&M.
- Aumentos no horizonte das concessões causam aumentos nos desvios padrões dos resultados.
- Aumentos na extensão máxima que o prazo de concessão pode atingir causam aumentos nos desvios padrões. As taxas com que os desvios aumentam são

decrecentes com o aumento da extensão, sendo bastante reduzida a partir de 2/3 do valor do horizonte de concessão.

- Aumentos na taxa de desconto utilizada nos projetos causam aumentos nos desvios apresentados pela duração de concessões com prazo variável, com taxas de crescimento praticamente constantes.

Para a taxa interna de retorno dos projetos, os seguintes indícios podem ser percebidos com relação aos desvios padrões obtidos:

- Concessões com prazo fixo apresentam desvios padrões maiores do que os apresentados por concessões com prazo variável, sendo que aquelas com mecanismos de prazo variável LPVNR apresentam desvios padrões menores do que os desvios apresentados por concessões com mecanismo LPVR.
- Na maior parte dos casos, os desvios padrões dos resultados são crescentes com o aumento do horizonte das concessões de prazo variável. Concessões com prazo fixo têm os desvios menores quanto maior for o prazo de concessão. As taxas com que os desvios variam são praticamente constantes, sem grandes variações aparentes.
- Em geral, aumentos na extensão máxima que o prazo de concessão pode atingir causam reduções nos desvios apresentados, especialmente para concessões com mecanismo LPVNR. Os desvios apresentados por este mecanismo tendem a zero quando as extensões forem maiores que 2/3 do valor do horizonte de concessão.
- Aumentos na taxa de desconto utilizada nos projetos provocam aumentos nos desvios apresentados. As taxas com que os desvios aumentam são crescentes com as taxas de desconto.

Os indícios apresentados pelos desvios padrões e resultados esperados para a duração das concessões e para a TIR são importantes para algumas considerações:

A opção pela utilização de mecanismos de prazo variável em concessões de infra-estruturas rodoviárias faz com que o prazo esperado para que estas infra-estruturas retornem para o controle do Estado, ou para que seja realizada uma nova licitação, seja maior do que o ocorrido em concessões de prazo fixo.

Também, deve ser destacado que taxas de desconto altas fazem com que a duração das concessões de prazo variável também sejam aumentadas. Em cenários com custo de capital alto, como no Brasil, onde concessões rodoviárias são empreendidas com custo médio ponderado de capital superior a 16% a.a., espera-se que concessões com mecanismos de prazo variável tenham uma duração maior do que o prazo fixo das concessões sem estes mecanismos.

A restrição da possibilidade de ganhos é apresentada como uma das possíveis deficiências dos mecanismos de prazo variável. No entanto, os resultados esperados para a TIR, superiores em concessões com mecanismos de prazo variável, oferecem indícios de que a possibilidade de recuperação das perdas em situações de baixa demanda compensa a restrição de lucros acima dos previstos, em situações de demanda acima do previsto.

A possibilidade de recuperação é influenciada pela extensão máxima que as concessões podem atingir. A utilização de limites pequenos para a extensão máxima do prazo de concessão limita a possibilidade de recuperação das perdas ocorridas em situações de baixa demanda. Por outro lado, a utilização de limites grandes, atinge os usuários futuros ao expor esses à possibilidade das concessões se estenderem demasiadamente. Também, a utilização de limites grandes pode não ser justificável para reduzir a limitação da recuperação, uma vez que, mesmo com uma pequena quantidade de pontos utilizados para desenhar as curvas dos gráficos, pode-se perceber que, a partir de um determinado valor para a extensão máxima ( $2/3$  do valor do horizonte), os efeitos sobre os resultados esperados para a TIR sofrem pequenas alterações.

O efeito causado pelo aumento do horizonte de concessão pode indicar que mecanismos de prazo variável não sejam aconselháveis onde exista a necessidade de grandes períodos de tempo para compensar os investimentos realizados. Além disso, o aumento dos desvios padrões da TIR e da duração das concessões, com o aumento do horizonte de concessão, demonstram que os mecanismos de prazo variável podem ser menos eficientes quando os prazos são longos.

Entretanto, as considerações acima, relativas aos valores esperados, não levam em conta uma possível redução no custo de capital, como sugerida pelos desenvolvedores dos mecanismos (Engel, Fischer e Galetovic e Nombela e De Rus). Reduções no custo de capital podem

reduzir o horizonte da concessão ou reduzir o valor das tarifas de pedágio. A redução da variabilidade dos resultados (desvios padrões menores) são indícios do menor risco de tráfego enfrentado em concessões de prazo variável.

Como argumentado por Nombela e De Rus (2004), quando são utilizados mecanismos de prazo variável ocorre a transferência do risco de tráfego do concessionário para os usuários futuros. Isto pode ser constatado com os resultados apresentados pelos desvios padrões da duração e da TIR. Concessões com mecanismo LPVNR apresentam as maiores dispersões para a duração, enquanto apresentam as menores dispersões para a TIR. Já as concessões de prazo fixo não tem o prazo variado (desvios iguais a zero), entretanto, por não transferir o risco de tráfego, os desvios apresentados pela TIR são maiores do que aqueles apresentados por concessões de prazo variável. Entre os dois extremos, mas mais próximos dos resultados apresentados por concessões com mecanismo LPVNR, encontram-se os resultados das concessões com mecanismo LPVR.

Os menores desvios apresentados pela TIR em concessões com mecanismo LPVNR (e os maiores desvios apresentados pela duração, conseqüentemente) demonstram a melhor capacidade de transferência do risco de tráfego. Em concessões do tipo BOT os dois mecanismos apresentam resultados muito próximos. Entretanto, em concessões do tipo ROT e O&M a diferença entre os desvios é aumentada, com o mecanismo LPVR passando a apresentar menor eficiência na transferência do risco quanto maiores forem as incertezas com relação ao tráfego e com a diminuição da relação entre os investimentos e os custos de operação e manutenção.

As concessões de infra-estruturas rodoviárias no Brasil são realizadas, em sua maior parte, para a realização de melhorias em rodovias existentes, necessitando de investimentos moderados se comparados aos custos de implantação de novas rodovias. Esta é a característica apresentada pelas concessões do tipo ROT utilizadas nas simulações. Dessa forma, baseado nos indícios apresentados pelos resultados das simulações, o uso do mecanismo LPVNR seria o mais adequado caso seja buscada a redução do risco de tráfego ao qual o concessionário é exposto, transferindo este risco para os usuários futuros da infraestrutura.

O custo de capital é influenciado pela volatilidade dos resultados esperados para os retornos obtidos com a concessão. A utilização de limites pequenos para a extensão máxima do prazo de concessão faz com que os desvios padrões sejam maiores para a TIR, acarretando um maior custo de capital. Entretanto, a partir de determinado valor para a extensão máxima, a redução dos desvios é muito pequena. Os resultados obtidos com a simulação indicam que, já a partir de valores iguais a 2/3 do horizonte das concessões com prazo variável, os desvios sofrem reduções pouco significantes.

A determinação de um valor adequado para as extensões máximas é importante para a definição de leis e regulamentos específicos para a utilização de mecanismos de prazo variável.

Por fim, o ponto levantado por Klein (1997), com relação às altas taxas de desconto, pode ser verificado com o aumento dos desvios padrões da duração e das taxas de retorno com o aumento das taxas de desconto utilizadas nos projetos. Esse comportamento indica que o uso de mecanismos de prazo variável em concessões de infra-estrutura pode não ser indicado em cenários onde o custo de capital é alto, uma vez que sua eficiência pode ser pequena. Devido ao alto custo de capital que pode ser verificado no Brasil, fica a dúvida quanto aos resultados que podem ser obtidos com o uso de mecanismos de prazo variável no país.

### **8.1 Limitações do Estudo e Sugestões para Futuros Estudos**

A realização deste trabalho apresentou algumas limitações de pesquisa que devem ser consideradas quando da validação e generalização dos resultados encontrados.

Este trabalho avaliou o comportamento dos mecanismos de concessão com prazo variável com somente três valores para as variáveis de entrada. Seria interessante a ampliação da quantidade de valores adotados para as variáveis, de forma a verificar com mais precisão o comportamento das concessões. Também, esta ampliação seria importante para estimar modelos específicos, desenvolvidos com base em regressões, de forma a possibilitar a extrapolação dos resultados e realização de previsões do comportamento das concessões sem a necessidade de realização de novas simulações. Nestes casos, devem ser realizados todos os testes estatísticos pertinentes à análise de regressão.

Os tipos de concessão utilizadas nas simulações apresentam comportamentos distintos para o tráfego e para a relação entre os investimentos na concessão e os custos de operação e manutenção. Seria interessante separar os dois fatores, avaliando-os separadamente.

Alguns dos resultados obtidos podem ser úteis para trazer à discussão novos questionamentos e a necessidade de aprofundamento das análises. Neste sentido, destaca-se a diferença nos resultados médios obtidos entre as concessões com prazo fixo e variável. A explicação destas ocorrências pode auxiliar na correta implantação dos mecanismos em programas de concessão.

Finalmente, este estudo espera ter contribuído em um campo dos estudos de transportes onde existem ainda muitas incertezas. Sugere-se que outros estudos venham complementar e reforçar os resultados deste trabalho, principalmente, no que se refere ao impacto que a implantação destes mecanismos proporciona na percepção dos investidores, em especial os brasileiros.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**ADB Handbook for Integrating Risk Analysis in the Economic Analysis of Projects.** Banco Asiático de Desenvolvimento, 2002.

ADLER, H. **Economic Appraisal of Transport Projects.** The Johns Hopkins University Press. Baltimore, EUA, 1987.

AKINTOYE, A., M. BECK, C. HARCASLE, E. CHINYIO e D. ASSENOVA **Framework for Risk Assessment and Management for Private Finance Initiative Projects.** Glasgow Caledonian University, Escócia, UK, 2001.

AL-BAHAR, J. F. e K.C. CRANDALL **Risk Management in Construction Projects : A Systematic Approach for Contractors.** CIB 90 Conference. Sydney, AUS, 1990.

ALEXANDER, I., A. ESTACHE E A. OLIVERI A few things transportregulators should know about risk and the cost of capital. **Utilities Policy**, No.9, pp. 1-13, World Bank, Washington D.C., EUA, 2000.

ANTT **Concessionárias.** Home Page da Agência Nacional de Transportes Terrestres. Disponível na URL: <http://www.antt.gov.br/concessao/rood/concessionarias.asp>. Acessado em Março de 2004.

ARNDT, R.H. **Getting a Fair Deal: Efficient Risk Allocation in the Private Provision of Infrastructure.** Tese de Doutorado, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, 369 p., Universidade de Melbourne, Melbourne, AUS, 2000.

ASSAF NETO, A. **Mercado Financeiro.** 3<sup>o</sup>.Ed, Ed. Atlas, São Paulo, 2000.

FERREIRA, A.B.H **Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa – Século XXI**, Ed. Nova Fronteira, Rio de Janeiro, 2002.

BEATO, P. **Road Concessions: Lessons Learnd from the Experience of Four Countries.** Inter-American Development Bank, 29 p., Washington D.C., EUA, 1997.

BELLI, P., J. ANDERSON, H. BARNUM, J. DIXON, J.P. TAN **Handbook on Economic Analysis of Investment Operations.** Operational Core Services Network: Learning and Leadership Center. World Bank, Washington D.C., EUA, 1998.

BERNOULLI, D. Exposition of a New Theory on the Measurement of Risk, **Econometrica**, Vol. 22, 1954, Traduzido do Latin para o Inglês por Dr. Louise Sommer, 1738.

BERNSTEIN. P. L. **Against the Gods: The Remarkable Story of Risk.** World Wide Bestseller. John Wiley & Sons, Inc., EUA, 1996.

BERNSTEIN. P. L., A. DAMODARAN **Administração de Investimentos.** Bookman ed., São Paulo, 2000.

BNDES **Concessões Rodoviárias. Cadernos de Infra-estrutura n° 17**, BNDES, Rio de Janeiro, Brasil, 2001.

**BND**ES **Taxa de Juros de Longo Prazo – TJLP**. Capturado na URL: <http://www.bndes.gov.br/produtos/custos/juros/tjlp.asp>, em abril de 2004.

BODIE, Z., A. CANE E A. J. MARCUS **Fundamentos de Investimentos**, 3ª ed., Bookman, Porto Alegre, 2000.

BONOMI, A. E O. MALVESSI **Project Finance no Brasil: Fundamentos e Estudo de Casos**, Ed. Atlas, São Paulo, 2002.

BOWERS, J.A. Data for Project Risk Analysis. **International Journal of Project Management**, Vol. 12, No. 1, p. 9-16, 1994.

BRASIL **Constituição da República Federativa do Brasil**, 1988.

BRASIL **Lei 8.666**, de 21 de junho de 1993.

BRASIL **Lei 8.987**, de 13 de fevereiro de 1995.

BRASIL **Lei 9.503**, de 23 de setembro de 1997.

BRASIL **Lei 9.648**, de 27 de maio de 1998a.

BRASIL **Lei 9.715**, de 25 de novembro 1998b.

BRASIL **Lei 9.718**, de 27 de novembro 1998c.

BRASIL **Decreto nº 3.000**, de 26 de março de 1999a.

BRASIL **Lei Complementar 100**, de 22 de dezembro de 1999b.

BRASIL **Medida Provisória 2.158-35**, de 24 de agosto de 2001.

BREALEY, R.A. E S.C. MYERS **Principles of Corporate Finance**, 7ª Ed., McGraw-Hill, 2003.

CAPEN, E., R. CLAPP e W. CAMPBELL Competitive Bidding in High Risk Situations. **Journal of Petroleum Technology**, No.23, p. 641-653, 1971.

CASTRO, N. Os Desafios da Regulação do Setor de Transportes no Brasil. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Vol. 32, No. 2, 2000.

CHADWICK, E. Results of Different Principles of Legislation in Europe: Of Competition for the Field as Compared with Competition within the Field of Service. **Journal of the Royal Statistical Society**, Series A22, p. 381-420, 1859.

CLARK, R.G. **Medidas Alternativas de Risco**. In Bernstein, P.L. e A. Damodaran, Administração de Investimentos. Bookman ed., São Paulo, 2000.

CONTADOR, C.R. **Projetos Sociais – Avaliação e Prática**. 4ª Ed., Ed. Atlas, São Paulo, Brasil, 2000.

Curtin **Project Management: Learning Guide**. Curtin University of Technology, Março 2000.

DAER **Concessões de Rodovias (Leis, Contratos, Aditivos)**. Disponível na URL: [http://www.daer.rs.gov.br/w\\_public.html](http://www.daer.rs.gov.br/w_public.html). Acessado em Março de 2004.

DE LEMOS, T., M. BETTS, D. EATON E L.T. ALMEIDA Model for Management of Whole Life Cycle Risk Uncertainty in the Private Finance Initiative. **Journal of Project Finance**, Winter 2001, Vol. 6 I. 4, P. 68 – 80, 2001.

DE RUS, G., M. ROMERO e L. TRUJILLO **Participación Privada en la Construcción y Explotación de Carreteras de Peaje**. Documentos de Trabajo, 159/2000, Fundación de las Cajas de Ahorro Confederadas, Espanha, 2000.

DEBANDE, O. Private Financing of Transport Infrastructure An Assessment of the UK Experience. **Journal of Transport Economics and Policy**, Vol. 36, Part 3, p. 335-387, Setembro, 2002.

DEGHANI, Y., OLSEN, W. **Potential Pitfalls In Forecasting Travel Demand For Toll Roads: Experience in the U.S. and Overseas**. Presentation at the 81th Annual Transportation Research Board Meeting, Washington D.C., EUA, 1999.

DELG **Risk Assessment: Public Private Partnership Guidance Note 11**. Department of the Environment and Local Government, 2000.

DEMSETZ, H. Why Regulate Utilities. **Journal of Laws and Economics**, No.11. p. 55-66, 1968.

DI PIETRO, M. S. Z. **Direito Administrativo**. 12º ed, Ed. Atlas, São Paulo, 2000.

DNER **Contrato de Concessão BR-101/RJ – Ponte Presidente Costa e Silva**. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, Rio de Janeiro, 1994a.

DNER **Contrato de Concessão BR 290/RS, trecho: Osório – Porto Alegre**. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, Rio de Janeiro, 1994b.

DNER **Contrato de Concessão BR-040/MG/RJ, trecho: Juiz de Fora – Petrópolis – Rio de Janeiro**. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, Rio de Janeiro, 1995a.

DNER **Contrato de Concessão BR-116/RJ/SP, trecho: Rio de Janeiro – São Paulo**. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, Rio de Janeiro, 1995b.

DNER **Contrato de Concessão BR 116/RJ, trecho: Além Paraíba – Teresópolis – Entroncamento c/ BR 040/RJ**. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, Rio De Janeiro, 1995c.

DNER **Relatório Anual de Acompanhamento do Programa de Concessão de Rodovias Federais**, Brasília, Brasil, 2000.

ENGEL, E., R. FISCHER E A. GALETOVIC Licitación de Carreteras en Chile. **Estudios Públicos n° 61**, Centro de Estudios Públicos, Chile, 1996.

ENGEL, E., R. FISCHER E A. GALETOVIC Respuesta a Michael Klein y Jean Tirole. **Estudios Públicos n° 67**, Centro de Estudios Públicos, Chile, 1997a.

ENGEL, E., R. FISCHER E A. GALETOVIC Highway Franchising: Pitfalls and Opportunities. **American Economic Review**. Vol 87, No 2, 1997b.

ENGEL, E., R. FISCHER E A. GALETOVIC Como Licitar una Concesión Vial Urbana. **Estudios Públicos n° 67**, Centro de Estudios Públicos, Chile, 1997c.

ENGEL, E., R. FISCHER E A. GALETOVIC **Infrastructure Franchising and Government Guarantees**. In Irwin, T., M. Klein, G. E. Perry e M. Thobani (eds.) Dealing with Public Risk in Private Infrastructure. Worldbank Latin American and Caribbean Studies, 1997d.

ENGEL, E., R. FISCHER E A. GALETOVIC **Least-Present-Value-of-Revenue Auctions and highway Franchising**. Social Science Research Network Electronic Library. Disponível na URL: [http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=122348](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=122348). Acessado em Março de 2002, 1998.

ENGEL, E., R. FISCHER E A. GALETOVIC **The Chilean Infrastructure Concessions Program: Evaluation, Lessons and Prospects for the Future**. Documentos de Trabalho No. 60, Centro de Economia Aplicada, Universidade do Chile, 1999.

ENGEL, E., R. FISCHER E A. GALETOVIC **Least-Present-Value-of-Revenue Auctions and highway Franchising**. Social Science Research Network Electronic Library. Disponível na URL: [http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2822093](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2822093). Acessado em Março de 2003, 2001a.

ENGEL, E., R. FISCHER E A. GALETOVIC Least-Present-Value-of-Revenue Auctions and highway Franchising. **Journal of Political Economy**, Vol. 109, No. 5, p.993-1020, 2001b

ENGEL, E., R. FISCHER E A. GALETOVIC A New Approach to Private Roads. **Regulation Magazine**, No 25, October 2002, Cato Institute, Washington. EUA, 2002.

ESTACHE, A., I. ALEXANDER, J. CAMPOS, G. NOMBELA, J. STRONG, L. TRUJILLO **Brazil – Public Private Partnerships in Transport Infrastructures: Progress and Challenges**. Volume 2 – Sectoral Analysis, Technical Papers. World Bank, Washington, D.C., 1999.

ESTACHE, A., J. STRONG **The Rise, the Fall and... the Emerging Recovery of Project Finance in Transport**. WBI, The World Bank, Washington D.C., USA, 2000.

ESTACHE, A., M. ROMERO E J. STRONG **The Long and Winding Path to Private Financing and Regulation of Toll Roads**. WBI, The World Bank, Washington D.C., EUA, 2000a.

ESTACHE, A., M. ROMERO E J. STRONG **Toll Roads**. In: Estache, A e De Rus, G. (eds.) *Privatization and Regulation of Transport Infrastructure*. WBI, The World Bank, Washington D.C., EUA, 2000b.

ESTACHE, A. Privatization and Regulation of Transport Infrastructure in the 1990s. **The World Bank Research Observer**, No.16, p.85 – 107, 2001.

FELLOWS, R. Monte Carlo Simulation of Construction Costs Using Subjective Data: Comment. **Construction Management and Economics**, Vol. 14, p.457-460, 1996.

FINNERTY, J. D., **Project Finance**. Qualitymark Editora. Rio de Janeiro, Brasil, 1999.

FISHBEIN, G. E S. BABBAR **Private Financing of Toll Roads**. RMC Discussion Paper 117, 1997.

FITCH IBCA **Challenges of Start-Up Toll Roads**. Project Finance Special Report, Public Finance, 1999.

FLYVBJERG, B., N. BRUZELIUS e W. ROTHENGATTER **Megaprojects and Risk – An Anatomy of Ambition**. Cambridge University Press. Londres, Inglaterra, 2003.

GALESNE, A., J. E. FENSTERSEIFER e R. LAMB **Decisões de Investimentos da Empresa**, Ed. Atlas, São Paulo, Brasil, 1999.

GÓMEZ-IBÁÑEZ, J.A. E J.R. MEYER **Going Private – The International Experience With Transport Privatization**, The Brookings Institution, Washington D.C., 1993.

GÓMEZ-LOBO, A. e S. HINOJOSA **Broad Roads in a Thin Country**. Policy Research Working Paper 2279, World Bank Institute, World Bank, Washington D.C., EUA, 2000.

GRIMSEY, D. e M.K. LEWIS Evaluating the Risks of Public Private Partnerships for Infrastructure Projects, **International Journal of Project Management**, No. 20, p.107–118, 2002.

GROPPELLI, A. e A. NIKBAKHT **Administração Financeira**, 3ª ed., Ed. Saraiva, São Paulo, 1998.

GUASH, J. L., **Concessions and Regulatory Design: Determinants of Performance-Fifteen Years of Evidence**, mimeo, World Bank, Washington D.C., EUA, 2001.

GUASH, J. L., J. J. LAFFONT, e S. STRAUB **Renegotiation of Concession Contracts in Latin América**. Infrastructure Working Paper 3011, The World Bank, Washington D.C., EUA, 2002.

HENSHER, D. e K. BUTTON **Handbook of Transport Modelling**. Pergamon Press, Oxford, Inglaterra, 2000.

IRWIN, T., M. KLEIN, G. E. PERRY e M. THOBANI **Dealing With Public Risk In Private Infrastructure: An Overview**. In Irwin, T., M. Klein, G. E. Perry e M. Thobani

(eds.) *Dealing with Public Risk in Private Infrastructure*. Worldbank Latin American and Caribbean Studies, 1997.

IZQUIERDO, R. e J. M. VASALLO **Estudio Sobre los Contratos de Concesión de Obras Públicas**. Documento Final. Comisión de Economía de las Obras Públicas, Colegio de Ingenieros Caminos Canales y Puertos, Madrid, Espanha, 2002a.

IZQUIERDO, R. e J. M. VASALLO Concesiones de Infraestructuras con Plazos Cortos. **Revista de Obras Públicas/Extraordinário**, No. 3425, p.119-126, 2002b.

IZQUIERDO, R., A. ZARAGOZA e C. BONNELLY **Private Financing of Spanish Roads**. PTRC, 1994.

JORION, P. **Value At Risk: A Nova Fonte de Referência para o Controle do Risco de Mercado**, Bolsa de Mercadorias e Futuros, São Paulo, 1999.

J.P. MORGAN Examining Tollroad Feasibility Studies. **Municipal Finance Journal**, Vol.18, No.1, 1997

KLEIN, M. **Risk, Taxpayers and the Role of Government in Project Finance**. Policy Research Working Paper 1668. World Bank, Washington, D.C., 1996.

KLEIN, M. Los Requisitos de una Política Global de Infraestructura Vial. **Estudios Públicos nº 65**, Centro de Estudios Públicos, Chile, 1997.

KNIGHT, F. **Risk, Uncertainty and Profit**. Boston, Houghton and Mifflin, 1921.

KRITZMAN, M. **Risco e Utilidade: O Básico**. In Bernstein, P.L. e A. Damodaran, Administração de Investimentos. Bookman ed., São Paulo, 2000.

LASTRAN **Avaliação do Impacto da Implantação de Concessões nas Rodovias do Rio Grande do Sul**. Laboratório de Sistemas de Transportes, UFRGS, Porto Alegre, Brasil, 1998.

MACHADO, K. **Concessões de Rodovias: Mito e Realidade**. Editora Prêmio, São Paulo, 2002.

MACKIE, P e J. PRESTON Twenty-one Sources of Error and Bias in Transport Project Appraisal. **Transport Policy**, No.5, p.1– 7, 1998.

MACKIE, P. J. E D. SIMON Do Roads Project Benefit Industry? A Case of Study the Humber Bridge. **Journal of Transport Economics and Policy**, September, pp. 377-384, 1986.

MAO, J. C. T. Survey of capital Budgeting: Theory and Practice. **Journal of Finance**, maio 1970.

MARSHALL, C. **Medindo e Gerenciando Riscos Operacionais em Instituições Financeiras**, Qualitymark Ed., Rio de Janeiro, 2002.

MELLO, C. A. B. **Curso de Direito Administrativo**, 13a. ed., Ed. Malheiros, São Paulo, 2001.

MICHEL, F.D., H.B.B.CYBIS, R.G. OLIVEIRA **A Experiência Brasileira de Concessões de Rodovias**. LASTRAN - UFRGS e FIPE – USP. ABCR, 2003.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, **Concessões Rodoviárias Federais: Novo Modelo de Concessões: Apresentação das Idéias Iniciais**. Ministério dos Transportes, Brasília, janeiro 2004.

MORAES, A. **Constituição do Brasil Interpretada e Legislação Constitucional**, Ed Atlas, São Paulo, 2002.

MOTTA, R. R. E G. M. CALÔBA **Análise de Investimentos: Tomada de Decisão em Projetos Industriais**. Ed. Atlas, São Paulo, 2002.

MOTTA, R. R., G. M. CALÔBA, L. N. VILLA-FORTE E V. G. GUIMARÃES **Viabilidade Técnico-Econômico de Uma Rodovia Pedagiada com Análise de Riscos – Abordagem Segundo Três Metodologias Distintas**. UFRJ, Rio de Janeiro, 2003.

NEVES DA SILVA, H., H.B.B.CYBIS e F.D.MICHEL **Os Riscos Políticos e Regulatório nas Concessões de Rodovias no Brasil**. Enviado para Publicação, 2004.

NEVES DA SILVA, H., A. NÚÑEZ e F.D. MICHEL **Erros de Previsão de Trafego nas Concessões Federais Brasileiras**. XVII Congresso da ANPET. Rio de Janeiro, 2003.

NICOLINI, J.L. **Toll Road Concessions in Argentina: What Can Be Learned**. Trabalho apresentado nas reuniões da Associação Argentina de Economia 2001.

NOMBELA, G. e G. DE RUS **Auctions for Infrastructure Concessions with Demand Uncertainty and Unknown Costs**. Working Paper, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria – Departamento de Análisis Económico Aplicado, Las Palmas, Espanha, 2001.

NOMBELA, G. e G. DE RUS **Flexible-Term Contracts for Road Franchising**. Working Paper, University of Las Palmas, Espanha, 2003.

NOMBELA, G. e G. DE RUS **Flexible-Term Contracts for Road Franchising. Transportation Research Part-A**, (38), p.163-179, 2004.

NÚÑEZ, A. **Le Risque de Trafic dans le Partenariat Public-Privé pour les Infrastructures de Transport**. Mémoire de DEA. Laboratoire d'Economie des Transports. Lyon, França, 2003.

OLIVEIRA, R. G. **Avaliação do Equilíbrio Econômico-Financeiro dos Contratos de Concessão de Rodovias**. FIPE/USP, São Paulo, 2001.

ORTUZAR, J.D. **Modelos de Demanda de Transporte**. 2ª ed.. Alfaomega Grupo Ed., México, 2000.

ORTUZAR, J.D. e L.G. WILLUMSEN **Modelling Transport**. 2ª ed. John Wiley & Sons, Inglaterra, 1994.

PEREYRA, A. **Auction Theory and Road Franchising**. Working Paper, Universidad de la Republica (University of Uruguay) – Departamento de Economia. Social Science Research Network Electronic Library. Disponível na URL: [papers.ssrn.com](http://papers.ssrn.com). Acessado em Junho de 2002.

PINDYCK, R. S. E D.L.RUBINFELD **Microeconomia**. 5ª ed., Prentice Hall, São Paulo, 2002.

PIRES, J.C.L. E F. GIAMBIAGI **Retorno dos novos investimentos privados em contextos de incerteza: Uma proposta de mudança do mecanismo de concessão de rodovias no Brasil**. Textos para Discussão No. 81, BNDES, Rio de Janeiro, Brasil, 2000.

RAUX, C. e O. ADAN **Road Use Conflicts: Tolling Strategies to Preserve Accessibility**. Proceedings of 8<sup>th</sup> World Conference on Transport Research, pp. 353-366, Antuérpia, Bélgica, 1999.

JOVANOVIĆ, P. Application os Sensitivity Analysis in Investment Project Evaluation Under Uncertainty and Risk. **International Journal of Project Management**. Vol.17, No.4, p.217-222, 1999.

ROSS, S.A., R.W. WESTERFIELD E J.F. JAFFE **Administração Financeira** Ed. Atlas, São Paulo, 1995.

ROSS, S.A., R.W. WESTERFIELD e B.D. JORDAN **Princípios de Administração Financeira**. Ed. Atlas, São Paulo, 1997.

RUSTER, J. A Retrospective on the Mexican Toll Road Program (1989-1994) Public Policy For The Private Sector. **Finance, Private Sector and Infrastructure Network**, p.1-8, World Bank, Washington, D.C., 1997.

SANTOS, J.A. A. **Contratos de Concessão de serviços públicos: equilíbrio econômico-financeiro**. Ed. Juruá, 2002.

SIMON, P., D. HILLSON E K. NEWLAND **Project Risk Analysis and Management (PRAM) Guide**. Association for Project Management, Ascot-UK, 1997.

SRF **Regulamento do Imposto de Renda**, Secretaria da Receita Federal, Brasília, 1999.

SRF **Instrução Normativa SRF nº 390**, de 30 de janeiro, Secretaria da Receita Federal, Brasília, 2004.

STANDARD & POOR'S **Traffic Risk In Start-Up Toll Facilities**. Infrastructure Finance, 2002a.

STANDARD & POOR'S **Credit Implications of Traffic Risk**. Infrastructure Finance, 2002b.

STANDARD & POOR'S **Traffic Forecasting Risk: Study Update**. Infrastructure Finance, 2003.

STIGLITZ, J. E. e E. C. WALSH **Introdução à Microeconomia**. Ed. Campus, Rio de Janeiro, 2003.

STONE, B. K. A general class of three-parameter risk measures. **Journal of Project Finance**, junho 1973.

TÁCITO, C. Concessão de Energia Elétrica – Tarifa – Equilíbrio Financeiro. **Revista de Direito Administrativo**, Vol. 203, p.407, Rio de Janeiro, 1996.

TIROLE, J. Comentario a la Propuesta de Engel, Fisher y Galetovic sobre Licitación de Carreteras. **Estudios Públicos n° 65**, Centro de Estudios Públicos, Chile, 1997.

TRUJILLO, L., E. QUINET e A. ESTACHE **Forecasting the Demand for Privatized Transport: What Economic Regulators Should Know and Why**. Working Paper 2446. WorldBank, 2000.

TRUJILLO, L., E. QUINET e A. ESTACHE Dealing With Demand Forecasting Games in Transport Privatization. **Transport Policy**, No. 9. p. 325-334, 2002.

UFRGS **Designs for Interurban Road Pricing Schemes in Europe**. In: WP3 Case Studies, 2002.

VARIAN, H. R. **Micro Economia; Princípios Básicos uma Abordagem Moderna**. Ed. Campus, São Paulo, 2003.

VASSALLO, J.M. Mecanismo para Reducir el Riesgo de la Financiación en Concesiones de Infraestructuras. **Revista de Obras Públicas/Extraordinário**, No. 3425, p. 61-69, 2002.

VEGA, A. O. Risk Allocation in Infrastructure Financing. **The Journal of Structure and Project Finance** Vol. 3, No.2, p.38-42, 1997.

VISCUSI, W. K., J.M. VERNON, E J.E.HARRINGTON JUNIOR **Economics of Regulation and Antitrust**, 3o. ed., The MIT Press, EUA, 2002.

VON NEUMANN E MORGENSTEN **Theory of Games and Economic Behavior**. Princeton University Press, EUA, 1953.

VOSE, D. **Risk Analysis: A Quantitative Guide**, 2o.Ed, John Wiley & Sons, Ltd, EUA, 2000.

WARD, S. e C. CHAPMAN Transforming Project Risk Management Into Project Uncertainty Management. **International Journal of Project Management**, No. 21, p.97-105, 2003.

WIDEMAN, R.M. **Project and Program Risk Management : A Guide to Managing Risks and Opportunities**. Project Management Institute. Dexcel Hill, EUA, 1992.

WORLD BANK **Toolkit for Public-Private Partnership in Highways**. PPIAF, The World Bank, Washington, D.C., 2003, CD-ROM.

YESCOMBE, E.R. **Principles of Project Finance**. Academic Press, EUA, 2002.