



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ECONOMIA DO SETOR PÚBLICO

CHRISTIANE MARANHÃO DE OLIVEIRA BARBOSA

**SIMULAÇÃO MONTE CARLO APLICADA À ESTIMATIVA DE RISCO DE
DEMANDA DOS CONTRATOS DE CONCESSÕES RODOVIÁRIAS**

BRASÍLIA – DF

2010

CHRISTIANE MARANHÃO DE OLIVEIRA BARBOSA

**SIMULAÇÃO MONTE CARLO APLICADA À ESTIMATIVA DE RISCO DE
DEMANDA DOS CONTRATOS DE CONCESSÕES RODOVIÁRIAS**

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissionalizante em Economia do Setor Público, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Economia do Setor Público.

Orientador: Prof. Paulo Augusto Pettenuzzo de Brito.

BRASÍLIA-DF

2010

Dedicatória

Dedico esta dissertação às minhas lindas filhas, Bruna e Manuela, ao Roberto, aos meus pais, Arnaldo e Maria de Lourdes e a toda a minha família. Se não fosse o carinho e o apoio de vocês, certamente não teria conseguido completar mais esta etapa.

Agradecimento

Agradeço ao Professor Paulo Augusto P. de Brito pelo apoio e excelentes sugestões para o aprimoramento do trabalho.

Agradeço as minhas amigas de curso, Cristina, Andrea, Giovana, Claudia e Luciene, por compartilharem todos os momentos.

Agradeço a Secretaria de Acompanhamento Econômico do Ministério da Fazenda por ter incentivado o Mestrado.

Agradeço a toda a equipe da COGTL pela excelente convivência e pela troca de conhecimentos em todos esses anos.

Sumário

Lista de Tabelas	2
Lista de Gráficos.....	2
Resumo	3
Abstract.....	4
1. Introdução.....	5
2. Concessões de Exploração de Rodovias Federais	6
2.1. Breve Histórico.....	10
2.2. Características do Mercado de Concessões Rodoviárias e a Importância da Alocação de Riscos no Contrato.....	12
2.2.1. Risco	12
2.2.2. Característica do Mercado e a Importância do Contrato de Concessão Rodoviária	14
2.2.3. A Disputa “pelo” Mercado e a Necessidade de Gestão de Risco	14
3. Alocação, Precificação de Riscos e Decisão de Investimentos	17
3.1. Alocação de Riscos nos Contratos de Concessões Rodoviárias.....	17
3.2. Análise de Sensibilidade.....	24
3.3. Simulação Monte Carlo	25
3.3.1. Definição do Modelo	26
4. Parâmetros e Distribuições Utilizados na Análise de Sensibilidade e na Simulação Monte Carlo.....	30
4.1. Escolha do Tráfego como Variável de Incerteza na Análise de Sensibilidade dos Contratos de Concessões Rodoviárias Federais	30
4.2. Valor Presente Líquido (VPL) como Parâmetro Representativo do Fluxo de Caixa.....	32
4.3. Modelando a Incerteza.....	34
5. Simulação Monte Carlo e Geração de Resultados.....	38
5.1. Limitações da Simulação Monte Carlo aplicada à Estimativa de Risco de Demanda dos Contratos de Concessões Rodoviárias	42
6. Conclusão	46
7. Referências Bibliográficas.....	48

Lista de Tabelas

Tabela 1. 1ª e 2ª Etapas do Programa de Concessões de Rodovias Federais	11
Tabela 2. Matriz de Riscos dos Contratos de Concessões Rodoviárias Federais.....	18
Tabela 3. Demonstrativo de Resultado do Fluxo de Caixa para a Empresa do Lote n.º 6	28
Tabela 4. Tráfego Estimado e Realizado para as Concessões Rodoviárias Federais	34
Tabela 5. Resultados das Simulações	41

Lista de Gráficos

Gráfico 1 – Distribuição Logistic	36
Gráfico 2 – Distribuição LogLogistic.....	37
Gráfico 3 - Distribuição Extvalue.....	38
Gráfico 4 - Resultado da Simulação para a Distribuição Logistic	39
Gráfico 5 - Resultado da Simulação para a Distribuição Loglogistic	40
Gráfico 6 - Resultado da Simulação para a Distribuição Extvalue	40

Resumo

No Brasil foram realizadas, nos últimos anos, licitações para exploração de alguns trechos rodoviários federais com o objetivo de delegar à iniciativa privada a construção, adequação e manutenção mediante a cobrança de tarifa de pedágio. O presente estudo tem como objetivo analisar os contratos de concessões rodoviárias federais com enfoque nas questões concorrenciais e regulatórias exploradas pela Teoria dos Contratos e pela Teoria da Organização Industrial. Com ênfase na experiência brasileira de concessões rodoviárias, identificam-se os principais critérios de alocação e mitigação de risco presentes nos editais que influenciam o comportamento estratégico dos agentes econômicos. Uma vez estudados os riscos, empregam-se métodos quantitativos de análise de sensibilidade e simulação Monte Carlo para a estimação da receita de tráfego, cálculo do valor presente líquido da concessão e, por fim, avaliação do grau de risco do negócio. No tocante à simulação Monte Carlo, é empregada a simulação de possíveis cenários para as estimativas de tráfego para todo o período da concessão, a partir de processo estocástico, conforme uma distribuição de probabilidade empiricamente escolhida. Após as simulações realizadas, é mensurado o risco de tráfego equivalente ao desvio padrão do valor presente líquido e verificada a chance de ocorrer deficiência na prestação do serviço concedido como a probabilidade de ocorrência de valor presente líquido inferior a zero.

Palavras chave: concessões rodoviárias, infraestrutura, simulação Monte Carlo, fluxo de caixa, análise de sensibilidade, regimes tarifários, contratos, análise de risco, simulação e incerteza.

Abstract

Recently Brazil has privatized roads with the goal to allow some participation of private firms in construction and maintenance financed with the tolls payed by who is benefited from the infrastructure. The main purpose of this paper is analyse the brazilian road contracts focusing in competitive and regulatory aspects of The Economics of Contracts and Industrial Organization Theory. Based on the brazilian franchise bidding experience for roads privatization, the paper focus on what are the main characteristics of the risk allocation that impact the strategic behavior of the players. Given the risks that can affect the toll roads contracts, it intend to quantify the risk of demand using Sensitivity Analysis and Monte Carlo Simulation to forecast the demand and the net present value of the project and to estimate the risk. At Monte Carlo Simulation, the demand (input) is randomly generated from a stochastic model, according probability distribution chosen, with possible results associated to net present value. After simulation, the risk of demand is evaluated by the standard deviation of the net present value and the probability to occur a lack on the provision of the service is evaluated by the probability to occur minus net present value.

1. Introdução

O presente estudo tem como objetivo fazer uma análise sobre o risco dos contratos de concessão de exploração de serviço público de rodovias federais, com enfoque na alocação de riscos do contrato e na utilização de métodos quantitativos para o cálculo do risco de demanda.

Na primeira seção será feito um breve histórico sobre o processo de concessões rodoviárias federais, promovido até então pela União, em duas etapas. A Primeira Etapa de Concessões Rodoviárias foi realizada no final dos anos 90 e resultou na exploração de trechos rodoviários em torno de 1.500km por 25 anos em média. A Segunda Etapa contemplou sete concessões com extensão de 2.600km e contratos com prazo de 25 anos. Pretende-se elencar possíveis fatores que motivaram a realização das concessões por parte da União, discorrer sobre a característica do mercado associado ao uso da rodovia e destacar a importância do contrato de concessão como instrumento que possibilite adequada gestão de risco.

Após identificada a necessidade de alocação eficiente de riscos no contrato, objetiva-se demonstrar matriz de risco dos contratos de concessões rodoviárias federais, que consiste em explicitar: a) os riscos do contrato; b) as possíveis formas de mitigação dos riscos identificados; e c) a parte à qual foi alocada o risco correspondente. No momento de alocação de riscos, tanto para o poder concedente quanto para a concessionária, revela-se necessário estimar o possível ônus e o impacto sobre a viabilidade do empreendimento. A título ilustrativo, este estudo pretende utilizar a simulação Monte Carlo para estimativa do risco de tráfego dos contratos.

Para aplicação da simulação Monte Carlo, optou-se por escolher o tráfego como variável de incerteza por fundamentar os investimentos necessários ao longo da concessão e por impactar significativamente a atratividade do negócio. Além disso, os erros de estimativa do tráfego, seja superestimado ou subestimado, podem resultar em efeitos deletérios para a prestação do serviço.

Dessa forma, a simulação Monte Carlo gera possíveis resultados para o tráfego, com números aleatórios extraídos das distribuições de probabilidade escolhidas. A incerteza

sobre a variável tráfego foi modelada com base em distribuições de probabilidade que melhor se ajustaram ao histórico de erro de estimativa de tráfego para as concessões vigentes.

Os possíveis resultados podem servir para a tomada de decisão de participar da licitação ou de definição do valor a ser ofertado. No entanto, deve-se fazer a ressalva que o presente estudo não tem como propósito avaliar os leilões de licitação de concessões rodoviárias federais realizadas. Deve-se observar que o contrato de concessão contém inúmeros riscos não considerados no cálculo realizado neste estudo. Além disso, o estudo ora em análise não aborda os demais aspectos considerados pelo potencial licitante para a tomada de decisão de participar ou não da disputa pelo mercado, quais sejam: possibilidade de exploração de atividades acessórias ao objeto da licitação, condições de financiamento, base de remuneração do empreendimento, nível de serviço exigido, credibilidade do marco regulatório, dentre outros. Por fim, a principal contribuição deste estudo não é o resultado numérico por si só, mas sim a aplicação da metodologia na estimativa do nível de incerteza do empreendimento, que pode ser utilizada para diversos setores da economia.

2. Concessões de Exploração de Rodovias Federais

Nos últimos anos, foram realizadas licitações no Brasil para exploração de trechos rodoviários federais com o objetivo de delegar à iniciativa privada a construção, adequação, manutenção e exploração das rodovias mediante a cobrança de tarifa de pedágio dos usuários.

A concessão à iniciativa privada da exploração dos trechos rodoviários deve-se aos seguintes fatores: insuficiência de recursos por parte da União, incremento de eficiência econômica da prestação do serviço público, possibilidade de cobrança do usuário do serviço e possibilidade de incorporar benefícios advindos da realização do certame competitivo na disputa “pelo” direito de explorar o trecho rodoviário.

Sob a ótica fiscal, a delegação à iniciativa privada desonera o Estado e possibilita que por meio de recursos privados sejam realizadas obras nos trechos rodoviários

concedidos, bem como sejam financiados os custos operacionais associados. Convém mencionar que o concessionário poderá obter financiamento junto a agentes financiadores privados, adotando como garantias as receitas futuras durante o prazo da concessão em um esquema de *project finance*. Conforme cita Carneiro (2006, p.27), as garantias envolvem diversas modalidades, entre as quais a autora cita o penhor de direitos emergentes dos contratos de concessão/permissão ou autorização, incluindo recebíveis e eventuais direitos de indenização.

O incremento de eficiência econômica na prestação do serviço público pode ser resultado da participação do ente privado, que tem como objetivo maximizar lucros e, portanto, com incentivos para produção eficiente. Além disso, o agente tem maior flexibilidade na tomada de decisões, principalmente, no tocante à aquisição de equipamentos ou contratação de serviços. Isso se deve ao fato de o agente privado não estar sujeito à legislação que regulamenta a contratação de serviços e de obras por parte da Administração Pública¹, bem como pelo fato de os seus contratos não estarem sujeitos à fiscalização por parte dos órgãos de controle e, portanto, não precisarem observar os procedimentos e os prazos que devem ser cumpridos pelos gestores públicos.

Ademais, os contratos de concessão podem conter importantes mecanismos de incentivo à eficiência dinâmica, dentre os quais podemos citar: aplicação do desconto do fator de produtividade por ocasião dos reajustes tarifários, remuneração ou penalidades vinculadas ao cumprimento de metas de qualidade, alocação de riscos ao concessionário nas situações em que pode adotar medidas para mitigá-los, prorrogação do contrato condicionada à qualidade de prestação do serviço, dentre outros.

Em relação à cobrança da tarifa diretamente ao usuário do serviço, o tipo de tecnologia adotada permite cobrar individualmente, seja pela extensão percorrida pelo automóvel, seja pelo número de vezes que o usuário passar pela rodovia. Nesse caso é possível, ainda que o consumo seja não-rival²³, cobrar tarifas daqueles que se beneficiam da

¹ Lei n.º 8.666, de 21 de junho de 1993, que regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências.

² Segundo Stiglitz (1999, p.128), consumo rival significa aquele em que se o bem ou serviço for consumido por uma pessoa, ele não poderá ser consumido por outra.

provisão do serviço ou da obra realizada. Esse fato está relacionado à equidade, que em certos momentos pode conflitar com a eficiência. Stiglitz (1999, p. 130) cita como exemplo a construção de uma ponte e o *trade-off* entre cobrar tarifas dos usuários de forma a cobrir os custos envolvidos, ainda que a tarifa seja alta e ocorra perda de eficiência devido à redução de viagens devido ao valor da tarifa estar acima do valor a que o usuário está disposto a pagar. Dessa forma, a subutilização da ponte implica a perda de eficiência. Por outro lado, do ponto de vista de equidade, a cobrança do usuário é positiva na medida em que elimina o subsídio para o usuário do transporte em detrimento do contribuinte.

No tocante à magnitude dos benefícios da concorrência pelo mercado com características de monopólio natural, pode-se mencionar o debate feito por alguns autores, dentre os quais Demsetz, Williamson e Posner. Segundo Demsetz (1968, p. 269), a competição pelo direito de explorar o mercado traz benefícios de forma a tornar a regulação econômica desnecessária. O autor argumenta que na medida em que o processo licitatório é efetivamente competitivo, o potencial produtor monopolista tende a oferecer o seu excedente com o objetivo de conseguir vencer o processo competitivo pelo mercado. No entanto, Demsetz ressalta que esse resultado depende do número de ofertantes dispostos a disputar o acesso ao mercado. Williamson (1976, p.76) cita que Demsetz conclui que se não houver conluio, é bem provável que o preço contratado fique próximo do custo médio e não reflita o poder de monopólio. Demsetz (1968, p.271) afirma que esse resultado assume duas hipóteses: (1) os insumos requeridos para a produção devem estar disponíveis a todos os potenciais ofertantes a preços de mercado; e (2) o custo de cartelização deve ser proibitivamente alto.

Em relação aos resultados apresentados por Demsetz, Williamson (1976, p.77) ressalta que receberam críticas por não esclarecer as vantagens da competição pelo mercado em relação à regulação em contexto de incerteza. Dentre as críticas menciona que não considera fatores tais como a possibilidade de a provisão de serviço a preço baixo estar comprometida se o contrato não for bem elaborado em relação à qualidade do serviço

³ Stiglitz (1999, p.872) faz referência ao uso de ponte para exemplificar uma mercadoria não-rival. Nas palavras do autor: “Por exemplo, durante os períodos de tráfego menos intenso, a travessia de uma determinada ponte é não-rival, já que um automóvel adicional que passe pela ponte não causará uma alteração na velocidade dos demais veículos que estejam fazendo a mesma travessia. No entanto, a travessia da ponte é também exclusiva, pois as autoridades têm o poder de impedir que os cidadãos a utilizem.” De forma análoga, podemos assumir que a rodovia é um bem não-rival e exclusivo.

(crítica de Posner). Portanto, a realização do processo licitatório é positiva na medida em que possibilita a concorrência pelo mercado e a consequente transferência de renda do monopolista, no entanto, principalmente devido ao fato de os contratos serem incompletos não prescinde da regulação.

Após breves considerações sobre os possíveis fatos motivadores da escolha da Administração Pública pela realização dos investimentos por meio de concessões rodoviárias e sobre os potenciais benefícios advindos da competição pelo mercado, pretende-se analisar os contratos de concessões rodoviárias federais com enfoque nos riscos dos contratos, especificamente, estimar o risco de demanda por meio de métodos quantitativos.

Convém destacar que a metodologia simulação Monte Carlo pode ser utilizada para avaliar o risco associado a diversos empreendimentos, não apenas a projetos de concessões rodoviárias. O uso da metodologia auxilia os tomadores de decisão na percepção sobre a incerteza presente no negócio, mas não deve ser considerada isoladamente e tampouco suficiente para a decisão sobre a viabilidade do empreendimento.

É importante mencionar que a metodologia adotada não pretende avaliar qual é o melhor instrumento para viabilizar as obras em trechos rodoviários, seja por meio de recursos públicos ou privados, e tampouco objetiva validar se o processo de concessões rodoviárias realizado no Brasil foi bem sucedido. Existem diversas variáveis que devem ser consideradas em uma análise mais detalhada do assunto, que fogem ao objetivo deste trabalho. Além do risco de demanda estimado, no contrato de concessão de rodovias outros riscos devem ser levados em conta tanto pelo concessionário quanto pelo poder concedente, como será explorado na seção 2. Como outros fatores considerados pelos licitantes no momento da licitação e que não são objeto de estudo deste trabalho, podemos citar: metodologia de reajuste e de revisão de tarifas, possibilidade de exploração de atividades acessórias, base de remuneração, nível do serviço exigido, obrigações e direitos do poder concedente e do concessionário, condições de financiamento, dentre outros.

2.1. Breve Histórico

O Programa de Concessão de Rodovias Federais iniciou em 1995 com a licitação de cinco trechos rodoviários pelo Ministério dos Transportes, o que denominaremos aqui como 1ª Etapa. A Segunda Etapa do Programa de Concessões Rodoviárias Federais, cujas assinaturas de contratos ocorreram em fevereiro de 2009, abrange 2.600,78 km.

Em relação à Segunda Etapa, convém ressaltar as atribuições da Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT, que foi instituída, por meio da Lei n.º 10.233, de 5 de junho de 2001, como entidade integrante da Administração Federal indireta e vinculada ao Ministério dos Transportes. No tocante às concessões rodoviárias, dentre as suas competências, destacam-se: propor ao Ministério dos Transportes os planos de outorgas e editar atos de outorga e de extinção de direito de exploração de infra-estrutura e de prestação de serviços de transporte terrestre, celebrando e gerindo os respectivos contratos e demais instrumentos administrativos.

Como resultado das licitações da 1ª e da 2ª Etapa, encontram-se sob a supervisão da Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT os contratos das seguintes concessionárias:

Tabela 1. 1ª e 2ª Etapas do Programa de Concessões de Rodovias Federais

Concessionária	Rodovia	Trecho	Extensão (km)	Início da Concessão	Prazo da concessão
NOVADUTRA	BR-116/RJ/SP	Rio de Janeiro – São Paulo	402,0	03/1996	25 anos
PONTE	BR-101/RJ	Ponte Rio / Niterói	13,2	06/1995	20 anos
CONCER	BR-040/MG/RJ	Rio de Janeiro – Juiz de Fora	179,9	03/1996	25 anos
CRT	BR-116/RJ	Rio de Janeiro – Teresópolis – Além Paraíba	142,5	03/1996	25 anos
CONCEPA	BR-290/RS	Osório – Porto Alegre	121,0	07/1997	20 anos
ECOSUL*	BR-116/293/392/RS	Pólo de Pelotas	623,8	05/2000	27,3 anos
Autopista Planalto Sul	BR-116/PR/SC	Curitiba – Div. SC/RS	412,70	02/2008	25 anos
Autopista Litoral Sul	BR-376/PR – BR-101/SC	Curitiba – Florianópolis	382,33	02/2008	25 anos
Autopista Régis Bittencourt	BR-116/SP/PR	São Paulo – Curitiba (Régis Bittencourt)	401,60	02/2008	25 anos
Autopista Fernão Dias	BR-381/MG/SP	Belo Horizonte – São Paulo (Fernão Dias)	562,10	02/2008	25 anos
Rodovia do Aço	BR-393/RJ	Div.MG/RJ – Entroncamento com a Via Dutra	200,35	03/2008	25 anos
Autopista Fluminense	BR-101/RJ	Ponte Rio-Niterói – Div.RJ/ES	320,10	02/2008	25 anos
Transbrasiliana	BR-153/SP	Div.MG/SP – Div. SP/PR	321,60	02/2008	25 anos
Via Bahia	BR-116/324-BA, BA 526 e BA 528	Feira de Santanta – BA/Div MG, Salvador – Feira de Santana	680,60	10/2009	25 anos

Fonte: ANTT

* A licitação foi feita pelo governo do Estado do Rio Grande do Sul, mas o Contrato PJ/CD/215/98 foi sub-rogado à União através do Contrato de Rerratificação e Sub-rogação nº 13/00-MT, de 18 de maio de 2000.

Segundo Relatório de Balanço de Três Anos do Programa de Aceleração do Crescimento⁴, de fevereiro de 2010, serão futuramente objeto de concessão os seguintes trechos rodoviários, dentre outros: BR-040 DF/MG, BR-116 MG, BR-381 MG, BR-101/ES, BR-101/RJ, BR-116/SP, BR-393/RJ, BR-381/SP, BR-381/MG-Div. SP/MG-BH.

2.2. Características do Mercado de Concessões Rodoviárias e a Importância da Alocação de Riscos no Contrato

2.2.1. Risco

Antes de mencionar quais são as características dos editais de concessões rodoviárias relacionadas à gestão de risco, faz-se necessário elucidar a definição de risco e quais são as medidas adotadas para estimá-lo.

Ehrlich (2005, p. 167) cita que o risco equivale à possibilidade de ocorrer um evento considerado não desejável por determinado período e à probabilidade de que esse evento ocorra. Assim, Ehrlich (2005, p. 89) cita que três aspectos definem o risco: a) evento não desejável e como exemplo cita a possibilidade de perda de determinado valor; b) a probabilidade de o evento ocorrer; e c) o prazo no qual o evento pode ocorrer.

Pindyck (1994, p. 178) ressalta que para descrever o risco de forma quantitativa é necessário identificar os efeitos decorrentes dos eventos possíveis, bem como a probabilidade de ocorrência de cada efeito. O autor cita que uma interpretação objetiva de probabilidade está relacionada à frequência com que os eventos ocorrem. Quanto à interpretação subjetiva, ela não estaria baseada em eventos passados, mas sim em uma probabilidade definida em função de critérios subjetivos.

⁴ Documento disponível no site da Presidência (www.presidencia.gov.br), conforme consulta realizada em 15/07/2010.

Segundo Ehrlich (2005, p. 89), “quando a imprevisibilidade do futuro se deve, predominantemente, a fenômenos repetitivos, com um comportamento estatístico conhecido, ou estimado a partir de observações do passado e que julgamos suficientemente estável para poder ser projetado no futuro, dizemos estar frente à imprevisibilidade devida à aleatoriedade. Quando as ocorrências do passado são de pouca serventia para prever o futuro, dizemos estar diante de incertezas.”

Pindyck (1994, p. 180) cita como medidas de risco a variabilidade dos possíveis resultados do valor esperado. O valor esperado de uma variável aleatória discreta X, representado por E(x), é definido por:

$$(1) E(x) = \sum_x xf(x), \text{ em que}$$

\sum significa a soma de todos os valores de X e
f(x) é a Função Densidade de Probabilidade (discreta) de x.

Quanto às medidas de variabilidade, podemos citar a variância e o desvio padrão. Seja X uma variável aleatória e E(x) = μ . A dispersão dos valores de X em torno do valor esperado pode ser medida pela variância e pelo desvio padrão, que são definidos como:

$$(2) \text{Var}(X) = \sigma_x^2 = E(x - \mu)^2 f(x), \text{ se } x \text{ for uma variável discreta e}$$

$$(3) \text{Var}(x) = \int_{-\infty}^{\infty} (x - \mu)^2 f(x) dx, \text{ se } x \text{ for uma variável aleatória contínua.}$$

$$(4) \text{DP}(x) = +\sqrt{\sigma_x^2}$$

Segundo Pindyck (1994, p. 183), tanto a variância quanto o desvio padrão podem ser utilizados para estimar o risco, pois preservam a mesma ordenação das escolhas de risco.

A tomada de decisão, com base nos resultados obtidos quanto às medidas de risco, depende das preferências de risco dos agentes tomadores de decisão, que podem ser: avessos, propensos ou neutros ao risco.

2.2.2. Característica do Mercado e a Importância do Contrato de Concessão Rodoviária

Guimarães e Salgado (2003, p.3), em consonância com Demsetz⁵, citam que embora não exista a possibilidade de concorrência no mercado associado ao uso da rodovia, é possível introduzi-la na escolha do concessionário que vai explorar esse serviço, recorrendo-se ao processo de licitação. A concorrência “pelo” mercado não garante, no entanto, aos consumidores no mercado os mesmos resultados que seriam derivados da concorrência “no” mercado nem torna prescindível a atuação de agências de regulação.

Os autores ainda ressaltam que o usufruto da mercadoria negociada na licitação – isto é, o acesso, o direito de exploração do mercado do uso da rodovia – se instrumentaliza por meio do contrato de concessão, que é o objeto imediato do processo de licitação. Por conseguinte, a mercadoria negociada não é um mercado preexistente à licitação, mas sim o mercado do uso da rodovia como definido no contrato de concessão. De fato, esse contrato reconfigura o mercado quando define: a) a estrutura da oferta (ao conferir ao concessionário a situação de monopolista pelo período de vigência do contrato); b) a forma de operação do mercado (ao fixar tarifas, ao estabelecer as características técnicas e o padrão de qualidade do serviço e ao indicar critérios para a revisão de cláusulas contratadas); e c) encargos que incidirão sobre o empreendedor (por exemplo, investimento a ser realizado na construção/recuperação da rodovia ou pagamento a ser feito ao poder concedente).

2.2.3. A Disputa “pelo” Mercado e a Necessidade de Gestão de Risco

Klemperer (2004, p.106) menciona que a promoção da concorrência pelo mercado visa conferir a atratividade da licitação para o maior número de proponentes possível. Uma licitação com número reduzido de licitantes implica uma licitação não lucrativa para o poder concedente e potencialmente ineficiente.

⁵ Conforme citado na seção 2. Concessões de Exploração de Rodovias Federais, Demsetz (1968, p.269) menciona os possíveis benefícios advindos da competição pelo direito de explorar o mercado.

O autor ainda cita que no caso do leilão aberto, há forte hipótese que a firma que tem a maior valoração será o eventual vencedor porque ainda que apresente a proposta no estágio inicial, poderá eventualmente superar as propostas dos demais concorrentes em qualquer posição. Como resultado, outras firmas não têm incentivo para entrar na licitação e não o farão mesmo até sob custo reduzido de apresentar a proposta.

Assim como o leilão aberto é particularmente vulnerável à ausência de entrada (apresentação de propostas), outras formas de leilões podem resultar em problemas similares se há imposição de custos de entrada ou se é alta a assimetria entre as proponentes. Como exemplo, Klemperer cita o *winner's curse* (maldição do vencedor) (2004, p. 107) como fator de redução de apresentação de propostas em leilões abertos. A maldição do vencedor é reconhecida como o perigo de algum licitante superestimar o valor do objeto a ser licitado. Diante desse risco, os demais proponentes podem adotar uma postura mais conservadora na apresentação das propostas. Firmas mais fracas (entrantes) tendem a ser mais cautelosas, pois há o entendimento que somente vencerão a licitação caso superestimem o valor do negócio acima da média. No entanto, firmas que já atuam no mercado poderiam apresentar propostas não tão cautelosas, pois não necessariamente há a percepção de necessidade de superavaliação do negócio para ganhar a licitação. Como resultado, Klemperer (2004, p. 107) cita que o receio de ocorrência do *winner's curse* resulta na apresentação de propostas extremamente cautelosas por parte das firmas mais fracas e as firmas mais fortes tendem a vencer a disputa no leilão por apresentarem propostas mais agressivas.

No caso das concessões rodoviárias, durante o processo de habilitação jurídica, técnica e econômico-financeira, a comissão julgadora é responsável por avaliar o fluxo de caixa da proposta comercial⁶ apresentada pela proponente. Dessa forma, caso não existam critérios objetivos sobre as premissas que devem ser atendidas para se avaliar a consistência do fluxo de caixa proposto, incorre-se no risco de homologar o resultado para uma situação de maldição do vencedor, em que o licitante vencedor foi aquele que apresentou as projeções mais otimistas.

Para os contratos de concessões rodoviárias, o efeito da maldição do vencedor tende a ser menor na apresentação de propostas pelos rivais, tendo em vista que, na maioria das licitações federais realizadas, se trata de leilão com apresentação simultânea pelos licitantes de proposta única e final por meio de envelope fechado. Portanto, neste caso os proponentes não observam as propostas dos rivais e, portanto, não são impactados pela valoração do negócio feita pelos demais proponentes.

Considerando que o fluxo de caixa⁷ é utilizado como parâmetro de aferição do equilíbrio econômico-financeiro por todo o prazo do contrato, o efeito mais preocupante do *winner's curse* é a possibilidade de freqüentes pleitos de revisões tarifárias devido à superavaliação do negócio, seja pela superestimativa da receita ou subestimativa dos custos. Ressalte-se que a revisão tarifária envolve altos custos de transação e problemas associados à assimetria de informação entre a concessionária e o poder concedente.

Por fim, cabe ressaltar a importância da credibilidade do mecanismo regulatório proposto no contrato, de forma a evitar que a percepção do nível de incerteza por parte dos proponentes seja elevada e, portanto, adotem uma postura cautelosa na apresentação de propostas. Além disso, diante da possibilidade de futuras revisões e situações de possíveis conflitos entre poder concedente e concessionária durante a gestão do contrato, a percepção de que os pleitos futuros de revisão tarifária serão aceitos pelo poder concedente podem induzir à ocorrência da maldição do vencedor. Face o exposto, revela-se de extrema relevância que o contrato de concessão apresente cláusulas que explicitem com clareza a alocação de riscos do contrato.

⁷. Segundo previsto nos contratos da 2ª Etapa, na revisão tarifária, a recomposição do equilíbrio econômico-financeiro do contrato se dará por meio da manutenção da taxa interna de retorno não alavancada, apresentada na proposta comercial.

3. Alocação, Precificação de Riscos e Decisão de Investimentos

3.1. Alocação de Riscos nos Contratos de Concessões Rodoviárias

A alocação eficiente e objetiva dos riscos dos contratos de concessões visa: a) reduzir o escopo de renegociação contratual; b) definir de forma clara as responsabilidades de maneira a limitar os fatos ensejadores de recomposição do equilíbrio econômico-financeiro do contrato; e c) mitigar a assimetria de informação nos períodos revisionais.

Os riscos devem ser alocados para a parte que tem maiores condições de gerenciá-lo. No entanto, para alguns riscos, existe a dificuldade em identificar se a concessionária tem condições de mitigá-lo sem qualquer garantia ou compromisso por parte do poder concedente. Além disso, segundo Toolkit do Banco Mundial (2000, p. 146) a alocação do risco ao poder concedente de forma inapropriada envolve os seguintes problemas: criação de incentivos incorretos, risco moral (*moral hazard*) e seleção adversa, pois: 1) a assunção do risco por parte do poder concedente pode incentivá-lo a aumentar a carga tributária em vez de tentar gerenciá-lo e mitigá-lo (*moral hazard*); 2) a concessionária beneficiada pela assunção do risco pode adotar um comportamento pior, ou, não envidar esforços no sentido de incrementar a sua autonomia e orientação de mercado; 3) investidores beneficiados pela garantia governamental podem buscar projetos mais arriscados (problema de seleção adversa).

Diante das ineficiências que podem ser geradas, o poder concedente deve elaborar cuidadosamente a matriz de risco, que consiste em: 1) identificar os riscos envolvidos nos contratos de concessões rodoviárias; 2) elencar as possíveis formas de mitigar os riscos associados, assumindo que as partes envolvidas são aversas ao risco; e 3) alocar o risco à parte que tem maior capacidade de adotar medidas para mitigá-lo. No caso das 1ª e 2ª etapas do Programa Federal de Concessões de rodovias, a matriz de risco é a que segue:

Tabela 2. Matriz de Riscos dos Contratos de Concessões Rodoviárias Federais

RISCO	1ª ETAPA DE CONCESSÕES			2ª ETAPA DE CONCESSÕES - 7 lotes		RISCO
	ALOCAÇÃO de RISCOS	Definição	Mitigação	ALOCAÇÃO de RISCOS	Definição	Mitigação
Projeto	Usuário	Por solicitação da concessionária, mediante prévia anuência da ANTT ou por solicitação do Poder concedente, as alterações (acréscimos, supressões ou antecipação/postergação do cronograma) das obras e serviços constantes do PER serão incorporadas ao fluxo de caixa da concessionária.	Reequilíbrio econômico-financeiro	Usuário	Apenas as alterações de cronograma relativas aos serviços obrigatórios serão objeto de reequilíbrio econômico-financeiro. Obras e serviços obrigatórios são definidos como aqueles que têm data de conclusão ou implantação estabelecida no PER.	Reequilíbrio econômico-financeiro no caso das obras obrigatórias
Defeitos ocultos em novas obras ou em obras existentes	Não alocado	Não há cláusula específica	Reequilíbrio econômico-financeiro	Concessionária	Não caberá revisão devido à existência de “vícios ocultos”, a diferenças de quantidade ou desconhecimento das características da rodovia pela Concessionária	Concessionária deve fazer vistoria prévia nos trechos das obras e apresentar Declaração de Conhecimento das Condições da Via

Força maior na construção	Usuário	Revisão tarifária será promovida sempre que ocorrências supervenientes, decorrentes de força maior, caso fortuito, fato da Administração ou de interferências imprevistas resultem, comprovadamente, em variação extraordinária nos custos da Concessionária.	Reequilíbrio econômico-financeiro	Compartilhado: Usuário (tarifa), Concessionária (parte segurável) e Poder Concedente (rescisão, guerra, terrorismo, etc.)	Revisão tarifária será promovida sempre que ocorrências supervenientes, decorrentes de força maior, caso fortuito, fato da Administração ou de interferências imprevistas resultem, comprovadamente, em variação extraordinária nos custos da Concessionária	Plano de seguros, Compartilhamento de custos para os riscos não seguráveis, Reequilíbrio econômico-financeiro
Demora na obtenção de licenças	Concessionária	Cabe à concessionária conseguir as licenças e autorizações necessárias.	-	Concessionária	Cabe à concessionária conseguir as licenças e autorizações necessárias. Concessionária assume os custos relativos à regularização do passivo ambiental	Poder concedente obtém a licença prévia antes de dar início ao processo licitatório. Avaliação ambiental prévia – Relatório Ambiental Simplificado - RAS ou Estudo de Impacto Ambiental (EIA)
Não atingimento de parâmetros de performance	Concessionária	A fiscalização da execução do PER compreende controle por resultados, com ênfase em parâmetros de qualidade, mas não há previsão de impacto no equilíbrio econômico-financeiro caso os padrões de qualidade não sejam atingidos.	Parâmetros podem ser objeto de revisão por parte da Agência Reguladora caso se tornem obsoletos.	Concessionária	O não atendimento dos parâmetros de qualidade previstos no PER para as obras e serviços ensejará a aplicação de penalidades previstas (advertência e multa). As especificações podem ser alteradas assim que surgirem novos materiais	No caso de obsolescência dos indicadores de qualidade, prevista a revisão periódica.

					e técnicas, submetidos à ANTT, não ensejando revisão tarifária.	
Alterações unilaterais	Usuário	O poder concedente assume os riscos decorrentes de alterações unilaterais no Contrato ou de fato do príncipe que provoque impacto econômico-financeiro do contrato de concessão.	Reequilíbrio econômico-financeiro	Usuário	O poder concedente assume os riscos decorrentes de alterações unilaterais no Contrato ou de fato do príncipe que provoque impacto econômico-financeiro do contrato de concessão.	Reequilíbrio econômico-financeiro
Elevação dos custos, exceto quando por alterações legislativas	Usuário	Modificações estruturais nos preços relativos aos principais componentes de custos que não forem cobertos pelo reajuste anual ensejam revisão tarifária	Reequilíbrio econômico-financeiro	Concessionária	-A Concessionária assumirá integralmente o risco pela variação nos custos dos seus insumos, mão-de-obra e financiamentos; - Cabe revisão quando houver ocorrências supervenientes, comprovadamente, em variação extraordinária nos	Exigência de garantia de fiel cumprimento das obrigações (<i>Performance Bond</i>) e Privado firma contrato <i>Turn-Key</i> de construção (contratação pelo regime de empreitada com preço fixo)

					custos; Tanto risco de quantitativo quanto risco de variação de custos é da Concessionária	
Variações de Tráfego, inclusive aquelas decorrentes de tráfego desviado em função de rota alternativa ou modal concorrente criado pelo Governo Federal	Concessionária	O risco da redução do volume de tráfego, inclusive em decorrência da transferência de trânsito para outras rodovias, deve ser assumido pela concessionária.	Variação da receita não é considerada na revisão tarifária	Concessionária	O risco do volume de tráfego, inclusive em decorrência da transferência de trânsito para outras rodovias, deve ser assumido pela concessionária.	Estudo de tráfego divulgado previamente à realização do certame e realização de audiência pública para esclarecimento de dúvidas.
Oscilações de custo de capital com e sem risco de crédito, inclusive por aumento de taxa de juros ou de câmbio	Concessionária	A concessionária é a única responsável pela obtenção de financiamentos;	Fator não considerado na revisão tarifária	Concessionária	A concessionária assumirá integralmente, para todos os efeitos, o risco de financiamento	Hedge

Desapropriação	Concessionária	Os ônus correrão por conta da Concessionária, observando que modificações substanciais nos preços podem ensejar reequilíbrio. Econômico-financeiro.	Reequilíbrio econômico-financeiro	Concessionária	Os ônus correrão por conta da Concessionária, respeitados os limites estabelecidos no PER	Avaliação prévia dos custos de realocação
Excesso de peso	Concessionária	A concessionária deverá se submeter a todas as medidas adotadas pelas autoridades com poderes de fiscalização de trânsito, no âmbito das respectivas competências.	Não há previsão de efeitos do excesso de peso serem considerados na revisão tarifária	Concessionária/ Usuário	Concessionária fica responsável pela instalação, operação e manutenção das balanças de pesagem. Concessionária, mediante prévia anuência da ANTT, poderá alterar a localização e o número de postos de pesagem, cujo impacto financeiro será considerado na revisão tarifária.	Poder concedente realiza a aplicação de multas. Quadro de indicadores de qualidade e redução dos custos de manutenção advindos da desaceleração da deterioração da rodovia incentivam a concessionária a cooperar com a fiscalização.

Fonte: ANTT. Editais e Contratos da 1ª e da 2ª Etapa do Programa de Concessões Rodoviárias Federais. 1994-1997 e 2007.

Segundo Borges (2002, p. 5), para estruturar um financiamento via *project finance* é fundamental definir com precisão a alocação de riscos e dessa forma, otimizar as obrigações das partes (no caso ora em análise, poder concedente e concessionária), distribuir os riscos de forma clara no contrato e avaliar o fluxo de caixa do empreendimento.

Ainda sobre a estruturação de financiamentos para projetos de investimentos passíveis de concessão, baseados na exploração do serviço e na manutenção do equilíbrio econômico-financeiro, Carneiro (2006, p. 29) menciona que dependem de operações consideradas complexas, cuja avaliação e administração de riscos são consideradas essenciais.

Carneiro cita que os riscos devem ser identificados, bem como as causas, os impactos e as formas de mitigação. Ao mesmo tempo, ressalta que os riscos devem ser alocados à parte que tem mais capacidade de controlá-los ou de adotar medidas para reduzi-los. Além disso, a autora menciona a necessidade de acompanhamento da dinâmica dos riscos associados ao contrato, devido a alteração conjuntural econômica e as modificações advindas das diferentes etapas do empreendimento (implantação e operação). Diante das modificações, podem ser necessárias alterações nas operações de financiamento envolvidas.

Uma análise comparativa entre os riscos dos contratos da 1ª e da 2ª Etapa revela que as principais diferenças são: a) apenas as alterações de projeto de obras obrigatórias serão objeto de equilíbrio econômico e financeiro; e b) concessionária assume o risco integral pela variação nos custos de insumos, mão-de-obra e financiamentos, tanto risco de quantitativo quanto risco de elevação de preço unitário.

Após identificados os riscos associados aos contratos de concessões rodoviárias, convém ressaltar a importância do uso da simulação Monte Carlo. A utilização de métodos quantitativos para estimar o risco é importante tanto para o poder concedente, no momento da alocação de riscos na redação do contrato, quanto para potenciais licitantes, que pretendem participar do certame e devem avaliar o risco do empreendimento.

Na alocação de riscos do contrato, considera-se oportuno mensurar o possível ônus que será assumido pelo poder concedente ou pelo concessionário. Por exemplo, pode-se considerar relevante estimar determinado risco, em termos de possível impacto sobre o valor da tarifa teto a ser cobrada do usuário ou sobre o valor de outorga a ser pago pelo concessionário ao poder concedente. Outra vantagem adicional de mensurar o risco é possibilitar o desenvolvimento de sistema de gerenciamento de risco por parte do concessionário, o que poderia ser objeto de acompanhamento por parte da ANTT. Ressalte-se que o objetivo deste trabalho está restrito ao cálculo do risco, portanto, o cálculo do seu impacto sobre demais variáveis (tarifa teto ou valor de outorga) não está dentro do escopo deste trabalho.

3.2. Análise de Sensibilidade

Hirschfeld (1998, p. 290) define a análise de sensibilidade como um método quantitativo que auxilia a tomada de decisão, por meio de análise de eventuais alterações de valores de parâmetros que representem o fluxo de caixa. Como exemplo, o autor cita o valor presente líquido dos fluxos de caixa anuais de projetos de investimento. Como resultado da análise de sensibilidade, pretende-se identificar quais são os parâmetros mais relevantes para as receitas e despesas estimadas para determinada concessão rodoviária. Após a identificação desses parâmetros, pode-se verificar qual é a importância do risco (por exemplo, risco de demanda) em termos de impacto sobre o valor do parâmetro escolhido que represente o fluxo de caixa (por exemplo, taxa interna de retorno do projeto). Dada a complexidade dos contratos de concessão de rodovias, a análise de sensibilidade permite identificar as variáveis que mais influenciam o resultado econômico do projeto e explicita onde a informação adicional tem maior utilidade.

3.3. Simulação Monte Carlo

A simulação Monte Carlo gera possíveis cenários a partir de um mecanismo gerador de dados para as variáveis aleatórias escolhidas como parâmetros de incerteza.

As etapas da simulação são as seguintes, segundo Ehrlich(2005, p. 144):

1. Modelar a incerteza por uma hipótese de variabilidade das variáveis, podendo seguir distribuições uniformes, normal, triangular ou outra.
2. Sortear valores ao acaso (aleatórios), conforme as hipóteses, e para cada conjunto (cada conjunto corresponde a um cenário) de valores sorteados calculamos o VPL resultante.

Em aditamento às etapas citadas acima, convém acrescentar as seguintes:

3. Repetir o sorteio dos valores aleatórios determinados número n de vezes e calcular o VPL respectivo para cada valor sorteado.
4. Calcular as estatísticas relevantes, isto é, medidas que visam representar o risco a ser calculado, tais como: valor esperado, desvio padrão, etc.

Para implementar as etapas acima, inicialmente, deve-se elaborar o modelo, com equações, de forma a vincular a variável *input* com a variável resultado (*output*). Posteriormente, deve-se assumir hipóteses sobre o comportamento da variável sobre a qual temos incerteza e proceder ao mecanismo gerador de números aleatórios. Por fim, para cada número aleatório gerado e com o modelo de equações escolhido, deve-se registrar os resultados obtidos (*outputs*) e formar a distribuição de probabilidade correspondente.

A principal crítica ao uso da simulação Monte Carlo é a ausência de fundamento teórico em economia para: a construção do histograma e da distribuição de frequência; diferenças na escolha do tipo de distribuição adotado; estabelecimento do número de iterações e análise dos resultados gerados. Destaca-se que não há definição clara quanto ao número de intervalos e nem quanto ao número de simulações desejável para validar possíveis resultados.

3.3.1. Definição do Modelo

Para o contrato específico de concessões de rodovias, a descrição do modelo (estrutura usual de mensuração de fluxo de caixa para a empresa) será citada a seguir.

Fluxo de caixa para cada ano da empresa é igual à receita anual menos tributo anual menos custos operacional anual e menos o valor de depreciação do investimento.

A receita anual corresponde ao somatório da receita de pedágio e da receita financeira, sendo que esta corresponde a 0,5% da receita de pedágio do ano. Para a simulação a ser feita, considera-se uma distribuição de probabilidade sobre a receita estimada para o primeiro ano da concessão.

Os tributos equivalem ao somatório de Imposto sobre Serviços - ISS, Programa de Integração Social - PIS e Contribuição para Financiamento da Seguridade Social - COFINS. Os citados tributos equivalem, respectivamente, a 0,05; 0,03 e 0,0065 da receita de pedágio anual estimada.

Os custos operacionais correspondem ao somatório dos custos com administração, operação e conservação, de pagamentos com seguros e garantias, de custos com Polícia Rodoviária Federal, de taxa de fiscalização e de recursos destinados a desenvolvimento tecnológico. Os custos operacionais são os custos estimados na Audiência Pública n.º 34/2006 da ANTT para o lote 06 e não variam conforme o tráfego estimado. Portanto, os valores de custos operacionais são iguais para as diversas interações simuladas.

O resultado antes dos impostos é igual a receitas totais menos tributos menos custos operacionais menos depreciação. O resultado líquido anual é o resultado antes dos impostos – imposto de renda – contribuição social. Imposto de renda é igual ao somatório de 0,15 do resultado antes dos impostos e 0,10 da diferença entre o resultado antes do imposto de renda e o valor fixo de R\$ 240 mil. A contribuição social é igual a 0,09 do resultado antes dos impostos.

O fluxo de caixa da empresa é o resultado das fontes menos usos. As fontes correspondem à soma do resultado líquido anual mais a depreciação anual, enquanto os

usos correspondem aos investimentos. Para as diversas iterações geradas, os valores de depreciação e de investimentos são fixos, pois não variam conforme o tráfego estimado a cada simulação feita. Os valores utilizados correspondem aos valores estimados para o lote 6 na Audiência Pública n.º 34/2006 da ANTT. O valor presente líquido dos fluxos de caixa da empresa é calculado com o uso de taxa de desconto de 8⁸% a.a.

⁸ Taxa de desconto calculada com base no valor do custo médio ponderado de capital para os estudos de viabilidade econômico-financeira da segunda etapa de concessões rodoviárias federais estimado na Nota Técnica n.º 64 STN/SEAE/MF, de 17 de maio de 2007, disponibilizada na Audiência Pública da ANTT n.º 34/2006.

Tabela 3. Demonstrativo de Resultado do Fluxo de Caixa para a Empresa do Lote n.º 6

Em R\$

RESULTADO	TOTAL	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	...	ANO 25
RECEITA DE PEDÁGIO	8,229,614	106,346	221,496	230,530	239,707	249,073.36	258,561.53	268,199.13
RECEITA FINANCEIRA	41,148	531	1,107	1,152	1,198	1,245.37	1,292.81	1,341.00
RECEITA BRUTA	8,270,763	106,878	222,603	231,683	240,907	250,319	259,854	269,540
ISS	411,480	5,317	11,074	11,526	11,985.40	12,453.67	12,928.08	13,409.96
PIS	246,888	3,190	6,644	6,915	7,191.24	7,472.20	7,756.85	8,045.97
COFINS	53,492	691	1,439	1,498	1,558.10	1,618.98	1,680.65	1,743.29
TRIBUTOS	711,862	9,199	19,159	19,941	20,735	21,545	22,366	23,199
RECEITA LÍQUIDA	7,558,901	97,679	203,444	211,742	220,172	228,774	237,489	246,341
Administração/Operação/Conservação	1,744,540	31,862	70,754	71,387	71,387.99	71,387.99	71,387.99	71,387.99
SEGUROS E GARANTIAS	118,573	4,647	4,647	4,647	4,647.01	4,647.01	4,647.01	4,647.01
Polícia Rodoviária Federal	18,760	750	750	750	750.41	750.41	750.41	750.41
FISCALIZAÇÃO	204,883	8,195	8,195	8,195	8,195.33	8,195.33	8,195.33	8,195.33
RDT	20,488	819	819	819	819.53	819.53	819.53	819.53
DEPRECIAÇÃO	2,108,888	-	18,769	40,846	56,001.47	63,134.69	64,748.41	69,233.88
Resultado antes dos impostos	3,342,767	51,405	99,507	85,096	78,370	79,839	86,940	91,307
RESULTADO LÍQUIDO	2,206,826	33,951	65,699	56,187	51,748	52,718	57,404	60,286

Fonte: ANTT – Audiência Pública n.º 34/2006

FLUXO DE CAIXA	VPL - 8%	TOTAL	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	...	ANO 25
FONTES	1,008,762	4,315,714	33,951	84,468	97,033	107,750	115,852	122,153
RESULTADO LÍQUIDO	534,805	2,206,826	33,951	65,698	56,187	51,748	52,717	57,404
DEPRECIAÇÃO	473,956	2,108,888	-	18,769	40,846	56,001	63,134	64,748
FINANCIAMENTOS	-	-	-	-	-	-	-	-
USOS	1,230,925	2,108,888	373,331	485,162	329,192	147,376	31,365	40,962
INVESTIMENTOS	1,230,924	2,108,888	373,331	485,161	329,192	147,375	31,364	40,962
AMORTIZAÇÃO EMPRÉSTIMOS	-	-	-	-	-	-	-	-
FLUXO DE CAIXA DA EMPRESA	\$98,026	2,206,826	(339,380)	(400,694)	(232,159)	(39,626)	84,488	81,191
SALDO DE CAIXA ACUMULADO		2,206,826	(339,380)	(740,074)	(972,233)	(1,011,859)	(927,372)	(846,181)
PAYBACK	1							
TIR DO PROJETO⁹	8.95%							

Fonte: ANTT – Audiência Pública n.º 34/2006

⁹ Taxa interna de retorno não alavancada

4. Parâmetros e Distribuições Utilizados na Análise de Sensibilidade e na Simulação Monte Carlo

4.1. Escolha do Tráfego como Variável de Incerteza na Análise de Sensibilidade dos Contratos de Concessões Rodoviárias Federais

Para a análise de sensibilidade dos contratos de concessões de rodovias poderiam ser escolhidas diversas variáveis como fonte de incerteza, tais como: tráfego estimado para o primeiro ano ou para todos os anos da concessão, taxas anuais de crescimento do tráfego ao longo dos 25 anos de concessão, preços unitários e quantitativos dos insumos utilizados para a estimativa dos custos e taxa de desconto dos fluxos de caixa anuais.

Neste trabalho produziremos variações no tráfego estimado para os primeiros anos da concessão. A escolha do tráfego como *input* do modelo deve-se ao fato de o tráfego projetado impactar a atratividade da licitação e fundamentar os investimentos estimados ao longo da concessão. Trujillo, Quinet e Estache (2000, p.3-4) ressaltam a importância da estimativa de tráfego para as concessões e os diversos fatores que podem influenciá-la, quais sejam: a) os diversos agentes envolvidos (usuários, operadores, governo e agência reguladora) apresentam objetivos distintos; b) os diferentes regimes regulatórios induzem os agentes a comportamentos estratégicos distintos em relação à estimativa de tráfego; c) a agência reguladora pode encontrar resistência para implementar medidas em resposta aos problemas advindos da demanda superestimada ou subestimada.

No tocante à diversidade de objetivos dos agentes envolvidos, os autores citam que as principais diferenças são as seguintes: a) o governo está preocupado com o resultado fiscal, representa os contribuintes e, portanto, objetiva maximizar o pagamento de outorga à União ou minimizar a contribuição por parte do poder público no caso de empreendimento deficitário, bem como preservar a modicidade tarifária; b) operadores geralmente estão preocupados com lucros, divisão de riscos e poder de mercado; e, c) usuários estão interessados nos preços e na qualidade dos serviços.

A importância do estudo de tráfego está associada ao tipo de regime tarifário associado ao contrato de concessão, que será utilizado por ocasião dos reajustes e das revisões tarifárias. Trujillo, Quinet e Estache (2000, p.3-4) mencionam que o ente regulador pode escolher entre os métodos de regulação *price cap*, taxa de retorno, modelos híbridos etc.

Segundo mencionado, a escolha do regime tarifário pode interferir nos comportamentos dos agentes econômicos na definição da demanda projetada. Os autores tecem comentários acerca da relação entre os regimes tarifários e os estudos de demanda. Se a preocupação com a eficiência é maior e os riscos são menores, o *price cap* tende a ser a melhor opção em relação às outras formas de regulação. Considerando que sob esse regime, o risco de demanda é alocado ao concessionário, deve-se buscar estudos de demanda de qualidade de forma a reduzir o risco e tornar o empreendimento atrativo para concessionários eficientes.

No caso da regulação por custos (taxa de retorno), o poder concedente deve ter preocupação adicional com o estudo de demanda, tendo em vista que o estudo fundamenta os investimentos. Nesse caso, o concessionário tem incentivos para aceitar a demanda superestimada porque resultará em incremento da sua base de remuneração. Vale mencionar que os contratos de concessões rodoviárias federais podem ser considerados híbridos, pois possuem cláusula de reajuste por índice de preço e cláusulas de revisão pela taxa de retorno, o que são, respectivamente, características dos regimes tarifários *price cap* e por custos.

Por fim, no contexto em que tanto a remuneração do operador quanto a estimativa de pagamento de outorga ao poder público dependem do tráfego estimado, poder concedente e concessionário possuem incentivos para superestimá-lo.

Conforme citado, a demanda estimada impacta tanto o valor de outorga previsto quanto a remuneração futura do concessionário. Diante disso, os autores argumentam que a agência reguladora pode encontrar resistência para implementar medidas distintas em resposta aos problemas advindos da demanda superestimada ou subestimada. Diante dessa dificuldade, os autores revelam a importância de se tentar aprimorar o estudo de tráfego e se evitar os eventuais resultados indesejáveis dos erros de projeção. Segundo os autores, no caso da demanda subestimada, os principais resultados são insuficiência

da capacidade da via, congestionamentos e acidentes; enquanto, para as situações de demanda superestimada o principal problema está em gerar receita suficiente para remunerar os investimentos realizados.

A título ilustrativo, os autores citam algumas medidas que podem ser tomadas pela agência reguladora nas situações de demanda subestimada e superestimada. Quando a demanda for subestimada e não houver condições de incrementar a capacidade da via a curto prazo, recomendam que a política tarifária seja repensada de forma a retrainir o excesso de demanda. Alertam para a possibilidade de representar aumento de tarifas, principalmente nos horários de pico. Em relação à demanda superestimada, do ponto de vista de eficiência econômica, tanto técnica quanto alocativa, sugerem que as tarifas sejam definidas pelo custo marginal de curto prazo, o que pode significar redução de tarifas ou fim do subsídio do governo. Portanto, diante da possível resistência frente à proposta de alteração da política tarifária, conforme sugerido pelos autores, demonstra-se a relevância do estudo de tráfego.

Após apresentação da relevância do tráfego e das justificativas para a sua escolha como variável de incerteza dos contratos de concessões rodoviárias federais, pretende-se avaliar o quanto o fluxo de caixa é sensível à demanda projetada. Para tanto, realizaremos a análise de sensibilidade, adotando a projeção de demanda como *input* e o valor presente líquido (VPL) como parâmetro representativo do fluxo de caixa. Dessa forma, o item a seguir apresenta o referido parâmetro.

4.2. Valor Presente Líquido (VPL) como Parâmetro Representativo do Fluxo de Caixa

O valor presente líquido do fluxo de caixa corresponde à somatória algébrica dos valores presentes do fluxo de caixa do projeto, conforme abaixo:

$$(5) \quad VPL = \sum_{j=0}^n F_{jn} (1+i)^{-j}$$

Onde VPL = valor presente líquido do fluxo de caixa

n = número de períodos envolvidos em cada elemento da série de receitas e dispêndios do fluxo de caixa

F_j = fluxo de caixa líquido no período j

i = taxa de juros comparativa ou taxa mínima de atratividade ou taxa de desconto

O VPL positivo representa, nos fluxos de caixa dos estudos financeiros apresentados para os contratos de concessões rodoviárias federais, a estimativa do valor de outorga a ser pago ao poder público¹⁰. No entanto, para as situações em que o edital não prevê o pagamento de outorga e o critério de julgamento é a menor tarifa, assim como nos Editais da 2ª Etapa do Programa de Concessões Rodoviárias Federais, o valor presente líquido nulo representa a situação em que os valores investidos rendem exatamente a uma taxa característica de juros (taxa de desconto). Para que a realização de licitação da exploração de determinado trecho rodoviário seja considerado viável ou atrativo para potenciais licitantes, o valor esperado do VPL deve ser superior a zero.

De forma análoga ao raciocínio feito por Hirschfeld (1998, p. 386) na análise de viabilidade de empreendimentos em geral, o valor esperado do VPL está sujeito a incerteza, ou seja, a uma variabilidade, de acordo com a distribuição de frequência dos valores esperados do fluxo de caixa do contrato de concessão de rodovia. A variância e o desvio padrão do VPL refletem essa incerteza.

O licitante pretende selecionar o projeto que apresente o maior valor esperado do valor presente líquido. A análise de sensibilidade pretende avaliar o quanto a variável tráfego interfere no resultado do valor esperado do valor presente líquido. No entanto, há necessidade de avaliar se há mudança de decisão considerando a incerteza refletida na variação dos parâmetros de interesse. Por exemplo, o concessionário pode rever a decisão sobre disputar a licitação e o poder concedente pode rever a decisão de estipular

¹⁰ Segundo previsto na Lei n.º 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, os possíveis critérios de julgamento das propostas nos processos licitatórios são: menor valor da tarifa do serviço público a ser prestado; maior oferta, nos casos de pagamento ao poder concedente pela outorga da concessão; menor tarifa e maior valor de outorga; melhor proposta técnica; menor tarifa combinada com melhor técnica; maior outorga combinada com melhor técnica; e melhor outorga após qualificação técnica. Portanto, o valor de outorga estimado pode ser utilizado tanto para a definição do valor mínimo quanto para a definição de valor de outorga pré-fixado no edital de licitação quando o critério de julgamento for menor tarifa ou melhor técnica.

determinado valor de outorga mínimo. Para isso, faz-se necessário calcular a variância do VPL por meio da simulação Monte Carlo.

4.3. Modelando a Incerteza

Para modelar a incerteza, serão assumidas as seguintes hipóteses para gerar 5.000 iterações: a) a demanda estimada para o primeiro ano da concessão será projetada com base em valores aleatórios baseados nas distribuições de probabilidades escolhidas abaixo; b) a taxa anual de crescimento do tráfego não será alterada ao longo da simulação, permanecendo as taxas anuais de crescimento divulgadas no fluxo de caixa do lote 6 na Audiência Pública n.º 34/2006 da ANTT; c) receita financeira, ISS, PIS, COFINS são calculados como percentuais da nova receita de pedágio, respectivamente, com 0,05%; 0,05%; 0,03% e 0,0065%; d) os custos operacionais, os investimentos e a depreciação não são alterados em função das variações do tráfego inicial estimado, o que é uma das principais limitações do modelo.

Segue tabela abaixo com os dados de tráfego estimado e tráfego realizado, conforme relatório anual da ANTT.

Tabela 4. Tráfego Estimado e Realizado para as Concessões Rodoviárias Federais

Ano	NovaDutra		Ecosul		Concepa		Ponte	
	Tráfego VDMA estimado	Tráfego VDMA realizados						
2005	246.17	227.11	38.90	30.37	93.46	59.45	85.82	72.99
2006	253.58	230.62	39.00	31.50	97.19	62.26	87.40	72.16
2007	253.58	328.36	39.90	36.00	100.55	66.60	97.17	74.00

Ano	Concer		CRT	
	Tráfego VDMA estimado	Tráfego VDMA Realizados	Tráfego VDMA Estimado	Tráfego VDMA realizados
2005	74.08	53.52	38.50	34.30
2006	74.49	52.78	39.30	35.10
2007	76.10	58.68	41.00	35.90

Fonte: Relatório Anual de Concessões Rodoviárias da ANTT

* VDMA - Volume Diário Médio Anual Equivalente Estimado

Os dados da amostra de tráfego estimado e realizado das Concessões Rodoviárias Federais, divulgados no Relatório Anual da ANTT, estão consolidados na tabela acima. Esses dados são fornecidos pela própria concessionária e no Relatório não há menção à justificativa para o aumento significativo do tráfego de 2006 para 2007 no caso da NovaDutra. Uma justificativa possível poderia ser a utilização de sistema de monitoramento de tráfego por meio de Circuito Fechado de Televisão – CFTV nas concessões rodoviárias federais reguladas pela ANTT, conforme previsto na Resolução n.º 2064, de 5 de junho de 2007.

A partir dos dados do Relatório procedeu-se ao *ranking* para as distribuições que tem maior aderência à amostra considerada. O ajuste de distribuições de probabilidade do software @RISK tenta encontrar o melhor conjunto de parâmetros que fazem a correspondência mais próxima entre a função de distribuição e o histórico de erro de estimativa para as concessões rodoviárias federais sob gestão da ANTT (erro = tráfego realizado/tráfego estimado - 1). As distribuições foram ajustadas às amostras para estimar as propriedades da população e o *ranking*¹¹ é definido com base no teste do grau de ajuste por qui-quadrado.

Segundo a estimativa feita pelo qui-quadrado, as distribuições que melhor corresponderam aos dados históricos foram: Logistic, Loglogistic e Extvalue. Os gráficos abaixo permitem fazer uma comparação entre os erros históricos (*input*) e os erros de tráfego estimados conforme as distribuições ajustadas. Adotando uma postura conservadora, aparentemente, as distribuições são coerentes com o fato de o tráfego realizado ser geralmente inferior ao tráfego estimado, refletindo em uma distribuição de probabilidade com a cauda inferior mais densa.

¹¹ De forma similar à definição dada por Gujarati (2000, p. 132) para grau de ajuste, pode-se definir *ranking* como classificação das distribuições encontradas em termos de quão bem as distribuições de probabilidade da hipótese se ajustam aos dados reais

Gráfico 1 – Distribuição Logistic

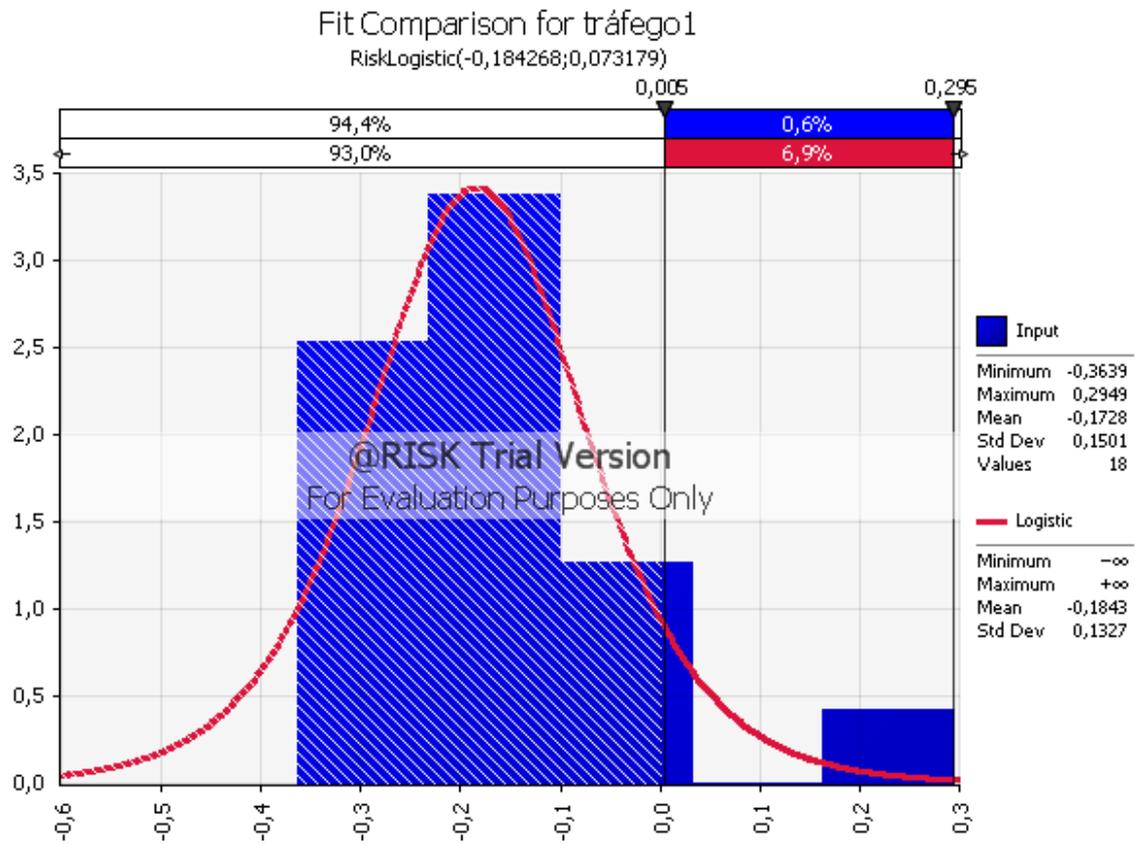


Gráfico 2 – Distribuição LogLogistic

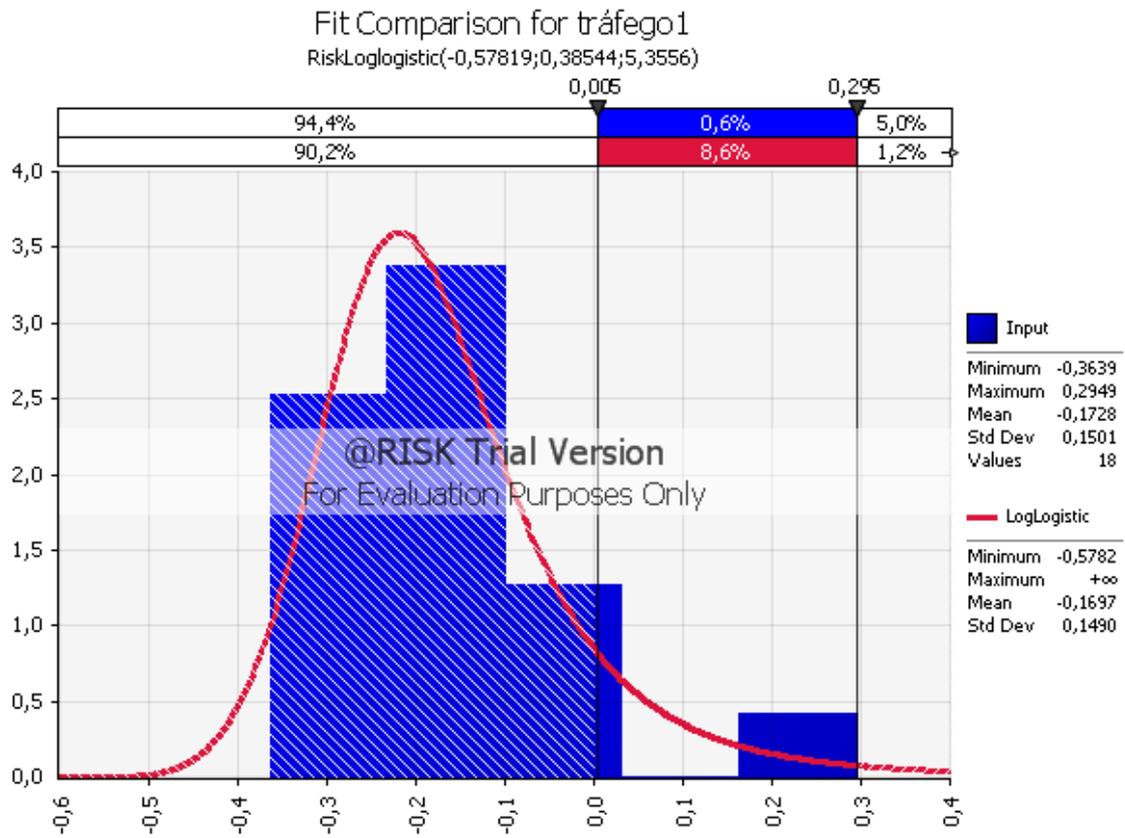
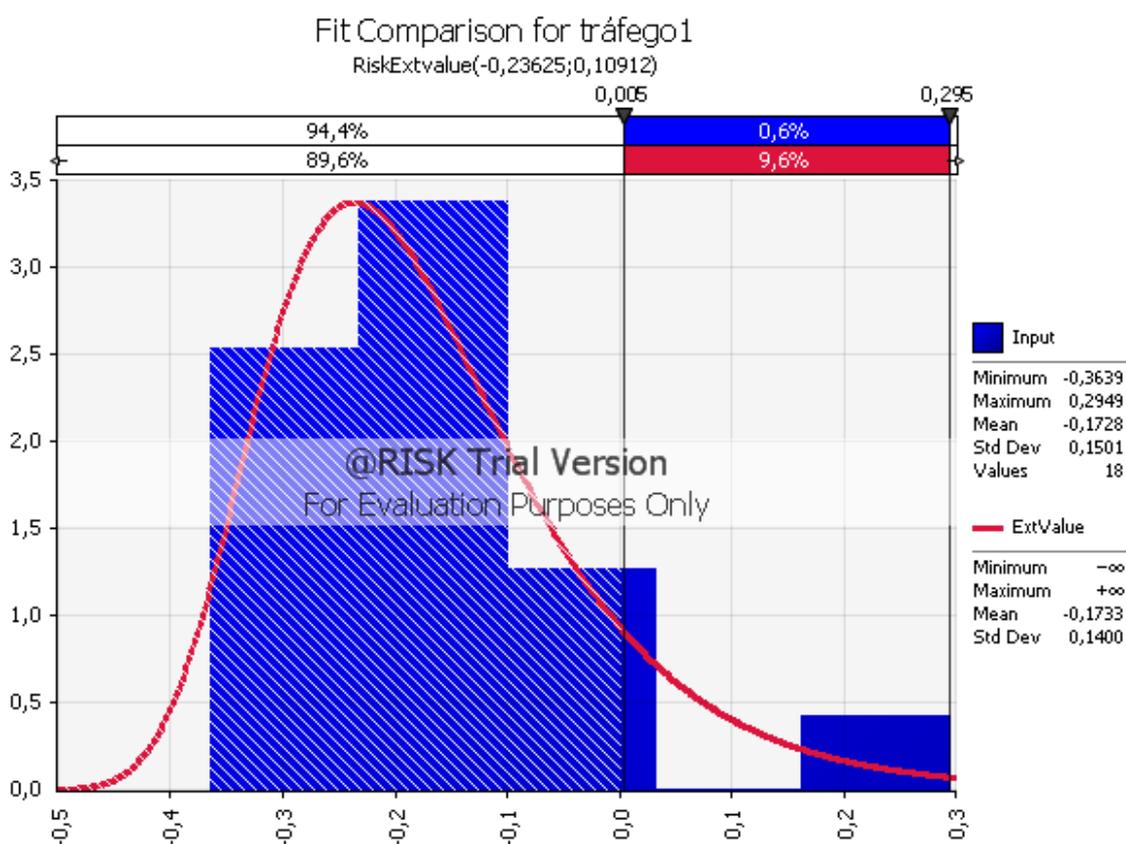


Gráfico 3 - Distribuição Extvalue



5. Simulação Monte Carlo e Geração de Resultados

Após modelarmos a incerteza, a simulação será gerada com base nas distribuições de probabilidade definidas na seção anterior. O software @Risk gera distribuição de possíveis resultados (*output*), após recalculá-los com base em números aleatórios extraídos da distribuição de probabilidade. Cada cálculo do resultado utilizando a fórmula definida no Excel é denominado iteração. A cada iteração os valores do *input* (tráfego do ano 1) e do *output* (VPL) são registrados, o que resulta na distribuição dos possíveis resultados. Portanto, apresentaremos os possíveis resultados obtidos a partir das seguintes definições: número de simulações (1), números de iterações (5000) e distribuições (Logistic, Loglogistic e Extvalue) e valor presente líquido calculado com taxa de desconto de 8%.

Gráfico 4 - Resultado da Simulação para a Distribuição Logistic

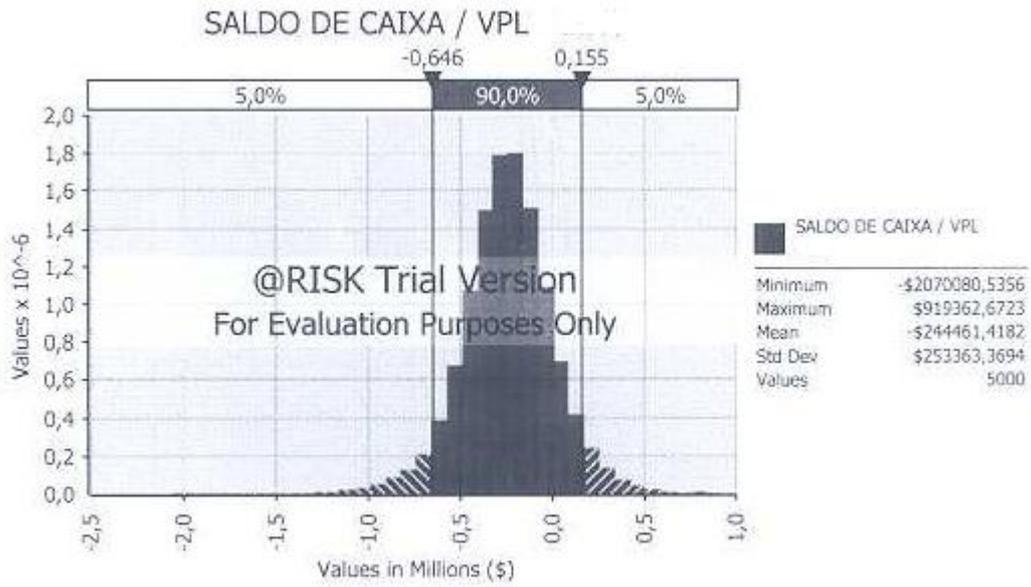


Gráfico 5 - Resultado da Simulação para a Distribuição Loglogistic

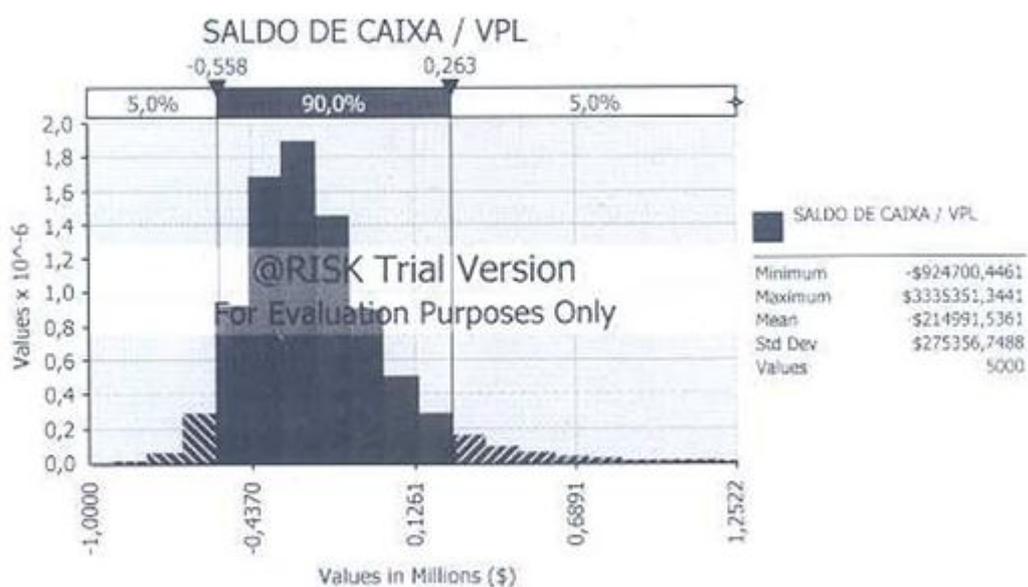
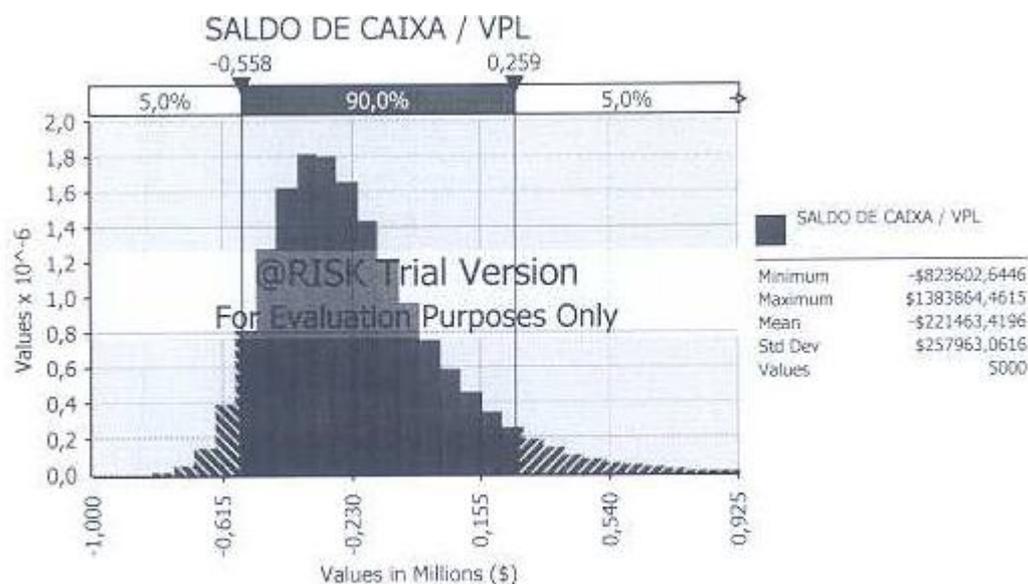


Gráfico 6 - Resultado da Simulação para a Distribuição Extvalue



A tabela abaixo agrega os resultados das simulações.

Conforme resultados apresentados na tabela abaixo, para todas as distribuições consideradas, o valor esperado é negativo e poderia ser considerado não rentável do ponto de vista do licitante. No entanto, o valor esperado não reflete a incerteza da

variável tráfego explicitada anteriormente. Diante da presença de incerteza, existe a possibilidade de o licitante aceitar participar de uma licitação em que o valor esperado do valor presente líquido seja inferior a zero, desde que ele considere que a probabilidade de ocorrência seja considerada baixa ou admissível.

Tabela 5. Resultados das Simulações

Resultados das Simulações			
Parâmetros	Logistic	Loglogistic	Extvalue
Valor mínimo do VPL	-2.070.080,00	-924.700,00	-823.602,00
Valor máximo do VPL	919.362,00	3.335.351,00	1.383.864,00
Valor esperado	-244.461,00	-214.991,00	-221.463,00
Desvio padrão	253.363,00	275.356,00	257.963,00
Probabilidade (VPL <0)	85,70%	84%	83%
	76,50% (-0,055,0)	(-0,525,0)	(-0,535,0)

Os resultados das simulações podem servir para os licitantes para a tomada das seguintes decisões: participar ou não da licitação, e caso decida participar, definição sobre o valor a ser ofertado.

Convém ressaltar que a decisão ou não de participar da licitação depende das preferências do licitante quanto ao risco. Segundo os possíveis resultados acima, o licitante pode decidir não participar por considerar que a probabilidade de valor presente líquido negativo é alta e não é compensada pelo valor esperado e pelo valor máximo estimado. Portanto, o tomador de decisão pode entender que as distribuições de probabilidade apresentam risco elevado, com base na probabilidade de ocorrência de VPL negativo. No entanto, a decisão a ser tomada por outro indivíduo que seja mais propenso a risco pode ser exatamente oposto ao indivíduo menos propenso ao risco.

5.1. Limitações da Simulação Monte Carlo aplicada à Estimativa de Risco de Demanda dos Contratos de Concessões Rodoviárias

Em relação ao estudo ora em análise, que trata da aplicação de métodos quantitativos à estimativa de risco de demanda nas concessões rodoviárias federais, as principais limitações são:

- a escolha da distribuição de probabilidade foi feita com base no histórico dos erros dos estudos de tráfego estimado em relação ao realizado. No entanto, os erros futuros não necessariamente estão relacionados com os erros passados, pois existem medidas que podem ser tomadas para aprimorar os estudos e reduzir os erros dos estudos, quais sejam: aumento do número de pontos de contagem de tráfego ao longo dos trechos rodoviários, aumento do intervalo de dias para a realização da pesquisa, utilização de tecnologia mais avançada em relação às pesquisas passadas e realização de audiências ou consultas públicas para incorporar contribuições da sociedade. Portanto, utilizar a amostragem de dados históricos de erros de estimativa de tráfego das concessões atualmente administradas pela ANTT para a definição das distribuições de probabilidade que melhor se ajustam aos dados pode resultar em viés do modelo. Como, em sua maioria, os dados históricos apresentam tráfego projetado superior ao dado observado, a amostra pode resultar em uma simulação com estimativas dos erros com viés para baixo. Além disso, a escolha da distribuição por meio de dados históricos suscita dúvida sobre a duração apropriada da coleta dos dados. Dessa forma, a simulação pode conter viés de seletividade da amostra.

- as simulações dos possíveis valores de VPL do fluxo de caixa em função de alterações do tráfego estimado não consideram as modificações correspondentes dos custos operacionais e dos investimentos decorrentes da variação do tráfego. Conforme citado anteriormente, são considerados, para todas as interações, os custos operacionais e os investimentos divulgados para o lote 6 na Audiência Pública n.º 34/2006 da ANTT. Para uma abordagem mais apurada seria necessário recalcular diversos itens do fluxo de caixa, tais como: investimentos, amortização, juros, financiamentos, depreciação, seguros e garantias e administração/operação/conservação.

- o estudo calcula o risco para a etapa pré-licitação , mas o risco não necessariamente será homogêneo ao longo do tempo. Por exemplo, fatores de incerteza do estudo de tráfego podem ser reduzidos, como a estimativa do índice de fuga e de impedância¹², principalmente, no caso de construção de praça de pedágio em um trecho rodoviário não pedagiado. Quando a concessão rodoviária já está em operação, acredita-se que o erro de estimativa de tráfego deva ser menor.

- o método utilizado para a escolha da distribuição não está fundamentado com base em alguma teoria econômica na medida em que não tenta incorporar outras variáveis explicativas ao modelo além dos erros históricos, tais como taxa de crescimento do PIB da região, volume de vendas de veículos, etc.

Por outro lado, a simulação Monte Carlo apresenta aspectos positivos, pois possibilita incorporar incerteza ao método convencional de avaliar o empreendimento, valoração por meio do fluxo de caixa. Como cita Damodaran (2003, p.14), na análise convencional de fluxo de caixa descontado, o efeito do risco é isolado no cálculo da taxa de desconto.

Ainda, segundo Damodaran (2003, p.15), torna-se difícil estimar o valor de gerenciamento do risco, mas assumir a hipótese que o risco é totalmente diversificável e que portanto não interfere no valor da firma pode não refletir a real percepção sobre a atratividade do negócio.

A mencionada atratividade do negócio depende dos possíveis efeitos do gerenciamento de riscos sobre o fluxo de caixa, que segundo Damodaran (2003, p.15), são os seguintes:

- se custos poderão ser resultantes do gerenciamento de riscos, usando seguros ou derivativos, o valor esperado do fluxo de caixa será menor para a firma que o faz em relação a uma firma similar que não o faz;
- o custo de capital próprio poderá não ser afetado por eventual redução do risco, se o cálculo for feito pelo Capital Asset Pricing Model - CAPM^{13,14}

¹² Fuga corresponde ao tráfego desviado para rotas alternativas e impedância significa a parte do tráfego que deixa de realizar a viagem em função da cobrança de pedágio.

¹³ Modelo usualmente utilizados pelas agências reguladoras brasileiras para a estimativa de custo de capital próprio.

¹⁴ O coeficiente beta utiliza na fórmula do CAPM corresponde ao risco sistemático do ativo e que praticamente afeta todos os agentes do setor. Portanto, eventuais medidas de gerenciamento de risco não estariam refletidas no seu cálculo, considerando que equivalem a riscos não sistemáticos, ou seja, que poderiam ser objeto de gerenciamento de risco por parte do agente privado, tais como seguros. Para maiores detalhes sobre o cálculo do custo de capital próprio das concessões rodoviárias, ver Nota Técnica

- o custo da dívida poderá decrescer, à medida que poderá ser afetado pela redução da percepção de o risco da firma e de mercado; e
- a proporção da dívida poderá expandir como consequência da menor exposição a determinado risco específico da firma.

Diante dos possíveis efeitos sobre o fluxo de caixa, segundo Damodaran (2003, p.16), os resultados do gerenciamento de risco conforme percepção da concessionária sobre o valor do negócio podem ser:

- Resultado 1: redução do valor do negócio em função do uso de mecanismos para a mitigação de exposição ao risco, que impliquem aumento de custos;
- Resultado 2: benefícios por meio de redução de custo de dívida, aumento da capacidade de endividamento e redução do custo de capital. Por outro lado, mecanismos de redução de risco de mercado podem resultar em aumento de custo. Nesse caso, os efeitos são opostos e o resultado para a concessionária é indefinido;
- Resultado 3: se os mecanismos de mitigação de exposição ao risco forem bem precificados, não haverá impacto sobre o valor do negócio;
- Resultado 4: para que o gerenciamento de risco resulte em efeito positivo sobre o valor do negócio é necessário que o mercado de ações deva precificar o risco mais alto que o mercado de derivativos ou de seguros.

Considerando os possíveis impactos sobre a percepção do valor do negócio para o licitante (ou futura concessionária), a percepção convencional do fluxo de caixa descontado parece estar certa, isto é, para que as empresas estejam preocupadas com o gerenciamento de risco: a firma deve ter um risco alto e custo da dívida deve ser alto suficiente para que os mecanismos de mercado para gerenciamento de risco sejam atrativos.

Ainda que a redução da exposição da firma ao risco implique a redução da probabilidade de ocorrência de valor do negócio negativo na simulação a ser feita, não se pode afirmar que há aumento do valor do negócio. A simulação Monte Carlo revela-se importante método quantitativo para demonstrar que a decisão de o licitante participar de determinado processo licitatório de delegação de exploração de prestação de serviços públicos está associada à percepção do risco de determinado negócio em um contexto de incerteza. Caso o licitante

n.º 64 STN/SEAE/MF, de 17 de maio de 2007, disponibilizada na Audiência Pública da ANTT n.º 34/2006.

seja averso ao risco, ele optará por empreendimento em que a distribuição de probabilidade dos possíveis resultados (VPL no presente estudo) apresente menor volatilidade.

Conforme resultados acima, a probabilidade de VPL negativo pode ser considerada alta pelos agentes e incoerente com o resultado das licitações brasileiras da 2ª Etapa de Concessões Rodoviárias Federais. No entanto, conforme ressalva feita no início deste trabalho, existem diversas variáveis que devem ser consideradas em uma análise sobre a atratividade de determinado empreendimento, que fogem ao objetivo desse trabalho. Além do risco de demanda estimado, no contrato de concessão de rodovias existem diversos riscos que devem ser mensurados tanto pelo concessionário quanto pelo poder concedente. Outros fatores devem ser considerados pelos licitantes no momento da licitação além da demanda, dentre os quais podemos citar, a título ilustrativo: metodologia de reajuste e de revisão de tarifas, possibilidade de exploração de atividades acessórias, base de remuneração, nível do serviço exigido, obrigações e direitos do poder concedente e do concessionário, condições de financiamento, dentre outros.

Portanto, mais importante que o resultado obtido em termos numéricos sobre a probabilidade de ocorrência de VPL negativo, a metodologia adotada pode auxiliar os agentes a estimar o nível de incerteza de determinado empreendimento. Além disso, os possíveis resultados podem ser utilizados para avaliar a necessidade de adoção de margem de risco para o cálculo do valor tarifário máximo ou para o valor de outorga mínimo estimado e definido no edital de licitação. Dessa forma, como sequência do presente estudo, podem ser feitos estudos futuros no sentido de: aplicar a incerteza à variável tráfego para todos os períodos do contrato de concessão, estimar o impacto do risco sobre o valor da tarifa teto ou sobre o valor de outorga estimada, aplicar a metodologia aos demais riscos do contrato e gerar simulações do modelo com valores atualizados de custos operacionais e de investimentos de acordo com os novos valores de tráfego.

6. Conclusão

A aplicação da simulação Monte Carlo aos contratos de concessões de rodovias revela-se importante devido aos diversos riscos alocados às partes envolvidas, seja poder concedente, concessionária ou usuário. Segundo identificado na matriz de risco dos contratos federais, observamos diversos riscos, dentre os quais podemos citar os riscos de: demanda, projeto, defeitos ocultos em obras existentes, demora na obtenção de licenças, alteração de parâmetros de desempenho, custos e outros.

No momento da alocação dos referidos riscos, a metodologia revela-se importante para estimar o possível ônus da assunção de determinado risco. A mensuração do risco é importante tanto para o poder concedente quanto para o licitante. Para este é necessário encontrar instrumentos que fundamentem a tomada de decisão sobre participar da licitação, e caso decida participar, que auxiliem no cálculo dos valores a serem ofertados. Para aquele, a estimativa de risco é importante para a decisão sobre realizar a licitação, e caso decida realizá-la, para fundamentar o critério de seleção da proposta e os critérios de revisão das tarifas.

Para aplicação da simulação, utilizou-se a variável tráfego como variável representativa da incerteza do contrato. Com base no erro histórico dos estudos de tráfego das concessões rodoviárias vigentes, foram encontradas as seguintes distribuições de probabilidade que melhor se ajustaram aos dados: Logistic, Loglogistic e Extvalue.

As distribuições de probabilidade encontradas foram utilizadas para a geração de números aleatórios de tráfego na simulação Monte Carlo, que vinculados por meio de modelo usual de fluxo de caixa, resultaram em possíveis valores do valor presente líquido (VPL) do fluxo de caixa. Como medidas de risco, citamos o desvio padrão e a probabilidade de VPL negativo.

Aparentemente, para o potencial licitante averso ao risco, os possíveis resultados poderiam indicar que a melhor decisão seria não realizar o investimento, dada a alta

probabilidade de VPL negativo. No entanto, os resultados obtidos não podem ser utilizados como parâmetro de avaliação dos empreendimentos e tampouco das licitações passadas, tendo em vista que outros fatores devem ser considerados na atratividade das concessões rodoviárias federais, os quais fogem ao escopo do presente trabalho.

Por outro lado, os resultados observados revelam que a metodologia apresentada representa uma forma alternativa à análise de fluxo de caixa descontado e possibilita a incorporação de incerteza na análise da viabilidade do empreendimento. Desconsiderar os riscos do contrato ou assumir a hipótese que o risco é totalmente diversificável pode induzir a erro sobre a atratividade do negócio. Diante da incerteza e dos riscos, a simulação Monte Carlo revela-se importante método quantitativo, tendo em vista que a atratividade do contrato de concessão rodoviária está associada à percepção dos agentes sobre o risco do negócio em um contexto de incerteza.

Por fim, sugere-se como extensão ao presente estudo a estimativa do impacto do risco sobre o valor da tarifa teto ou sobre o valor de outorga estimado, o uso da simulação Monte Carlo para a estimativa dos demais riscos citados na matriz de risco do contrato e a geração de simulações do modelo com valores atualizados de custos operacionais e de investimentos de acordo com novos valores de tráfego. Ademais, sugere-se o desenvolvimento de sistema de gerenciamento de riscos dos contratos de concessões rodoviárias pelos concessionários, cujo acompanhamento poderia ser feito por parte da ANTT.

7. Referências Bibliográficas

ANTT. Edital 001/2007. Edital de Concessão de Serviço Público Precedido da Execução de Obra Pública. Brasília, ANTT, 2007.

ANTT. Edital 001/2008. Edital de Concessão para Exploração de Trechos de Rodovias Federais e de Rodovias Estaduais Delegadas ao Governo Federal – trecho BR-116/324 – BA, BA526 e BA528. Brasília, ANTT, 2008.

ANTT. Relatório Anual de Concessões Rodoviárias Federais. Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT. 2002-2008.

Banco Mundial. Concessions for Infrastructure. A Guide to their Design and Award. World Bank Technical Paper n.º 399. 1998.

Borges, Luis. Project Finance e Infraestrutura: Definição e Críticas. Mimeo. BNDES, 1998.

BRASIL. Contrato de Concessão de Serviço Público Precedida de Obra Pública entre a União, por intermédio do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem – DNER e da Concessionária Rio-Teresópolis S.A. Brasília, DNER/Procuradoria, 1996.

BRASIL. Contrato de Concessão de Serviço Público Precedida de Obra Pública entre a União, por intermédio do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem – DNER e da Concessionária da Rodovia Presidente Dutra S.A. Brasília, DNER/Procuradoria, 1995.

BRASIL. Contrato de Concessão de Serviço Público Precedida de Obra Pública entre a União, por intermédio do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem – DNER e da Concessionária da Ponte Rio-Niterói. Brasília, DNER/Procuradoria, 1994.

BRASIL. Contrato de Concessão de Serviço Público Precedida de Obra Pública entre a União, por intermédio do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem – DNER e da Concessionária da Rodovia Osório-Porto Alegre S.A.-Concepa, DNER/Procuradoria, 1997.

BRASIL. Contrato de Concessão de Serviço Público Precedida de Obra Pública entre a União, por intermédio do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem – DNER e a Companhia de Concessão Rodoviária Juiz de Fora-Rio, DNER/Procuradoria, 1995.

Carneiro, Maria Christina Fontainha. Investimentos em Projetos de Infra-Estrutura: Desafios Permanentes. Revista do BNDES, Rio de Janeiro, V. 13, N.26, P. 15-34, 2006.

Casa Civil-Presidência da República. Balanço de Três anos Programa de Aceleração de Crescimento. Brasília, 2010.

Damodaran, Aswath. Value and Risk: Beyond Betas. New York: Stern School of Business. 2003.

Demsetz, Harold. Why Regulate Utilities. Journal of Law and Economics, Vol. 11, No. 1, (Apr., 1968), pp. 55-65, 1968.

Ehrlich, Pierre Jacques. Engenharia econômica: avaliação e seleção de projetos de investimentos / Pierre Jacques Ehrlich, Edmilson Alves de Moraes – 6. Ed. – São Paulo: Atlas, 2005.

Guimarães, Eduardo A. e Salgado, Lucia H. A Regulação no Transporte Rodoviário Brasileiro. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Notas Técnicas. Rio de Janeiro, 2003.

Hirschfeld, Henrique. Engenharia econômica e análise de custos: aplicações práticas para economistas, engenheiros, analistas de investimentos e administradores / Henrique Hirschfeld – 6. Ed – São Paulo: Atlas, 1998.

Klemperer, Paul. Auctions: Theory and Practice. *The Toulouse Lectures in Economics*. Nuffield College, Oxford University, Princeton University Press, 2004.

Lei n.º 8.666, de 21 de junho de 1993. Regulamenta o artigo 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Brasília, 1993.

Pindyck, Robert S. e Rubinfeld, Daniel L. Microeconomia. São Paulo, Makron Books.1994.

Stiglitz, Joseph.E. Economics of the Public Sector. 3rd ed. W.W. Norton & Company, Inc.1999.

Trujillo, L., Quinet, E. e Estache, Antonio. Forecasting the demand for privatized transport: what economic regulators should know and why. Policy Research Paper Series, n.º 2446, 2000.

Williamson, Oliver E. Franchise Bidding for Natural Monopolies-in General and with Respect to CATV. The Bell Journal of Economics, Vol.7, N.º 1, pp. 73-104, 1976.