UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS

PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ORGANIZAÇÕES E MERCADOS

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

Dissertação de Mestrado

# Estimando o tempo ótimo de um contrato de concessão: Análise dos projetos da Terceira Etapa do Programa de Concessões Rodoviárias Federais.

**Douglas Pivatto**

Pelotas, 2017

**Douglas Pivatto**

# Estimando o tempo ótimo de um contrato de concessão: Análise dos projetos da Terceira Etapa do Programa de Concessões Rodoviárias Federais.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Organizações e Mercados da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção de título de Mestre em Economia Aplicada.

**Orientador: Rodrigo Nobre Fernandez**
**Co-orientador: Helton Saulo**

Pelotas, 2017

**Estimando o tempo ótimo de um contrato de concessão: Análise dos projetos da Terceira Etapa do Programa de Concessões Rodoviárias Federais**.


## Resumo

Projetos de concessões ao setor privado já são realidade no Brasil. Neste contexto, o presente trabalho tem por objetivo analisar, para o cenário nacional, como poderiam se comportar contratos de concessão da Terceira Etapa do Programa de Concessões. Dentre as motivações sobre o porquê se realizar concessões, podemos colocar as motivações públicas, motivações privadas e motivações compartilhadas. Dado o problema da regulação econômica deste tipo de setor, o presente trabalho procura estimar para cada empresa como ela se comporta com os parâmetros indicados. Além disto, também se realiza uma análise de sensibilidade, para verificar como as empresas se comportam com mudanças nos custos e nas taxas de retorno. Como resultado, as empresas são sensíveis quanto a mudanças nos custos e mudanças nas taxas de retorno trazem resultados bastante significativos.


**Palavras chave:** análise de projetos; concessões rodoviárias; simulações de projetos; economia dos transportes.


## Abstract

Concession projects to the private sector are already reality in Brazil. In this context, the objective of this study is to analyze, for the national scenario, how concession contracts for the Third Stage of the Concession Program could behave. Among the motivations on why concessions are made, we can place the public motivations, private motivations and shared motivations. Given the problem of economic regulation of this kind of sector, the present work tries to estimate for each company how it behaves with the indicated parameters. In addition, a sensitivity analysis is also performed to verify how companies behave with changes in costs and rates of return. The results indicate that companies are sensitive to changes in costs and changes in rates of return bring significant results.


**Keywords:** Project analysis; road concessions; projects simulations; transportation economics.

## Lista de Símbolos e Acrônimos

Agência Nacional de Transportes Terrestres – **ANTT**
Associação Brasileira de Concessionárias de Rodovias – **ABCR**
Departamento Nacional de Estradas de Rodagem – **DNER**
Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – **DNIT**
Parceria Público Privada - **PPP**
*Pay-Back Period* – **PBP**
Ponto Percentual – **P.P.**
Programa de Exploração Rodoviária – **PER**
Produto Interno Bruto – **PIB**
Programa de Investimento em Logística – **PIL**
Parceria Público-Privada – **PPP**
Taxa de Juros de Longo Prazo – **TJLP**
Taxa Interna de Retorno – **TIR**
Valor Presente Líquido – **VPL**
*Weighted Average Cost of Capital* – **WACC**

## 1. INTRODUÇÃO

O Programa de Concessões de Rodovias Federais se iniciou em 1993 com a portaria n.º 010/1993, do Ministério dos Transportes (BARBO *et al*, 2010). No intuito de buscar melhorias nos mais diversos setores de infraestrutura brasileira, deve-se apontar como marco regulatório a Lei de Concessões (Lei Nº 8.987/1995), lei a qual permitia que o Governo concedesse à iniciativa privada a execução de um serviço, antes prestado pelo Poder Público, mediante processo de licitação (Lei nº 8.666/1993 – Lei de Licitações), via concorrência, demonstrando capacidade para a execução do projeto, tendo por sua conta e risco e tendo o prazo determinado quando da assinatura do contrato. A partir da publicação da Lei das Concessões que foram assinados os primeiros contratos de concessão rodoviária no país.

Devido à importância de se ter uma infraestrutura adequada, e considerando que no Brasil a maior parte do transporte é feito pelo modal rodoviário, além de procurar contribuir com a discussão sobre o tema, visto que projetos de concessão podem ser uma alternativa ao investimento do poder público em projetos de longo prazo e alto risco, este trabalho tem como objetivo procurar estimar o tempo ótimo de cada contrato para projetos da Terceira Fase das Concessões Rodoviárias Brasileiras, calibrando com dados obtidos a partir das próprias empresas participantes desta etapa, além dos dados da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT).

Além das empresas analisadas, também se aplicou a metodologia para uma empresa representativa, contendo a média do setor, com o valor investido considerando a média por km das empresas. Para realizar tal tarefa, os cálculos são feitos a partir do modelo de simulação proposto por Ng *et al* (2007), que permite verificar com qual probabilidade o projeto será executado de forma exitosa dentro do período de contrato.

A partir da obtenção dos dados, procura-se verificar qual pode ser o período de tempo necessário, de acordo com uma determinada Taxa Interna de Retorno (TIR), que faz com que o Valor Presente Líquido (VPL) seja zero e assim torne-se viável a realização do projeto. Procurou-se realizar, para as sete empresas da Terceira Etapa mais a empresa representativa, as simulações tanto com os parâmetros propostos pelo modelo do Ng *et al* (2007), e com os parâmetros obtidos

a partir dos estudos técnicos de cada trecho (especialmente o custo operacional e o crescimento do fluxo de veículos).

Para as empresas analisadas, utilizou-se a TIR de 7,2% ao ano, além de taxas de 8,2% e 9,2%, para que se possa observar o quanto varia a probabilidade de sucesso do projeto. Desta forma, observou-se que em algumas empresas houve bastante diferença entre os resultados encontrados no primeiro contexto, em relação ao segundo, o que pode ser um sinal de que no futuro haja renegociações contratuais. Em relação à empresa representativa, dado um custo de 15% ao ano, com um crescimento de 5% ao ano o projeto se tornaria viável, tornando-se pago dentro do prazo, a uma TIR de 7,2%.

A gestão dos contratos firmados com as empresas concessionárias implica na administração de interesses diametralmente opostos. Para o usuário é pagar menos; para a concessionária, ter um contrato economicamente vantajoso que seja lucrativo ao longo do seu ciclo de vida. Contratos de longo tempo de duração naturalmente possuem riscos difíceis de se prever, tais como aumento do custo operacional, da taxa de juros, entre outros, que podem tornar o contrato em desequilíbrio financeiro, o que pode ocasionar em revisões contratuais.

Assim sendo, o trabalho se divide em: esta introdução, a caracterização das concessões rodoviárias no Brasil, a metodologia empregada para desenvolver as simulações, os resultados e sua respectiva discussão, juntamente com as análises de sensibilidade de cada contrato, uma síntese dos resultados encontrados e a conclusão.

## 2. PROGRAMA DE CONCESSÃO DE RODOVIAS FEDERAIS

Rodovias concedidas a empresas privadas são uma prática recorrente em diversos países ao redor do mundo. De acordo com Galilea e Medda (2010), Carpintero e Barcham (2012) e Beria *et al* (2015), no início da década de 1990 começaram a conceder rodovias para que empresas privadas passassem a administrar algumas rodovias, principalmente na América Latina e Europa Central e Oriental. Ao final da década de 1990 e 2000, também houve concessões na Ásia, América do Norte e Europa Ocidental.

Na América Latina, a alternativa de se conceder rodovias passou a ser uma possibilidade visto que diversos governos começaram a ter mais dificuldades em continuar os investimentos em infraestrutura nos mesmos níveis de décadas

anteriores, ainda que o aparato institucional de cada país continue precisando evoluir para chegar a níveis mais adequados e, assim, diminuir a probabilidade e frequência de renegociações contratuais (GUASCH *et al,* 2008).

No Brasil, após a década de 1980, marcada com períodos de inflação alta, baixo crescimento, políticas econômicas das mais diversas naturezas para tentar conter o avanço da inflação, houve uma queda expressiva no investimento em diversas áreas, e o mesmo ocorreu com o setor de infraestrutura. Conforme Veloso *et al* (2012), durante a década de 1980 o investimento anual médio no referido setor caiu de 5,2% para 2,1% do Produto Interno Bruto (PIB) no início dos anos 2000, ocasionando na degradação do modal rodoviário no Brasil. Além de as rodovias serem responsáveis pela maior parte do volume de cargas transportadas no país (61%), é visível que uma infraestrutura inadequada é um dos entraves ao desenvolvimento do Brasil (CNT, 2011).

Ainda que o Programa de Concessões de Rodovias Federais tenha se iniciado em 1993 com a portaria n.º 010/1993, do Ministério dos Transportes, que posteriormente foi alterada pelas portarias n.º 246/1994, n.º 824/1994 e n.º 214/1995 (Barbo *et al*, 2010), foi em 1995, com a Lei de Concessões (Lei Nº 8.987/1995), que se inaugurou um novo marco regulatório com o qual o Governo poderia conceder à iniciativa privada um serviço antes prestado por ele, através de processo de licitação via concorrência, com o concorrente vencedor demonstrando capacidade para poder executar o projeto e tendo já definido o prazo de duração dos contratos, à época entre 20 e 25 anos (CAMPOS NETO E SOARES, 2007).

Outro marco regulatório importante foi, através da Lei Nº 10.233/2001, a criação da ANTT, entidade governamental que, a partir de então, passara a funcionar como agência reguladora do setor, funcionando como um intermediário entre o Governo e as empresas concessionárias.

Apesar de ser um modal intensamente utilizado no Brasil, suas condições deixam a desejar, conforme mostra a Tabela 1, que apresenta a qualidade das rodovias brasileiras, tanto as que são geridas pelo poder público quanto as concedidas à iniciativa privada. O que pode ser observada é a diferença na qualidade entre os tipos de gestão, visto que as rodovias sob gestão privada tenham 37,4% das rodovias consideradas “ótimas”, enquanto que as que são administradas pelo setor público, apenas 6,5% são caracterizadas como “ótimas” enquanto que 7,8% são caracterizadas como “péssimas”.

**Tabela 1 – Classificação das Rodovias Federais – Gestões Pública e Concedida**

| Estado Geral | Gestão Concedida | | Gestão Pública | |
|---|---|---|---|---|
| | Km | % | km | % |
| Ótimo | 7.415 | 37,4 | 5.225 | 6,5 |
| Bom | 8.084 | 40,9 | 22.380 | 27,6 |
| Regular | 3.808 | 19,2 | 31.297 | 38,7 |
| Ruim | 497 | 2,5 | 15.717 | 19,4 |
| Péssimo | - | - | 6.340 | 7,8 |
| TOTAL | 19.804 | 100 | 80.959 | 100 |

**Fonte:** CNT.

Mostrando a importância dos investimentos em infraestrutura para o crescimento de um país, Garcia-Escribano *et al* (2015) observam que a falta de investimentos adequados em infraestrutura no Brasil faz com que se subtraia algo entre 10% e 15% do PIB do país anualmente, dado que investimentos adequados no setor são vistos como uma estratégia para promover integração regional e contribuir positivamente na competitividade das exportações. Além disto, os autores também apontam que menos de 15% das estradas brasileiras são pavimentadas (incluindo estradas municipais), enquanto que emergentes como México, Índia e China possuem pelo menos 40% de suas estradas pavimentadas.

Uma forma interessante de caracterizar a importância da malha rodoviária é por meio da Tabela 2, que mostra a evolução do fluxo de veículos de acordo com suas respectivas categorias, com dados obtidos desde 1998 até o ano de 2014.

**Tabela 2 – Evolução do tráfego de veículos em rodovias federais, entre os anos de 1998 e 2014, em milhões de veículos**

| Ano | Veículos Leves | Veículos Pesados | Motos | Total | Veículos Isentos | Tráfego Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1998 | 176,763 | 52,161 | 1,180 | 230,104 | 0,338 | 230,442 |
| 1999 | 295,045 | 91,994 | 1,592 | 388,631 | 1,930 | 390,561 |
| 2000 | 312,201 | 100,331 | 1,524 | 414,056 | 4,280 | 418,336 |
| 2001 | 362,206 | 130,445 | 2,268 | 494,919 | 7,135 | 502,054 |
| 2002 | 382,768 | 162,298 | 2,931 | 547,996 | 9,277 | 557,274 |
| 2003 | 378,637 | 162,267 | 3,498 | 544,402 | 8,720 | 553,122 |
| 2004 | 410,545 | 163,898 | 3,905 | 578,348 | 24,538 | 602,886 |
| 2005 | 447,155 | 166,113 | 2,753 | 616,021 | 27,426 | 643,447 |
| 2006 | 457,747 | 167,332 | 2,767 | 627,845 | 29,336 | 657,182 |
| 2007 | 490,336 | 177,844 | 3,353 | 671,533 | 35,125 | 706,658 |
| 2008 | 531,409 | 189,885 | 7,450 | 728,744 | 38,896 | 767,640 |
| 2009 | 719,080 | 269,681 | 12,167 | 1000,928 | 43,449 | 1044,377 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2010 | 941,826 | 361,789 | 18,935 | 1322,550 | 41,136 | 1363,686 |
| 2011 | 1054,881 | 406,769 | 21,921 | 1483,571 | 42,553 | 1526,124 |
| 2012 | 1137,946 | 424,019 | 23,933 | 1585,898 | 45,203 | 1631,101 |
| 2013 | 1171,759 | 430,428 | 23,349 | 1625,535 | 45,932 | 1671,468 |
| 2014 | 1190,151 | 416,830 | 23,619 | 1630,600 | 45,611 | 1676,210 |

**Fonte:** ABCR, 2016.

Para se ter uma ideia da importância do setor, nota-se que, dentre o período analisado, houve um crescimento médio no tráfego total de 14,3% ao ano, devido tanto ao aumento do fluxo nas rodovias concedidas, quanto ao aumento do número de concessões realizadas no período. Cabe destacar que os veículos leves tiveram uma taxa de crescimento de 13,7% e os veículos pesados 15,4%.

Desde 1995 o governo brasileiro realiza concessões em rodovias federais, como forma de buscar melhorias na qualidade do serviço prestado. Desde então, três fases do programa foram realizadas até hoje, com diversas mudanças metodológicas ao longo do período, como nas modalidades de licitação adotadas, cálculo da tarifa, entre outras.

A primeira fase do programa de concessões se deu, de fato, em 1995, com as concessões de: i) Ponte Rio – Niterói (BR-101/RJ); ii) Rodovia Presidente Dutra (BR-116/RJ – SP); iii) Rio-Petrópolis – Juiz de Fora (BR-040/RJ – MG); iv) Rio-Teresópolis – Além Paraíba (BR-116/RJ); v) Polo de Pelotas (BR-116-392/RS); e vi) Osório – Porto Alegre – Acesso Guaíba (Br-290/RS) (PIRES e GIAMBIAGI, 2000). Cabe salientar que estas concessões foram executadas, na época, pelo antigo Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER), órgão que veio a ser substituído em 2001 pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT).

Na fase inicial do programa ainda se adotava o conceito de obra pública para este tipo de projeto, com a utilização de preços unitários para as obras, e não um preço global, além da possibilidade de se revisar o preço dos insumos ou dos fatores de produção, o que poderia reduzir o risco do contratado. Adicionalmente, de início não havia mecanismos de revisão periódica de tarifa, assim como também não havia uma matriz de risco definida, e havia pouco incentivo para utilizar receitas acessórias como instrumento de modicidade tarifária. Pinheiro (2015) ainda observa que a regulamentação adotada antes de 2001 teve alguns problemas, devido à complexidade de regulação do setor de transportes, além dos riscos que as empresas estavam se sujeitando na época.

Deve-se observar que, na época o Brasil ainda atravessava bastante instabilidade econômica, com histórico de inflação alta, além da baixa confiança por parte dos agentes em relação ao Governo. Tais motivos também foram responsáveis para que a primeira fase ficasse marcada pelas altas taxas de retorno (entre 18% e 25%, Veloso *et al*, 2012) aos investimentos, devido aos altos riscos que tais projetos teriam que enfrentar (GUERRERO *et al*, 2013; AMANN *et al,* 2016).

Apesar da criação da ANTT em 2001, apenas em 2005 a agência passou a conduzir os estudos dos trechos a serem licitados. Assim, de acordo com Barbo *et al* (2010), em 2006 foram anunciados os editais dos sete trechos da primeira fase da segunda etapa, trechos os quais foram os seguintes: i) Curitiba – Divisa SC/RS (BR-116/PR-SC); ii) Curitiba – Palhoça (BR-376/PR – BR-101/SC); iii) São Paulo – Curitiba (BR-116/SP-PR); iv) Belo Horizonte – São Paulo (BR-381/MG-SP); v) Divisa MG/RJ – Entroncamento com a Via Dutra (BR-393/RJ); vi) Ponte Rio-Niterói – Divisa RJ/ES (BR-101/RJ); e vii) Divisa MG/SP – Divisa SP/PR (BR-153/SP). Além de um trecho na segunda fase: BR-116/324/BA.

Na época da segunda etapa, a situação econômica do Brasil estava de certa forma mais estável que na etapa anterior, com melhores perspectivas de crescimento, taxa SELIC mais baixa, inflação sob controle, risco-país em nível menor que na década de 1990. A questão da regulação do setor estava mais fortalecida, pois buscava-se evoluir seus mecanismos, para garantir a qualidade dos serviços prestados (GUERRERO *et al*, 2013; RIBEIRO e MEYER, 2006). A evolução do setor de regulação foi importante para a elaboração dos novos contratos, buscando uma maior eficiência, para que possa beneficiar tanto o poder público quanto a iniciativa privada, possibilitando maiores benefícios ao consumidor.

Cabe ressaltar que após a primeira fase consolidou-se nos contratos o conceito de concessão, em vez de obra pública, com a substituição de preços unitários por preços globais, para que o concessionário possa alocar melhor os riscos assumidos, além de ficar com o contratado o compromisso de assumir riscos quanto a custos, mão de obra, entre outros. Além de se fortalecer o conceito de concessão em vez de obra pública, houve aumento no número de empresas interessadas a operar no setor, assim como o processo de leilão baseou-se na empresa a oferecer a tarifa mais baixa por km, o que auxiliou a obter tarifas globais mais baixas em relação à primeira fase (AMANN *et al,* 2016).

Adicionalmente à oferta mais baixa, também se avaliou a capacidade técnica da empresa em questão, para diminuir o risco de comportamento oportunista e diminuir a frequência de eventuais renegociações dos contratos, visto que os estudos técnicos preliminares deveriam ser de acordo com expectativas próximas à realidade. Outro ponto interessante foi a permissão de empresas estrangeiras para concorrer nos certames (VÉRON e CELLIER, 2010).

Nesta fase, uma mudança importante foi a substituição do índice paramétrico – utilizado na primeira etapa – pela variação do IPCA-IBGE para reajustar os preços das tarifas, além da adoção da revisão periódica, com o foco no Programa de Exploração Rodoviária (PER) e não mais em potenciais repasses de ganhos de produtividade que a concessionária veio a obter, ou um eventual compartilhamento dos riscos da variação dos preços dos fatores. Porém, ainda não se tinha o uso da matriz de risco, além do pouco incentivo à utilização de outras receitas como forma para obter modicidade tarifária (CARPINTERO e BARCHAM, 2012; GUERRERO *et al*, 2013; CAMPOS NETO E SOARES, 2007).

Na segunda fase, de 2009, utilizou-se de novos procedimentos quanto à regulação, além de beneficiar-se da Lei n. 11.079/2004, que versa sobre as Parcerias Público-Privadas (PPPs) (CARPINTERO e BARCHAM, 2012). Sobre PPPs, segundo Galilea e Medda (2010), fatores como a experiência anterior para a realização de PPPs, o ambiente macroeconômico, renda nacional e a percepção quanto à corrupção são características importantes para verificar a probabilidade de sucesso dos projetos. Zhang e Cohen (2012) destacam a importância de se fornecer garantias por parte do governo, para diminuir o risco de uma eventual desistência.

Além das inovações da segunda etapa propriamente dita, nesta fase introduziu-se a utilização da matriz de risco, colocou-se o conceito de fluxo de caixa marginal, o qual visa a atualizar os parâmetros, por parte do concessionário, quanto aos custos, receitas e investimentos, além do mecanismo do desconto de reequilíbrio, utilizado caso a empresa não cumpra partes acordadas quanto às obras que ela ficou responsável de executar. Tal desconto é deduzido da tarifa de pedágio, ou seja, se a empresa não cumpriu com todos os requisitos naquele período, é deduzido da tarifa cobrada ao usuário, para que a empresa possa realizar o projeto de forma adequada.

Após duas etapas, em 2013 foram publicados os primeiros editais para a terceira etapa do programa de concessões, etapa a qual ocorreu em três fases, descritas na Tabela 5, totalizando 7313,3km de extensão de rodovias concedidas. Cabe observar que a 3ª Etapa do Programa das Concessões Rodoviárias Federais, Fase III, é parte integrante do PIL, programa que tem por objetivo o desenvolvimento de forma sustentável através de uma moderna e ampla rede de infraestrutura, com eficiência logística e modicidade tarifária (ANTT, 2016).

**Tabela 3 - Terceira etapa do programa de concessões rodoviárias federais**

| **FASE I** | | |
|---|---|---|
| **Rodovias** | **Trecho** | **Extensão (km)** |
| BR-040/DF/GO/MG (Via 040) | Brasília - Juiz de Fora | 936,8 |
| BR-116/MG | Além Paraíba - Divisa Alegre* | 816,7 |
| **TOTAL** | **02 Trechos** | **1753,5** |
| FASE II | | |
| Rodovia | Trecho | Extensão (km) |
| BR-101/ES/BA (Eco101) | Divisa RJ/ES – Mucuri | 475,9 |
| FASE III | | |
| Rodovias | Trechos | Extensão (km) |
| BR-101/BA | Mucuri - Feira de Santana* | 772,3 |
| BR-050/GO/MG (MGO Rodovias) | Entroncamento com BR-040/GO - Divisa MG/SP | 436,6 |
| BR-262/ES/MG | Viana – Monlevade* | 375,6 |
| BR-153/TO/GO (Galvão Rodovias) | Aliança do Tocantins – Anápolis | 624,8 |
| BR-060/153/262/DF/GO/MG (Concebra) | BR-060, Entrada da BR-251 (DF) até Entrada da BR-153/GO; BR-153, Entrada da BR-060/GO até Entrada da Br-262/MG; BR-262, Entrada da BR-153/MG até Entrada da BR-381 (Betim) | 1176,5 |
| BR-163/MS (MSVia) | Divisa MT/MS - Divisa MS/PR | 847,2 |
| BR-163/MT (CRO (Rota do Oeste)) | Sinop - Divisa MT/MS | 850,9 |
| **TOTAL** | **07 Trechos** | **5083,9** |

**Fonte:** ANTT, 2016; EPL, 2016. Trechos com (*): trechos que são desta fase de concessões, porém não foram feitos contratos de concessão.

Adicionalmente às etapas anteriores, na terceira etapa de concessões há a incorporação do Fator X, instrumento utilizado para que a empresa concessionária busque operar de forma eficiente, para que se possa absorver os ganhos de produtividade das empresas, além da substituição, nos casos em que se utiliza o fluxo de caixa marginal, da taxa de remuneração que é baseada na Taxa de Juros

de Longo Prazo (TJLP) e na inflação por uma taxa baseada na metodologia *Weighted Average Cost of Capital* (WACC) (GUERRERO *et al*, 2013; RIBEIRO e MEYER, 2006).

Como dito anteriormente, projetos de longo prazo de execução possuem naturalmente maior incerteza, devido à dificuldade inerente em se traçar cenários razoáveis para prazos dilatados. Zhang e Cohen (2012) elaboram um modelo de teoria dos jogos, no qual é dito que governos proativos tendem a ter mais sucessos em projetos de longo prazo, em detrimento de governos reativos, em virtude da estrutura de custos do projeto.

Desde os primeiros contratos assinados em meados da década de 1990 até os mais recentes, o tempo de duração tem sido em torno de 25 anos, prorrogáveis por igual período ou não, dependendo das condições entre o concessionário e o Governo. No entanto, diferentemente das etapas anteriores, na terceira etapa a maioria dos contratos celebrados foi de 30 anos de duração, também podendo ser prorrogados uma vez por igual período, dependendo das condições.

## 3. METODOLOGIA

Diversos trabalhos tentaram estudar os possíveis desequilíbrios econômico-financeiros dos contratos de concessões federais brasileiras, com diversas propostas sobre o tema. Dentre eles, temos os de Campos Neto e Soares, (2007) que discutiram sobre o equilíbrio econômico-financeiro dos contratos, o qual as concessionárias passariam a ter o direito de solicitar a recomposição do mesmo através de revisão da tarifa em caso de ruptura do equilíbrio por parte do poder concedente.

Duarte (2012) se dedicou a formular uma proposta que venha a ser jurídica e economicamente válida para a gestão de receitas extraordinárias, que favoreçam à modicidade do pedágio nas concessões rodoviárias, para que a exploração rodoviária seja a menos onerosa possível durante o tempo do contrato. Paranaíba *et al* (2016) discutem que projeções de fluxo de veículos feitas no Brasil podem ter resultados espúrios, o que pode ocasionar em eventuais comportamentos oportunistas por parte do licitante vencedor. Bonnafous (2010) procura realizar o cálculo para encontrar a TIR em que não se precisaria de qualquer subsídio, ou seja, caso seja encontrada uma TIR menor que a desejada, o poder público poderia subsidiar a obra em caráter complementar, para que o projeto alcançasse sua viabilidade.

Tendo como objetivo otimizar o tempo de duração de uma concessão na modalidade de PPP, Ng *et* al (2007) propuseram um modelo de simulação de um contrato, a partir de uma abordagem de viabilidade econômica de projetos. Para tal, os autores utilizaram do método de VPL, o qual deve ser maior ou igual a zero para o projeto ser viável. Utilizando os métodos tradicionais de VPL/TIR, o *Pay-Back Period* (PBP) é calculado descontando o fluxo de caixa líquido do investimento, e o investimento é dito como pago quando o seu VPL se iguala a zero.

Caso contrário, o projeto não é viável e, ao menos teoricamente, não faria sentido sua realização. Ainda, segundo estes autores, o projeto deve ser atrativo ao investidor interessado. No entanto, deve ser longo o suficiente para que o investidor possa obter um retorno satisfatório, e curto o suficiente para que, após o fim do período de concessão, o projeto em questão ou retorne para as mãos do ente público, ou tenha o contrato renovado com a mesma empresa que fez a construção/manutenção, ou passe a ser administrado por uma nova empresa interessada.

Ainda, segundo os referidos autores o método PBP só seria ideal na ausência completa de incertezas na estimação de fluxo de caixa, o que na prática não existe. No entanto, a estimação do fluxo de caixa ficaria prejudicada, devido justamente às incertezas existentes, como flutuações nas taxas de juros, inflação, custos, receitas.

Devido à importância de se buscar um prazo ótimo para um contrato de concessão rodoviária no Brasil, esta seção pretende explicar como devem ocorrer nossas simulações no modelo. Para poder estimá-lo, será utilizado o *software* estatístico *R* (*R Core Team*, 2015). Assim sendo, o algoritmo parte do pressuposto que, para um projeto ser viável, seu VPL deve ser maior ou igual a zero, caso contrário não faria sentido a sua realização.

Devido às incertezas de projetos de longo prazo, quanto mais dilatado o tempo de contrato, mais difícil é a sua previsão. De acordo com Malini (1999), Ng *et al* (2007) e Ng e Xie (2008), uma forma comumente utilizada a simulação de Monte Carlo, haja vista que em virtude das incertezas deste tipo de projeto torna-se possível a realização de vários cenários plausíveis e com relativamente baixo custo computacional. As simulações, via Monte Carlo, trazem junto consigo um componente aleatório, para que se tente estimar como o projeto pode se comportar ao longo do tempo, e não utilizando apenas variações lineares nos modelos.

Além dos cálculos iniciais, os referidos autores adicionaram alguns fatores a serem considerados na análise, os quais são representados a seguir:

- Custo operacional: 15% da receita operacional;
- Taxa de inflação média de 5,0%, com desvio-padrão de 20%, via método de Monte Carlo;

Crescimento do volume de tráfego e regime de tarifa, conforme Tabela 5, com crescimento do fluxo de veículos com desvio-padrão de 20%.

De acordo com Veloso e Freitas (2015), na terceira etapa as TIR calculadas pela Resolução nº 4.075/2013-ANTT foram de 6,57% (primeira fase), 7,17% (segunda fase) e 8,01% (terceira fase). No entanto, pela Nota Técnica nº 318/2013/STN/SEAE/MF, a TIR foi calculada novamente, ocasionando em uma taxa de 7,2%, a qual será utilizada como referência inicial nos cálculos. E, para verificar o quanto os resultados podem sofrer variações, far-se-á dois aumentos de 1 ponto percentual (P.P.) em cada contrato analisado.

De forma simplificada, um modelo de VPL pode ser escrito da seguinte forma (Rosser, 2003):

$$VPL = \sum_{t=0}^{n} \frac{R_n}{(1+i)^n} - C \ (1),$$

que ainda pode ser escrito como:

$$VPL = -C + \frac{R_1}{1+i} + \frac{R_2}{(1+i)^2} + \cdots + \frac{R_n}{(1+i)^n} \ (2),$$

onde:

*VPL*: valor presente, que deve ser maior que zero, para o projeto ser viável;

$C_t$: custos do projeto;

$R_t$: receitas do projeto, com o projeto durando *t* anos, de *1* até *n*;

n: tempo do projeto, medido em anos;

i: taxa de juros real (descontada inflação) aceita pelo investidor, para que este possa assumir o risco do projeto.

Além destes parâmetros básicos, o modelo também pode admitir, por exemplo, a existência da inflação no período de análise, visto que é uma característica natural da economia. De forma esquematizada, o algoritmo se comporta de acordo com o Quadro 1:

**Quadro 1 – Diagrama de simulações para determinar o período de concessão**

| | |
|---|---|
| **Etapa 1** | Inicia-se o ciclo de simulação, dados $t = 0$ e $VPL = 0$. |
| **Etapa 2** | Seja $t = t + 1$.<br>1. Insere-se os parâmetros iniciais do contrato.<br>2. A partir do segundo período, gera-se números aleatórios por simulação de Monte Carlo, assumindo uma distribuição normal, com 1000 repetições.<br>3. Calcula-se, ou determina-se, o custo (inicial) no ano $t$, $C_t$.<br>4. Desconta-se $C_t$ para calcular o VPL utilizando a taxa de retorno esperada. |
| **Etapa 3** | Temos $t = T_c$? Se sim, prossegue-se para a **Etapa 4**. Caso contrário, volta-se à **Etapa 2**. |
| **Etapa 4** | Seja. $t = t + 1$<br>1. Gera-se números aleatórios por simulação de Monte Carlo, assumindo uma distribuição normal, com 1000 repetições.<br>2. Calcula-se (ou determina-se) o custo (operacional) do ano $t$, $C_t$.<br>3. Desconta-se $C_t$ para calcular o VPL usando a taxa de retorno esperada. |
| **Etapa 5** | A partir do segundo período, gera-se números aleatórios para determinar a quantidade de usuários do ano $t$;<br>Regime de tarifas x quantidade de usuários => Receita operacional, $R_t$. |
| **Etapa 6** | 1. Calcula-se a renda do ano $t$: $I_t = R_t - C_t$.<br>2. Desconta-se $I_t$ para calcular o $VPL$ utilizando a taxa de retorno esperada. |
| **Etapa 7** | O $VPL \geq 0$? Se sim, prossegue-se à **Etapa 8**. Caso contrário, volta-se à **Etapa 4** e repete-se a operação até que se consiga ao menos um $VPL \geq 0$, para que se possa seguir à **Etapa 8**. |
| **Etapa 8** | O período de concessão é $t$. |
| **Etapa 9** | O ciclo se encerra. |

**Fonte:** Ng *et al* (2007) (adaptado).

Tendo visto o fluxo de como devem ocorrer as simulações, segue abaixo a lista das variáveis que devem ser utilizadas nas simulações do modelo (NG *et al*, 2007):

Parâmetros determinísticos:

a) Período de Manutenção ($M_c$): trata-se do período de duração do contrato, partindo do tempo de operacionalização e manutenção do mesmo (pois parte-se do princípio de que as rodovias já existem). O período pode não ser totalmente certo, pois atrasos podem acontecer, devido às incertezas inerentes aos projetos;

b) Taxa de desconto: é a taxa mínima atribuída pelo investidor, para que o projeto possa ser viável economicamente. A taxa de desconto é a TIR que torna o VPL igual a zero, na série de fluxos de caixa da empresa. Também devido às incertezas naturalmente associadas ao projeto, o investidor possui uma taxa de retorno mínima, para poder realizar o projeto. Porém, como a empresa objetiva a maximização dos lucros e, portanto, minimização dos custos, ela pode estabelecer uma taxa de retorno que pode ser considerada a ideal durante o prazo do contrato;
c) Regime de tarifas: o regime de tarifas pode ser baseado em dados de projetos similares, o quanto que o consumidor final estaria disposto a pagar pelo serviço do pedágio, além de estimativas de tráfego de veículos;

Parâmetros incertos:

a) Custo no ano $t$ ($C_t$): aqui considera-se o custo total do projeto, ou seja, incluindo custos de elaboração do projeto, operacionalização, gerenciamento, manutenção, gastos com pessoal, dentre outros. Faz-se importante identificar os fatores que tem maior potencial de risco, estabelecer uma relação empírica ou uma assumida distribuição para cada fator de risco identificado, além de examinar o impacto dos fatores no custo total do projeto. Além dos custos operacionais do projeto, é exigido nos primeiros 5 anos de contratos um cronograma de investimentos, os quais consistem em reparos, manutenção e obras de melhoria nas vias. Estes investimentos estão dispostos na proporção de 10%, 20%, 30%, 20% e 20% em cada ano, a começar pelo segundo ano do contrato;
b) Receita operacional em $t$ ($R_t$): a receita deste tipo de contrato é gerada pela utilização dos serviços por parte do consumidor final, sendo representada pelo número de usuários e pelo regime de tarifas estabelecido. Enquanto o regime de tarifas é um parâmetro determinístico, o número de usuários pode variar de acordo com o nível de desenvolvimento econômico do lugar onde se instala a praça do pedágio, a disposição a pagar dos consumidores, a existência de rotas alternativas, dentre outros;
c) Renda em $t$ ($I_t$): a renda anual no período operacional é representada pela diferença entre a receita e o custo total no correspondente ano.

Após o estabelecimento de todos os componentes do modelo, torna-se possível a sua estimação. Inicialmente, foi feito uma simulação para cada um dos sete trechos contratados na Terceira Etapa, Fases I, II e III, do Programa de Concessões Rodoviárias, os quais foram calculados separadamente. Após, foi realizada simulação com uma empresa representativa do setor, com base na média do mesmo e o valor do investimento a ser colocado como parâmetro feito a partir da média das extensões de cada trecho e o valor médio investido por km. O fluxo para um período de doze meses de cada modalidade de veículo e o preço inicial também foram realizados para cada tipo de veículo.

No entanto, como nem todas haviam o fluxo de ônibus de forma específica, foi feita uma média ponderada entre o fluxo e o preço da tarifa cobrada de caminhões e ônibus, para que pudesse ser colocado no modelo os fluxos médios iniciais para veículos de passeio, veículos pesados (caminhões e ônibus) e motocicletas. Na próxima seção, tem-se os resultados encontrados para cada simulação e para uma média, partindo do pressuposto de ser uma empresa representativa do setor.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme dito na seção anterior, esta seção trata dos resultados obtidos pelas simulações do modelo, assim como também sobre as suas respectivas discussões e análises de sensibilidade. O foco das simulações feitas pelo modelo são os contratos da Terceira Etapa do Programa de Concessões Rodoviárias, com os trechos os quais já tiveram contratos assinados e que já estão operando normalmente. Sendo assim, totaliza-se sete trechos analisados são os seguintes:

**Tabela 4 – Trechos concedidos e analisados da Terceira Etapa**

| Código da Empresa | Empresa | Período de Contrato (anos) | Data da assinatura | Início da Concessão | Início da Cobrança de Pedágio |
|---|---|---|---|---|---|
| I | Via 040 | 30 | 12/03/2014 | 22/04/2014 | 30/07/2015 |
| II | Eco101 | 25 | 17/04/2013 | 10/08/2013 | 18/05/2014 |
| III | MGO Rodovias | 30 | 05/12/2013 | 08/01/2014 | 12/04/2015 |
| IV | Galvão | 30 | 12/09/2014 | 31/10/2014 | Março de 2015 |
| V | Concebra | 30 | 31/01/2014 | 05/03/2014 | 07/06/2016 |
| VI | MSVia | 30 | 12/03/2014 | 11/04/2014 | 14/05/2015 |
| VII | CRO | 30 | 12/03/2014 | 21/03/2014 | 06/09/2015 |

**Fonte:** *websites* das empresas e ANTT (2016).

Na Tabela 4, tem-se informações sobre o início de cada contrato assinado na Terceira Etapa do Programa de Concessões Rodoviárias. Para calcular a simulação de cada contrato, utilizou-se o fluxo de veículos para um período de doze meses, o preço médio para cada modalidade, além de se ter uma taxa de crescimento anual do fluxo. Os dados de fluxo de veículos e preços de tarifas foram obtidos a partir dos *sites* das próprias empresas e da ANTT. Admite-se que, no modelo, o Período de Construção (obras de recuperação, manutenção das vias, etc.), seja, inicialmente, de 5 anos.

**Tabela 5 – Resumo de cada simulação**

| Empresa | Cresc. Anual (%) | Tempo para VPL $\geq 0$ | VPL (R$ mi) |
|---|---|---|---|
| I | 9,0 | 28 | 38,5529 |
| II | 4,0 | 22 | 6,5917 |
| III | 4,0 | 25 | 7,2751 |
| IV | 5,0 | 28 | 34,8544 |
| V | 4,0 | 28 | 20,7381 |
| VI | 10,0 | 30 | 16,4283 |
| VII | 4,0 | 24 | 44,5829 |
| Empresa Representativa | 5,0 | 28 | 33,5723 |

**Fonte:** ANTT; elaboração dos autores.

Colocou-se, inicialmente, crescimento de 4% ao ano no fluxo de veículos para todos os casos. Para observar a evolução dos fluxos de veículos nos contratos, foi dado aumento no fluxo de veículos de 1 P.P., até que o projeto se tornasse equilibrado. Os casos mais interessantes são das empresas I e VI, que, a princípio, só se tornariam viáveis se registrarem taxas de crescimento anual de 9% e 10%, respectivamente. O mesmo ocorreu com a média do setor, pois a 4% de crescimento ao ano o projeto não se tornaria viável, dados os parâmetros utilizados. Assim, colocou-se 5% para que se possa realizar a calibragem novamente. No entanto, dada uma taxa de crescimento de 5% ao ano, o projeto passaria a se tornar viável dentro do prazo do contrato, ainda que faltando apenas um ano para que um eventual contrato finalizasse.

Desta forma, para a empresa representativa do setor, a fim de representativa, na Tabela (a seguir), tem-se a média dos fluxos de veículos utilizados para se iniciar as simulações, além do percentual de crescimento (como visto anteriormente, de 5% ao ano) e do preço médio de cada modalidade de tarifa:

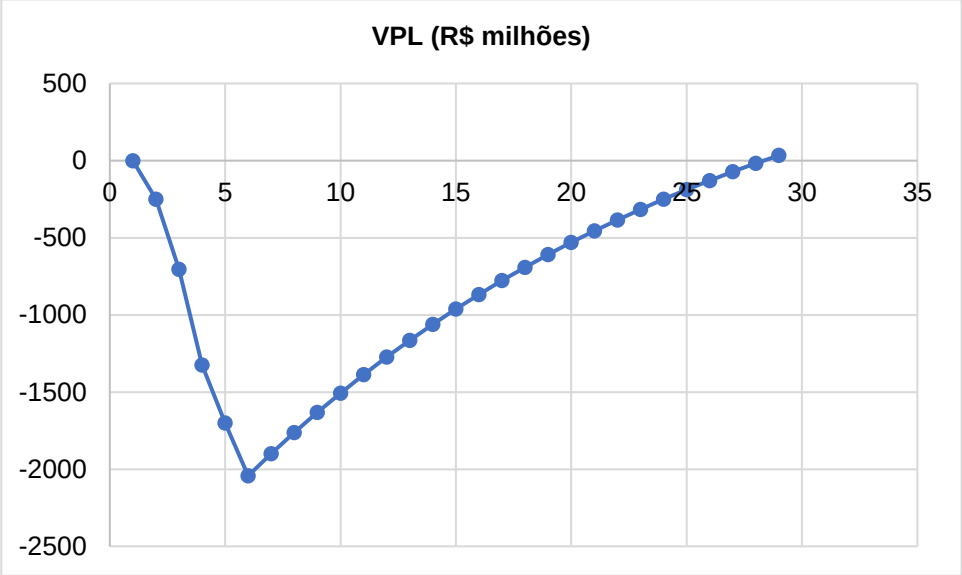
**Tabela 6 – Média do Volume de Tráfego e Tarifa Básica por Viagem (Empresa Representativa)**

| Tipo de veículo | Fluxo Anual de Veículos (milhões) | Tarifa Média (R$) |
|---|---|---|
| Veículos de passeio | 18,300 | 4,54 |
| Caminhões | 11,520 | 18,61 |
| Motocicletas | 0,839 | 2,30 |

**Fonte:** elaboração dos autores.

Após a realização desta primeira fase de simulações, o resultado encontrado para a empresa representativa, a partir das hipóteses iniciais, pode ser visto de acordo com o gráfico a seguir:

**Gráfico 1 – Representação da evolução do VPL para uma empresa representativa**




**Fonte:** elaboração dos autores.

O Gráfico 1 ilustra de forma sucinta como é se comporta a variação do VPL para uma empresa representativa, a qual só teria o projeto teoricamente pago no 29º ano de contrato.

Os resultados dos cálculos, após a incorporação dos custos operacionais e da taxa de inflação se encontram na Tabela 7, a qual pode ser conferida a seguir:

**Tabela 7 – Funções de Probabilidade Cumulativa para cada Simulação**

| Empresa | TIR 7,2% | TIR 8,2% | TIR 9,2% | Tempo para VPL $\geq 0$ |
|---|---|---|---|---|
| I | 0,983 | 0,918 | 0,755 | 28 |
| II | 0,928 | 0,822 | 0,690 | 22 |
| III | 0,934 | 0,835 | 0,656 | 25 |
| IV | 0,967 | 0,861 | 0,680 | 28 |
| V | 0,954 | 0,866 | 0,677 | 28 |
| VI | 0,985 | 0,919 | 0,749 | 28 |
| VII | 0,932 | 0,868 | 0,690 | 24 |
| Empresa Representativa | 0,932 | 0,824 | 0,607 | 28 |

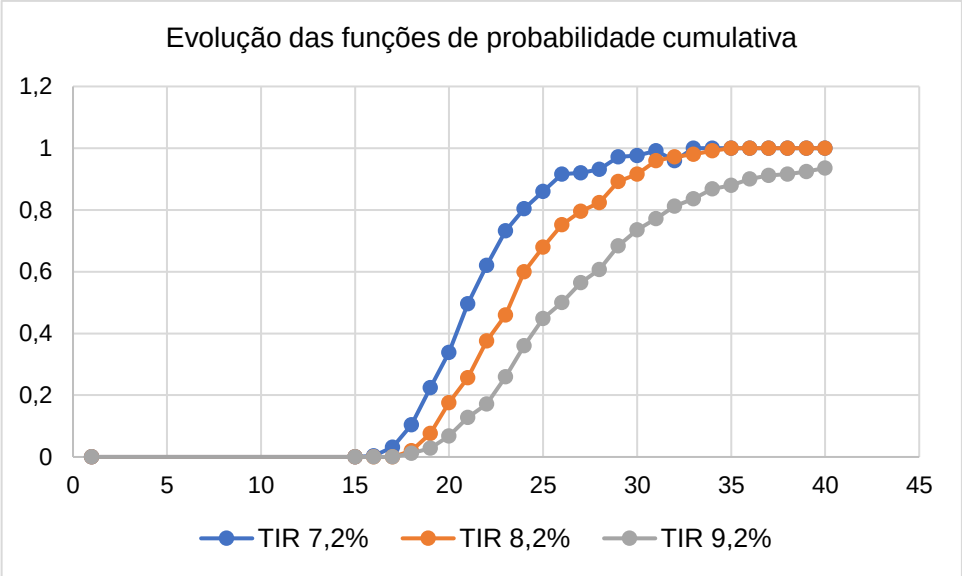
**Fonte:** elaboração dos autores.

Após a realização das simulações com a adição dos fatores citados anteriormente, pode-se observar a evolução de cada projeto dada uma TIR diferente. Inicialmente, todos os contratos tiveram suas simulações a uma taxa anual de 7,2%. Após, também foram feitas simulações a 8,2% e a 9,2%. Para todos os casos da Tabela 6, o que foi observado foi uma queda expressiva nas probabilidades de sucesso de cada projeto, visto que com uma TIR mais alta, maior deve ser o risco o qual o investidor está disposto a tomar.

Ao se aumentar a TIR de 7,2% para 8,2%, em alguns trechos é possível observar que a probabilidade de que o projeto se torne pago de acordo com o VPL simulado da Tabela 6 cai em média 8,77 P.P. No entanto, ao elevar a TIR de 8,2% para 9,2%, em média ocorre uma diminuição de 17,6 P.P. na probabilidade de êxito no contrato, o que ainda assim pode ser considerado uma probabilidade razoável.

Para uma empresa representativa, assim como na situação anterior, há a seguir a representação gráfica da evolução das funções de probabilidade para cada TIR analisada, além dos parâmetros mencionados na seção anterior, as quais podem ser vistas no Gráfico 2:

**Gráfico 2 – Funções de probabilidade cumulativa para uma empresa representativa do setor**




**Fonte:** elaboração dos autores.

A partir do Gráfico 2 é possível observar o quão sensível pode se tornar um projeto de concessão rodoviária após o aumento em 1 P.P. na TIR. Tendo em vista que uma TIR mais alta representa um risco mais alto ao investidor, a probabilidade de que o projeto venha a obter sucesso tende a cair consideravelmente. Todas as simulações iniciais foram todas realizadas com a mesma estrutura de custos. Adiciona-se a estes fatores cada uma ter sua estrutura de preços, investimentos, além do fluxo de crescimento anual de veículos. O que se pode notar é que, inicialmente, conforme a TIR aumenta, visto que implica em investimento de maior risco, a probabilidade de sucesso tende a diminuir consideravelmente.

Atribuindo a média das empresas analisadas como uma empresa representativa, também foram feitos necessários alguns ajustes, desta vez de 4% (hipótese inicial) para 5%, o que resultou que o contrato poderia se tornar pago ao 29º ano com uma probabilidade de 93,2%, o que pode ser considerado uma probabilidade bem alta.

### *4.1. Análises de sensibilidade*

Além das simulações realizadas para cada uma das empresas, também se realizou análises de sensibilidade, para verificar como cada empresa se comportaria com eventuais mudanças em seus parâmetros. Foram feitas mudanças nos custos operacionais de cada simulação, para ver o quanto um P.P. pode variar na matriz de custos da empresa, além de se verificar como elas se comportam sob efeitos de choques inflacionários e mudanças na TIR. Os resultados completos se encontram

na Tabela 7, que se encontra a seguir (a continuação da Tabela 7 se encontra no Apêndice do trabalho):

**Tabela 8 – Evolução do VPL em relação ao Custo Operacional e Funções de Probabilidade**

| Empresa | Custo Operacional (%) | Tempo para VPL ≥ 0 (anos) | VPL (R$ milhões) | TIR 7,2% | TIR 8,2% | TIR 9,2% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| I | 15 | 28 | 38,5529 | 0,983 | 0,918 | 0,755 |
| | 16 | 28 | 5,7659 | 0,973 | 0,895 | 0,717 |
| | 17 | 29 | 84,1565 | 0,984 | 0,925 | 0,762 |
| | 18 | 29 | 50,0300 | 0,983 | 0,926 | 0,744 |
| | 19 | 29 | 15,9035 | 0,985 | 0,902 | 0,751 |
| | 20 | 30 | 87,9620 | 0,983 | 0,937 | 0,779 |
| II | 15 | 22 | 6,5957 | 0,928 | 0,822 | 0,690 |
| | 16 | 23 | 28,7504 | 0,928 | 0,816 | 0,622 |
| | 17 | 23 | 18,0726 | 0,937 | 0,854 | 0,665 |
| | 18 | 23 | 7,3948 | 0,929 | 0,834 | 0,663 |
| | 19 | 24 | 26,2979 | 0,955 | 0,843 | 0,695 |
| | 20 | 24 | 15,2549 | 0,935 | 0,860 | 0,700 |
| III | 15 | 25 | 7,2751 | 0,934 | 0,835 | 0,656 |
| | 16 | 26 | 23,8896 | 0,940 | 0,840 | 0,673 |
| | 17 | 26 | 11,7625 | 0,947 | 0,853 | 0,583 |
| | 18 | 27 | 25,8517 | 0,980 | 0,827 | 0,645 |
| | 19 | 27 | 13,4048 | 0,967 | 0,817 | 0,622 |
| | 20 | 27 | 0,9580 | 0,927 | 0,818 | 0,672 |
| IV | 15 | 28 | 34,8544 | 0,967 | 0,861 | 0,680 |
| | 16 | 28 | 7,1856 | 0,985 | 0,885 | 0,665 |
| | 17 | 29 | 38,0706 | 0,975 | 0,840 | 0,695 |
| | 18 | 29 | 9,6963 | 0,955 | 0,800 | 0,660 |
| | 19 | 30 | 35,8675 | 0,960 | 0,873 | 0,647 |
| | 20 | 30 | 6,8198 | 0,940 | 0,853 | 0,646 |

**Fonte:** elaboração dos autores.

De forma geral, é possível verificar na Tabela 7 que mudanças tanto nos custos operacionais quanto nas TIR são significativas para todos os casos, ainda que em magnitudes diferentes. A partir dos parâmetros iniciais, mudanças de 1 P.P. no custo de construção em cada caso diminuem consideravelmente o VPL, ocasionando inclusive em aumento do tempo de recuperação do investimento em um ano. Da mesma forma, mudanças de 1 P.P. na TIR também afetam de forma significativa as funções de probabilidade, podendo diminuir a probabilidade de sucesso de viabilidade do projeto em mais de 10%, a depender do caso analisado.

### *4.2. Avaliação de Cenários*

Além de se verificar as situações com o modelo proposto por Ng *et al* (2007), agora tem-se a avaliação de eventuais cenários com os dados fornecidos pelos estudos de viabilidade das empresas, para que se possa fazer um comparativo de ambos os casos. Os parâmetros de custos operacionais e crescimento do fluxo de veículos se encontram na Tabela 8:

**Tabela 9 – Parâmetros de Custos Operacionais e Crescimento de Fluxos de Veículos, com base nos estudos técnicos de cada trecho**

| Empresa | Custo Operacional (%) | Crescimento do Fluxo de Veículos (%) |
|---|---|---|
| I | 16,85 | 2,40 |
| II | 14,00 | 4,00 |
| III | 21,20 | 3,70 |
| IV | 16,00 | 2,40 |
| V | 14,44 | 2,32 |
| VI | 25,41 | 2,50 |
| VII | 15,82 | 2,74 |
| Emp. Rep. | 17,67 | 2,86 |

**Fonte:** ANTT, 2016.

Como se pode notar, na Tabela 8 os valores foram diferentes do que os propostos anteriormente. Quanto ao crescimento do fluxo de veículos, é possível destacar as empresas I, IV e VI, visto que o fluxo previsto foi bastante diferente em relação ao fluxo que poderia tornar o projeto viável. Quanto aos custos operacionais, as maiores diferenças estão nas empresas III e VI.

Nestas simulações, a empresa I não obteve resultados satisfatórios. Visto que o custo operacional da Tabela 8, com uma taxa de crescimento anual no fluxo de 5,4%, o projeto levaria, teoricamente, 50 anos para se tornar viável.

Já a empresa II, visto que foi a empresa mais próxima dos parâmetros iniciais, obteve um resultado até melhor do que o encontrado antes. Pelo cálculo do VPL, seu projeto poderia se tornar pago em 22 anos de contrato, resultando em um valor de R$16,8872 milhões; com as TIRs da simulação, os resultados das funções de probabilidade foram, respectivamente: TIR de 7,2%, probabilidade de 93,2%; TIR de 8,2%, probabilidade de 82,8%; e TIR de 9,2%, probabilidade de 69,4%, todas ligeiramente melhores que no modelo inicial.

Para a empresa III, apesar de a taxa de crescimento estar próxima à da simulação inicial, seu custo operacional foi maior que o inicialmente proposto. No entanto, VPL encontrado foi de R$6,9037 milhões, com o projeto se tornando viável em 29 anos. As probabilidades encontradas, dadas as TIRs analisadas, foram, respectivamente: TIR de 7,2%, probabilidade de 95,7; TIR de 8,2%, probabilidade de 82,9%; TIR de 9,2%, probabilidade de 70,0%.

Para a empresa IV e V, apesar de os custos operacionais serem próximos ao inicialmente proposto, o crescimento do fluxo de veículos é menor, de 2,4% e de 2,32%, respectivamente, ao ano. Dadas as limitações do *software* utilizado, não foi possível calcular os VPLs do projeto, assim como também não foi possível para a empresa VI. Porém, para a empresa IV ainda foi possível encontrar uma probabilidade de 80% de o projeto se tornar viável no 30º ano de contrato, enquanto que para a empresa V a probabilidade foi de 89%, em ambos os casos dada a TIR de 7,2%.

Para a empresa VII, dados os parâmetros da Tabela 8, o projeto poderia se tornar pago no 27º ano do contrato, com um VPL de R$3,5993 milhões. Com uma TIR de 7,2%, a probabilidade de o projeto ser viável passa a ser de 91,7%; a uma TIR de 8,2%, a probabilidade passa a ser de 77,5%; e a uma TIR de 9,2%, a probabilidade passa a ser de 60,0%.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentre as inovações que o trabalho se propôs, uma delas foi procurar saber se são efetivos e viáveis, a partir de um modelo de simulação, os contratos de concessão assinados entre o poder público e a empresa concessionária, para as empresas que participaram da Terceira Etapa do Programa de Concessões Rodoviárias, visto que há a disponibilidade dos dados para análise. De acordo com os parâmetros utilizados, pode se observar que alguns contratos teriam boa probabilidade de serem realmente viáveis para as empresas.

No entanto, deve-se observar que, dos sete trechos analisados, três precisaram que fosse alterado no percentual anual de crescimento do fluxo de veículos, para que o modelo pudesse ser calibrado dentro do prazo do contrato, pelos parâmetros iniciais do modelo, o que pode também ser um indício de que o tempo do projeto possa ser ampliado.

Destes que tiveram que sofrer reajustes, os casos mais interessantes são o das empresas I e VI, nos quais fez-se necessário calibrar o modelo para taxas de crescimento de 9% e 10%, respectivamente. Também pode se notar que as percentagens foram calibradas em valores inteiros, aumentando de um em um P.P., até que os respectivos modelos se ajustassem à proposta do trabalho. Para as empresas I e VI, dadas as taxas de crescimento que, a princípio, seriam necessárias para tornar o projeto viável, pode haver indícios de comportamento oportunista nestes dois casos.

Outro ponto importante foi que, utilizando os parâmetros de cada empresa nas simulações, o resultado foi que, em alguns casos, diferentemente dos parâmetros propostos pela calibragem inicial, seja por causa da diferença do fluxo previsto pelos estudos prévios de cada empresa, seja pela estrutura de custos estimada para cada caso, o que pode ser um indício de que tais empresas viriam a solicitar uma renegociação dos contratos. Os casos que merecem mais atenção são os das empresas I, III e VI, devido à diferença ou nos fluxos previstos de veículos ou nos custos operacionais.

Como o trabalho parte de um modelo de simulação, deve-se partir do princípio que, com a evolução do setor de regulação rodoviária no Brasil, com o passar do tempo as regras devem ser cada vez mais claras, para que se continue a atrair firmas qualificadas para participar dos certames, evitando futuros comportamentos oportunistas. Outro ponto que vale ressaltar é que, conforme as empresas vão buscando trechos para realizar a cobrança das tarifas, a qualidade do serviço possa melhorar, já que as rodovias concedidas possuem uma melhor percepção do usuário em relação à qualidade, de um modo geral, das mesmas. Como em alguns casos os resultados encontrados, em relação ao modelo teórico, foram bem diferentes, é possível que se tenha um problema na regulação desses contratos, apesar da evolução do setor como um todo.

Dado que dificilmente o consumidor final usaria outro tipo de via para trafegar de um local a outro (visto que, dependendo da região, um desvio tornaria a viagem inviável, pois teria que se dar uma volta muito maior), um regime de concessões bem pensado pode ser vantajoso tanto para o Governo, que pode alocar recursos em outras áreas, à empresa propriamente dita, pois vai deter o monopólio natural do serviço naquela região, e ao consumidor final, que vai trafegar em uma rodovia em melhores condições, aumentando a segurança e podendo assim diminuir o número de potenciais acidentes. E para quem utiliza as rodovias como meio de transportar mercadorias (principalmente caminhões), pode se ter inclusive uma redução de custos de manutenção dos veículos, o que pode gerar um efeito em cadeia para, inclusive, baratear o valor cobrado em fretes, tornando os produtos transportados mais competitivos.

Além das simulações feitas com os parâmetros iniciais, após a realização das análises de sensibilidade foi possível verificar que mudanças nos custos tendem a mudar o tempo para que o projeto se torne pago, normalmente a cada dois pontos percentuais para um ano a mais de contrato. Além dos custos operacionais, quanto à TIR, nota-se que conforme se aumenta a TIR, menor a probabilidade de que o contrato se torne pago no ano em que o VPL se iguale a zero.

Dadas as limitações do modelo, dispõe-se como contribuição do trabalho a possibilidade de se construir modelos mais sofisticados, que podem vir com a adição de outros parâmetros, para aumentar a precisão da análise. Além destas contribuições, o trabalho também pode alimentar a discussão sobre o tema, tendo em vista que projetos desse porte são tidos como assuntos de recorrentes mudanças regulatórias ao longo do tempo, para que se possa sempre evoluir na análise e regulação do setor.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCR – Associação Brasileira de Concessionárias de Rodovias. **Portal ABCR**. Disponível em www.abcr.org.br. Acessado em 25/06/2016.

AMANN, E.; BAER, W.; TREBAT, T.; LORA, J.V. **Infrastructure and its role in Brazil's development process.** The Quarterly Review of Economics and Finance, n. 62, p. 66-73, 2016.

ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres. **Portal ANTT.** Disponível em: www.antt.gov.br. Acessado em 15/08/2016.

BARBO, A. R. de C.; CORREIA, D. E. R.; ENGELMANN, E. T.; GUZEN, E. R.; GOIS, G. de A.; QUEBAUD, M. R.; ALI, M. M.; SOUZA, N. M. de; QUEBAUD, S. **A evolução da regulação nas rodovias federais concedidas.** Revista ANTT, ISSN 2177-6571, Volume 2, Número 2, Novembro 2010. Disponível em: http://appweb2.antt.gov.br/revistaantt/ed3/_asp/ed3-artigosEvolucao.asp. Acessado em 31/08/2016.

BERIA, P.; RAMELLA, F.; LAURINO, A. **Motorways economic regulation: A worldwide survey.** Transport Policy, n. 41, pp. 23-32, 2015.

BONNAFOUS, A. **Programming, optimal pricing and partnership contract for infrastructure in PPPs.** Research in Transportation Economics, n. 30, p. 15-22, 2010.

BRASIL. Lei n. 8.987, de 13 de fevereiro de 1995. **Dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos previsto no art. 175 da Constituição Federal, e dá outras providências.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8987cons.htm. Acessado em 22/06/2016.

BRASIL. Lei n. 10.233, de 5 de junho de 2001. **Dispõe sobre a reestruturação dos transportes aquaviário e terrestre, cria o Conselho Nacional de Políticas de Transporte, a Agência Nacional de Transportes Terrestres, a Agência Nacional de Transportes Aquaviários e o Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes, e dá outras providências.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10233.htm. Acessado em 01/09/2016.

BRASIL. Lei n. 11.079, de 30 de dezembro de 2004. **Institui normas gerais para licitação e contratação de parceria público-privada no âmbito da administração**

**pública.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/Lei/L11079.htm. Acessado em 15/11/2016.

BRASIL. Nota Técnica n. 318, de 13 de maio de 2013. Secretaria do Tesouro Nacional, Ministério da Fazenda. **Revisão da Taxa Interna de Retorno dos Estudos de Viabilidade das Concessões da BR 040, BR 116 e das demais rodovias do Plano de Investimentos em Logística (7 lotes).** Disponível em: https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj4z9qygdTSAhUJDZAKHb-fAgsQFggaMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.antt.gov.br%2Fhtml%2Fobjects%2F_downloadblob.php%3Fcod_blob%3D7895&usg=AFQjCNEyq8RL6XcHlRZqIr7KqXWgikBFIA&sig2=ljnjaFan_C16pvH__FFqsA&bvm=bv.149397726,d.Y2I. Acessado em 13/03/2017.

BRASIL. Resolução nº 4.075, de 03 de abril de 2013. Agência Nacional de Transportes Terrestres. **Dispõe sobre a metodologia de cálculo da taxa de desconto e de suas variáveis, nos termos do parágrafo único do art. 8º da Resolução nº 3.651, de 7 de abril de 2011.** Disponível em: http://www.antt.gov.br/index.php/content/view/21161/Resolucao_n__4075.html. Acessado em 12/01/2017.

CAMPOS NETO, C.A.D.S; SOARES, R.P. **A eficiência do Estado e as Concessões Rodoviárias no Brasil: preocupação com o valor do pedágio e sugestões para operacionalizar a modicidade das tarifas.** Texto Para Discussão nº 1286, IPEA, Brasília, DF, 2007.

CARBONARA, N.; COSTANTINO, N.; PELLEGRINO, R. **Concession period for PPP: A win-win model for a fair risk sharing.** International Journal of Project Management, vol. 32, Issue 7, pp. 1223-1332, 2014.

CARPINTERO, S.; BARCHAM, R. **Private toll roads: lessons from Latin America.** International Conference on Traffic and Transportation Engeneering (ICTTE 2012), IPCSIT vol. 26, IACSIT Press, Singapore, 2012.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE – CNT (2011). **Pesquisa CNT de rodovias 2011: relatório gerencial.** Brasília. CNT:SEST:SENAT, 2011.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE – CNT (2015). **Pesquisa CNT de rodovias 2011: relatório gerencial.** Brasília. CNT:SEST:SENAT, 2015.

DUARTE, A.S.S. **Concessões de Rodovias Federais Brasileiras: Uma proposta para gestão das receitas extraordinárias a favor da modicidade do pedágio.** Dissertação de Mestrado em Transportes, Publicação T.DM – 002ª/2012, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2012.

EPL – Empresa de Planejamento e Logística S.A. **Portal EPL – Empresa de Planejamento e Logística S.A.** Disponível em: www.epl.gov.br. Acessado em 08/09/2016.

EVENHUIS, E., VICKERMAN, R. **Transport pricing and Public-Private Partnerships in theory: issues and suggestions.** Research in Transportation Economics, n. 30, p. 6-14, 2010.

FERNANDEZ, R. N.; BALBINOTTO NETO, G.; CARRARO, A.; SILVA, R.V. **Uma abordagem de Law & Economics para as Parcerias Público-Privadas no Brasil.** Economic Analysis of Law Review, n. 2, p. 205-219, 2014.

GALILEA, P.; MEDDA, F. **Does the political and economic context influence the success of a transport project? An analysis of public-private partnerships.** Research in Transportation Economics, n. 30, p. 102-109, 2010.

GARCIA-ESCRIBANO, M.; GOES, C.; KARPOWICZ, I. **Filling the Gap: Infrastructure Investment in Brazil.** IMF Working Paper 15/180. International Monetary Fund, 2015.

GUASCH, J. L.; LAFFONT, J.J.; STRAUB, S. **Renegotiation of concession contracts in Latin America: Evidence from the water and transport sectors.** International Journal of Industrial Organization, n. 26, pp. 421-442, 2008.

GUERRERO, D. A.; ANUATTI NETO, F.; BARBOSA, F. da S. **Análise dos contratos de concessão de rodovias federais – Evolução da matriz de risco.** 8º Congresso Brasileiro de Rodovias e Concessões – IV Salão de Inovação, Santos, Brasil, 2013.

MALINI, E. **Build Operate Transfer Municipal Bridge Projects in India.** Journal of Management in Engeneering, n. 15, p. 51-58, 1999.

MARTIMORT, D.; POUYET, J. **To build or not to build: Normative and positive theories of public-private partnerships.** International Journal of Indrustrial Organization, n. 26, pp. 393-411, 2008.

NG, S. T.; CHEUNG, Y. K.; JEFFERIES, M.; XIE, J. **A simulation model for optimizing the concession period of public-private partnerships schemes**. International Journal of Project Management, n. 25, p. 791-798, 2007.

NG, S. T.; XIE, J. **A simulation model for evaluating the tariff stability of concession-based PPP proposals.** Construction Innovation, Vol. 8 Issue 2 pp. 106-119, 2008.

PARANAÍBA, A.D.C; FONSECA, A.P.; COSTA, A.D.J.B. **Review and suggestions to the demand forecast model in highway concessions projects in Brazil.** Journal of Research in Economics and International Finance, vo. 5(1), pp. 8-13, 2016.

PINHEIRO, A. C. **Regulatory reform in Brazilian infrastructure: where do we stand?** Texto para Discussão nº 964, IPEA, 2003.

PINHEIRO, A. C. **Regulatory reform in Brazilian infrastructure: where do we stand?**. Originally published by IPEA in July 2003 as number 964 of the series Texto para Discussão. Brasília, January 2015.

PIRES, J. C. L.; GIAMBIAGI, F. **Retorno dos novos investimentos privados em contextos de incerteza: uma proposta de mudança do mecanismo de concessão de rodovias no Brasil.** Textos para Discussão – BNDES, 2000.

R Core Team. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2015. URL: www.r-project.org.

RIBEIRO, M. P.; MEYER, A. **Private Participation in Infrastructure – The Legal and Regulatory Frameworks in the Case of Brazil.** OECD Investment Committee "International Investor Participation in Infrastructure: Lesson for Governments", Paris, 2006.

ROSSER, M. **Basic Mathematics for Economists, 2nd Edition.** Routledge, 2003. New York.

VELOSO, R.; MATTOS, C.; MENDES, M.; FREITAS, P. S. de. **Infraestrutura: os caminhos para sair do buraco. Estudo mostra como o investimento em infraestrutura pode acelerar o crescimento econômico via produtividade e qualidade.** Fórum Nacional, 2012.

VELOSO, R.; FREITAS, P. S. de. **Aprimorar as Concessões de Infraestrutura é a Única Saída para Tirar o País do Atoleiro.** Estudos e Pesquisas nº 594, XXVII Fórum Nacional, Rio de Janeiro, 2015.

VÉRON, A.; CELLIER, J. **Private Participation in the Road Sector in Brazil: Recent Evolution and Next Steps.** Transport Paper Series, n. TP-30. World Bank, Washington, DC, 2010.

ZHANG, X.; KUMARASWAMY, M. M. **Hong Kong Experience in Managing BOT Projects.** Journal of Construction Engeneering and Management, n. 127, p. 154-162, 2001.

ZHANG, Z.A.; COHEN, P.L.D. **A strategic model of public-private partnerships in transportation: Effect of taxes and cost structure on investment viability.** Research in Transportation Economics, n. 36, p. 9-18, 2012.

*Websites* das concessionárias:

Concebra – **Triunfo Concebra – Home.** Disponível em: http://www.triunfoconcebra.com.br/. Acessado em 05/10/2016.

Eco101 – **Eco101 | A BR 101 do Futuro.** Disponível em http://www.eco101.com.br/. Acessado em 05/10/2016.

Galvão Rodovias – **Galvão | Rodovia BR-153**. Disponível em http://www.galvaorodovias.com.br/. Acessado em 05/10/2016.

MGO Rodovias – **Página Inicial.** Disponível em http://www.mgorodovias.com.br/. Acessado em 05/10/2016.

MSVia – **Concessionária CCR MSVia | BR-163/MS.** Disponível em: http://www.msvia.com.br/. Acessado em 05/10/2016.

Rota do Oeste – **Home | Rota do Oeste.** Disponível em: http://www.rotadooeste.com.br/. Acessado em 05/10/2016.

Via 040 – **Home VIA 040.** Disponível em: http://www.via040.invepar.com.br/. Acessado em 05/10/2016.

## 7. APÊNDICE

**Tabela 8 – Evolução do VPL em relação ao Custo Operacional e Funções de Probabilidade (continuação)**

| Empresa | Custo Operacional (%) | Tempo para VPL ≥ 0 (anos) | VPL (R$ milhões) | TIR 7,2% | TIR 8,2% | TIR 9,2% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| V | 15 | 28 | 20,7381 | 0,954 | 0,866 | 0,677 |
| | 16 | 29 | 51,4185 | 0,961 | 0,823 | 0,660 |
| | 17 | 29 | 15,6318 | 0,968 | 0,880 | 0,680 |
| | 18 | 30 | 40,4630 | 0,975 | 0,817 | 0,693 |
| | 19 | 30 | 3,9370 | 0,948 | 0,852 | 0,640 |
| VI | 15 | 28 | 57,4418 | 0,985 | 0,919 | 0,749 |
| | 16 | 28 | 27,0708 | 0,968 | 0,901 | 0,747 |
| | 17 | 29 | 111,2813 | 0,988 | 0,935 | 0,807 |
| | 18 | 29 | 79,5298 | 0,968 | 0,921 | 0,783 |
| | 19 | 29 | 47,7783 | 0,985 | 0,915 | 0,752 |
| | 20 | 29 | 16,0268 | 0,971 | 0,917 | 0,804 |
| VII | 15 | 24 | 44,5829 | 0,932 | 0,868 | 0,690 |
| | 16 | 24 | 19,6036 | 0,880 | 0,800 | 0,665 |
| | 17 | 25 | 59,4487 | 0,920 | 0,815 | 0,710 |
| | 18 | 25 | 33,6883 | 0,935 | 0,845 | 0,700 |
| | 19 | 25 | 7,9729 | 0,890 | 0,805 | 0,595 |
| | 20 | 26 | 41,2409 | 0,925 | 0,820 | 0,690 |
| Empresa Representativa | 15 | 28 | 33,5723 | 0,932 | 0,824 | 0,607 |
| | 16 | 29 | 9,1455 | 0,953 | 0,850 | 0,683 |
| | 17 | 30 | 32,8351 | 0,957 | 0,853 | 0,687 |
| | 18 | 30 | 7,8286 | 0,973 | 0,830 | 0,647 |

**Fonte:** elaboração dos autores.