

## AVALIAÇÃO DAS GARANTIAS GOVERNAMENTAIS EM PROJETOS DE CONCESSÃO RODOVIÁRIA

Rodrigo Lopes Sant'Anna<sup>1</sup>

### RESUMO

As Parcerias Público-Privadas (PPPs) são utilizadas pelos governos para desenvolverem projetos de infraestrutura que demandam altos investimentos. Apesar de sua atratividade, há diversos riscos embutidos nesses projetos, que podem ser mitigados por meio de garantias governamentais e os tornam mais atrativos para os investidores privados. O objetivo deste artigo é analisar o custo-benefício de cada nível de garantia governamental em projetos de Concessão Rodoviária, limitando a exposição do governo e mantendo os benefícios para o investidor privado. A abordagem utilizada por meio da teoria das Opções Reais gerou 2 modelos: o primeiro de Garantia Mínima de Tráfego e um segundo modelo combinando o primeiro com Limite Máximo de Tráfego. Esses modelos foram aplicados na análise da concessão do lote rodoviário denominado “Rodovia de Integração do Sul – RIS”, cujo prazo é de 30 anos. Ao utilizar as garantias mínimas de tráfego, o projeto teve seu risco reduzido na medida em que o governo passou a assumi-lo. Ao inserir o limite máximo de tráfegos, nota-se que a determinado nível, reduzem os riscos do projeto para o investidor privado e para o governo. Por fim, observou-se que o valor da tarifa do pedágio proposta poderia ser inferior, mantendo ainda o projeto economicamente viável.

**Palavras-chave:** Opções Reais. Projetos de Infraestruturas. Garantias Governamentais. Parcerias público-privadas. Concessão Rodoviária.

## GOVERNMENT GUARANTEES VALUATION IN HIGHWAY CONCESSION PROJECTS

### ABSTRACT

Public-Private Partnerships (PPPs) are used by governments to develop infrastructure projects that require higher investments. Despite their attractiveness, there are several risks embedded in these projects, which can be mitigated through government guarantees making them more attractive to private investors. The purpose of this article is to analyze the cost-benefit of each level of government guarantee in Highway Concession projects, limiting government exposure, and maintaining the benefits for the private investor. The approach used through the Real Options theory generated two models: the first uses the Minimum Traffic Guarantee, and the second model combines the first model with the Maximum Traffic Limit. These models were applied in the analysis of a road lot concession called “Rodovia de Integração do Sul – RIS,” whose term is 30 years. By using the minimum traffic guarantees, the project had its risk reduced as the government started to assume it. When inserting the maximum traffic limits, it is noted that at a certain level, they reduced the risks of the project for both the private investor and the government. Finally, it was observed that the value of the proposed toll tariff could be lower, while still keeping the project economically viable.

**Keywords:** Real Options. Infrastructure Projects. Government Guarantees. Public-Private Partnerships. Highway Concession.

<sup>1</sup> Doutorando em Administração na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio).

## 1 INTRODUÇÃO

Desenvolver a infraestrutura é essencial para o bem de uma economia e desempenha um papel importante no apoio à estabilidade socioeconômica de uma nação, na promoção da prosperidade e na atração de investimentos estrangeiros (ALMASSI; MCCABE; THOMPSON, 2013).

Os Projetos de infraestrutura demandam altos investimentos por parte do governo, cuja necessidade da população por estes investimentos, respeitando as restrições orçamentárias, leva os governos a buscarem soluções por meio de parcerias com a iniciativa privada, a fim de conseguir desenvolver tais projetos, que são de grande interesse da população.

A parceria público-privada (PPP) oferece inúmeros benefícios para parceiros públicos e privados na entrega de projetos de infraestrutura. A principal razão para os governos se interessarem neste tipo de cooperação é a obtenção de fundos necessários para financiar importantes projetos de infraestrutura, recorrendo a parcerias com o setor privado. Já os Parceiros privados estão mais interessados na viabilidade financeira do projeto e, por isso, são especialmente sensíveis ao risco de receita (BUYUKYORAN; GUNDES, 2018).

As PPPs são adotadas em todo o mundo para fornecer infraestrutura pública, porém, apesar da atratividade da estrutura de PPP, sua implementação encontra diversos problemas devido às múltiplas incertezas embutidas nos projetos. Os investidores privados, geralmente, exigem alguma mitigação desses riscos por meio do apoio do governo (CARBONARA; PELLEGRINO, 2018).

Os governos, então, buscam reduzir os riscos dos projetos por meio da concessão de garantias. Desta forma, o governo passa a compartilhar os riscos do projeto, enquanto se tornam mais atrativos para os investidores privados e, assim, os projetos podem ser desenvolvidos.

O direito a essas garantias traz um valor agregado para o projeto que não podem ser capturados por meio da metodologia tradicional de avaliação de investimentos. Desta forma, torna-se necessária uma metodologia de avaliação que incorpora novas variáveis, incertezas e flexibilidades ao processo.

No contexto de grandes projetos de infraestrutura, a avaliação apresenta alguns desafios adicionais: as quantias de recursos envolvidas são frequentemente significativas, e as implicações políticas da avaliação incorreta dos méritos econômicos de um projeto podem ser substanciais (HAWAS; CIFUENTES, 2016).

Algumas formas de apoio governamental, como garantias e subsídios, podem ser interpretadas como opções, uma vez que as obrigações são acionadas a partir de algumas condições pré-estabelecidas. Dessa forma, o valor dessas opções deve ser devidamente contabilizado, de modo a obter um melhor equilíbrio entre risco e benefício (CHEAH; LIU, 2006).

As garantias, no entanto, colocam um encargo financeiro nos orçamentos do governo, ao mesmo tempo em que fornecem valor para a parte privada. Projetar um contrato de garantia que seja econômico para o governo e ao mesmo tempo mitigue o risco do projeto para um nível aceitável para a parte privada é importante (ALMASSI; MCCABE; THOMPSON, 2013).

A teoria das opções reais oferece uma abordagem para a avaliação de investimentos em ativos reais, com base na metodologia desenvolvida para opções financeiras. Um importante

aspecto desse método de avaliação de investimentos é considerar as flexibilidades gerenciais dos projetos, avaliando-as e incorporando-as ao modelo, para a tomada de decisões de forma contínua. Essas flexibilidades traduzidas em Opções Reais refletem as alternativas existentes dentro de um projeto, dando o direito, mas não a obrigação, a uma determinada ação sobre um ativo real a um custo durante o período de vida da opção. O ativo real pode ser uma oportunidade de investir em um projeto ou em um ativo já existente, sendo que a decisão é exercer ou não uma ou mais opções.

No Brasil, cláusulas de garantia de tráfego ou de demanda, já foram adotadas em diversos projetos de investimento em infraestrutura como os projetos das Linhas 4, 5, 6, 17 e 18 do Metrô de São Paulo, o projeto do VLT Carioca e a Rodovia TransOlimpica na cidade do Rio de Janeiro, e o projeto da Ponte Salvador – Itaparica na Bahia, entre outros.

O objetivo deste artigo é analisar o custo-benefício de cada nível de garantia governamental em projetos de Concessão Rodoviária, limitando a exposição do governo e mantendo os benefícios para o investidor privado. Para isso, foi aplicado um modelo de Opções Reais de Garantia Mínima de Tráfego para avaliar o valor garantias governamentais, permitindo que o governo analise o custo-benefício de cada nível de apoio, e um segundo modelo, combinando o Limite Máximo de Tráfego, como uma alternativa, para limitar a exposição do governo, mantendo os benefícios para o investidor privado. Esses modelos foram aplicados na análise da concessão do lote rodoviário denominado “Rodovia de Integração do Sul – RIS”, cujo prazo é de 30 anos.

Este artigo está organizado da seguinte forma: Após esta introdução, temos uma revisão da literatura. Em seguida, a seção três apresenta a metodologia para a avaliação das garantias governamentais através da Teoria de Opções reais, bem como os modelos utilizados para analisar o impacto dessas garantias em projetos de concessão rodoviária. Na seção quatro, aplicamos essa metodologia ao caso de uma concessão Rodoviário no Brasil e discutimos os resultados. Por fim, na seção 5, concluímos.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

A teoria das Opções Reais (TOR) é uma metodologia relativamente recente, mas consolidada, para analisar investimentos em ativos reais sob condições de incerteza. A TOR enfatiza o valor da flexibilidade que os tomadores de decisão têm ao mudar a direção de um projeto ou a operação de um ativo real, especialmente em condições de incerteza. Pode ser visto como um problema de otimização sob incerteza, buscando maximizar o valor do ativo real por meio do exercício ideal de relevantes opções, sujeitas a incertezas e restrições físicas, legais e outras.

Myers (1977) cunhou o termo “Opções Reais” (“Real Options”) nos anos 1970 referindo-se às oportunidades de crescimento disponíveis para as firmas, usando uma analogia com as opções financeiras cujas ideias foram desenvolvidas nos trabalhos de Black e Scholes (1973) e de Merton (1973). Junto com uma grande expansão da literatura de OR, a década de 90 marcou o lançamento dos primeiros livros sobre a metodologia, sendo o mais importante o de Dixit e

Pindyck (1994). A partir desses livros vieram outros, destacando-se Trigeorgis (1995), Amram e Kulatilaka (1999), e Copeland e Antikarov (2001).

As Opções Reais surgiram devido à necessidade de uma nova abordagem para a gestão e avaliação da infraestrutura que captasse o valor da flexibilidade, o qual deve ser levado em consideração nos projetos de infraestrutura, na medida em que, não incorporar a flexibilidade pode alterar significativamente o valor de um projeto (MARTINS; MARQUES; CRUZ, 2015).

A intervenção do governo pode assumir várias formas. Uma das formas mais comuns de instrumentos de apoio do governo é a Garantia de Receita Mínima (MRG), em que o governo assegura uma quantia mínima de receita para um projeto (ASAO *et al.*, 2013; BUYUKYORAN; GUNDES, 2018; CARBONARA; COSTANTINO; PELLEGRINO, 2014; HAWAS; CIFUENTES, 2016; HUANG; CHOU, 2006; POWER *et al.*, 2016; QUIMBAYO; VEJA; MARQUES, 2018).

O modelo de Opções Reais de Garantia Mínima de Tráfego (MTG), também, pode ser usado para avaliar o valor garantias governamentais. (BLANK *et al.*, 2016; BRANDÃO *et al.*, 2012; BRANDAO; SARAIVA, 2008; CABERO COLÍN; SÁNCHEZ SOLIÑO; LARA GALERA, 2017; CHEAH; LIU, 2006).

Outros modelos costumam ser utilizados em projeto de infraestrutura como a Opção de Abandono (BLANK *et al.*, 2016; CABERO COLÍN; SÁNCHEZ SOLIÑO; LARA GALERA, 2017; HUANG; CHOU, 2006; RAKIĆ; RAĐENović, 2014) e o limite máximo de Tráfego (BLANK *et al.*, 2016; BUYUKYORAN; GUNDES, 2018; KIM; CHO; YOON, 2019) e, até mesmo, as garantias máximas de taxa de juros (MIRGs) (PELLEGRINO; CARBONARA; COSTANTINO, 2019).

Huang e Chou (2006) abordaram Opções Reais para avaliar a garantia de receita mínima (MRG), acompanhada da opção de abandono pré-construção do projeto de infraestrutura, no modelo construção-operação-transferência (BOT). Primeiramente, foram desenvolvidos dois modelos de precificação de única opção para a avaliação do MRG e da opção de abandono. Depois, foi desenvolvido um modelo de opção composta, combinando o MRG com a opção de abandono. Os modelos utilizaram opções europeias, cuja aplicação prática foi realizada no projeto Ferroviário de Alta Velocidade de Taiwan. Os autores observaram, tanto o MRG, quanto a opção de abandono, podem trazer expressivos resultados ao projeto, porém ao aumentar o nível de MRG, o valor da opção de abandono será reduzido até que, em determinado nível, a opção de abandonar será inútil.

Brandao e Saraiva (2008), estudaram as parcerias público-privadas (PPP) concernente às garantias do governo em projetos de infraestrutura, com o propósito de avaliar tais projeto sob o enfoque das Opções Reais. Os autores apresentaram um modelo de opções reais com garantia mínima de tráfego (MTG) para avaliar o valor dessas garantias, permitindo a análise de como diferentes níveis de suporte governamental afetam o risco do projeto e seu valor, e propuseram uma alternativa para limitar os riscos do governo sem alterar os benefícios do investidor privado. Os autores consideraram os níveis de tráfego futuro como a principal fonte de incerteza do projeto e mostraram como os parâmetros de mercado necessários para a avaliação neutra ao risco podem ser determinados. O modelo foi aplicado no projeto da rodovia BR-163, que liga o Centro-Oeste brasileiro ao Rio Amazonas, e concluíram que o uso de garantias com limites de gastos do governo nas PPPs pode ser vantajosamente modelado por meio de métodos de precificação de

opções e, ser um ótimo caminho para conquistar investimentos privados, em projetos de infraestrutura pública de alto risco.

Galera e Soliño (2010), ao estudar concessões rodoviárias com cláusulas contratuais de garantia mínima de tráfego, desenvolveram uma metodologia para avaliar essas cláusulas das concessões rodoviárias, considerando o tráfego na rodovia como o ativo subjacente em um contrato de opção. Essa metodologia usa de uma abordagem neutra ao risco e foi aplicada no caso de uma concessão de rodovias já em operação, obtendo-se um valor de uma garantia mínima de tráfego. Os autores defendem que esta metodologia é uma ferramenta apropriada para a avaliação de concessões rodoviárias que possuem flexibilidade operacional.

Carbonara, Costantino e Pellegrino (2014), desenvolveram um modelo de Opções Reais para definir o nível de receita garantida pelo governo, que equilibra o desejo de lucratividade do setor privado e do setor público, buscando parâmetros justos para estruturar as garantias mínimas de receita (MRG). O modelo usou simulação de Monte Carlo, como método de precificação de opções, sendo aplicado a um projeto de uma estrada pedagiada no sul da Itália, e foi realizada uma análise de sensibilidade na taxa de desconto para verificar se o modelo mantém sua robustez quando os parâmetros de entrada mudam. Segundo os autores, esse modelo serve para apoiar o tomador de decisão em encontrar o valor ideal do 'limite de receita' (o montante mínimo de receita garantido pelo governo), que é capaz de satisfazer os interesses dos setores público e privado, garantindo uma alocação de risco justa entre as partes.

Rakić e Rađenović (2014), realizaram a análise da opção de abandono de um projeto de investimento, no qual um modelo de precificação de opção binomial, com a abordagem de probabilidade neutra ao risco, foi implementado e utilizado para precificar as opções de abandono no estilo europeu e americano para o investimento em projetos de pedágios em rodovias no modelo construção-operação-transferência (BOT). Os resultados sugeriram que o valor do projeto, com a opção de abandono americano, é maior do que com a opção de abandono europeu, implicando numa maior flexibilidade e valor das opções americanas para os investidores privados.

Blank *et al.* (2016), propuseram uma concessão hipotética de rodovias pedagiadas no Brasil, utilizando a garantia mínima de tráfego, um limite máximo de tráfego e uma opção implícita de abandono. Concluíram que, a opção de abandono afeta o nível de garantia a ser dado, e, que os governos devem calibrar um nível ótimo de garantias, para evitar custos desnecessariamente altos, proteger os retornos do patrocinador e diminuir a probabilidade de abandono.

Hawas e Cifuentes (2016), realizaram um estudo de avaliação de projetos com garantias mínimas de receita (MRG) por meio de simulação baseada na cópula gaussiana (distribuição normal multivariada). Apresentaram uma técnica de simulação numérica para realizar avaliações de projetos de infraestrutura com MRG, assumindo-se que os fluxos de caixa do projeto, na ausência do MRG, podiam ser descritos de maneira probabilística por meio de uma função de distribuição multivariada. Então, a cópula gaussiana foi usada em combinação com a condição de MRG para gerar um conjunto de vetores de fluxo de caixa plausíveis, que formaram a base de uma simulação de Monte Carlo.

Buyukyoran e Gundes (2018), propuseram um modelo de opção real para identificar os limites superiores e inferiores ótimos das opções Garantia Mínima de Receita (MRG) e Garantia

Máxima de Receita (MRC), com o objetivo de estabelecer uma estrutura de alocação de risco justa. A faixa identificada de MRG e MRC permite a estruturação de um ambiente de negociação flexível para ambas as partes em um PPP. Eles concluíram que o MRC permite que o governo obtenha receita excedente, enquanto o MRG ajuda o parceiro privado a reduzir seu risco e, assim, o impacto no orçamento público pode ser minimizado.

Quimbayo, Vega e Marques (2018), utilizaram a abordagem do Movimento de Reversão à média como alternativa à abordagem do Movimento Geométrico Browniano, mais comum na literatura, para modelar e estimar o tráfego em rodovias. Essa abordagem foi aplicada em uma concessão rodoviária na Colômbia, que continha Garantias Mínimas de Receita. Seus resultados mostraram que a incorporação dessas garantias gerou um bom retorno resultado para o investidor privado, enquanto o governo pode assumir os custos do risco de tráfego sem comprometer seu orçamento.

Kim, Cho e Yook (2019), examinaram o efeito das condições de exercício sobre o valor de Garantia de Receita Mínima e o limite máximo de tráfego por meio de um projeto de PPP ferroviário urbano na República da Coreia. Por meio da análise das Opções Reais, concluíram que a opção MRG poderia reduzir o encargo financeiro esperado para o governo, o que pode eventualmente contribuir para a sustentabilidade dos programas de PPP.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Modelagem Do Tráfego

Um dos processos estocásticos mais comuns e amplamente utilizados é o Movimento Geométrico Browniano (MGB) (BRANDAO; SARAIVA, 2008). Assume-se que o tráfego e as receitas variarão estocasticamente ao longo do tempo por meio do MGB. A equação estocástica para uma variável de tráfego  $X$ , que varia ao longo do tempo em um processo de MGB, pode ser definida pela seguinte equação estocástica:

$$dX = \alpha X dt + \sigma X dz$$

onde:  $dX$  → variação incremental no tráfego;  $\alpha$  → taxa de crescimento no tráfego;  $dt$  → variação de tempo;  $\sigma$  → volatilidade do tráfego;  $dz = \varepsilon\sqrt{\Delta t}$ , com  $\varepsilon \sim N(0,1)$  → processo padrão de Wiener.

Assim, a modelagem de tráfego pode ser discretamente modelada em períodos anuais como uma função exponencial:

$$X_{t+1} = X_t e^{\left(\alpha - \frac{\sigma^2}{2}\right)\Delta t + \sigma\varepsilon\sqrt{\Delta t}}$$

Considerando uma garantia contratual na qual o governo é obrigado a compensar a concessionária sempre que o nível de tráfego caia abaixo de um mínimo previamente estabelecido em determinado ano e definindo  $X_{min}$  como o tráfego mínimo garantido pelo governo naquele

ano, o tráfego resultante para a concessionária no ano  $t$  é  $X_C(t) = \max(X_t, X_{min_t})$ , enquanto a garantia de tráfego  $G(t)$  no ano  $t$  é  $X_G(t) = \max(0, X_{min_t} - X_t)$ .

A medida neutra ao risco é usada para precificar as garantias do projeto e, para isso, o prêmio de risco  $\lambda_\sigma$  é subtraído da taxa de retorno esperada do ativo subjacente. Então, o processo neutro ao risco de tráfego encontrado é a função exponencial:

$$X_{t+1} = X_t e^{(\alpha - \lambda_\sigma - \frac{\sigma^2 X}{2})\Delta t + \sigma \varepsilon \sqrt{\Delta t}}$$

### 3.2 Cálculo das Garantias Governamentais

O valor das garantias governamentais pode ser modelado como uma série de opções europeias independentes com vencimentos anuais e o valor das opções de garantia é determinado por uma simulação de Monte Carlo do nível de tráfego estocástico.

O governo garante a demanda mínima de tráfego ( $D_{min}$ ), que será garantido quando a demanda do tráfego ( $D$ ) for menor que esse nível. Por outro lado, se a demanda do tráfego ( $D$ ) for maior que o limite máximo de tráfego ( $D_{max}$ ), o governo reterá todo o tráfego que exceder esse limite. Portanto, as opções de garantia serão exercidas para cada ano de acordo com a **Tabela 1**, na qual o valor da opção será 0 (zero) quando não atender à condição imposta.

**Tabela 1: Valor das opções no ano  $t$**

CONDIÇÃO	OPÇÃO
$D_t \geq D_{max_t}$	$CALL_t = D_t - D_{max_t}$
$D_{max_t} > TRAFF_{real} \geq D_{min_t}$	0
$D_t < D_{min_t}$	$PUT_t = D_{min_t} - D_t$

Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Dessa forma, o governo garantirá ao longo de T anos o tráfego dado por:

$$Demanda\ M\acute{in}ima\ Garantida = \sum_{i=1}^T PUT_i$$

Por outro lado, o governo poderá reter ao longo de T anos o tráfego dado por:

$$Excesso\ de\ Demanda = \sum_{i=1}^T CALL_i$$

## 4 APLICAÇÃO NUMÉRICA

### 4.1 A Rodovia de Integração do Sul

Analizamos a viabilidade econômico-financeira da concessão de uma concessão rodoviária por meio do uso das Garantia Mínima de Tráfego e dos Limites Máximos de Tráfego. Para isto, utilizamos os dados da concessão do lote rodoviário denominado “Rodovia de Integração do Sul – RIS”, que compreende trechos das Rodovias BR-101/290/386/448 no estado do Rio Grande do Sul. São 7 praças de pedágio distribuídas ao longo do lote em questão, sendo as tarifas aqui calculadas de acordo com Volume Diário Médio Anual "equivalente" (VDMA), ou seja, todas as categorias de veículos e tarifas, respectivas, estão padronizadas para o VDMA-equivalente. Segundo os estudos de Tráfego da Concessão, tem-se um desvio médio de VDMA equivalentes da ordem dos 9% e a taxa real utilizada para descontar para valor presente o Fluxo de Caixa do Projeto foi de 9,2% a.a. (ANTT, 2020).

O leilão do lote rodoviário da Rodovia de Integração do Sul ocorreu em novembro do ano de 2018, cujo vencedor deveria oferecer o menor valor de pedágio, limitado a R\$ 7,24, e o prazo da licitação seria de 30 anos. O Grupo CCR foi o vencedor do leilão, oferecendo o valor de R\$ 4,30. A taxa livre de risco utilizada neste artigo foi de 6,50% a.a., referente a taxa SELIC na data do leilão.

### 4.2 Resultados

Ao realizar as simulações estocásticas, encontramos o valor esperado médio do projeto de R\$ 966 mil com uma probabilidade de 74,7% de  $VPL > 0$ , ou seja, em  $\frac{3}{4}$  das simulações o VPL do projeto será positivo. Apesar desse resultado, há um risco para a companhia de ter o VPL negativo, o que é indesejável. Porém, esse é um risco que a companhia vencedora do leilão permite-se correr.

Analizamos, então, o suporte governamental para mitigação do risco do projeto por meio da garantia mínima de tráfego. O patamar da garantia se refere ao nível permitido de variação do tráfego projetado, sendo observado o impacto dessas garantias no valor do projeto e em relação aos custos do governo, que arcará com esse risco.

A avaliação das garantias do governo foi modelada como uma série de opções europeias, independentes com vencimentos entre 1 e 30 anos, sendo o valor das opções de garantia determinada por uma simulação de Monte Carlo do nível de tráfego estocástico. A opção será exercida sempre que a demanda de tráfego ficar abaixo do mínimo estabelecido.

Observa-se que quanto menor for o patamar mínimo permitido de variação no tráfego, maior será o VPL médio do projeto e as possibilidades do VPL ser positivo. Por outro lado, o valor da demanda mínima garantida reduz com o aumento do patamar das garantias. Se por um lado, a companhia deseja um menor patamar das garantias para reduzir seu risco, por outro, não é desejável ao governo um patamar tão baixo na medida em que essas garantias geram passivos. Pode-se observar na **Tabela 2** o impacto das garantias mínimas de tráfego no VPL médio do Projeto e no valor do Passivo médio e máximo gerado para o governo.

Apesar das garantias mínimas serem interessantes para a mitigação de risco do projeto, elas geram um risco maior para o governo que contará com um passivo proporcional ao limite

dessas garantias. Para reduzir esse passivo, pode-se inserir o Limite Máximo de Tráfego que implicará num patamar a partir do qual os recursos em excesso do projeto serão retidos pelo governo com objetivo de compensar o impacto das garantias mínimas.

**Tabela 2: Impacto das garantias mínimas de tráfego no projeto**

Patamar das Garantia	Valor Presente Líquido		Demanda Mínima Garantida	
	Média (R\$)	VPL > 0	Média (R\$)	Máxima (R\$)
<b>10%</b>	1.457.847	100,0%	477.634	2.919.043
<b>20%</b>	1.255.980	100,0%	278.379	2.181.497
<b>30%</b>	1.119.358	84,0%	144.206	1.768.458
<b>40%</b>	1.031.389	77,4%	64.725	1.315.523
<b>50%</b>	991.964	75,2%	23.686	859.006

Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

A avaliação do limite máximo foi modelada de forma parecida com as garantias mínimas, alterando apenas que a opção será exercida sempre que a demanda de tráfego ficar acima do máximo estabelecido.

Observa-se que quanto maior for o limite máximo permitido de variação no tráfego, maior será o VPL médio do projeto. Por outro lado, o valor do excesso de demanda reduz com o aumento do patamar das garantias. Já as possibilidades do VPL ser positivo não se alteram porque dependem apenas das garantias mínimas.

Se por um lado, a companhia deseja um maior limite das garantias para aumentar seu ganho, por outro, não é desejável ao governo um limite tão alto que não compense os passivos gerados pelas garantias mínimas de tráfego. Pode-se observar na **Tabela 3** o impacto dos limites máximos de tráfego no VPL médio do Projeto e no valor médio e máximo das receitas geradas para o governo.

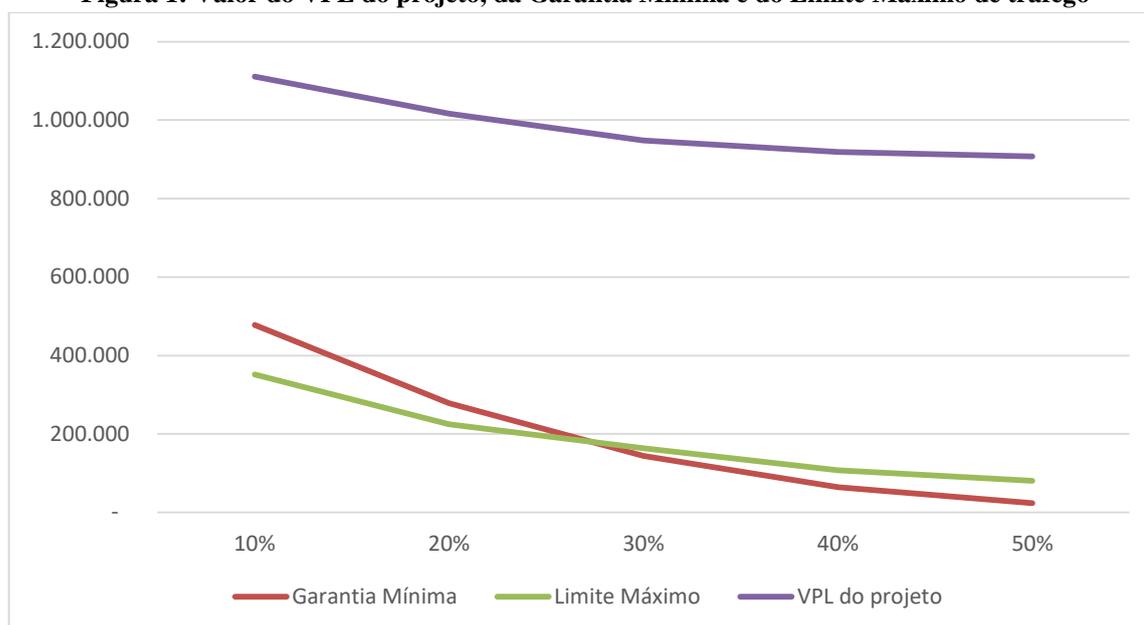
O patamar ideal das garantias mínimas e do limite máximo é aquele em que consigamos reduzir o risco do projeto para a companhia vencedora e que esses valores se compensem de forma a não trazer prejuízos para o governo. Conforme, observamos a **Figura 1**, esse valor fica em torno dos 30%, ou seja, a companhia vencedora do leilão terá uma variação de 30% em relação ao tráfego projetado. Este patamar reduz o risco de todos envolvidos no projeto, apesar de reduzir o VPL médio do projeto.

Caso sejam utilizados a garantia mínima e o limite máximo de 30% em relação ao tráfego, o VPL médio do projeto será de R\$ 948 mil, que é pouco inferior ao VPL do projeto sem a interferência governamental no tráfego, porém teremos a probabilidade de 84,2% do VPL > 0, que é significativamente superior aos 74,7% iniciais.

**Tabela 3: Impacto dos limites máximos de tráfego no projeto**

Patamar das Garantias	Valor Presente Líquido		Excesso de Demanda	
	Média (R\$)	VPL > 0	Média (R\$)	Máxima (R\$)
10%	1.111.410	100,0%	351.785	8.250.513
20%	1.016.867	100,0%	224.550	6.256.443
30%	948.568	84,2%	163.350	6.924.011
40%	919.172	77,2%	107.454	6.241.250
50%	907.486	75,2%	80.633	7.824.416

Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

**Figura 1: Valor do VPL do projeto, da Garantia Mínima e do Limite Máximo de tráfego**

Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Ao analisar diferentes tipos de tarifas de pedágio aplicando-se as garantias mínimas com o limite máximo de tráfego, observamos que a tarifa poderia ser menor, mantendo o projeto viável e mantendo o patamar de risco compatível com o aceitado pela CCR, ou seja, a mesma probabilidade de ter o VPL positivo.

Observando a **Tabela 4**, notamos que se a tarifa proposta fosse de R\$ 4,10 teremos a probabilidade de 75,3% do VPL > 0, que é superior aos 74,7% iniciais. Apesar da redução do risco e do VPL médio, que se reduziria para R\$ 713 mil, o projeto ainda seria viável e seria bem mais interessante a partir das perspectivas governamentais, que desejava a menor tarifa possível.

**Tabela 4: Análise da sensibilidade das tarifas**

TARIFAS (R\$)	Valor Presente Líquido	
	Média (R\$)	VPL > 0
<b>4,30</b>	948.568	84,2%
<b>4,20</b>	871.805	79,1%
<b>4,10</b>	713.296	75,3%
<b>4,00</b>	598.465	69,3%
<b>3,90</b>	489.100	65,0%

Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

## 5 CONCLUSÃO

Neste estudo foi aplicado um modelo de Opções Reais de Garantia Mínima de Tráfego para avaliar o valor garantias governamentais e, um segundo modelo, combinando com Limite Máximo de Tráfego, como uma alternativa para limitar a exposição do governo. A relevância deste estudo se deve ao fato de que nos últimos anos diversos projetos de infraestrutura em todas as esferas da administração pública brasileira foram licitados com esses tipos de cláusulas de garantia, o que impacta tanto o risco quanto o retorno destes projetos.

A aplicação desses modelos se deu por meio da análise da concessão do lote rodoviário denominado “Rodovia de Integração do Sul – RIS”, cujo prazo é de 30 anos e compreende 7 praças de pedágio distribuídas ao longo do lote rodoviário em questão.

Observamos que diferentes níveis de suporte governamental afetam o risco do projeto e seu valor. Ao inserirmos as garantias mínimas de tráfego, o projeto teve seu risco reduzido na medida em que o governo passou a assumi-lo. Já ao inserirmos o limite máximo de tráfegos, notamos que a determinado nível, conseguimos reduzir o risco do projeto para o investidor privado e para o governo.

Outra importante conclusão foi a que o valor da tarifa do pedágio proposto poderia ser inferior e o projeto ainda seria viável, o que seria bem mais interessante a partir das perspectivas governamentais, o qual desejava a menor tarifa possível.

É importante que os governos compartilhem parte do risco do projeto fornecendo garantias, trazendo um valor agregado ao projeto, que não pode ser valorizado pela metodologia tradicional. Para isto, a teoria das opções reais oferece uma abordagem para a avaliação de investimentos em ativos reais considerando a flexibilidade gerencial dos projetos.

A pesquisa possui algumas limitações de precisão por utilizar de dados estimados no Edital de Concessão, cujos valores devem sofrer alterações com a entrada de operação dos pedágios.

Vislumbrando pesquisas futuras, sugere-se que os modelos possam ser estendidos a fim de abranger outros riscos além do risco de tráfego, de forma a trazer maior aleatoriedade e incerteza em torno de mais variáveis exógenas.

## 6 REFERÊNCIAS

- ALMASSI, A.; MCCABE, B.; THOMPSON, M. Real Options–Based Approach for Valuation of Government Guarantees in Public–Private Partnerships. *Journal of Infrastructure Systems*, v. 19, n. 2, p. 196-204, 2013.
- AMRAM, M.; KULATILAKA, N. *Real Options – Managing Strategic Investment in an Uncertain World*. Boston: Harvard Business School Press, 1999.
- ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres. *Edital de Concessão nº 01/2018*. Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.antt.gov.br/web/guest/edital-de-concessao-01-2018>. Acesso em: 15 ago. 2020.
- ASAO, K.; MIYAMOTO, T.; KATO, H.; DIAZ, C. E. D. Comparison of revenue guarantee programs in build-operation-transfer projects. *Built Environment Project and Asset Management*, v. 3, n. 2, p. 214-227, 2013.
- BLACK, F.; SCHOLES, M. The Pricing of Options and Corporate Liabilities. *The Journal of Political Economy*, v. 81, n. 3, p. 637-654, 1973.
- BLANK, F. F.; SAMANEZ, C. P.; BAIDYA, T. K. N.; DIAS, M. A. G. Economic valuation of a toll road concession with traffic guarantees and the abandonment option. *Production*, v. 26, n. 1, p. 39-53, 2016.
- BRANDÃO, L. E.; BASTIAN-PINTO, C.; GOMES, L. L.; LABES, M. Government Supports in PPP Contracts: The Case of the Metro Line 4 of the São Paulo Subway System. *Journal of Infrastructure Systems*, v. 18, n. 3, p. 218-225, 2012.
- BRANDAO, L. E. T.; SARAIVA, E. The option value of government guarantees in infrastructure projects. *Construction Management and Economics*, v. 26, n. 11, p. 1171-1180, 2008.
- BUYUKYORAN, F.; GUNDES, S. Optimized real options-based approach for government guarantees in PPP toll road projects. *Construction Management and Economics*, v. 36, n. 4, p. 203-216, 2018.
- CABERO COLÍN, F.; SÁNCHEZ SOLIÑO, A.; LARA GALERA, A. L. Default and abandonment option in motorway concessions. *Journal of Infrastructure Systems*, v. 23, n. 1, p. 04016022, 2017.
- CARBONARA, N.; COSTANTINO, N.; PELLEGRINO, R. Revenue guarantee in public-private partnerships: a fair risk allocation model. *Construction Management and Economics*, v. 32, n. 4, p. 403-415, 2014.
- CARBONARA, N.; PELLEGRINO, R. Revenue guarantee in public–private partnerships: a win–win model. *Construction Management and Economics*, v. 36, n. 10, p. 584-598, 2018.
- CHEAH, C. Y. J.; LIU, J. Valuing governmental support in infrastructure projects as real options using Monte Carlo simulation. *Construction Management and Economics*, v. 24, n. 5, p. 545-554, 2006.

COPELAND, T.; ANTIKAROV, V. *Real Options*. New York: Texere, 2001.

DIXIT, A. K.; PINDYCK, R. S. *Investment under Uncertainty*. Princeton: Princeton University Press, 1994.

GALERA, A. L. L.; SOLIÑO, A. S. A Real Options Approach for the Valuation of Highway Concessions. *Transportation Science*, v. 44, n. 3, p. 416-427, 2010.

HAWAS, F.; CIFUENTES, A. Valuation of projects with minimum revenue guarantees: A Gaussian copula-based simulation approach. *The Engineering Economist*, v. 62, n. 1, p. 90-102, 2016.

HUANG, Y. L.; CHOU, S. P. Valuation of the minimum revenue guarantee and the option to abandon in BOT infrastructure projects. *Construction Management and Economics*, v. 24, n. 4, p. 379-389, 2006.

KIM, K.; CHO, H.; YOON, D. Financing for a Sustainable PPP Development: Valuation of the Contractual Rights under Exercise Conditions for an Urban Railway PPP Project in Korea. *Sustainability*, v. 11, n. 6, 2019.

MARTINS, J.; MARQUES, R. C.; CRUZ, C. O. Real Options in Infrastructure: Revisiting the Literature. *Journal of Infrastructure Systems*, v. 21, n. 1, 2015.

MERTON, R. C. Theory of Rational Option Pricing. *The Bell Journal of Economics and Management Science*, v. 4, n. 1, p. 141-183, 1973.

MYERS, S. Determinants of Corporate Borrowing. *Journal of Financial Economics*, v. 5, n. 2, p. 147-175, 1977.

PELLEGRINO, R.; CARBONARA, N.; COSTANTINO, N. Public guarantees for mitigating interest rate risk in PPP projects. *Built Environment Project and Asset Management*, v. 9, n. 2, p. 248-261, 2019.

POWER, G. J.; BURRIS, M.; VADALI, S.; VEDENOV, D. Valuation of strategic options in public-private partnerships. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, v. 90, p. 50-68, 2016.

QUIMBAYO, C. A. Z.; VEGA, C. A. M.; MARQUES, N. L. Minimum revenue guarantees valuation in PPP projects under a mean reverting process. *Construction Management and Economics*, v. 37, n. 3, p. 121-138, 2018.

RAKIĆ, B.; RAĐENović, T. Real options methodology in public-private partnership projects valuation. *Economic annals*, v. 59, n. 200, p. 91-113, 2014.

TRIGEORGIS, L. *Real options in capital investment: models, strategies, and applications*. Greenwood Publishing Group, 1995.

## SOBRE OS AUTORES

### Rodrigo Lopes Sant'Anna

Graduação em Matemática na Universidade Federal Fluminense (UFF). Mestrado em Engenharia de Produção na Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE / UFRJ). Doutorando em Administração na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio). E-mail: rodrigo.lopes@phd.iag.puc-rio.br.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8956406538059705>

#### Como citar este artigo

SANT'ANNA, Rodrigo Lopes. Avaliação das Garantias Governamentais em Projetos de Concessão Rodoviária. **Revista de Administração da Universidade Estadual de Goiás (RAUEG)**. Anápolis, v. 11, n. 2, p. 77-90, maio/ago. 2020. Disponível em: link do artigo. Acesso em: dd mês ano (Ex.: 23 out. 2020).

Recebido em: 15/06/2020.

Aprovado em: 11/08/2020.

Sistema de Avaliação: Double Blind Review.

Editor Científico: Eliseu Vieira Machado Jr.