

Abordagem de Opções Reais em Investimentos no Armazém do Porto de Santarém (PA) – Brasil**Real Options Approach to Investments at the Port of Santarém (PA) - Brazil**

DOI:10.34117/bjdv6n9-057

Recebimento dos originais: 08/08/2020

Aceitação para publicação: 03/09/2020

João Carlos Félix Souza

Doutor em Economia

Departamento de Engenharia de Produção FT/UnB
Programa de Pós-graduação em Computação Aplicada – PPCA/UnB
Faculdade de Tecnologia Campus Darcy Ribeiro Asa Norte/UnB
Brasília (DF)
E-mail: joca.fs@uol.com.br

João Gabriel de Moraes Souza

Doutor em Finanças

Departamento de Administração FACECAC/UnB
Faculdade de Ciências Econômicas, Administração e Contabilidade Campus Darcy Ribeiro Asa Norte/UnB
Brasília (DF)
E-mail: joaogabrielsouza@yahoo.com.br

RESUMO

O governo brasileiro concedeu à iniciativa privada portos e terminais portuários que se comprometeram a pagar o aluguel. Este estudo avalia um empreendimento de armazenagem de soja em terminal portuário com Valor Presente Líquido (VPL) positivo, que pode se tornar mais lucrativo se realizado numa data futura. A questão central é saber qual o momento certo para exercer uma opção de investimento e para resolver isto torna-se necessário conhecer o impacto da incerteza no valor da opção de investir. O modelo utilizado é de Opções Reais (OR). Desta forma, os resultados apresentam maior precisão ao considerar as incertezas ou volatilidade do mercado de soja. Mesmo com VPL original positivo, a expansão a partir do ano 17 trás melhores resultados. Da mesma forma, a avaliação com o VPL em OR indica a vantagem de permanecer no investimento.

Palavras Chave: VPL, Opções Reais, terminal portuário.**ABSTRACT**

The Brazilian government will be granted to private companies ports and port terminals that commit to pay rent. This study evaluates a soybean storage project in a port terminal with positive Net Present Value (NPV), which can become more profitable if carried out at a future date. The central question is to know what the right time to carry out an investment option, and to resolve this becomes necessary to know the impact of the uncertainty in the value of the option to invest. The model used is of Real Options (OR). In this way, the results have a higher accuracy when considering the uncertainties or market volatility. Even with original positive NPV the expansion from the 17 year behind better results. Similarly, the evaluation with the NPV in OR indicates the advantage of availability for investment.

Keywords: NPV, Real Options, port terminal.

1 INTRODUÇÃO

Desde os anos 90 que a literatura teórica e empírica se debruça, com interesse renovado, sobre o impacto das infraestruturas públicas no crescimento e desenvolvimento econômico dos países. Mais recentemente, autores como Romp e Haan (2007), Straub (2011), Bom e Ligthart (2014) produziram sínteses incontornáveis da vasta literatura teórico-empírica já existente sobre o tema em análise. (Zumbire, 2015).

A maior parte dos estudos explora a relação entre investimentos públicos e crescimento econômico encontram efeitos positivos significativos (Servén, 2007). Estudos como os de Candido (2006) e Ferreira (1996) que, a partir de estimações com séries históricas anuais dos investimentos públicos, identificam uma relação de longo prazo positiva e estável entre produto e investimento público ou infraestrutura. (Orair & Siqueira, 2018).

O impacto econômico do investimento público em infraestruturas tem sido, no Brasil, centro de debates. Isto porque os investimentos criam grandes externalidades positivas para a sociedade. Assim, é natural encontrar países que concentram seu desenvolvimento em projetos públicos de infraestrutura. No entanto, mesmo considerando seus possíveis riscos, faz-se mister modelá-los constantemente (Palmeira et. al, 2020).

Porém, para viabilizar a entrada do ente privado, neste tipo de projeto, deve ser considerada a mitigação de riscos avaliando o momento ideal do investimento (Brandão, Gomes, Bastian-Pinto & Labes, 2012). Assim espera-se que o fluxo de caixa do projeto seja satisfatório para permitir um retorno adequado aos investidores.

Tal qual as opções financeiras, o valor de uma oportunidade de investimento resulta, em parte, das incertezas ligadas ao valor futuro. Portanto a questão central, segundo Dixit e Pindyck (1995) é saber qual o momento certo para exercer uma opção de investimento. Para resolver esta questão torna-se necessário conhecer o impacto da incerteza no valor da opção de investir. Segundo Zhao e Tseng (2003) a flexibilidade torna-se um fator primordial nesta decisão. Pindyck (1991) aborda a problemática do momento ótimo e do valor de oportunidade de investimento usando os princípios de avaliação de opções.

McGahan (1993), avalia o momento ótimo num investimento com incerteza acerca da procura de um novo produto no mercado. Ingersoll e Ross (1992) e Ross (1995) estudaram o impacto da incerteza sobre as taxas de juros na decisão de investir. Na mesma linha Pindyck (1991), Dixit e Pindyck (1995) defendem que um projeto de investimento irreversível é semelhante a uma opção de compra, em virtude do detentor de uma opção de compra ter o direito, mas não a obrigação, em

uma determinada data de pagar o preço de exercício. De forma análoga, o mesmo acontece com uma empresa que detém a oportunidade de investimento, uma vez que ela possui a opção de investir agora ou no futuro, recebendo um ativo o qual tem o valor determinado pelos fluxos de caixa gerados pelo projeto (Godinho & Dias, 2012).

Os investimentos em novas infraestruturas públicas, possuem características particulares, uma vez que exigem um elevado volume de recursos. Por esse motivo sofrem grandes influências quer a nível político, quer a nível de regulamentação. Assim, é normal que projetos desta natureza possam incorporar várias opções (expansão, diferimento, contração ou abandono) as quais podem, de alguma forma, proteger os investidores de possíveis perdas (Copeland & Antikarov, 2000).

A abordagem de Opções Reais (OR) para análise de projetos de Concessões em Parceria Público-Privada (PPP) tem sido bem extensa nos últimos anos conforme relatado em artigo de Brandão e Saraiva (2007), que propõe um modelo de valoração quantitativa de garantias governamentais em PPP. No artigo de Brandão e Saraiva (2007), propõe-se um modelo de opções para determinar o valor das garantias e se estabelece limites tanto para o risco do investidor privado, quanto para o comprometimento financeiro do governo, aplicando o caso em uma concessão de rodovias. Além da modelagem do impacto dos incentivos governamentais os autores analisam, também, a relação custo/benefício para o Estado nos modelos de mitigação de risco.

Smit (2003), em trabalho empírico, avalia investimentos em aeroportos através de Opções Reais. Combina Opções Reais com a teoria dos jogos para captar o valor implícito derivado à mudança de posição da empresa na indústria onde se insere, com aplicação específica de expansão do aeroporto de Amsterdã. A grande contribuição do trabalho de Smit (2003) foi avaliar as oportunidades de crescimento geradas por uma infraestrutura como um jogo de exercícios sequenciais em Teoria dos Jogos, em que considera a influência e o impacto da concorrência num contexto competitivo com outros aeroportos europeus.

Pereira, Rodrigues e Armada, (2006) apresentam um modelo em tempo contínuo orientado, essencialmente, para avaliar a oportunidade de investimento e expansão do aeroporto de Lisboa, que incorpora a incerteza no número de passageiros e no preço da taxa aeroportuária. Adicionalmente, avaliam a melhor oportunidade de realização do projeto.

Tanto o setor rodoviário como o setor ferroviário são, também, setores com grandes investimentos. Rose (1998), Brandão e Saraiva (2007) e Godinho e Dias (2012) são exemplos, de trabalhos para esses setores. Rose (1998) avaliou a concessão de um investimento em infraestruturas rodoviárias considerando à existência de duas opções – opção de compra antecipada e a opção de diferimento do pagamento das *fees* (comissões/honorários) - que interagem entre si. Brandão e Saraiva (2007) recorreram às Opções Reais para avaliar um projeto de concessão da construção e

exploração de autoestradas no Brasil, tendo por base a metodologia de Copeland e Antikarov (2001). Ainda neste se vê um modelo de opções para determinar o valor das garantias e se estabelece limites, tanto para o risco do investidor privado, quanto para o comprometimento financeiro do governo. Godinho e Dias (2012) utilizam modelo de Monte Carlo para simular duas variáveis estocásticas (crescimento do produto interno bruto e preços de combustível) para aplicação de Opções Reais em infraestrutura viária.

Godinho (2006) confirma a preferência e consistência na utilização do método de Monte Carlo nas aplicações de Opções Reais. O trabalho utiliza a metodologia para simular o comportamento das variáveis de incerteza. Também em PPP, Brandão *et al.* (2012) utilizam Opções Reais para modelar o impacto dos incentivos do governo, sobre o valor do projeto, no contrato de concessão de construção e expansão do metrô linha 4 no estado de São Paulo. A análise sob esta ótica considera as flexibilidades específicas do projeto em estudo, tornando viável o que antes poderia não ser atrativo ao investidor privado, em função das grandes incertezas existentes sobre a demanda prevista.

Bowe e Lee (2004), desenvolveram trabalhos relativos à rede ferroviária. Eles aplicam a análise numérica binomial para avaliar o projeto de investimento em trens de alta velocidade em Taiwan, com recurso às opções de expansão, redução e diferimento e suas respectivas interações. Por sua vez, Pimentel, Azevedo-Pereira e Couto, (2012) e analisam o processo de tomada de decisão relativa ao momento ótimo para a implementação de trens de alta velocidade em ambiente de incerteza em Portugal.

Decisões de investimento em portos estão, principalmente, relacionadas com estratégias de melhoria de produtividade ou capacidade de expansão levando a maior utilização da capacidade e desempenho financeiro. Lagourdis, Rice e Salminen, (2014) propõem um processo de tomada de decisões de investimentos em infraestrutura de futuros Portos, considerando várias incertezas que podem afetar o retorno do investimento na vida útil do projeto (Souza, Rocha & Souza, 2018). A metodologia foi aplicada sobre a avaliação de expansão de instalações de armazenamento num Porto multiuso. Os resultados mostram que a estratégia de investimento, para um novo armazém com opções flexíveis, é a melhor escolha comparada com estratégias de escala similar.

Rocha e Britto (2012) iniciaram o debate acadêmico sobre o valor do aluguel das novas áreas para a instalação de portos e terminais portuários no Brasil. Para eles, o aluguel é função do valor do imóvel, da taxa anual de crescimento da movimentação de carga no Porto ou no terminal portuário e do retorno exigido pelo governo. Neste contexto, o objetivo do artigo é avaliar, através do modelo de Opções Reais, a viabilidade do projeto e sua expansão conforme a oferta de soja que percorre o porto de Santarém.

2 PORTO DE SANTARÉM (PA)

O Porto de Santarém é administrado pela CDP – Companhia Docas do Pará, através das diretrizes do Plano de Desenvolvimento e Zoneamento – PDZ. A empresa vencedora avaliou a viabilidade do projeto de armazenagem, conforme as exigências da ANTAQ (2009), pelo Valor Presente Líquido (VPL). A possibilidade de expansão do projeto não foi considerada na análise inicial, muito embora tenha condições e espaço de área física para tal. Esta empresa fez todos os levantamentos necessários para o projeto, entretanto houve o cancelamento da licitação. As informações utilizadas neste artigo são provenientes das informações divulgadas em site oficial da ANTAQ (2009).

O terminal, inicialmente, continha uma capacidade de armazenamento total de 95.000 toneladas e será realizado por 4 silos com capacidade estática de 10.000 toneladas cada um e por um armazém com 55.000 toneladas.

No entanto, a capacidade dinâmica do terminal é condicionada de acordo com o número de “giros” realizados pelo terminal. Um ciclo de dez dias no ano (36 giros anuais) é considerado como um número próximo do limite de operação em terminais graneleiros portuários, pois ocorre renovação da carga armazenada em períodos curtos (ANTAQ, 2009), e a realidade condicionada ao comportamento das safras, mercado e transporte obedece ao cenário exposto no mesmo documento.

Portanto, com uma capacidade estática de 95.000 toneladas e 36 giros anuais, indica uma capacidade dinâmica (movimentação com 95.000×36) de 3.420.000 toneladas anuais. A área deste mesmo terminal tem capacidade de expansão de mais um armazém com capacidade estática de 55.000 toneladas ou total de $(95.000 + 55000)$ 150.000 toneladas. Desta maneira, conseqüentemente, pode se expandir a capacidade dinâmica para (150.000×36) 5.400.000 toneladas ano.

3 METODOLOGIA

Para o empreendimento no novo porto ou terminal portuário com VPL negativo ou positivo, tem-se a perspectiva de aumentar, consideravelmente o valor presente líquido, conforme o investimento de expansão avaliado na época atual. Este empreendimento pode se tornar lucrativo se realizado numa data futura conhecida, visto que as condições de Mercado de exportação de soja podem se alterar favoravelmente.

Este artigo, com uma visão de desenvolvimento de investimento em infraestrutura portuária, analisa, com a utilização de Opções Reais, com a aplicação do modelo de Black & Scholes, o momento ideal de instalação e expansão de duas áreas vizinhas para concessão portuária em Santarém (Estado do Pará). A variável de incerteza analisada e flexibilizada, pelo método de Black

& Scholes, é a oferta de soja que transita pelo porto. Respeita-se, neste caso, o limite máximo de produção de soja aceita pela capacidade de armazenamento e “giros” das áreas licitadas. Supõe-se que a opção de expansão apresenta-se dezesseis anos após a assinatura do contrato (no ano 17) entre a administração do porto e o vencedor da licitação.

3.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As opções têm sido negociadas há séculos, mas a negociação formal das opções em bolsas difundiu-se somente após Black e Scholes (1973) e Merton (1973) apresentaram um modelo contundente de precificação de opções europeias. Alguns autores como Cox, Ross e Rubinstein (1979) propuseram um modelo baseado em árvores de decisão para apurar o valor das opções.

Basicamente, há no mercado opções de compra (*call*) e venda (*put*). As opções de compra dão o direito ao seu portador de comprar o ativo-objeto, mas não a obrigação de comprá-lo, em certa data ou até certa data. As opções de venda dão ao seu portador o direito de vender o ativo-objeto, mas nunca a obrigação de vendê-lo, em certa data ou a qualquer data até o vencimento.

O preço acertado de compra ou de venda do ativo-objeto é denominado preço de exercício, ou *strike price*. As opções podem ser europeias ou americanas. As opções europeias são exercidas (ato de exercer o direito de comprar ou vender o ativo-objeto) somente na data de seu vencimento e as americanas a qualquer época até o vencimento.

O valor de uma opção financeira ou real é afetado pelos seguintes fatores: valor do ativo-objeto, preço de exercício, tempo até o vencimento, volatilidade do retorno do ativo-objeto e taxa livre de risco. Se o ativo-objeto distribui dividendos até a data de vencimento da opção, então, o seu valor é também impactado.

Usualmente, na ótica dos investimentos corporativos, as Opções Reais são ficticiamente emitidas, embora tenham valor na prática. No caso de concessões públicas, a opção pode ser verdadeiramente emitida pelo governo e o comprador da opção é o agente interessado em desenvolver no futuro a concessão.

A opção real de “esperar para investir”, no caso de uma concessão, pode ou não ter valor na época da licitação. Caso na época da licitação o VPL da concessão for positivo, então, o valor da opção de esperar será zero. No entanto, se na época da licitação o VPL da concessão for negativo, mas se houver potencial para se tornar positivo, então, o valor da opção de esperar será positivo. É interessante considerar o valor presente líquido de um projeto de investimento em ativo real com a presença de Opções Reais, conforme a Equação (1):

$$VPL_{COR} = VPL_{SOR} + VOR \quad (1)$$

Em que: VPL_{COR} é o valor presente líquido do empreendimento com Opções Reais.
 VPL_{SOR} é o valor presente líquido do empreendimento sem Opções Reais.
 VOR é o valor da opção real.

Um contrato derivativo é um contrato cujo preço deriva de um ativo subjacente. Portanto, um contrato de opção é um derivativo. Este, dá o direito (mas não a obrigação) a uma das partes interessadas (que pagou por esse direito à outra parte interessada) de comprar (ou vender) um ativo por um preço especificado em uma data futura (chamado preço de exercício) até o vencimento (data a partir da qual a opção não pode mais ser exercida).

Os contratos de opções podem ser caracterizados pelo tipo de operações e, nesse caso, os tipos mais simples são: opções de compra (*call*) é uma opção para comprar um ativo especificado (ativo objeto) a um preço fixo; opção de venda (*put*) é uma opção para vender um ativo especificado (ativo objeto) a um preço fixo.

Contratos de opções também podem ser caracterizados pela especificação do período de exercício e, nesse caso, os tipos mais comuns são: opção Europeia é um contrato de opção que só pode ser exercido em apenas uma data fixa específica no future; opção Americana é um contrato de opção que pode ser exercido em qualquer instante até a data de vencimento.

Desta forma, o que se pretende saber quanto se deve pagar hoje por um contrato de opção para ter direito à compra, Equação (2), ou venda, Equação (3), de um ativo que vale hoje S , numa data futura, por um preço X . Sabe-se que uma opção de compra numa determinada data t tem valor dado por:

$$C_t = \max (S_t - X; 0) \quad (2)$$

e uma opção de venda numa determinada data t tem valor dado por

$$P_t = \max (X - S_t; 0) \quad (3)$$

para C_t é o preço de uma opção de compra no instante t , P_t é o preço de uma opção de venda no instante t , X é o preço de exercício e S_t é o preço do ativo no instante t .

O modelo *Black-Scholes-Merton* assume que a opção só pode ser exercida numa data pré-estabelecida. Portanto, utiliza-se o valor de opções europeias. As Equações (4), (5) e (6) para uma opção de compra, *call*, são representadas por:

$$C_0 = S_0 N(d_1) - Xe^{-R_f \tau} N(d_2) \quad (4)$$

Sendo que d_1 e d_2 são dados pelas seguintes expressões, respectivamente:

$$d_1 = \frac{\ln(S_0 / X) + (R_f + 0,5\sigma^2) \times \tau}{\sigma\sqrt{\tau}} \quad (5)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{\tau} \quad (6)$$

A variável $N(\cdot)$ representa a função normal acumulada cujo valor é tabelado e de fácil apuração em livros de Estatística e Probabilidade, por exemplo. C_0 é o valor da opção de compra. As outras variáveis do modelo estão especificadas na Tabela 1:

TABELA 1: Simbologia das variáveis do modelo *Black-Scholes-Merton*

Variável	Símbolo
Preço corrente da ação ou do ativo objeto (ativo subjacente)	S_0
Preço de exercício da opção	X
Tempo até o exercício da opção	τ
Desvio-padrão do retorno da ação	σ
Taxa de juros livre de risco ao longo da vida da opção	r_f

Fonte: Autores

Na falta de conhecimento de alguns parâmetros ou variáveis pode-se usar Simulação Monte Carlo para estimativa e cálculo aproximado destes valores (Cheah & Liu, 2006; Godinho, 2006). A fórmula da paridade *call-put* permite calcular o valor de uma opção de venda europeia a partir do cálculo da *call* de *Black-Scholes-Merton*. Vaughn (2015) e Souza *et. al* (2018) analisam a utilização da opção real para projetos com fluxos de caixa que estão sujeitos a uma restrição de capacidade. Os fluxos de caixa já não refletem a demanda, mas em vez disso, refletem a restrição da capacidade produtiva. Nestes casos, os fluxos de caixa aumentam ou diminuem até atingir o limite de sua capacidade de produção.

A análise por Opção Real pode fornecer uma medida mais precisa ao valor do projeto do que a tradicional análise de valor presente líquido. O artigo de Vaughn (2015) explica como desagregar

o fluxo de caixa de capacidade limitada para utilizar a análise de opção real, desta forma descreve com detalhes a metodologia de avaliação. Segundo o autor são estimados valores do fluxo de caixa sem restrição e com restrição (Opção Real). Posteriormente, combina-se esses dois valores e fornece uma estimativa para o valor restrito. Este cálculo deve ser feito para cada período do projeto que é afetado pela sua restrição de capacidade.

O modelo *Black-Scholes-Merton* pode ser usado para apurar o valor da opção de espera, uma vez que se trata de uma opção europeia de adiar, com data fixa de exercício. No caso do modelo Black-Scholes-Merton requer cinco entradas (parâmetros): a taxa livre de risco; o tempo até a data de expiração da opção; o preço de exercício; o preço corrente da ação (ativo-objeto) e a variância da taxa de retorno da ação.

4 RESULTADOS

A taxa livre de risco adotada é a taxa aplicada pela ANTAQ (2009) como custo de capital dos investimentos portuários, igual a 8,3% ao ano. Esta taxa corresponde ao mesmo valor do WACC (*Weighted Average Capital Cost*) aplicado para o cálculo do VPL original do modelo no valor de \$ 25.014,11 mil com a demanda estimada a partir do ano 17 de 3.400.000 toneladas.

A empresa vencedora deve decidir se vai ou não empreender dentro de 16 anos, de modo que ela tem este período até a opção expirar. Por condições operacionais de capacidade de armazenamento ela só pode iniciar e exercer a opção de expansão no ano 16. O investimento de expansão do empreendimento é de \$ 20.304,6 mil (no ano 16), equivalente ao preço de exercício para uma demanda de 5.400.000 toneladas (2.000.000 toneladas de expansão). O preço corrente da ação (ativo-objeto) é aproximado pelo valor presente dos fluxos de caixa esperados no futuro do empreendimento, avaliado no ano 16, em \$ 25.223,44 mil (a taxa de desconto é a mesma da taxa livre de risco).

A variância do retorno esperado do empreendimento é usada para representar a variância da taxa de retorno da ação no modelo Black-Scholes-Merton, presumida ser igual a 0,0144 ao ano (ou 12% ao ano de desvio-padrão). O cálculo desta variância foi decorrente da variação da produção de soja de Mato Grosso, Rondônia e Pará que, potencialmente, pode ser canalizada para o Porto de Santarém no período de 2005 a 2017. Os parâmetros calculados do modelo Black-Scholes-Merton e os seus respectivos valores estão resumidos abaixo:

TABELA 2. Simulação (resumo dos valores do modelo Black-Scholes-Merton)

r_F	Taxa livre de risco	= 8,3% ao ano
τ	Tempo em anos até a expiração da opção	= 17 anos
X	Custo de implantação do empreendimento	= \$ 20.304,60 mil
S_0	Valor corrente do empreendimento	= \$ 25.223,44 mil
σ^2	Variância do retorno do projeto	= 0,0144
d_1		= 0,6642
d_2		= 0,2032
$N(d_1)$		= 0,7467
$N(d_2)$		= 0,5805

Fonte: Autores

Os parâmetros d_1 e d_2 foram calculados com a ajuda das Equações (5) e (6) e a partir dos valores das variáveis do modelo. Já os parâmetros $N(d_1)$ e $N(d_2)$ representam a probabilidade de uma variável aleatória, cuja a distribuição é normal padronizada $N(0;1)$, ser menor ou igual a d_1 para $N(d_1)$ e d_2 para $N(d_2)$.

Para apurar o valor da opção real aplica-se a Equação (4). O valor atual da espera para expansão do porto ou terminal portuário no ano de 17 é de \$ 7.986,34 mil. Recorda-se que o período atual é zero (0). O empreendimento tem valor presente líquido de \$ 25.014,11 mil em zero (0), logo, o valor líquido do investimento com expansão é de \$ 33.000,45 mil (\$ 25.014,11 mil mais \$ 7.986,34 mil).

Reconhece-se que o empreendimento tem VPL positivo, mas ele pode ser licitado para que tenha expansão a partir do ano 17, quando se espera que as condições de demanda melhorem e gerem maiores resultados.

5 CONCLUSÕES

Com o modelo de Opções Reais os resultados apresentam maior precisão, visto que se considera a incerteza ou volatilidade do mercado de soja na região que o terminal absorve.

Muito embora o empreendimento de estudo tenha VPL original positivo, um processo de licitação com expansão a partir do ano 17, traria melhores condições de demanda e geraria resultados maiores e mais consistentes, aumentando a probabilidade de ganhos. Em vista disso, as receitas estimadas tornam-se mais atraentes à opção de investimento.

Destaca-se, comparativamente ao período considerado, que a produção de soja no MT, principal produtor e exportador ainda nesta época, cresceu de 18.960 mil toneladas para 30.500 mil toneladas. Isto extrapola o mínimo necessário para o valor máximo do VPL estimado na simulação com OR. Portanto, é fundamental este conhecimento do modelo para o investidor avaliar a viabilidade do empreendimento de expansão quando for necessário.

Fator importante, neste caso, trata-se do WACC (8.30% a.a. - taxa de desconto). O investidor demanda ao governo, que faz a concessão, uma maior taxa de desconto. Esta taxa passa a ser o ganho do investidor. Por outro lado, diminuir o valor de outorga cresce a rentabilidade do empreendedor, visto que o valor de outorga corresponde a remuneração máxima do governo estimada no projeto. Isto é, o valor de outorga é calculado após retirado todos os impostos e taxas posteriores ao cálculo do VPL. O Governo (concessionário) cobra o valor de outorga no resultado do VPL tradicional (mais impostos e taxas) desconsiderando, portanto, os cálculos de Opções Reais. Desta maneira, a avaliação com o VPL em OR indica a vantagem (ou desvantagem) de permanecer no investimento e estima um ganho (ou perda) real do investidor. Como o VPL com OR supera o VPL tradicional, no caso deste artigo em questão, torna-se ganho do investidor a diferença estimada a maior pelo VPL com Opções Reais.

Outro fator de igual importância do resultado é que na presença de um limite máximo de capacidade de armazenamento do projeto, refletido na possibilidade de maior demanda de soja com VPL tradicional e Fluxo de Caixa esperado, sobrestima os resultados (pela diferença da incerteza das incertezas não consideradas).

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS. (2009). Subsídios técnicos para identificação de áreas destinadas à instalação de portos organizados ou autorização de terminais de uso privativo em apoio ao plano geral de outorgas. Brasília: Agência Nacional de Transportes Aquaviários.
- BLACK, F., & SCHOLES, M. (1973). *The pricing of options and corporate liabilities*. Journal of Political Economy, v. 81, 637-659.
- BOM, P. R. D., & LIGTHART, J. (2008). *How Productive is Public Capital? A MetaAnalysis*, CESifo Working Paper Series 2206, CESifo Group Munich.
- BOWE, M., & LEE, D.L. (2004). *Project evaluation in the presence of multiple embedded real options: evidence from the Taiwan High-Speed Rail Project*. Journal of Asian Economics, v. 15(1), 71-98.
- BRANDÃO, L.E., & SARAIVA, E.G. (2007). Risco privado em infra-estrutura pública: uma análise quantitativa de risco como ferramenta de modelagem de contratos. Rev. Adm. Pública, v. 41 (6), 1035-1067.
- BRANDÃO, L.E., GOMES, L.L., BASTIAN-PINTO, C., & LABES, M. (2012). *Government supports in public-private partnership contracts: Metro line 4 of São Paulo subway system*. J. Infrastruct. Syst., v. 18(3), 218-225.
- CÂNDIDO, Jr. O. (2006). Efeitos do investimento público sobre o produto e a produtividade: uma análise empírica. Brasília: Ipea. (Texto para Discussão, n. 1204).

- CHEAH, C., & LIU, J. (2006). *Valuing governmental support in infrastructure projects as real options using Monte Carlo simulation*. *Construction Management & Economics*, v. 24, 545-554.
- COPELAND, T., & ANTIKAROV, V. (2001). *Opções Reais: um novo paradigma para reinventar a avaliação de investimentos*. Campus, Rio de Janeiro.
- COPELAND, T.; KOLLER, T., & MURRIN, J. (2000). *Valuation: Measuring and Managing the Value of Companies*. 3rd ed., Wiley, New York.
- COUTO, G., NUNES, C., & PIMENTEL, P. (2012). *High-speed rail transport valuation and conjecture shocks*. *The European Journal of Finance*, DOI: 10.1080/1351847X.2012.665377.
- COX, J. C., ROSS, S. A., & RUBINSTEIN, M. (1979). *Option pricing: a simplified approach*. *Journal of Financial Economics*, v. 7, 229-263.
- DIXIT, A. K., & PINDYCK, R. S. (1995). *The options approach to capital investments*. *Harvard business review*, v. 73, 105-115.
- FERREIRA, P. (1996). *Investimento em infraestrutura no Brasil: fatos estilizados e relações de longo prazo*. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, v. 26, n. 2.
- GODINHO, P. (2006). *Monte Carlo Estimation of Project Volatility for Real Options Analysis*. *Journal of Applied Finance*, spring/summer, v.1, 7-22.
- GODINHO, P., & Dias, J. (2012). *Cost-benefit analysis and the optimal timing of road infrastructures*. *J. Infrastruct. Syst.*, v. 18(4), 261-269.
- INGERSOLL, J., & S. ROSS (1992). *Waiting to Invest: Investment and Uncertainty*. *Journal of Business*, v. 65, 1-30.
- LAGOUDIS, I. N.; RICE, J.R., & SALMINEN, J. B. (2014). *Port Investment Strategies under Uncertainty: The Case of a Southeast Asian Multipurpose Port*. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, v. 30 (3), 239-319.
- MCGAHAN, A. M. (1993). *The Effect of Incomplete Information About Demand on Preemption*. *International Journal of Industrial Organisation*, v. 11, 327-346.
- MERTON, R. (1973). *Theory of rational option pricing*. *Bell Journal of Economics and Management Science*, v. 4, 141-183.
- ORAIR, R. O., & SIQUEIRA, F. F. *Investimento público no Brasil e suas relações com ciclo econômico e regime fiscal*. *Economia e Sociedade*, Campinas, Unicamp. IE. 2018.
- PALMEIRA, R. M., OLIVEIRA, E. C., SOUZA, J. C. F. & GRUBISIC, V. V. R. (2020). *Adoção da ISO 31000 de gestão de riscos para implementação de norma IFRS 9 de provisão para perdas de crédito: estudo de caso do Banco do Brasil*. *Brazilian Journal Development*, v. 6 (5), 25.306-25.327.
- PEREIRA, P., RODRIGUES, A., & ARMADA, M. (2006). *The Optimal Timing for the Construction of an International Airport: a Real Options Approach with Multiple Stochastic Factors and Shocks*. *Real Options 10th Annual International Conference*, New York.
- PIMENTEL, P.M., AZEVEDO-PEREIRA, J., & COUTO, G. (2012). *High-speed rail transport valuation*. *The European Journal of Finance*, v. 18(2), 167-183.
- PINDYCK, R. (1991). *Irreversibility, Uncertainty, and Investment*. *Journal of Economic Literature*, v. 29 (3), 110-148.

- ROCHA, C. H., & BRITTO, P. A. P. (2012) *New Brazilian ports and port terminals, project finance and concession pricing model*. Joinville, Anais do XXVI ANPET.
- ROMP, W., & HAAN, J. (2007). Public Capital and Economic Growth: A Critical Survey. *Perspektiven der Wirtschaftspolitik*, 8. 10.1111/j.1468-2516.2007.00242.x, 6-52.
- ROSE, S. (1998). *Valuation of interacting real options in a tollroad infrastructure project*. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, v. 38(3), Part 2, 711-723.
- ROSS, S. (1995). *Uses, Abuses, and Alternatives to the Net-Present-Value Rule*. *Financial Management*, v. 24 (3), 96, 96-102.
- SERVEN, L. (2007). Fiscal Rules, Public Investment, And Growth. Published: November 2007 <https://doi.org/10.1596/1813-9450-4382>
- STRAUB, S. (2011). Infrastructure and Development: A Critical Appraisal of the Macro-level Literature. *Journal of Development Studies*, Taylor & Francis Journals, v. 47(5), 683-708.
- SMIT, H. (2003). *Infrastructure investment as real options game: The case of European Airport Expansion*. *Financial Management*, 32 (4), 27-57.
- SOUZA, J.C.F., ROCHA, C.H., & SOUZA, J.G.M. (2018). Modelo de Opções Reais para avaliação de investimento em novos Portos e Terminais Portuários Brasileiros. *Transportes*, v. 26 (4), 103-115.
- VAUGHN, S. A. (2015). *Using real option analysis to improve capital budgeting decisions when project cash flows are subject to capacity constraints*. *Academy of Accounting and Financial Studies Journal*, v. 19(2), 19-26.
- ZHAO, T., & TSENG, C.L. (2003). *Valuing flexibility in infrastructure expansion*. *J. Infrastruct. Syst.*, v. 9(3), 89-97.
- ZUMBIRE, B. J. C. (2015). A Importância das Infraestruturas no Desempenho Econômico de Moçambique Uma análise aplicada de séries temporais. Dissertação de Mestrado em Economia, Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra. Coimbra.