
OPÇÕES DE EXPANSÃO DE INVESTIMENTO EM ARMAZÉM PORTUÁRIO DE SOJA

João Carlos Félix Souza

João Gabriel de Moraes Souza

Carlos Henrique Rocha

Clóvis Neumann

Universidade de Brasília (UnB)

Resumo

Este estudo avalia um empreendimento de armazenagem de soja em terminal portuário com Valor Presente Líquido (VPL) positivo. O objetivo é saber qual o momento certo para exercer uma opção de investimento e expansão. Para solucionar esse problema, torna-se necessário conhecer o impacto da volatilidade e a incerteza no valor da opção de investimento. Dessa forma, os resultados apresentam maior precisão ao considerar as incertezas ou a volatilidade do mercado de soja. A expansão, a partir de determinado ano, traz resultados positivos melhores; porém, a avaliação com o VPL em modelos de opções sem expansão, apenas considerando a volatilidade e incerteza, indica as vantagens de permanecer no investimento.

Palavras-chave: Mercado de soja. Incerteza e volatilidade. Opção de investimento.

1 INTRODUÇÃO

A literatura teórica e empírica discute o impacto das infraestruturas públicas no crescimento e desenvolvimento econômico dos países. Straub (2011), Bom e Ligthart (2014) e Zumbire (2015) produziram sínteses incontornáveis da vasta literatura teórico-empírica já existente sobre o tema em análise.

A maior parte dos estudos explora a relação entre investimentos públicos e crescimento econômico com efeitos positivos significativos (SERVEN, 2007). Estudos como os de Cândido Jr. (2006) e Orair e Siqueira (2018), 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 de infraestrutura.

O impacto econômico do investimento público em infraestruturas tem sido, no Brasil, centro de debates. Isso porque os investimentos criam grandes externalidades positivas para a sociedade. Para viabilizar a entrada do ente privado nesse tipo de projeto, deve ser considerada a mitigação de riscos, avaliando o momento ideal do investimento (BRANDÃO *et al.*, 2012). Portanto, espera-se que o fluxo de caixa do projeto seja satisfatório para permitir 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. A questão central, segundo Dixit e Pindyck (1995), é saber qual o momento certo para exercer uma opção de investimento. Para resolver isso, torna-se necessário conhecer o impacto da incerteza no valor da opção de investimento. Segundo Zhao e Tseng (2003) e Selva *et al.* (2020), a flexibilidade é um fator primordial na decisão. Pindyck (1991) trata da problemática do momento ótimo e do valor de oportunidade de investimento usando os princípios de avaliação de opções.

McGahan (1993) avalia o momento ótimo em um investimento com incerteza acerca da procura de um novo produto no mercado. Ingersoll e Ross (1992), Ross (1995) e Souza, Lino e Souza (2020) 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 de o detentor de uma opção de compra ter o direito, mas não a obrigação, de pagar o preço de exercício em uma data específica. De forma análoga, o mesmo acontece com uma empresa que detém a oportunidade de investimento, uma vez que ela possui a opção de investir no presente ou no futuro, recebendo um ativo com valor determinado pelos fluxos de

caixa gerados pelo projeto (GODINHO; DIAS, 2012; SELVA *et al.*, 2020; SOUZA; LINO; SOUZA, 2020).

Os investimentos em novas infraestruturas públicas possuem características particulares, tendo em vista que exigem elevado volume de recursos. Por esse motivo, sofrem grandes influências, seja a nível político, seja a nível de regulamentação. Assim, é normal que projetos dessa natureza possam incorporar várias opções (expansão, diferimento, contração ou abandono), as quais podem, de alguma forma, proteger os investidores de possíveis perdas (COPELAND; ANTIKAROV, 2001; SOUZA *et al.*, 2019).

A abordagem de Opções Reais (OR) para a 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. O artigo de Brandão e Saraiva (2007) propõe um modelo de opções para determinar o valor das garantias e 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 também analisam a relação custo-benefício para o Estado nos modelos de mitigação de risco.

Smit (2003) e Souza *et al.* (2019), em trabalhos empíricos, avaliam investimentos em aeroportos por meio de OR. Smit (2003), particularmente, combina OR com a teoria dos jogos para captar o valor implícito derivado da mudança de posição da empresa na indústria em que se insere, com a aplicação específica de expansão do aeroporto de Amsterdã. A grande contribuição do trabalho foi a avaliação das oportunidades de crescimento geradas por uma infraestrutura de um jogo de exercícios sequenciais em teoria dos jogos, ao considerar a influência e o impacto da concorrência num contexto competitivo com outros aeroportos europeus. Souza *et al.* (2019) avaliam a otimização de expansão do aeroporto de Guarulhos diante do crescimento da demanda de voos no Brasil, mormente em São Paulo.

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 quanto o ferroviário são áreas 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 a existência de duas opções – opção de compra antecipada e opção de diferimento do pagamento das *fees* (comissões/honorários) – que interagem entre si. Brandão e Saraiva (2007) recorreram às OR para avaliar um

projeto de concessão da construção e exploração de autoestradas no Brasil, tendo por base a metodologia de Copeland e Antikarov (2001).

Nesse caso, observa-se um modelo de opções para determinar o valor das garantias e estabelecer limites, tanto para o risco do investidor privado quanto para o comprometimento financeiro do governo. Godinho e Dias (2012) utilizam o modelo de Monte Carlo para simular duas variáveis estocásticas (crescimento do produto interno bruto e preços de combustível) para a aplicação de OR em infraestrutura viária.

Godinho (2006) confirma a preferência e a consistência na utilização do método de Monte Carlo nas aplicações de OR. O trabalho utiliza a metodologia para simular o comportamento das variáveis de incerteza. Também em PPP, Brandão *et al.* (2012) utilizam OR para modelar o impacto dos incentivos do governo sobre o valor do projeto no contrato de concessão de construção e expansão do Linha 4 – Amarela do metrô no Estado de São Paulo. A análise sob essa ótica considera as flexibilidades específicas do projeto, 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, nos quais 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.

Decisões de investimento em portos estão, principalmente, relacionadas com estratégias de melhoria de produtividade ou a capacidade de expansão levando a maior utilização da capacidade e desempenho financeiro. Lagoudis, 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 durante a vida útil do projeto. 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 a 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. Nesse contexto, o objetivo do artigo é avaliar, utilizando o modelo de OR, a viabilidade do projeto e sua expansão, conforme a oferta de soja que percorre o porto de Santarém.

2 METODOLOGIA

2.1 Armazém portuário em estudo (PA)

O porto fluvial em estudo é administrado pela Companhia Docas do Pará (CDP), de acordo com as diretrizes do Plano de Desenvolvimento e Zoneamento (PDZ). A empresa proponente avaliou a viabilidade do projeto de armazenagem de soja, conforme as exigências da Agência Nacional de Transportes Aquaviários – ANTAQ (2009), pelo VPL. Há a possibilidade de expansão do projeto, muito embora não tenha sido considerada no início. A empresa fez todos os levantamentos necessários para o projeto. As informações utilizadas nesta pesquisa são provenientes da divulgação no *site* oficial da ANTAQ (2009).

O terminal, inicialmente, contém capacidade de armazenamento total de 95.000 toneladas por quatro silos, com capacidade estática de 10 mil toneladas cada, e um armazém com 55 mil toneladas. No entanto, a capacidade dinâmica do terminal é condicionada de acordo com o número de “giros” realizados. Um ciclo de dez dias no ano (36 giros anuais) é considerado um número próximo do limite de operação em terminais graneleiros portuários, pois a renovação da carga armazenada ocorre em períodos curtos (ANTAQ, 2009). A realidade condicionada ao comportamento das safras, mercado e transporte obedece ao cenário exposto no mesmo documento.

Portanto, com uma capacidade estática de 95 mil toneladas e 36 giros anuais, oferece uma capacidade dinâmica (movimentação com 95.000×36) de 3.420.000 toneladas anuais. Como o objetivo é analisar a expansão do Armazém, sabe-se que a área desse mesmo terminal pode ser expandida em mais um armazém com capacidade estática de 55 mil toneladas. Portanto, o projeto considera ($95.000 + 55.000$) um total de 150 mil toneladas de armazenamento. Dessa maneira, conseqüentemente, é possível expandir a capacidade dinâmica (150.000×36) para 5.400.000 toneladas por ano.

2.2 O método Black-Scholes-Merton

Para o empreendimento no novo porto ou terminal portuário com VPL negativo ou positivo, tem-se a perspectiva de aumentar, consideravelmente, o VPL, conforme o investimento de expansão avaliado na época atual. Esse 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 OR e a aplicação do modelo de Black-Scholes-Merton,

o momento ideal de instalação e expansão de duas áreas vizinhas para a concessão portuária no conhecido Porto do Estado do Pará. A variável de incerteza analisada e flexibilizada pelo método de Black-Scholes-Merton é a oferta de soja que transita pelo porto. Respeita-se, nesse 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 se apresenta 16 anos após a assinatura do contrato (no ano 17) entre a administração do porto e o vencedor da licitação.

2.3 Revisão da bibliografia e metodologia utilizada

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

Basicamente, há no mercado opções de compra (*call*) e de venda (*put*). As opções de compra dão ao portador o direito de compra do ativo-objeto, mas não a obrigação de compra em uma data específica ou até determinada data. As opções de venda dão ao portador o direito de venda do ativo-objeto, mas nunca a obrigação de venda em certa data ou a qualquer data até o vencimento.

O preço acordado para compra ou venda do ativo-objeto é chamado 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 em 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 OR 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 a concessão no futuro.

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

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

Em que:

VPL_{COR} é o VPL do empreendimento com OR;

VPL_{SOR} é o VPL do empreendimento sem OR;

VOR é o valor da opção real.

Os contratos de opções podem ser caracterizados pelo tipo de operações e, nesse caso, os tipos mais simples são: opção de compra (*call*), para a compra de um ativo especificado (ativo-objeto) a um preço fixo; ou opção de venda (*put*), para a venda de 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, contrato de opção que só pode ser exercido em apenas uma data fixa específica no futuro; e opção americana, o qual pode ser exercido em qualquer instante até a data de vencimento.

Dessa forma, o que se pretende saber é quanto se deve pagar hoje por um contrato de opção para ter direito à compra (Equação 2) ou à 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 data específica 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:

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

Em que:

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 em uma data preestabelecida. Portanto, utiliza-se o valor de opções europeias. As equações 4, 5 e 6 para uma opção de compra (*call*) são representadas por:

$$C_0 = S_0 N(d_1) - X e^{-R_f t} N(d_2) \quad (4)$$

Em 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, ou *softwares* com funções estatísticas, por exemplo. CO é o valor da opção de compra. As outras variáveis do modelo estão especificadas no Quadro 1:

QUADRO 1

Simbologia das variáveis do modelo Black-Scholes-Merton.

Variável	Símbolo
Preço corrente da ação ou do ativo objeto (ativo subjacente)	S0
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	rf

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na falta de conhecimento de alguns parâmetros ou variáveis, pode-se usar a Simulação de Monte Carlo (SMC) para estimativa e cálculo aproximado desses 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), Souza, Rocha e Rocha (2018), Souza *et al.* (2019) e Selva *et al.* (2020) 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, em vez disso, refletem a restrição da capacidade produtiva. Nesses casos, os fluxos de caixa aumentam ou diminuem até atingirem o limite de sua capacidade de produção.

A análise por OR pode fornecer uma medida mais precisa ao valor do projeto do que a tradicional análise de VPL. O artigo de Vaughn (2015) explica como desagregar o fluxo de caixa de capacidade limitada para utilizar a análise de OR, descrevendo

detalhadamente a metodologia de avaliação. Segundo o autor, são estimados valores do fluxo de caixa sem restrição e com restrição (OR). Posteriormente, combinam-se esses dois valores para fornecer uma estimativa de valor restrito. Esse 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, são necessárias 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.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A taxa aplicada pela ANTAQ (2009) como custo de capital dos investimentos portuários é de 8,30% ao ano. Essa taxa corresponde ao *Weighted Average Capital Cost* (WACC) aplicado, como custo de capital, para o cálculo do VPL original do modelo no valor de US\$ 25.014,11 mil com a demanda estimada a partir do ano 17 de 3.400.000 toneladas. No entanto, a taxa livre de risco adotada foi a taxa Sistema Especial de Liquidação e Custódia (Selic) – taxa básica de juros da economia e principal instrumento de política monetária utilizado pelo Banco Central do Brasil (BCB), apresentada na Tabela 1.

A empresa que vencer deve decidir se vai empreender dentro de 16 anos ou não, de modo que ela tem esse 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 US\$ 20.304,6 mil (no ano 16), equivalente ao preço de exercício para uma demanda de 5.400.000 toneladas (3.400.000 t + 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 US\$ 25.223,44 mil (a taxa de desconto é do WACC de 8,30% acima).

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, aproximadamente, igual a 0,0081 ou 9% ao ano de desvio padrão. O cálculo dessa variância foi decorrente da SMC feita a partir da ponderação da variação da produção de soja dos estados de Mato Grosso, Rondônia e Pará que, potencialmente, pode ser canalizada para o porto fluvial no período de 2005 a 2020 (valor atualizado até

dezembro de 2020). Os parâmetros calculados do modelo Black-Scholes-Merton e os seus respectivos valores estão resumidos abaixo na Tabela 1:

TABELA 1

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

r_f	Taxa livre de risco	= 2,75% ao ano
τ	Tempo em anos até a expiração da opção	= 17 anos
X	Custo de implantação do empreendimento	= US\$ 20.304,60
S_0	Valor corrente do empreendimento	= US\$ 25.223,44
σ^2	Variância do retorno do projeto	= 0,0081
d_1		= 0,9847
d_2		= 0,2197
$N(d_1)$		= 0,8376
$N(d_2)$		= 0,5869

Fonte: Elaborada pelos autores.

Os parâmetros d_1 e d_2 foram calculados com as equações 5 e 6 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 distribuição é normal padronizada $N\sim(0;1)$, ser menor ou igual a d_1 para $N(d_1)$ e d_2 para $N(d_2)$.

Para apurar o valor da OR, aplica-se a Equação 4. O valor atual da espera para expansão do armazém no terminal portuário no ano 17 é de US\$ 13.660,23. Recordar-se que o período atual é zero (0). O empreendimento tem VPL de US\$ 25.014,11 no ano zero (0), logo, o valor líquido do investimento com expansão é de US\$ 38.674,34 (US\$ 25.014,11 + US\$ 13.660,23).

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.

A indicação é de que a estimativa de resultados com a aplicação do modelo de Black-Scholes-Merton gera resultados mais realistas, visto que considera a volatilidade da oferta de soja no armazém, fator que reflete a demanda de soja no mercado. Com o modelo de OR, os resultados apresentam maior probabilidade de ocorrência, visto que se considera a incerteza ou volatilidade do mercado de soja nas regiões que o terminal absorve. A expansão é aconselhável na medida em que as perspectivas do

mercado são crescentes e o resultado estimado é positivo com mais de 13 milhões. Caso não se verifique o crescimento do mercado, o investidor pode desistir da expansão e, conseqüentemente, do investimento para tal operação.

Ressalta-se que nada disso é possível sem uma boa gestão e um processo de otimização e continuidade nos serviços operacionais.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora o empreendimento tenha VPL original positivo, um processo de licitação com expansão a partir do ano 17 traria melhores avaliações de produção de soja e demanda no armazém, o que 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 Mato Grosso, principal produtor e exportador ainda nessa época, cresceu de 18.960 para 30.500 toneladas. Isso extrapola o mínimo necessário para o valor máximo do VPL estimado na simulação com OR. Portanto, é fundamental o conhecimento do modelo para o investidor avaliar a viabilidade do empreendimento de expansão quando for necessário e operacionalmente viável.

Um aspecto importante, nesse caso, é o WACC (8.30% ao ano – taxa de desconto). O investidor demanda ao governo, que faz a concessão de maior taxa de desconto, que passa a ser o ganho do investidor. Contudo, diminuir o valor de outorga aumenta a rentabilidade do empreendedor, visto que o valor de outorga corresponde à remuneração máxima do governo estimada no projeto. Isto é, o valor de outorga é calculado após a retirada de todos os impostos e as 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 OR. Dessa 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, a maior diferença estimada pelo VPL com OR torna-se ganho do investidor.

Como o governo atualmente negocia o valor de outorga na licitação do empreendimento como um novo investimento, é interessante para o investidor ampliar esse valor em seu portfólio. Uma sugestão interessante para continuidade de pesquisas semelhantes é explorar tal possibilidade, estratégia com a qual o modelo de Black-Scholes-Merton colabora.

SOYBEAN PORT WAREHOUSE INVESTMENT EXPANSION OPTIONS

Abstract

The study evaluates a soybean storage enterprise in a port terminal with a positive Net Present Value (LPV). The goal is to know the right time to exercise an investment and expansion option. In order to understand when is the right time to do it, it is necessary to know the impact of volatility and uncertainty on the value of the option to invest. Thus, the results present greater accuracy when considering the uncertainties or volatility of the soybean market. The expansion, from a given year, brings better positive results. However, the evaluation with the LPV in options models without expansion, only considering volatility and uncertainty, indicates the advantages of remaining in the investment.

Keywords: Soybean Market. Uncertainty and Volatility. Option to invest.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS – ANTAQ. *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, 2009.
- BLACK, F.; SCHOLES, M. The pricing of options and corporate liabilities. *The Journal of Political Economy*, Chicago, v. 81, n. 3, p. 637-659, Mar/June 1973.
- BOM, P. R. D.; LIGTHART, J. How Productive is Public Capital? A Meta Analysis. *CESifo Working Paper Series*, n. 2206, p. 1-45, 2008.
- BOWE, M.; LEE, D. L. Project evaluation in the presence of multiple embedded real options: evidence from the Taiwan High-Speed Rail Project. *Journal of Asian Economics*, v. 15, n. 1, p. 71-98, fev. 2004.
- BRANDÃO, L. E. *et al.* Government supports in public-private partnership contracts: Metro line 4 of Sao Paulo subway system. *Journal of Infrastructure Systems*, v. 18, n. 3, p. 218-225, 14 Jan. 2012.
- BRANDAO, L. E.; SARAIVA, E. G. Risco privado em infraestrutura publica: uma análise quantitativa de risco como ferramenta de modelagem de contratos. *Revista de Administração Pública*, São Paulo, v. 41 n. 6, p. 1035-1067, dez. 2007.

- CÂNDIDO JR., J. O. *Efeitos do investimento público sobre o produto e a produtividade: uma análise empírica*. Brasília, DF: Ipea, 2006.
- CHEAH, C.; LIU, J. Valuing governmental support in infrastructure projects as real options using Monte Carlo simulation. *Construction Management & Economics*, Reino Unido, v. 24, p. 545-554, 16 Aug. 2006.
- COPELAND, T.; ANTIKAROV, V. *Opções reais: um novo paradigma para reinventar a avaliação de investimentos*. Rio de Janeiro: Campus, 2001.
- COX, J. C.; ROSS, S. A.; RUBINSTEIN, M. Option pricing: a simplified approach. *Journal of Financial Economics*, v. 7, p. 229-263, 1979.
- DIXIT, A. K.; PINDYCK, R. S. The options approach to capital investments. *Harvard Business Review*, Cambridge, MA, v. 73, p. 105-115, 1995.
- GODINHO, P. Monte Carlo Estimation of Project Volatility for Real Options Analysis. *Journal of Applied Finance*, v. 16, n. 1, p. 7-22, Spring/Summer 2006.
- GODINHO, P.; DIAS, J. Cost-benefit analysis and the optimal timing of road infrastructures. *Journal of Infrastructure Systems*, v. 18, n. 4, p. 261-269, 2012.
- INGERSOLL, J.; ROSS, S. Waiting to Invest: Investment and Uncertainty. *Journal of Business*, v. 65, n. 1, p. 1-30, 1992.
- LAGOUDIS, I. N.; RICE, J. R.; SALMINEN, J. B. Port Investment Strategies under Uncertainty: The Case of a Southeast Asian Multipurpose Port. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, v. 30, n. 3, p. 239-319, 2014.
- MCGAHAN, A. M. The effect of incomplete information about demand on preemption. *International Journal of Industrial Organization*, v. 11, n. 3, p. 327-346, 1993.
- MERTON, R. Theory of rational option pricing. *Bell Journal of Economics and Management Science*, v. 4, p. 141-183, Mar. 1973.
- ORAIR, R. O.; SIQUEIRA, F. F. Investimento público no Brasil e suas relações com ciclo econômico e regime fiscal. *Economia e Sociedade*, Campinas, v. 27, n. 3, p. 939-969, set./dez. 2018.
- PEREIRA, P.; RODRIGUES, A.; ARMADA, M. The optimal timing for the construction of an international airport: a real options approach with multiple stochastic factors and shocks. In: REAL OPTIONS ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE, 10., 2006, New York. *Proceedings* [...]. New York: Real Options, 2006. p. 1-20.
- PINDYCK, R. Irreversibility, Uncertainty, and Investment. *Journal of Economic Literature*, Nashville, v. 29, n. 3, p. 110-148, 1991.
- ROCHA, C. H.; BRITTO, P. A. P. New Brazilian ports and port terminals, project finance and concession pricing model. In: ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES (ANPET), 26., 2012, Joinville. *Anais* [...]. Joinville: ANPET, 2012.
- ROSE, S. Valuation of interacting real options in a tollroad infrastructure project. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, v. 38, n. 3, Part 2, p. 711-723, 1998.

ROSS, S. Uses, Abuses, and Alternatives to the Net-Present-Value Rule. *Financial Management*, v. 24, n. 3, p. 96-102, 1995.

SERVEN, L. Fiscal Rules, Public Investment, And Growth. In: SERVEN, L. *Policy Research Working Papers*. Washington, DC: World Bank Group, 2007. DOI:10.1596/1813-9450-4382

SELVA, C. R. G. et al. Opções reais como ferramenta de inovação para os trabalhos de Auditoria Interna de TI. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 12, p. 102112-102132, 2020.

SMIT, H. Infrastructure investment as real options game: The case of European Airport Expansion. *Financial Management*, v. 32, n. 4, p. 27-57, 2003.

SOUZA, J. C. F. et al. A Real Options Model for Evaluating Investments in the Guarulhos Airport Concession Program. *American Journal Theoretical and Applied Bussines*, v. 5 n. 3, p. 47-52, 2019.

SOUZA, J. C. F.; LINO, F. M. A.; SOUZA, C. M. Uso de opções reais como critérios na decisão de produção de álcool na indústria sucroalcooleira. *Iberian Journal of Information Systems and Technologies – RISTI*, v. 34, n. 2, p. 145-157, 2020.

SOUZA, J. C. F.; ROCHA, C. H.; SOUZA, J. G. M. Modelo de opções reais para avaliação de investimentos em novos portos e terminais portuários brasileiros. *Revista de Transportes*, v. 26, n. 4, p. 103-115, 2018.

STRAUB, S. Infrastructure and Development: A Critical Appraisal of the Macro-level Literature. *Journal of Development Studies, Taylor & Francis Journals*, v. 47, n. 5, p. 683-708, 2011.

VAUGHN, S. A. 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, n. 2, p. 19-26, 2015.

ZHAO, T.; TSENG, C. L. Valuing flexibility in infrastructure expansion. *Journal of Infrastructure Systems*, v. 9, n. 3, p. 89-97, 2003.

ZUMBIRE, B. J. C. *A importância das infraestruturas no desempenho econômico de Moçambique: uma análise aplicada de séries temporais*. 2015. 41 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade de Coimbra, Coimbra, 2015.

Contato

João Carlos Félix Souza
jocafs@unb.br

Tramitação

Recebido em agosto de 2019.
Aprovado em abril de 2021.