

**USO DE OPÇÕES REAIS PARA PRECIFICAÇÃO DAS GARANTIAS DE
CONTRATOS: O CASO DO EXPRESSO AEROPORTO**

FERNANDO NASCIMENTO DE OLIVEIRA

(Banco Central do Brasil e IBMEC/RJ)

fernando.nascimento@bcb.gov.br (21) 2189-5011

Márcia Bertuol Massoti

(IBMEC/RJ)

mmassotti@endesabr.com.br

(21) 3607-9521

Palavras Chaves: Opções reais, análise de investimentos, flexibilidade gerencial, infra-estrutura, Expresso Aeroporto.

JEL: G30, G32, G34

RESUMO

O investimento em infra-estrutura no Brasil é fator fundamental para a manutenção do crescimento econômico do país. Porém, esses investimentos possuem elevados riscos regulatórios, macroeconômicos e de mercado, prejudicando o interesse de novos investidores. Como forma de mitigar os riscos existentes, o governo propôs para o projeto de trem de alta velocidade Expresso Aeroporto a concessão de garantias para estimular a participação do setor privado no investimento. A teoria das opções reais será utilizada como método para precificação dessas garantias, já que inclui em sua metodologia a possibilidade de incertezas e flexibilidades gerenciais. A avaliação do projeto por opções reais seguirá quatro passos: o cálculo do valor presente do projeto, através da metodologia tradicional do fluxo de caixa descontado, o uso da simulação de Monte Carlo para determinação da volatilidade do projeto, a construção da árvore de eventos através do modelo binomial e a incorporação das flexibilidades gerenciais para a definição da árvore de decisão. O resultado obtido para o valor presente líquido expandido do projeto, considerando as opções reais, foi de R\$ 449.047 mil, um aumento de 131% em relação ao valor presente tradicional.

Palavras Chave: Opções reais, análise de investimentos, flexibilidade gerencial, infra-estrutura, Expresso Aeroporto.

ABSTRACT

Infrastructure's investment in Brazil is a fundamental factor to the maintenance of the economic growth of the country. However, these investments have high regulatory, macroeconomic and market risks, which reduce its attractiveness to new investors. To mitigate these risks, the Brazilian government proposed guarantees concessions to stimulate the private sector participation in the high speed highway Expresso Aeroporto project. The real options theory will be used to value these guarantees, as it includes in its methodology the possibility of uncertainty and management flexibility. The project's valuation using the real options theory will follow four steps: estimation of the project's present value using the traditional methodology of discount cash flow, use of Monte Carlo simulation to determine de project volatility and the event tree construction using binomial model, incorporation of management flexibility to define de decision tree and analysis of the real options. The results obtained for the expanded net present value of the project considering the real options, is R\$ 449.047 mil, an increase of 131% in comparison with the traditional present value.

Key Words: Real options, investment analysis, infrastructure, management flexibility, Expresso Aeroporto.

1- INTRODUÇÃO

A partir do Plano Real, e conseqüentemente com o início da estabilização da economia em 1994, o Brasil iniciou um novo ciclo de crescimento econômico. A retomada de investimentos em infra-estrutura, principalmente através da privatização, foi um dos principais fatores que contribuíram para esse crescimento, já que é um componente importante da atividade econômica e essencial para o crescimento sustentado¹.

Os investimentos realizados neste período foram provenientes, substancialmente, de recursos privados aplicados em empresas recém privatizadas. Porém, investimentos em novos projetos são necessários para a antecipação da demanda futura por infra-estrutura, evitando gargalos para o crescimento econômico do país, principalmente em setores como o de transportes e o de energia, essenciais para o desenvolvimento da economia. A falta de investimentos nessas áreas pode se tornar um fator de interrupção de um novo ciclo de crescimento econômico para o país².

¹ Há uma vasta literatura que busca estimar a correlação entre o aumento de investimentos em infra-estrutura e o aumento do crescimento econômico da economia. Um dos pioneiros foi ASCHAUER (1989), que desenvolveu diversos artigos baseados nessa teoria. EASTERLY e REBELO (1993) complementaram os estudos de Aschauer, e seus resultados mostram que os investimentos em transportes e comunicações são os setores que apresentam a maior correlação positiva com o crescimento econômico.

² Apesar do processo de estabilização e dos investimentos privados, o PIB do país cresceu apenas 2,6% ao ano, em média. O impacto das baixas taxas de investimento público pode ter contribuído para o baixo crescimento do país em relação ao crescimento mundial.

Os novos projetos de infra-estrutura possuem características bastante distintas dos ativos privatizados principalmente na década de 90, já que os riscos envolvidos não podem ser ajustados no valor de venda, na forma de deságio. Nesse caso, o valor do investimento necessário é fixo e não pode ser reduzido, sob risco de não realização. Além disso, BRANDÃO e CURY (2005) observam que, por terem características próprias, como grande volume de investimento exigido e longo prazo de maturação, esses projetos são fortemente afetados por riscos políticos e regulatórios.

Desta forma, para atrair o interesse do setor privado em novos projetos de infra-estrutura em um ambiente de riscos elevados, o governo vem concedendo garantias em projeto de parceria público-privada, como forma de atenuar os riscos existentes. Essas garantias são usadas de diversas formas e podemos destacar, dentre as mais utilizadas, a garantia de risco cambial, de financiamento, de tráfego ou demanda mínima, entre outras. Variáveis macroeconômicas e operacionais que afetam o resultado do projeto, como a taxa de juros, a taxa de câmbio e a demanda prevista, por exemplo, deixam de ser um risco para o investidor.

Contudo, essas garantias precisam ser corretamente precificadas para que o governo e os parceiros privados conheçam os custos e benefícios envolvidos na concessão do subsídio e realizem um arranjo contratual ótimo para ambas as partes.

O estudo dessa dissertação analisa o projeto de infra-estrutura Expresso Aeroporto, um trem de alta velocidade ligando o centro da cidade de São Paulo ao Aeroporto Internacional Governador Franco Montoro, em Guarulhos. O projeto será licitado pelo Governo de São Paulo dentro das regras das Parcerias Público-Privadas, as PPP's, aprovadas pela Lei nº. 11.079, de Dezembro de 2004. O presente trabalho tem como principal objetivo calcular o benefício da garantia governamental proposta de 75% de demanda mínima pelo serviço.

Segundo DIXIT e PYNDICK (1994), os métodos tradicionais de análise, como o VPL, não consideram duas importantes características na avaliação e tomada de decisão de projetos: o grau de irreversibilidade do investimento, ou seja, quanto do valor investido no projeto pode ser recuperado em caso de mudança de cenário ou desistência do projeto, e o melhor momento de investir, ou seja, a possibilidade de adiamento do investimento ou até mesmo de abandono do projeto.

Desta forma, considerar essas características, assim como a incerteza sobre o futuro, através do uso da teoria das opções reais³ para o cálculo da rentabilidade de projetos, complementa o método tradicional do valor presente líquido (VPL), incorporando ao cálculo as incertezas e possíveis flexibilidades de decisão ao longo da realização do investimento.

Com base em dados técnicos, macroeconômicos e de mercado, o presente trabalho elaborou o fluxo de caixa determinístico do projeto, com o objetivo de calcular VPL do investimento no trem Expresso Aeroporto. Os dados técnicos utilizados na análise são baseados em estudos da Companhia Paulista de Trens Metropolitanos (CPTM), empresa estatal responsável por realizar as audiências públicas e preparar o edital de licitação.

Posteriormente, as incertezas foram definidas, e, através de simulação de Monte Carlo, determinou-se a volatilidade do projeto⁴. Neste estudo propõe-se a incerteza quanto à demanda do serviço e a taxa de câmbio, sendo essas incertezas fontes de risco para o investimento.

³ A teoria das opções reais é cada vez mais utilizada em trabalhos para precificação das flexibilidades gerenciais, principalmente em setores que exigem altos valores de investimentos, como mineração, infra-estrutura e energia.

⁴ O programa computacional utilizado para simulação de Monte Carlo foi o @Risk.

Com base na volatilidade determinada, a árvore binomial do projeto foi modelada e a metodologia da teoria das opções reais utilizada para cálculo do valor presente expandido do projeto⁵. A diferença entre o novo valor – com incertezas e flexibilidades – e o valor do projeto original é o valor das opções reais referente às garantias governamentais.

A metodologia de avaliação de projetos proposta na presente dissertação pretende colaborar com a escolha da melhor modelagem contratual e do melhor parceiro para o setor público, em projetos de parceria público-privada, maximizando o retorno para a sociedade, já que o valor das garantias – opções reais - será conhecido por ambos parceiros na contratação.

O restante deste artigo está estruturado da seguinte forma: o capítulo 2 apresenta o referencial teórico de avaliação de projetos e a descrição do modelo teórico adotado. O capítulo 3 desenvolve um breve histórico sobre investimentos em infra-estrutura no Brasil e aponta o principal problema atual do setor, além da alternativa existente para o problema. O capítulo 4 descreve o projeto de infra-estrutura adotado para o desenvolvimento do trabalho, o Expresso Aeroporto. O capítulo 5 descreve a metodologia utilizada na avaliação do projeto e da garantia proposta a ser concedida pelo governo, e os resultados obtidos. O capítulo 6 contém a análise de sensibilidade de variáveis significativas para o projeto e, finalmente, no capítulo 7, as principais conclusões do trabalho.

⁵ A árvore binomial foi construída através da metodologia de Opções Reais utilizando o programa computacional DPL.

1 REVISÃO DE LITERATURA DE AVALIAÇÃO DE PROJETOS

Para os acionistas e os credores de um projeto, a avaliação correta da rentabilidade futura de um projeto é de fundamental importância para a decisão de investimento.

O trabalho em questão pretende apresentar um breve histórico da evolução de avaliação de projetos e analisar a metodologia da Teoria das Opções Reais (TOR), que incorpora ao método mais utilizado de avaliação de projetos, o Valor Presente Líquido (VPL), as flexibilidades gerenciais, utilizando-o de forma complementar. Segundo COPELAND e ANTIKAROV (2001), uma das principais limitações do VPL é exatamente não considerar o valor das flexibilidades presentes em muitos modelos de projetos, levando, muitas vezes, o investidor a tomar decisões equivocadas por informações incompletas.

Desta forma, a revisão da literatura analisará:

- As técnicas tradicionais de avaliação de projetos, como o fluxo de caixa descontado e o valor presente líquido e suas limitações;
- O Modelo de Black & Scholes, teoria de avaliação de opções financeiras que serviu como embasamento à Teoria de Opções Reais;
- O modelo Binomial, modelo de precificação de opções financeiras desenvolvido por Cox, Ross e Rubinstein, porém, de complexidade matemática inferior ao modelo de Black & Scholes;

- E a Teoria de Opções Reais, e as características e vantagens em sua utilização.

1.1 FLUXO DE CAIXA DESCONTADO E O VALOR PRESENTE LÍQUIDO

O método do fluxo de caixa descontado (FCD) é baseado no valor de uma empresa através dos fluxos de caixa gerados para um período determinado⁶. Estimando as receitas e os custos e descontando-os através da taxa de desconto ajustada ao risco, calcula-se o valor presente dos fluxos de caixa futuros esperados.

Comparando o valor do fluxo de caixa descontado com o valor presente do investimento total do projeto, calculamos o valor presente líquido, VPL, e sua fórmula pode ser descrita por:

$$VPL = \sum_{t=i}^n \frac{FC_i}{(1+k)^i} - \text{Investimentos}$$

onde FC_i é o valor esperado do fluxo de caixa para o período i , k é a taxa de desconto ajustada ao risco e t é o instante de tempo t .

Quando um projeto tem um VPL positivo, significa que o investimento é economicamente atrativo e a realização do projeto é indicada. O valor gerado por um VPL positivo será o retorno do acionista, já que os financiadores, através de capital de terceiros, e os investidores, através do capital próprio, terão seu capital retornado pela taxa de desconto utilizada no FCD.

⁶ O fluxo de caixa descontado começou a ser usado nas empresas na década de 50 e é, ainda hoje, o método mais utilizado pelas empresas para a avaliação de projetos.

1.1.1 Determinação da taxa de desconto

Para determinar a taxa de desconto ajustada ao risco utilizamos o Custo Médio Ponderado de Capital, conhecido como WACC (Weight Average Cost of Capital). O WACC é a taxa de retorno que compensa adequadamente os acionistas pelo risco que incorrem ao investir em determinado projeto ou empresa.

Segundo COPELAND e ANTIKAROV (2001), o “custo médio ponderado do capital é a média ponderada dos custos marginais do capital após o desconto dos impostos que incidem sobre o mesmo”, e pode ser resumido pela fórmula:

$$WACC = k_e \frac{Kp}{(Kp + Kt)} + k_d \frac{Kt}{(Kp + Kt)} (1 - AliquotaIR)$$

onde K_e é o custo do capital próprio, K_d é custo de capital de terceiros, Kp é capital próprio e Kt é capital de terceiros.

Para calcular o custo de capital próprio, k_e , utilizamos o modelo CAPM (Capital Asset Price Model), publicado em 1964 por Willian Sharpe:

$$k_e = R_f + \beta(E(R_m) - R_f)$$

onde R_f é a taxa livre de risco, β é o risco sistêmico da ação que corresponda ao risco do capital próprio e $E(R_m)$ é o retorno esperado da carteira de mercado.

Segundo DAMODARAN (1997), o “CAPM mede o risco em termos de variância não-diversificável e relaciona os retornos esperados a essa medida de risco”. O risco não diversificável é medido pelo beta, que é uma medida de volatilidade das taxas de retorno do ativo analisado em relação às taxas de retorno do mercado como um todo.

1.1.2 Críticas ao método

Com o desenvolvimento de novas técnicas de análise de projetos, o método do VPL passou a ser criticado por muitos autores. As críticas devem-se, principalmente, ao fato do método ser incompleto já que sua análise é feita sem incorporar incertezas e novas decisões que podem ser tomadas ao longo do projeto, alterando seu valor.

Segundo BRANDÃO (2002), o método de FCD avalia os projetos com base apenas nas informações conhecidas no momento da análise. Quaisquer mudanças de cenários e informações adicionais afetam o valor do projeto, e a flexibilidade no gerenciamento pode alterar as decisões dos gestores maximizando o resultado, seja este positivo ou negativo.

MINARDI (2000) critica as técnicas tradicionais de avaliação de investimentos e afirma que o VPL é um modelo adequado apenas quando as flexibilidades gerenciais não são significativas para o projeto. Se as mesmas forem significativas, o método subavalia o resultado, podendo levar os gestores a tomada de decisões equivocadas.

No início da década de 90, TRIGEORGIS (1993) já menciona em seus trabalhos um novo conceito de avaliação de projetos, o valor presente completo ou expandido. Sua definição engloba o valor presente de fluxos de caixa esperados e o valor das opções da gestão ativa. Desta forma, Trigeorgis já incorporava ao valor presente tradicional um valor complementar com base em informações adicionais.

1.2 O MODELO DE BLACK & SCHOLES

O aumento das negociações e a importância das opções em mercados financeiros mundiais levaram alguns pesquisadores a iniciarem os trabalhos de pesquisa, na década de 60, para a solução do problema de precificação das opções financeiras.

Em 1973, Fischer Black and Myron Scholes publicaram o primeiro de uma série de artigos que desenvolvia o apreçamento de opções financeiras, testando empiricamente suas propostas. Criaram, assim, o Modelo de Black & Scholes, utilizado mundialmente até os dias de hoje em instituições financeiras mundiais para precificação de opções.

1.2.1 Características de uma Opção Financeira

Segundo HULL (1998), “uma opção de ação dá ao seu titular o direito de fazer algo, sem obrigá-lo a exercer tal direito”. Seu valor depende do preço da ação, que é derivado do valor do ativo subjacente.

Existem dois tipos básicos de opções financeiras:

- Opção de Compra ou “call option”: “Proporciona a seu titular o direito de comprar um ativo em determinada data por certo preço” (HULL, 1998) e;
- Opção de Venda ou “put option”: “Dá a seu titular o direito de vender um ativo em certa data por determinado preço” (HULL, 1998).

O preço determinado no contrato é conhecido como preço de exercício e a data especificada é a data de exercício da opção, também chamada de data de vencimento. Se as opções podem ser exercidas a qualquer momento, até a data de vencimento, as opções são chamadas de americanas; se as opções podem ser exercidas somente na data de vencimentos, essas opções

são conhecidas como européias. Para ter o direito de exercer uma opção, o investidor deve pagar um prêmio, que é o valor necessário para se adquirir o direito, e não o dever, de exercício da opção.

Segundo HULL (1998), o valor de uma opção de compra é função basicamente de cinco variáveis:

- O preço atual da ação;
- O preço de exercício;
- O tempo de vencimento;
- A volatilidade do preço da ação;
- A taxa de juro livre de risco.

Segundo DAMODARAN (1997), o efeito de um aumento em cada uma dessas variáveis tem o seguinte efeito sobre o valor de uma opção:

Variáveis	Opção de compra	Opção de venda
Aumento no preço da ação	Aumenta o valor da opção	Diminui o valor da opção
Aumento no preço de exercício	Diminui o valor da opção	Aumenta o valor da opção
Aumento no prazo de vencimento	Aumenta o valor da opção devido a maior chance do ativo atingir valores mais altos	Aumenta o valor da opção devido a maior chance do ativo atingir valores mais baixos
Aumento na volatilidade	Aumenta o valor da opção devido a maior chance do ativo atingir valores mais altos	Aumenta o valor da opção devido a maior chance do ativo atingir valores mais baixos
Aumento na taxa de juros livre de risco	Aumenta o valor da opção já que reduz o valor presente do preço de exercício	Diminui o valor da opção já que reduz o valor presente do preço de exercício

Tabela 1 – Efeitos das variáveis nas opções

1.2.2 Modelagem

Segundo HULL (1998), em seu modelo, Black & Scholes assumem que o preço de uma ação segue um processo estocástico denominado movimento geométrico browniano (MGB)⁷ e que a distribuição de probabilidades do ativo básico é lognormal, ou seja, tem a propriedade de seu logaritmo natural ser normalmente distribuído. Além disso, o ativo básico é descrito pelos parâmetros chave de retorno esperado e volatilidade.

O retorno e a volatilidade do ativo básico são considerados constantes no modelo e sua fórmula é dada por:

$$dx = \mu x dt + \sigma x dz$$

onde x é o preço do ativo, μ é a taxa de retorno esperada de x , σ é a volatilidade de x , dt é a variação de tempo e dz é um processo de Wiener padrão, que caracteriza-se por média zero e variância de um.

Para derivar a fórmula de Black & Scholes, HULL (1998) descreve algumas hipóteses:

- O comportamento da ação segue o MGB, seguindo uma distribuição lognormal, com média μ e volatilidade σ constantes;
- Não há custos operacionais nem impostos;
- Não há dividendos durante a vida útil do ativo;
- Não há oportunidade de arbitragem se riscos;
- A taxa de juro livre de risco de curto prazo, R_f , é constante;

⁷ De acordo com DIXIT e PYNDICK (1994), o movimento geométrico browniano é um processo estocástico muito utilizado para modelar preço de ações e taxa de juros, além de outras variáveis financeiras e econômicas.

- A opção é europeia, ou seja, só pode ser exercida na data de vencimento.

Segundo COPELAND e ANTIKAROV (2001), analisando as hipóteses do modelo de Black & Scholes, entendemos as limitações para o uso do modelo para a análise de opções reais, já que na maioria dos casos, as hipóteses-padrão apresentadas precisariam ser relaxadas.

A fórmula para calcular o valor de uma opção de compra segundo o modelo é:

$$C_0 = S_0 N(d_1) - X e^{-R_f T} N(d_2)$$

onde S_0 representa o preço do ativo subjacente, $N(d_1)$ é probabilidade normal acumulada de uma unidade normal da variável d_1 , $N(d_2)$ é probabilidade normal acumulada de uma unidade normal da variável d_2 , X é o preço do exercício da opção, T é o prazo do vencimento da opção, R_f é a taxa livre de risco, e é a base dos logarismos naturais e onde d_1 e d_2 representam, respectivamente:

$$d_1 = \frac{\ln(S/X + r_f T)}{\sigma \sqrt{T}} + \frac{1}{2} \sigma \sqrt{T} \quad \text{e} \quad d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{T}$$

A contribuição do modelo de Black & Scholes é considerada uma das mais importantes em finanças, pois é amplamente utilizada já que possibilita o cálculo das opções com o uso de poucos parâmetros, sendo a maioria deles observáveis no mercado. Além disso, o modelo serviu como embasamento para muitas teorias desenvolvidas nos anos seguintes.

Porém, segundo BRANDÃO (2002), os ativos financeiros, objeto principal da modelagem de Black & Scholes, tem como uma de suas principais características serem investimentos

passivos. Desta forma, os preços dos ativos não são influenciados por ações tomadas pelos investidores. Porém, no caso de ativos reais, os fluxos de caixa futuros podem ser afetados por ações tomadas pelos investidores do projeto, alterando o resultado final. Essas flexibilidades gerenciais não são consideradas na metodologia proposta por Black & Scholes.

1.3 O MODELO BINOMIAL

O modelo binomial, desenvolvido por COX, ROSS e RUBINSTEIN (1979) é uma extensão do modelo de Black & Scholes, porém, com uma complexidade matemática menor. O processo estocástico em tempo e estado contínuo proposto por Black & Scholes foi aproximado no modelo binomial para um processo de tempo e estado discreto.

Segundo HULL (1998), “a suposição é de que as oscilações de preços da ação são compostas por um grande número de pequenos movimentos binomiais”, e foi essa suposição que serviu de base para que Cox, Ross e Rubinstein desenvolvessem sua teoria.

Como vantagem ao modelo de Black & Scholes, o modelo binomial permite a modelagem tanto de opções européias quanto americanas, além de suportar várias fontes de incerteza e de ser usado também para precificação de opções compostas.

De acordo com HULL (1998), o modelo binomial representa as diferentes trajetórias que poderão ser seguidas pelo preço do ativo objeto. A variável aleatória pode assumir dois valores, u e d , e seguir apenas duas trajetórias, para cima ou para baixo.

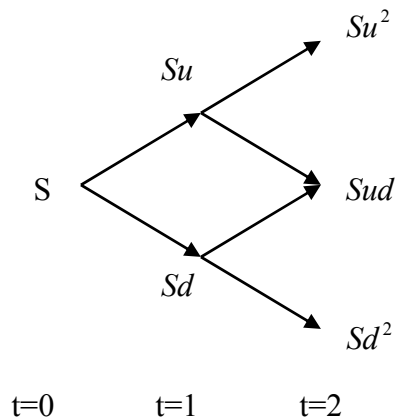


Figura 1 – Modelo Binomial de dois passos

Cada uma das movimentações tem uma probabilidade neutra ao risco de ocorrer que podem ser representadas por p e $(1-p)$. Segundo HULL (1998), com a premissa de probabilidade neutra ao risco assumimos que o retorno esperado dos títulos negociados é a taxa de juros livre de risco e que os fluxos de caixa futuros poder ser descontados a essa mesma taxa.

Uma outra forma de calcular o modelo binomial é através do portfolio replicante, conforme proposta de COPELAND e ANTIKAROV (2001). Por este método, constitui-se um portfolio com o ativo subjacente e títulos livres de risco, tendo esse portfolio o mesmo retorno e o mesmo risco do projeto analisado. Uma das maiores dificuldades do uso do portfolio replicante é a atribuição de probabilidades distintas a cada nó da árvore, principalmente em projetos complexos.

Desta forma, o método de probabilidade neutra ao risco é o mais utilizado já que apenas uma probabilidade é calculada para toda a árvore, utilizando a taxa livre de risco. Esse método é equivalente ao portfolio replicante e os resultados são idênticos nas duas formas de cálculo.

Para BRANDÃO (2002), é necessário escolher valores apropriados de u , d e p , de forma que a média μ e a variância σ^2 dos retornos sejam as mesmas dos parâmetros do MGB. Os valores de u e d são determinados em função da volatilidade do preço da ação, σ :

$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta T}} \quad \text{e} \quad d = e^{-\sigma\sqrt{\Delta T}}$$

e o valor de p é dado por:

$$p = \frac{1 + R_f - d}{u - d}$$

onde R_f é a taxa livre de risco.

COPELAND e ANTIKAROV (2001) concluem que, quanto maior o número de períodos na árvore binomial, maior a tendência dos modelos de Black & Scholes e binomial, em média, convergir.

1.4 A TEORIA DAS OPÇÕES REAIS

Nas últimas décadas, a forma de valorar investimentos e calcular os riscos do projeto tem evoluído de maneira significativa. Em projetos que necessitam de investimentos irreversíveis e em ambientes de alto grau de incerteza, mudanças de decisões ao longo da vida do projeto podem modificar sua rentabilidade. Muitos autores chamam essas mudanças de decisões de flexibilidades gerenciais.

Segundo DAMODARAN (2002), embora os diversos métodos de avaliação utilizem conceitos e considerações diferentes, a grande maioria utiliza três variáveis essenciais: o fluxo

de caixa, o risco e o tempo. Desta forma, os riscos devem ser mensurados corretamente, possibilitando um cálculo mais preciso do retorno do investimento.

Para DIXIT e PYNDICK (1994), três características são fundamentais na análise de uma decisão de investimento:

- A irreversibilidade do investimento: O investimento inicial realizado pode não ser recuperado facilmente. Na maioria dos projetos, o investimento inicial é parcialmente ou totalmente irreversível;
- As incertezas do projeto: Os fluxos de caixa futuros do projeto não podem ser previstos sem incertezas, pois dependem de condições futuras de mercado, macroeconômicas e regulatórias.
- A flexibilidade de alterar a estratégia inicial: Muitos projetos podem ser adaptados a novas situações de mercado, permitindo a revisão e a alteração de seu planejamento original.

De acordo com BRANDÃO (2002), um projeto possui valor na teoria de opções reais se engloba essas três características. No método do VPL, as características de irreversibilidade e de flexibilidade não são consideradas, e, por isso, o método é considerado incompleto para análise de investimentos.

Muitos modelos alternativos ao tradicional e usualmente usado VPL foram desenvolvidos ao longo dos anos para avaliação de projetos. O principal objetivo era obter de forma mais precisa seu valor final, tentando capturar, ainda de forma simplista, o valor das flexibilidades gerenciais no resultado final. Análise de cenários, árvore de decisão de Magee e simulação de Hertz, segundo MINARDI (2000), são apenas alguns deles.

Em todos os modelos mencionados, porém, as limitações são grandes. No caso da análise de cenários, por exemplo, dependendo do projeto analisado, é praticamente impossível prever todos os cenários possíveis. Além disso, a probabilidade relacionada a cada cenário é subjetiva e difícil de ser mensurada. No caso da árvore de decisão de Magee, a implementação é bastante complexa, já que cada ramo da árvore, que correspondente a uma decisão, possui um risco diferente. Desta forma, para cada ramo há uma taxa de desconto distinta, dificultando o cálculo. Na simulação de Hertz, a dificuldade está na estimação da interdependência entre variáveis e da distribuição de probabilidades do modelo.

Após muitos modelos de valoração de opções financeiras e tentativas de capturar as flexibilidades existentes ao longo da vida de um projeto, a Teoria de Opções Reais foi apresentada em livro⁸ por COPELAND e ANTIKAROV (2001) como complementação ao método do VPL, incluindo em sua análise o valor das opções reais, fundamentais para valoração do projeto de forma mais precisa.

Para COPELAND e ANTIKAROV (2001), “o método do VPL força uma decisão com base na expectativa presente sobre as informações futuras, enquanto a avaliação por opções permite a flexibilidade da tomada de decisões no futuro mediante a disponibilidade de informações”. Desta forma, as decisões de investimentos serão tomadas com base em informações mais completas, complementando o método tradicional do VPL, evitando erros na tomada de decisão.

⁸ Apesar de apresentada em livro apenas em 2001, muitos pesquisadores já utilizavam a teoria de forma consistente. Andreas Kenma iniciou o uso da TOR em 1985 na Shell holandesa, em um trabalho que durou até 1990 e esse é o primeiro registro de uso em empresas. A partir dos anos 90, o método foi cada vez mais utilizado por empresas para a valoração de seus projetos.

Portanto, quando consideramos as flexibilidades gerenciais, o VPL tradicional não é o melhor resultado para um projeto. Segundo RIGOLON (1999), “a abordagem de opções reais pode ser entendida como uma extensão da regra do VPL. A mesma intuição que apóia a regra do VPL continua válida, desde que se tome o cuidado de contabilizar o valor da opção de investir como um custo de oportunidade”. Ainda segundo RIGOLON (1999), após calcular o novo VPL, a firma decidirá investir no momento em que o projeto possua o maior VPL.

Em uma pesquisa realizada em 1999, com empresas dos Estados Unidos e do Canadá, TRIANTIS e BORISON (2001) resumiram os processos de Opções Reais utilizados nas firmas:

- Opções Reais como forma de pensar: Nesse processo, a TOR é usada ajudando de forma qualitativa nas decisões;
- Opções Reais como ferramenta analítica: São utilizados modelos matemáticos para analisar projetos;
- Opções Reais como processo organizacional: É utilizada como ferramenta gerencial, para identificar e desenvolver opções estratégicas.

De acordo com TRIANTIS e BORISON (2001) e com base nos casos pesquisados, o uso da TOR não era visto como uma solução revolucionária para a análise de projeto, mas sim como parte de um processo de evolução dos métodos.

Em outra pesquisa realizada com 392 empresas dos Estados Unidos e Canadá, GRAHAM & HARVEY (2001) concluíram que a TIR e o VPL continuam sendo os métodos de análise de investimentos mais utilizados pelas empresas. Das firmas analisadas, a TIR e a VPL são usados por 75,6% e 74,9% das empresas, respectivamente, sempre ou quase sempre. Já a TOR

é usada apenas 26,6%, porém, em maior escala do que métodos tradicionais como simulação de Monte Carlo e Value at Risk (VaR).

1.4.1 O que são Opções Reais?

A expressão Opções Reais foi inicialmente utilizada por MYERS (1977), criando uma nova abordagem para a análise de investimentos. Em seus estudos, Myers descreveu a analogia entre as opções de compra, do mercado financeiro, e as oportunidades de expansão de uma empresa.

Segundo COPELAND e ANTIKAROV (2001), uma opção real é “o direito, mas não a obrigação, de empreender uma ação (por exemplo: de diferir, expandir, contrair ou abandonar) a um custo predeterminado que se denomina preço de exercício, por um período preestabelecido – a vida da opção”. Ainda segundo os autores, em uma opção financeira o ativo subjacente é um valor mobiliário, assim como uma ação ordinária ou um título, enquanto no caso das opções reais, o ativo subjacente é algo tangível, como um projeto ou empresa, por exemplo.

RIGOLON (1999) resumiu a analogia entre oportunidade de investimento e opções financeiras: “uma empresa que possui uma oportunidade de investimento irreversível tem a opção de adiar o investimento (opção de postergar). Ela possui o direito, mas não a obrigação, de comprar um ativo (o projeto) no futuro, a um preço de exercício (o investimento inicial). Quando a empresa investe, ela exerce a opção e paga um custo de oportunidade igual ao valor investido. O exercício da opção (o investimento) é irreversível, mas a empresa tem sempre a possibilidade de postergar o investimento, até que as condições do mercado tornem-se mais

favoráveis e para que se possa obter mais informações a respeito do projeto e dos fatores que o influenciam, diminuindo assim, algumas incertezas”.

De acordo com COPELAND e ANTIKAROV (2001), o valor das opções reais depende de cinco variáveis básicas, que seguem as mesmas relações das opções financeiras: o valor do ativo subjacente sujeito a risco, que refere-se a ativos como o valor do projeto; o preço de exercício; o prazo de vencimento; a volatilidade do valor do ativo subjacente sujeito a risco; e a taxa de juros livre de risco ao longo da vida da opção. Além dessas variáveis, os dividendos também precisam ser considerados, já que podem ser pagos pelo ativo subjacente.

Para TRIGEORGIS (1996), as flexibilidades gerenciais podem ser resumidas em algumas opções, que podem ser classificadas da seguinte forma dentro de um projeto de investimento:

- Opção de adiamento ou de “timing”: A empresa pode investir ou adiar o investimento, aguardando novas informações que possam diminuir a incerteza;
- Opção de abandono: o projeto pode ser abandonado, eliminando os custos operacionais;
- Opção de expansão ou contração: Se as condições do projeto forem favoráveis, é possível expandir o projeto mediante investimento adicional. Se as condições são desfavoráveis, o investimento pode ser diminuído;
- Opção de prorrogar ou abreviar: O prazo do projeto pode ser estendido ou reduzido, dependendo das condições;
- Opção de mudança ou flexibilidade: Possibilidade de flexibilidade para fechamento temporário, retomada de funcionamento ou outra mudança em outra variável ao longo do projeto;
- Opções múltiplas: Combinação de inúmeras possibilidades de opções.

Dentre as opções apresentadas, BREALEY & MYERS (2000) destacam quatro destas como sendo as mais utilizadas e importantes a serem consideradas na avaliação de um investimento: opção de expansão ou contração, opção de abandono, opção de adiamento ou “timing” e opção de mudança ou flexibilidade.

1.4.2 O passo a passo da teoria

Para COPELAND e ANTIKAROV (2001) a teoria de opções reais pode ser descrita em quatro passos principais. São eles:

1.4.2.1 Primeiro Passo: Cálculo do VPL do caso base

Cálculo do VPL do caso base, sem flexibilidades, através da metodologia tradicional do fluxo de caixa do projeto ou empresa, descontado à taxa de desconto ajustada ao risco, determinando, desta forma, o valor presente (VP) do projeto ou empresa em cada instante do fluxo;

1.4.2.2 Segundo passo: Modelagem das incertezas que afetam o valor do ativo subjacente e da árvore de eventos

Para cada variável incerta, será assumida uma volatilidade, com base em dados de mercado ou histórico da variável. As incertezas podem ser analisadas por uma Simulação de Monte Carlo, utilizando o programa computacional @Risk ou similar, e tratadas, conjuntamente, através da volatilidade do projeto.

BRANDÃO *et al* (2005) complementaram o trabalho de Copeland e Antikarov e sugeriram uma alteração na forma de cálculo da volatilidade. Para os autores, a volatilidade calculada

pelo método de Copeland e Antikarov é superestimada, aumentando o valor das opções reais. A nova volatilidade é calculada pelo desvio padrão da variável z , definida por:

$$z = \ln \left[\frac{VP_1}{VP_0} \right]$$

Desta forma, as incertezas são refletidas somente no primeiro período da análise e apenas o fluxo de caixa do primeiro período é estocástico.

Após o cálculo da volatilidade, a árvore binomial recombinante será modelada, utilizando os valores de u e d , segundo o modelo binomial, para o movimento ascendente e descendente, respectivamente. Para a modelagem da árvore são utilizados programas computacionais como o DPL, ou planilhas de Excel, e utiliza-se a probabilidade neutra ao risco p e $1-p$ para a probabilidade de subida ou descida na árvore. O resultado desta árvore, ainda sem flexibilidade, deverá ser igual ao resultado calculado no primeiro passo;

1.4.2.3 Terceiro passo: Modelagem da árvore de decisão

Para a modelagem da árvore de decisão, as opções reais presentes no projeto serão consideradas em cada nó de decisão onde elas existam. De acordo com BRANDÃO (2002), ao incorporarmos as opções reais no projeto, transformamos a árvore binomial em árvore de decisão. Portanto, obtém-se, através da árvore de decisão, um novo resultado de VP do projeto, considerando todas as flexibilidades existentes. Segundo MAGEE (1964), quanto mais complexo o processo decisório do projeto, mais complexa será a modelagem da árvore.

1.4.2.4 Quarto passo: Análise das opções reais

Após calcular o VPL do projeto do caso base e o VPL do projeto considerando incertezas e flexibilidades, teremos o valor das opções reais. A diferença entre esse valor presente expandido e o valor presente tradicional será o próprio valor das opções, como fórmula abaixo:

$$\text{VPL}_{\text{expandido}} = \text{VPL}_{\text{tradicional}} + \text{VPL}_{\text{opções reais}}$$

Com a utilização de programas computacionais específicos, a complexidade da teoria de opções reais é cada vez menor, e seu uso para avaliação de projetos tem crescido muito nos últimos anos.

2 O INVESTIMENTO EM INFRA-ESTRUTURA NO BRASIL

No final da década de 90, após anos de estagnação econômica e falta de investimentos em infra-estrutura no país, iniciou-se o período das privatizações. Centenas de empresas foram transferidas ao setor privado, e os investimentos aumentaram significativamente. Porém, acabado o período de transferência de ativos públicos, os investimentos voltaram a cair, já que restavam apenas aos investidores novos projetos de investimento.

Os novos investimentos em infra-estrutura possuem características muito particulares já que implicam em um grande volume de recursos exigido e longo prazo de maturação. Por esse motivo, sofrem fortes influências políticas e regulatórias, intimidando os investidores. Além disso, possuem a característica de serem de grande porte e, por isso, muito ilíquidos. Desta forma, os riscos incorridos na fase de implantação são altos.

Para incentivar o investimento do setor privados nos novos investimentos, o setor público de diversos países do mundo tem buscado fontes alternativas de financiamento, como as parcerias público-privadas, para viabilizar novos investimentos em um contexto de restrição orçamentária, incapacidade de endividamento e otimização dos recursos.

2.1 BREVE HISTÓRICO NO BRASIL

2.1.1 Período estatal

No governo de Juscelino Kubitschek, lembrado como “anos dourados”, iniciou-se um período em que o Estado tinha um grande espaço no modelo de desenvolvimento utilizado para o crescimento do país, principalmente em setores considerados estratégicos. Foi um período caracterizado por grandes obras públicas de infra-estrutura, principalmente no setor elétrico, de telecomunicações e de transportes.

A partir de 1970, já iniciada a ditadura militar, o modelo estatal foi expandido e foi reservada ao Estado a função de gestor de investimentos em obras de infra-estrutura e de subsidiário do setor privado. Nesse período iniciou-se o ciclo dos Programas Nacionais de Desenvolvimento, tornando-o conhecido como o de maior progresso e crescimento econômico na história do país.

Entre os anos de 1966 e 1977, foram criadas 219 empresas estatais, em diversos setores econômicos. Nessa época, os investimentos nas empresas estatais e o PIB brasileiro tinham uma relação direta, e o PIB cresceu, em média, 8,6% aa. nos anos 70.

Nesta época, diversos fatores contribuíram para a falta de estímulo do setor privado em investir no país, entre eles o alto risco político - visto que a partir de 1964 estávamos em meio a uma ditadura política -, o congelamento de tarifas, além de uma cultura nacionalista, que via o capital estrangeiro como ameaçador à liberdade do país. Além disso, os investimentos em infra-estrutura necessários nessa época eram muito altos, já que diversos setores da economia estavam em deficiência por falta de investimento durante anos consecutivos e outros necessitavam de alto investimento para a universalização do serviço.

Em 1979, com o segundo choque do Petróleo, o Brasil entra em uma fase de declínio do desempenho econômico. A falta de recursos para investimentos, paralisando ou reduzindo o ritmo de diversas obras públicas como rodovias, ferrovias e hidrelétricas, aliada ao início de um período de alta inflação contribuíram para a queda do nível de atividade econômica do país.

2.1.2 Anos 90: Necessidade de Privatização

Fortemente afetado por inúmeras crises internacionais no final dos anos 70 e ao longo de toda a década de 80, os anos 90 foram marcados na economia por um período de alto endividamento externo, alta inflação e pelo esgotamento da capacidade de investir do Estado. Em decorrência desse cenário, diversos planos econômicos foram lançados, buscando a estabilidade da economia e, conseqüentemente, o desenvolvimento do país.

Com o lançamento do Plano Real, iniciado ainda no final de 1993 no governo de Itamar Franco (1993-1994), a privatização das empresas estatais foi proposta como parte do processo de estabilização e revitalização da economia, assim como a continuação da abertura econômica.

Para Peter Drucker⁹, “a privatização é a única maneira de assegurar-se de que as necessidades de infra-estrutura serão satisfeitas. Nenhum governo do mundo hoje dispõe de recursos suficientes para fazê-lo por conta própria, seja através de taxaço ou de empréstimos. Contudo, o capital está aí, em abundância, como também as oportunidades para investimentos lucrativos”.

⁹ Artigo publicado em Relatório Especial da Gazeta Mercantil de 11.07.95

Nessa época, as empresas estatais não possuíam mais capacidade de investir acompanhando a demanda em expansão, conseqüência da reestruturação e início de um novo ciclo de crescimento do país. Desta forma, a maior motivação à privatização no Brasil, além dos ganhos em eficiência provenientes da troca da administração pública por empresas privadas, era uma restrição de natureza orçamentária¹⁰. Além disso, existia o ônus dos altos subsídios às estatais, deteriorando ainda mais o orçamento público e o déficit o setor.

No governo Fernando Henrique (1995-2002) o processo de reestruturação estatal foi aprofundado e a privatização foi continuada se convertendo em um dos pilares do plano de estabilização econômica.

Entre os anos de 1990 e 2005, mais de 100 empresas estatais foram passadas para o controle do setor privado, gerando US\$ 87,8 bilhões de receita e redução de US\$ 18 bilhões em dívidas, transferidas aos compradores. O resultado total atinge US\$ 105,8 bilhões distribuídos no âmbito federal e estadual. Esse é considerado o maior programa de privatização do mundo.

Desta forma, o governo pôde se dedicar mais ao controle dos mercados, através das agências reguladoras¹¹, e ao desenvolvimento social, criando projetos e distribuindo renda através de programas sociais. Porém, além do papel social, o governo também possui um papel importante no investimento em infra-estrutura.

Nos anos 90, apesar do processo de estabilização e dos investimentos privados, o PIB do país cresceu módicos 2,6% ao ano, em média. O impacto das baixas taxas de investimento público

¹⁰ Com a promulgação da Constituição de 1988, extinguindo a parcela de tributos direcionados ao investimento no setor de infra-estrutura, as estatais passavam por uma grave crise de liquidez, contribuindo para o colapso das fontes de financiamento e para a péssima qualidade do serviço prestado.

¹¹ Como ANEEL (energia elétrica), ANATEL (telecomunicações) e ADASA (água e saneamento).

pode ter contribuído para um crescimento tão baixo do país em relação ao crescimento mundial.

2.2 PROBLEMA ATUAL

A demanda por investimentos é grande em setores como o de transportes, saneamento, energia elétrica, petróleo e gás. Porém, a atual infra-estrutura do país pode não suportar o ritmo de crescimento esperado para o país nos próximos anos, criando gargalos para o desenvolvimento.

Nos últimos quinze anos, de acordo com BRANDÃO e CURY (2005), os investimentos em projetos de infra-estrutura foram realizados, quase que em sua totalidade, com financiamentos do setor privado em projetos de infra-estrutura pública, principalmente através das privatizações. Porém, ainda segundo BRANDÃO e CURY, uma vez esgotados os projetos de venda de ativos, resta aos investidores os novos projetos com características e riscos distintos do modelo de privatização. Desta forma, a partir de 2000, quando as principais empresas já haviam sido privatizadas, verificamos uma queda substancial na taxa de investimento/PIB.

Além da falta de prioridade do governo e da crise fiscal, a ausência de um ambiente institucional e de marcos regulatórios seguros inibe a participação do capital privado e constitui fonte de elevação dos riscos de investimentos.

Nos últimos meses, as discussões sobre financiamento com recursos públicos foram retomadas, culminando com a publicação em 22 de Janeiro de 2007, do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC)¹². Pelo programa, foram instituídas algumas medidas que

¹² O presidente Lula, em comunicado oficial, afirmou que: "... minha intenção é estimular todos os setores do país a participarem deste esforço de aceleração do crescimento, pois uma tarefa dessas não pode ser uma atitude

estimulam o crédito e o financiamento que reduzem a carga tributária para as empresas e que procuram melhorar o ambiente para investimentos. O PAC prevê investimentos de R\$ 504 bilhões até 2010, com prioridade para projetos de infra-estrutura¹³, objetivando a aceleração do crescimento do país sem comprometimento da estabilidade, a um nível de 5% ao ano no período.

O valor a ser utilizado no PAC está segmentado em recursos provenientes do orçamento do governo central, de R\$ 67,8 bilhões, e recursos provenientes de estatais federais e do setor privado, de R\$ 436,1 bilhões.

Desta forma, a participação do investimento público é de 13% do investimento total. Segundo o relatório consolidado do Tesouro Nacional de 2006, o valor total de investimentos públicos (governo federal, estadual e municipal) no ano passado foi de R\$ 57 bilhões, ou seja, 9,5% do investimento total e 2,5% do PIB. Portanto, mesmo com a recente preocupação do governo a respeito de investimentos em infra-estrutura, o setor privado será fundamental no desenvolvimento e crescimento do país.

Como diz o Banco Mundial em relatório publicado em Janeiro de 2007, estima-se que o Brasil precise gastar pelo menos 3,2% do PIB ao ano para manter um estoque mínimo de infra-estrutura até 2010. Atualmente, o país investe aproximadamente 1% do PIB ao ano.

Ainda segundo o relatório do Banco Mundial, a participação privada não provê apenas financiamento adicional, mas também melhora a qualidade dos serviços. Analisando a eficiência das empresas privatizadas nos últimos 15 anos, praticamente 100% delas

isolada de um governo – mas de toda a sociedade. Um governo pode tomar a iniciativa, pode criar os meios, mas para que qualquer projeto amplo tenha sucesso é preciso o engajamento de todos...”

¹³ O governo segmentou os investimentos do PAC em logística (R\$ 58,3 bilhões), energia (R\$ 274,8 bilhões) e social urbano (R\$ 170,8 bilhões).

apresentam melhora em seus indicadores de desempenho. Segundo estimativa de KIKERI e KOLO (2005), a produtividade das empresas públicas é duas a três vezes menor do que a do setor privado em alguns países.

Porém, segundo o Banco Mundial, o retorno das concessões privadas no Brasil ainda está muito aquém do esperado, dificultando a atração desse tipo de recurso. Além do problema de rentabilidade, outros riscos são cruciais para a decisão de investimento da iniciativa privada. Podemos destacar como riscos de grande importância as influências políticas no trabalho das agências reguladoras, a ausência de uma posição clara sobre questões ambientais, as constantes mudanças no ambiente jurídico-regulatório e as incertezas quanto ao cumprimento de contratos.

Para aumentar a demanda por projetos em infra-estrutura financiados com recursos privados, o país precisa restringir o risco regulatório existente e melhorar a recuperação dos custos do negócio, reduzindo, desta forma, o custo de capital privado e aumentando o retorno de longo prazo das concessões.

De acordo com o Banco Mundial, o Brasil precisa evitar a solução simplista de incrementar o investimento em infra-estrutura com recursos públicos e se preocupar mais em criar políticas que atraiam maiores e melhores recursos privados, focando seus recursos em projetos que possuam caráter social e taxas de retornos de projetos não atrativas ao setor privado.

2.3 AS PARCERIAS PÚBLICO-PRIVADAS – AS PPP'S

A Lei das Parcerias Público-Privadas – a PPP -, de nº. 11.079, foi sancionada em 30 de Dezembro de 2004 e define a PPP como um contrato administrativo de concessão, na modalidade patrocinada ou administrativa, estipulando um valor mínimo de contrato de R\$ 20

milhões (art. 2º, § 4º, I) e um prazo mínimo de cinco e máximo de 35 anos para os contratos de parceria já incluindo eventuais prorrogações (art. 5º, I).

A concessão patrocinada é o contrato de prestação de serviços ou obras públicas de que trata a Lei 8.987/95, quando envolver, adicionalmente à tarifa cobrada dos usuários, contraprestação pecuniária do parceiro público ao parceiro privado. Um exemplo é a concessão de uma rodovia para construção e exploração pela iniciativa privada, garantindo ao concessionário uma receita mínima complementar ao pedágio em caso de tráfego inferior ao previsto nos estudos técnicos.

Já a concessão administrativa é o contrato de prestação de serviços em que a administração pública é a usuária direta ou indireta, ainda que envolva execução de obra ou fornecimento e instalação de bens. Esse é o caso dos prédios construídos e administrados pela iniciativa privada e usado pelo poder público, como por exemplo, hospitais, escolas e presídios.

Nos projetos de PPP's, o setor privado fica responsável pelo financiamento total do serviço, incluindo as obras necessárias e, só após a disponibilização do serviço, ao cliente começa a receber a remuneração, seja diretamente através dos recursos do Poder Público ou combinado com cobrança de tarifa do usuário final, como acontece com a forma tradicional da remuneração das concessões.

Na PPP há o compartilhamento dos riscos do investimento com o setor privado e o estímulo às inovações e modernizações. As PPP's podem, desta forma, ser uma alternativa à necessidade de redução de gastos públicos, em função da restrição orçamentária e das leis de responsabilidade fiscal, existente hoje em diversos países.

2.3.1 Experiência Internacional

Na Europa, a Inglaterra foi a pioneira no desenvolvimento de PPP's (Public-Private Partnership) em sua economia, durante o governo de Margareth Thatcher, política continuada em 1997, já no governo de Tony Blair. As parcerias foram a forma encontrada pelo país para a realização de novos e eficientes investimentos, sem comprometer os recursos públicos do país, limitados pelo teto de 3% do PIB ao déficit público, imposto pelo Tratado de Maastricht.

Além da Inglaterra, o sistema de PPP's na Europa é bastante diversificado e amplamente usados por diversos países. Cada um possui seu modelo de parceria, com suas leis e características.

Na América do Sul, alguns países vêm adotando as PPP's desde o início da década de 90. Esse é o caso do Chile, país sul-americano que mais adotou essa forma de investimento, desde 1993.

2.3.2 Riscos das Parcerias

As parcerias público-privadas apresentam diversos tipos de riscos que podem estar envolvidos nos projetos. Segundo FISHBEIN e BABBAR (1996), os principais riscos para a concessionária responsável por um projeto de uma rodovia são:

- Risco Político: Os riscos políticos têm sua percepção relacionada ao “risco país”;
- Risco Regulatório: Os setores mais atrativos para as PPP's são aqueles cujo ambiente regulatório seja estável e adequado, proporcionando maior segurança aos investidores;
- Risco de Implantação: São aqueles projetos cujos prazos de construção são maiores e demandam elevada soma de recursos;

- Risco Cambial e/ou outros Riscos Financeiros: Alterações na taxa de juros ou de câmbio podem afetar o fluxo de caixa de um projeto;
- Risco de Tráfego ou Receita: O projeto apresenta risco de tráfego ou receita quando o tráfego planejado não é verificado, ou quando o valor do pedágio não é adequadamente formulado.

Projetos no setor de transportes possuem, em geral, as mesmas características, e, desta forma, os riscos assumidos por uma rodovia são bastante similares aos riscos para a concessão de um trem de passageiros, por exemplo. Neste caso, o risco de tráfego ou receita seria equivalente ao risco de demanda ou receita.

2.3.3 Garantias dos contratos

Uma das formas de tornar o investimento atrativo é a possibilidade de concessão, pelo setor público, de garantias para incentivar a participação privada em projetos de infra-estrutura.

Segundo FISHBEIN e BABBAR (1996), dentro das possibilidades de suporte financeiro do governo aos projetos, existem quatro alternativas que aumentam significativamente a capacidade de financiamento, sem criar um alto nível de exposição governamental e sem distorcer o incentivo da concessionária em executar o projeto.

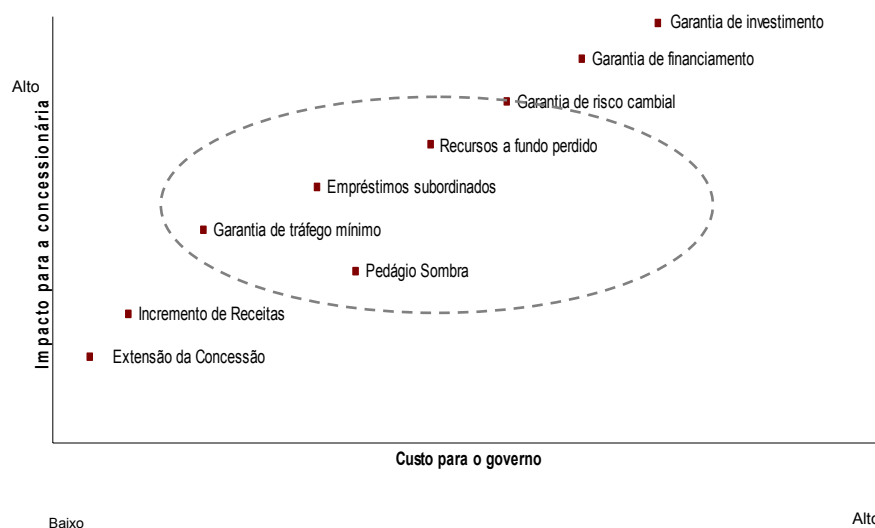


Figura 2 – Grau de exposição do governo e das concessionárias
(Fonte: Fishbein e Babbar 1996)

Subvenção governamental, empréstimos subordinados, garantia de tráfego ou receita mínima são garantias que equilibram o nível de exposição do governo, ou seja, seu custo futuro com as garantias oferecidas, com o impacto dessas garantias para as concessionárias, ou seja, sua receita adicional. A garantia de demanda mínima, similar à de tráfego mínimo, pode ser incluída nesse grupo.

Essas garantias podem ser concedidas pelo governo ao setor privado, minimizando o grau de incerteza a respeito do retorno do projeto. Porém, essas garantias podem tornar-se enormes passivos futuros para o governo, e cada uma delas tem seu impacto, como mostrado na figura acima.

Desta forma, essas garantias precisam ser quantificadas para a escolha de um nível ótimo que não comprometa demasiadamente o governo futuramente e que atraia o interesse do setor privado em novos investimentos, necessários para o crescimento do país.

Essas garantias não podem ser analisadas pelo método tradicional de VPL, pois, segundo BRANDÃO *et al.* (2005), a avaliação por VPL não considera o valor das flexibilidades operacionais presentes em vários tipos de projetos. O método de avaliação por opções reais é um complemento, portanto, à análise por VPL, já que considera em sua análise, além das opções, o VPL tradicional do projeto.

3 DESCRIÇÃO DETALHADA DO PROJETO

Muitos setores da economia brasileira passam por uma grave crise, motivada principalmente pela falta de investimentos durante anos na infra-estrutura necessária para o crescimento econômico do país, tornando a economia brasileira menos eficiente e pouco competitiva.

Um setor seriamente comprometido é o setor ferroviário. A malha ferroviária brasileira decresceu 25% em 50 anos, de 38 mil km para 29 mil km, enquanto o PIB do país aumentou 10 vezes. A velocidade média é de 25 km/h – na França a velocidade média alcança 300 km/h.

Em 1996, algumas linhas foram concedidas para a iniciativa privada, e, como consequência, o setor constatou um aumento no número de vagões e a modernização da frota. Porém, os investimentos na expansão da malha, de responsabilidade do governo, foram insuficientes, dificultando o aumento de produtividade das empresas do setor.

Difícilmente os trens voltarão a ser uma forma relevante de transporte de passageiros no país. Necessitar-se-ia de muito investimento. Além disso, poucos projetos teriam movimento suficiente para tornarem-se rentáveis. O trem de alta velocidade ligando o Rio de Janeiro a São Paulo e o Expresso Aeroporto, ligando o centro de São Paulo ao Aeroporto Internacional Governador Franco Montoro, em Guarulhos, são dois importantes projetos em análise.

Outro setor muito afetado pela falta de investimento é o setor aéreo, que passa por uma grave crise. A estabilidade econômica e a queda no preço das passagens aéreas aumentou em 180% o número de passageiros, e a frota comercial cresceu apenas 19%. Dos 4.276 aeroportos do país, apenas 8 possuem pista de decolagem capazes de receber aviões de grande porte.

A participação mais ativa da iniciativa privada no setor aéreo contribuiria para contornar a grave crise por que passa o setor¹⁴. Hoje, a estatal Infraero, órgão público vinculado ao Ministério da Defesa, administra 67 aeroportos no país, entre esses, os mais rentáveis do país, como os aeroportos de Guarulhos e Campinas, do Rio de Janeiro, Manaus e Belo Horizonte.

Além disso, o Código Brasileiro de Aeronáutica limita a participação do capital estrangeiro no setor aéreo em 20% do valor das companhias que administram aeroportos, dificultando a participação desses investidores, mesmo que haja interesse em projetos do setor.

Em Julho de 2007, um grave acidente próximo ao Aeroporto Internacional de Congonhas trouxe grandes conseqüências para a aviação do Brasil, agravando ainda mais a crise aérea, iniciada com a queda de outro avião em Setembro de 2006. As causas do acidente são diversas e ainda não oficiais, mas credita-se à falta de investimentos públicos parte da culpa nos dois desastres.

Uma das medidas adotadas pelo governo para contornar o problema foi a transferência de diversos vôos do Aeroporto Internacional de Congonhas para o Aeroporto Internacional Governador Franco Montoro, em Guarulhos, inaugurado em janeiro de 1985, e um dos mais

¹⁴ O aeroporto de Porto Seguro é um exemplo da contribuição do setor privado para o setor. Sua gestão foi assumida em 1999 pela Sociedade Nacional de Apoio Rodoviário e Turístico da capital baiana, que, além de ampliar os serviços, realizou melhorias na infra-estrutura e investiu em novos equipamentos. Como conseqüência, o número de passageiros aumentou em 133% no período.

modernos e ativos da América Latina. O grande problema é o acesso dos passageiros e acompanhantes à cidade vizinha. Atualmente, o meio de transporte mais comum para chegar ao aeroporto é o carro ou ônibus, pela Marginal Tietê. Um trajeto que, a partir do Centro de São Paulo, pode levar até duas horas, dependendo das condições do trânsito. Normalmente, em horários de pico, o congestionamento supera os 180 km de lentidão ao longo da cidade.

Uma alternativa a esse problema é a criação de um sistema de transportes que ligue o centro da cidade de São Paulo ao aeroporto em Guarulhos, economizando o tempo e o custo do trajeto e desafiando o trânsito na Marginal Tietê.

Desta forma, o trabalho em questão estudará o projeto ferroviário do Expresso Aeroporto, trem de alta velocidade e uma alternativa de transporte que ligará o centro da cidade de São Paulo ao aeroporto, em Guarulhos.

3.1 CARACTERÍSTICAS DO PROJETO

O Expresso Aeroporto terá 31 km de extensão, ligando ponto a ponto o centro de São Paulo ao Aeroporto Internacional Governador Franco Montoro, em Guarulhos, aproveitando a faixa ferroviária da Companhia Pública de Transportes Metropolitanos, a CPTM. Destes 31 km, 17 quilômetros são em nível, cerca de 8 quilômetros subterrâneos e 6 quilômetros de elevado. O serviço estará disponível todos os dias da semana, vinte e quatro horas por dia.

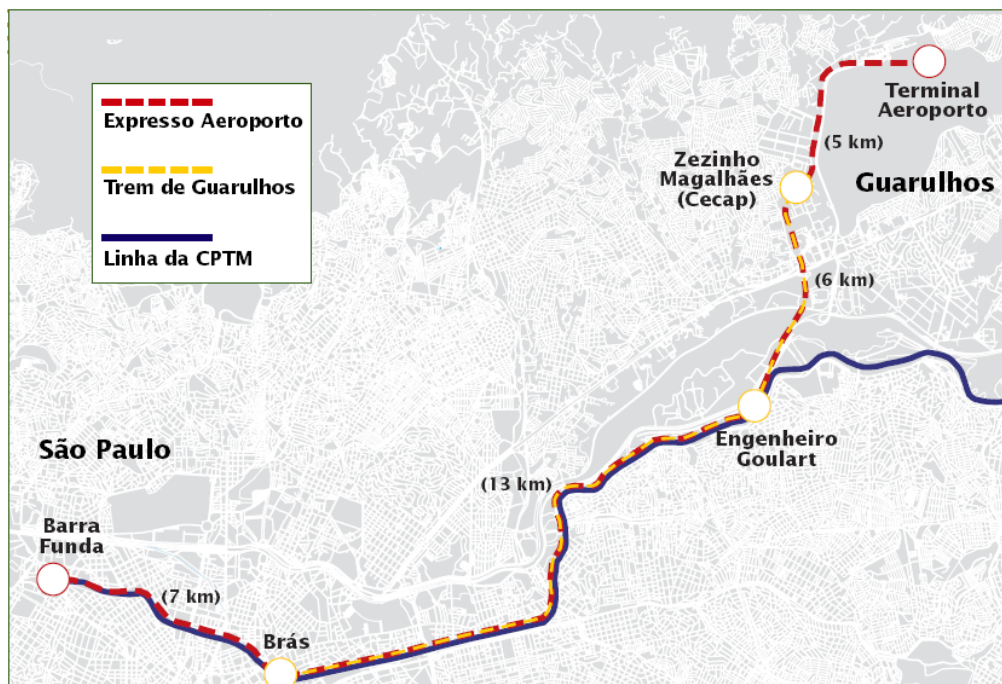


Figura 3 – Trajeto do Expresso Aeroporto

Com a realização do projeto, o viajante chegará ao aeroporto em 20 minutos, partindo do centro de São Paulo, ao custo de aproximadamente US\$ 8, ou aproximadamente R\$ 15,00. Hoje, o custo da viagem do aeroporto até o centro de São Paulo é de aproximadamente R\$ 70,00 de táxi e de R\$ 14,00 de ônibus. Cada trem terá composição de oitos carros e capacidade para dois mil passageiros cada, além de um espaço suficiente para as bagagens pessoais.

Serão construídas duas estações terminais, uma em Barra Funda, no centro de São Paulo, e a outra no aeroporto, em Guarulhos, garantindo um serviço seguro e sem paradas ao longo da viagem. Além disso, as plataformas serão construídas levando-se em consideração o fluxo de embarque e desembarque de passageiros, assim como a circulação de bagagens.

A velocidade máxima do trem será de 120 km/h, e a velocidade comercial, de 100 km/h. Na operação inicial, o intervalo entre trens, no período de maior movimento de demanda, será de 12 minutos. Após implantação do terminal 4, esse intervalo diminuirá para 6 minutos.

Foram contratadas duas empresas para a realização dos estudos de demanda, a Cyro Laurenza e a Toledo e Associados. Além disso, para dar confiabilidade aos dados encontrados pelas empresas, a CPTM também realizou pesquisas de campo. As informações de demanda de passageiros pelo serviço aéreo foram fornecidas pela Infraero.

O contrato firmado entre a CPTM e a Cyro Laurenza utilizou o método de custos generalizados e chegou as seguintes projeções de demanda para o serviço:

ESTIMATIVA DE PASSAGEIROS PARA O EXPRESSO DO AEROPORTO				
Ano	Movimento do Aeroporto (pax/ano)	Viajantes (pax/dia)	Acompanhantes (pax/dia)	Estimativa para o Expresso (pax/dia)
2005	17.919.136	50.000	35.000	19.218

FONTE: CYRO LAURENZA

Tabela 2 – Estimativa de passageiros pela empresa Cyro Laurenza

A pesquisa realizada pelo Toledo e Associados foi dividida em duas fases: qualitativa e quantitativa. Na fase qualitativa, foram elaborados os relatórios a serem preenchidos pelos dois grupos definidos na fase quantitativa. Foram consultadas duas amostras distintas, mas complementares para a fase quantitativa:

- Viajantes e acompanhantes;
- Funcionários da Infraero, de companhias aéreas e de outras empresas que trabalham no aeroporto.

O resultado da pesquisa está definido na tabela a seguir:

ESTIMATIVA DE PASSAGEIROS PARA O EXPRESSO DO AEROPORTO

Movimento do Aeroporto (pax/ano)	Viajantes (pax/dia)	Acompanhantes (pax/dia)	Potencial Realista para o Expresso (pax/dia)	Potencial Relativo para o Expresso (pax/dia)
13.000.000	36.000	25.200	19.640	27.465

FONTE: TOLEDO & ASSOCIADOS

Tabela 3 – Estimativa de passageiros pela empresa Toledo & Associados

Comparando as pesquisas realizadas pelas duas empresas contratadas com os dados levantados pela CPTM, temos:

RESUMO DAS ESTIMATIVAS DE PASSAGEIROS PARA O EXPRESSO DO AEROPORTO

Estudo	Movimento Diário o Aeroporto	Relação Viajante / Acompanhante	Potencial Realista para 2006
Cyro	85.000	0,7	19.218
Toledo	61.000	0,7	19.640
<i>CPTM</i>	<i>50.400</i>	<i>0,2</i>	<i>20.000</i>

Tabela 4 – Resumo das estimativas de passageiros

A CPTM considerou que 40% dos viajantes que aceitaram a configuração proposta do projeto – conforto, tempo de viagem, qualidade do serviço -, o valor da passagem e a estação final localizada em Barra Funda, centro de São Paulo, utilizarão o serviço.

Os resultados são bastante semelhantes entre as empresas. A previsão da demanda inicial para o Expresso Aeroporto é de 20.000 usuários/dia, entre viajantes, acompanhantes e funcionários, chegando a 39.000 quando o Terminal 3 do aeroporto for inaugurado, em 2015, e 55.000 com o Terminal 4, em 2025.

O processo de licitação foi iniciado pelo Governo do Estado de São Paulo dentro das regras das Parcerias Público-Privadas. O projeto está em fase de elaboração de estudos sobre a viabilidade técnica, econômica e financeira da obra e dois consórcios já se interessaram pelo projeto:

- CONSÓRCIO NOVA METRÓPOLE, constituído pelas empresas a) Assman Consultoria Empresarial Ltda, b) Valente, Valente Arquitetos; c) Enescil Engenharia e Projetos Ltda., e d) UETE Engenharia Ltda.
- CONSÓRCIO CEG EXPRESSO GUARULHOS, constituído pelas empresas a) ENCALSO Construções Ltda., b) ISOLUX Corsan Concessions S.A., c) Engevix Engenharia S.A., d) Ghella S.p.A. e e) Construciones y Auxiliar de Ferrocarriles S.A.

Após essa fase, será preparado o edital de concorrência, com previsão de publicação no primeiro semestre de 2008. A assinatura do contrato deve acontecer até o final de 2008 e a conclusão das obras até 2010. O prazo de concessão será de 25 anos.

Segundo a seção pública de perguntas e respostas para a elaboração dos estudos técnicos, econômicos e financeiros do projeto, realizada pela Secretaria dos Transportes Metropolitanos (STM) do Governo de São Paulo, as eventuais garantias deverão ser propostas pelo parceiro privado, e será um dos fatores a serem analisados para a escolha do consórcio ganhador.

3.2 INVESTIMENTOS E DEPRECIAÇÃO

O investimento total é de US\$ 497 milhões, valor que será usado para as obras civis, compra de equipamentos e desapropriações nos três primeiros anos do projeto. As obras civis representam o item principal na implantação do projeto, incluindo o cruzamento da área central de São Paulo. A Infraero será responsável pela construção do terminal principal e do

terminal remoto do aeroporto, em Barra Funda, totalizando US\$ 65 milhões de investimentos. O total de investimentos públicos será de US\$ 195 milhões. A iniciativa privada participará com US\$ 302,75 milhões. Foi considerada uma depreciação média de 5% ao ano para os investimentos realizados.

Descrição	Valor
Terminal Principal	9
Via entre TRAER Aeroporto e Estação Cecap	21
Via entre Estação Cecap e Estação Brás	189
Via entre Estação Brás e Barra Funda	74
TRAER Barra Funda	56
Material Rodante	60
Sistema de Sinalização	24
Outros Sistemas (telecomunicações, bilhetagem)	10
Pátios, oficinas e equipamentos de manutenção	22
Subtotal	465
Desapropriações	32
Total	497

Investimentos em milhões de dólares

Tabela 5 – Investimentos em US\$ milhões

Além disso, foi considerada a captação através do BNDES de 50% dos recursos necessários ao projeto, a uma taxa de TJLP + 2,5%, totalizando 8,63% a.a.

Projetos semelhantes foram desenvolvidos em diversos países. Na Malásia, uma linha trem de superfície de 57 km foi construída, ligando o centro da cidade de Kuala Lumpur ao aeroporto. O investimento total foi de 798 milhões de dólares. Em Londres, os aeroportos de Gatwick e Heathrow possuem linhas expressas de trem que ligam o aeroporto ao centro da cidade. Na Austrália, o investimento foi de 137 milhões de dólares, para um serviço expresso com 8,5 km de extensão. Nos Estados Unidos, o primeiro trem expresso ligando o centro da cidade ao

aeroporto foi construído em Salt Lake City, com 24 km em superfície ao custo de 312 milhões de dólares.

O investimento por km do Expresso Aeroporto é de 16 milhões de dólares, semelhante aos projetos realizados em outros países:

Países	Extensão (km)	Investimento	Investimento/ km
Austrália	8,5	137,7	16,2
Noruega	66	745,8	11,3
Malásia	57	798	14,0
Portugal	70	910	13,0
Estados Unidos	24	312	13,0
Brasil	31	497	16,0

Em milhões de dólares

Tabela 6 – Investimentos por km

3.3 RECEITAS E CUSTOS OPERACIONAIS

Foi considerado o ano 2, de 2009, como início de operação do serviço e, portanto, início de recebimento de receita, com a tarifa fixada em R\$ 15,00. O imposto sobre a receita para o serviço é de 14% e o prazo de concessão adotado foi de 25 anos, com início de investimentos no ano de 2008 e término da concessão em 2033.

Como o serviço estará disponível intermitentemente e a qualidade requerida no contrato é de alto padrão, foram considerados os custos de manutenção propostos pela Secretaria de Transportes Metropolitanos, de 20% da receita do serviço pela demanda projetada.

4 MODELAGEM E RESULTADOS

O modelo escolhido nesta dissertação para cálculo das garantias do contrato de PPP é o modelo de Opções Reais. Desta forma, a avaliação do Expresso Aeroporto considerará a presença de incertezas e flexibilidades gerenciais, permitindo aos gestores do projeto a tomada de decisões com base em informações mais completas.

A metodologia utilizada será a descrita por COPELAND e ANTIKAROV (2001), seguindo os quatro passos propostos pelo método, com a modificação sugerida por BRANDÃO *et al* (2005), considerando apenas o fluxo de caixa do primeiro ano como estocástico e condicionando os períodos subseqüentes ao resultado observado no primeiro ano.

Desta forma, na adaptação de BRANDÃO *et al* (2005), a simulação de Monte Carlo simula os valores das variáveis relevantes e incertas apenas no primeiro ano. Nos demais anos, as variáveis seguem a projeção do projeto original, sem incertezas.

4.1 PRIMEIRO PASSO: DETERMINAÇÃO DO VPL DO CASO BASE

Para elaboração do fluxo de caixa do projeto foram considerados os estudos técnicos realizados pela CPTM, com demanda inicial de 20.000 passageiros/dia. O crescimento médio μ da demanda de passageiros para o Expresso Aeroporto foi fixado em $\mu = 4,5\%$,

obtido com base nas informações das empresas Boeing e Airbus para o crescimento esperado médio no número de passageiros no mundo, proporcional à demanda pelo serviço.

No ano 7, data de inauguração do Terminal 3, a previsão é de que a demanda pelo serviço de trem aumente para 39.000 passageiros/dia. Desta forma, foi utilizado um múltiplo de 1,62, calculado a seguir:

$$\text{Múltiplo} = \frac{\text{Tráfego}_{t=7}}{\text{Tráfego}_{t=6}} = \frac{39.000}{23.944} = 1,62$$

O degrau em 2015 será considerado em todas as simulações realizadas no fluxo de caixa. A evolução da demanda do serviço pode ser descrita pela figura abaixo:

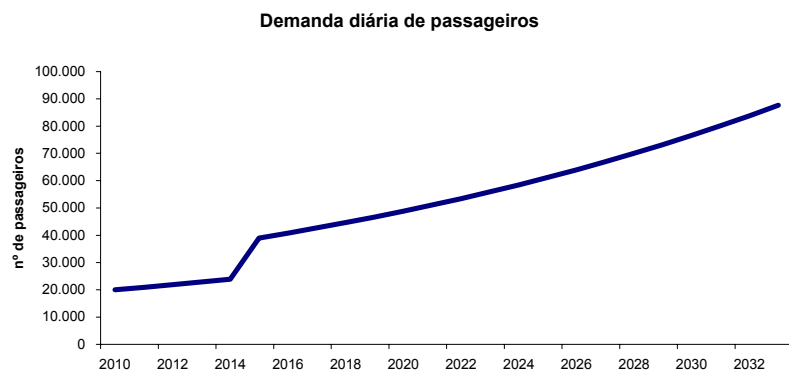


Figura 4 – Demanda diária de passageiros

Para cálculo do WACC do projeto, utilizou-se o modelo de CAPM ajustado a taxa de risco do país:

$$k_e = R_f + \text{PrêmioRiscoBrasil} + \beta(E(R_m) - R_f)$$

Foi considerado como taxa de juros livre de risco R_f a taxa de juros equivalente ao bônus emitido pelo governo norte americano, para um período de 20 anos, próximo ao período de concessão do serviço. Em 30/09/2007, a cotação do *Treasury constant maturities* para 20 anos era de 4,84%, segundo o site <http://www.federalreserve.gov/releases/H15/Current/>.

O cálculo do coeficiente beta β foi realizado a partir de dados coletados a partir do site do economista Aswath Damodaran (<http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>). Para o serviço em questão, foi calculada a média ponderada entre o setor ferroviário, setor do serviço em analisado e por isso de fator de peso 2, e do setor aéreo, que influencia diretamente no resultado do projeto analisado, com peso 1. Desta forma, encontramos o beta de 1,04 para utilização no trabalho, como verificamos a seguir:

Beta	nº de empresas	Beta desalavancado	peso
Setor ferroviário	56	1,17	2
Setor aéreo	20	0,79	1
Beta ponderado		1,04	

Tabela 7 – Cálculo do beta

O prêmio de risco de mercado ($E(R_m) - R_f$) foi calculado a partir de dados históricos e é a diferença entre os retornos médios das ações e os retornos médios sobre títulos livres de risco. Utilizamos a média geométrica dos prêmios de risco no mercado norte-americano no período de 1928 até 2006, obtido no site do Damodaran (<http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>), de 4,95%.

O prêmio de risco Brasil utilizado foi o *country risk* calculado pelo economista Damodaran em seu site (<http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>), de 3,75% para o Brasil, calculado com base no risco de crédito de um título de dívida soberana do país, de longo período de

maturação. Incluímos essa variável no modelo para complementar a taxa livre de risco utilizada, de títulos da dívida norte americana, e transformá-la na taxa livre de risco no Brasil.

Substituindo as variáveis na fórmula do CAPM, temos:

$$k_e = 4,84\% + 3,75\% + 1,04(4,95\%) = 13,74\%aa$$

O fluxo de caixa estático do projeto foi inicialmente modelado conforme detalhamento no apêndice A, utilizando as variáveis de demanda, tarifa, despesas operacionais, investimentos e depreciação, descritas no detalhamento do projeto, e descontado a taxa de 13,74% conforme cálculo do CAPM, conforme fluxo abaixo:

Fluxo de Caixa	Detalhamento
(=) Receita do Serviço	Receita bruta anual do serviço = Tarifa*demanda diária*365
(-) Imposto sobre a receita	Tributos médios incidentes sobre receita = 14%
(=) Receita Líquida	(=) Receita bruta - tributos
(-) Custo de Operação e Manutenção	Custo de operação e manutenção do serviço= 20%
(-) Juros	Juros dos empréstimos
(-) Depreciação	Depreciação média de 5% aa.
(=) LAIR	Lucro antes do imposto de renda
(-) Imposto de Renda	Alíquota de 34%
(=) LL	Lucro Líquido
(+) Depreciação	Depreciação média de 5% aa.
(-) Amortizações	Amortizações do empréstimo
(=) Geração de Caixa	Fluxo de caixa gerado pelo projeto
(+) Valor Residual	Valor Residual
(=) Fluxo de Caixa Livre	Fluxo de caixa disponível

Tabela 8 – Estrutura do fluxo de caixa

O valor presente dos fluxos de caixa é de R\$ 439.480 mil e o valor presente líquido, descontando o valor presente dos investimentos, é de R\$ 194.268 mil. Pelo método do VPL,

indicaríamos o investimento no projeto do Expresso Aeroporto, já que o mesmo possui VPL positivo.

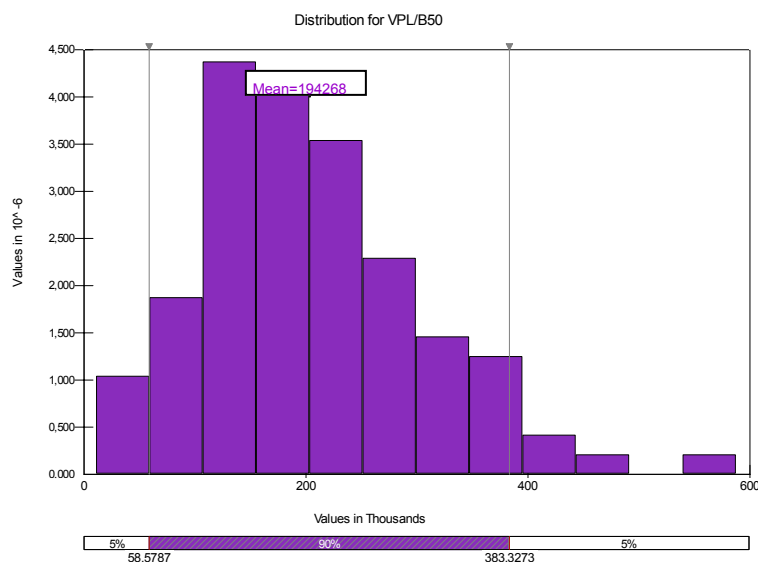


Figura 5 – Distribuição do VPL do projeto

Porém, como constatamos na revisão de literatura, esse resultado é insuficiente para a tomada de decisão, já que não considera os riscos e a possibilidade de mudança de decisão e dos gestores nem de garantias ao longo do projeto.

4.2 SEGUNDO PASSO: MODELAGEM DAS INCERTEZAS E ÁRVORE DE EVENTOS

Assumimos duas incertezas para o serviço do Expresso Aeroporto: a demanda de passageiros pelo serviço, para determinação da receita, e a taxa de câmbio, fundamental para determinação do valor dos investimentos e amortizações, em dólares.

Os valores obtidos para o movimento diário do aeroporto, pela análise da Cyro Laurenza, Toledo & Associados e CPTM, possuem uma diferença significativa, segundo tabela abaixo:

Empresas	Movimento diário no aeroporto	Demanda Captada pelo projeto	%
Cyro Laurenza	85.000	19.218	22,6%
Toledo & Associados	61.000	19.640	32,2%
CPTM	50.400	20.000	39,7%

Tabela 9 – Percentual de demanda captada pelo projeto

Além disso, comparando o percentual captado do estudo de demanda do Expresso Aeroporto com outros projetos realizados no mundo, verificamos que os resultados da Toledo & Associados e da CPTM são muito otimistas, conforme tabela abaixo. Por essa razão, a demanda de passageiros foi considerada importante fator de risco para o projeto.

Cidade, País	Aeroportos	Movimento diário no aeroporto	Demanda Captada pelo projeto	%
Brasil, São Paulo	Guarulhos	50.400	20.000	39,7%
Brasil, São Paulo	Guarulhos	61.000	19.640	32,2%
Alemanha, Frankfurt	Rhein-Main-Flughafen	135.000	37.800	28,0%
Inglaterra, Londres	Gatwick	77.000	20.000	26,0%
Brasil, São Paulo	Guarulhos	85.000	19.218	22,6%
Inglaterra, Londres	Heathrow	140.000	29.400	21,0%
Holanda, Amsterdan	Schiphol	40.000	8.400	21,0%
Estocolmo, Suécia	Arlanda	70.000	14.000	20,0%
França, Paris	Charles de Gaulle	96.000	12.500	13,0%

Tabela 10 – Comparação de demanda captada no mundo

Para a demanda de passageiros, a volatilidade σ foi definida a partir da série histórica de crescimento do número de passageiros aéreos nos últimos 10 anos no Brasil, divulgada anualmente pela ANAC, e definida em $\sigma = 17,13\%$.

Para a taxa de câmbio, a volatilidade σ foi definida a partir da cotação do câmbio no último dia do mês, nos últimos 10 anos, divulgada pelo Banco Central do Brasil, e definida em $\sigma = 6,6\%$.

Nas figuras 6 e 7, a seguir, descrevemos o resultado da simulação de Monte Carlo para cada variável, modeladas utilizando o movimento geométrico browniano, utilizando o programa computacional @Risk. Na linha em negrito estão os dados originais:

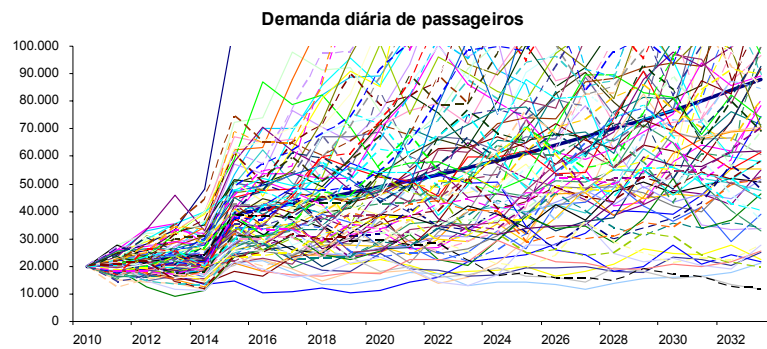


Figura 6 – Modelagem estocástico da demanda

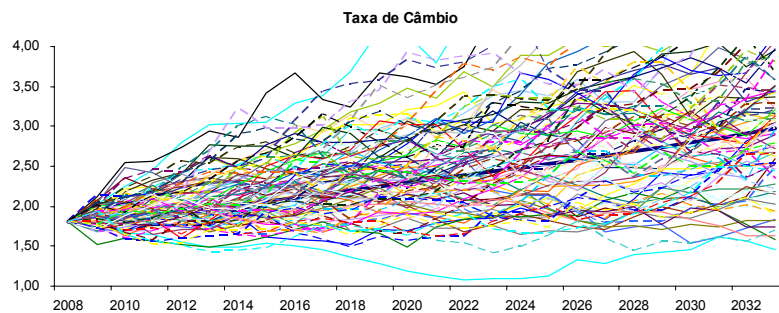


Figura 7 – Modelagem estocástica da taxa de câmbio

Assumindo essas incertezas e o desvio padrão dessas variáveis, e utilizando o programa computacional @Risk, analisamos o risco do projeto através de uma Simulação de Monte Carlo, com 10.000 iterações, para gerar o desvio padrão do projeto através do cálculo da relação:

$$z = \ln \left[\frac{VP_1}{VP_0} \right]$$

onde o VP_1 é o valor presente do projeto na modelagem estocástica, assumindo as incertezas, e o VP_0 é o valor do projeto na modelagem determinística, através do cálculo do VPL tradicional.

Para a modelagem estocástica, cada iteração da simulação de Monte Carlo calculará um novo fluxo de caixa e conseqüentemente o desvio padrão de z , levando-se em consideração todas as iterações. Esse será o desvio padrão ou volatilidade do projeto, constante para todos os períodos e de distribuição lognormal, assumindo a premissa do MGB.

Desta forma, a simulação de Monte Carlo do fluxo de caixa do projeto, realizada conforme método do Copeland & Antikarov e modificações sugeridas por Brandão, Dyer & Hahn, encontrou 22,7% como volatilidade do projeto Expresso Aeroporto.

Considerando a volatilidade do projeto em função do resultado obtido pela simulação de Monte Carlo, será elaborada a árvore de eventos, utilizando o programa computacional DPL e seguindo o modelo binomial proposto por COX, ROSS e RUBINSTEIN (1979). Nesse programa, o valor do projeto é determinado para cada nó do evento através de movimentos ascendentes e descendentes, assumidos por u e d respectivamente, pela taxa de juros livre de risco R_f , pela probabilidade neutra ao risco p e $(1-p)$ e pela volatilidade do projeto σ . Cada ano de concessão será um instante de tempo t .

Desta forma, utilizando os dados do projeto e as fórmulas do modelo binomial, temos:

$$VP_0 = 439.480$$

$$\sigma = 22,7\%$$

$$R_f = 8,59\%$$

$$u = e^{22,7\% \sqrt{1}} = 1,255$$

$$d = 1/u = 0,797$$

$$p = \frac{1 + 0,0895 - 0,0797}{1,255 - 0,797} = 0,631$$

$$1 - p = 0,369$$

Utilizando as variáveis acima, a modelagem foi realizada no programa DPL e resumida abaixo para dez períodos:

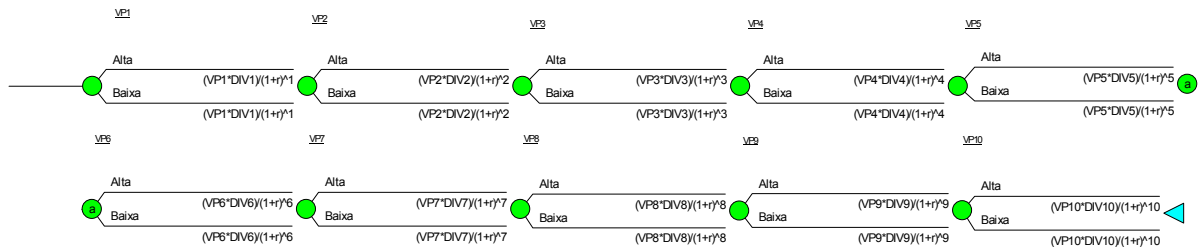


Figura 8 – Grau de exposição do governo e das concessionárias

onde VP_i é o VP_0 multiplicado por u no movimento ascendente, com probabilidade p e multiplicado por d no movimento descendente, com probabilidade $1 - p$, DIV_i é a taxa de dividendos distribuídos no período, e r é a taxa livre de risco do projeto.

Pelo método de COPELAND e ANTIKAROV (2001) e, de acordo com o primeiro passo estabelecido, o valor do VP encontrado é o valor do projeto sem flexibilidades. Podemos encontrá-lo também através da árvore binomial, utilizando o programa computacional DPL, conforme figura abaixo, resumida em cinco períodos:

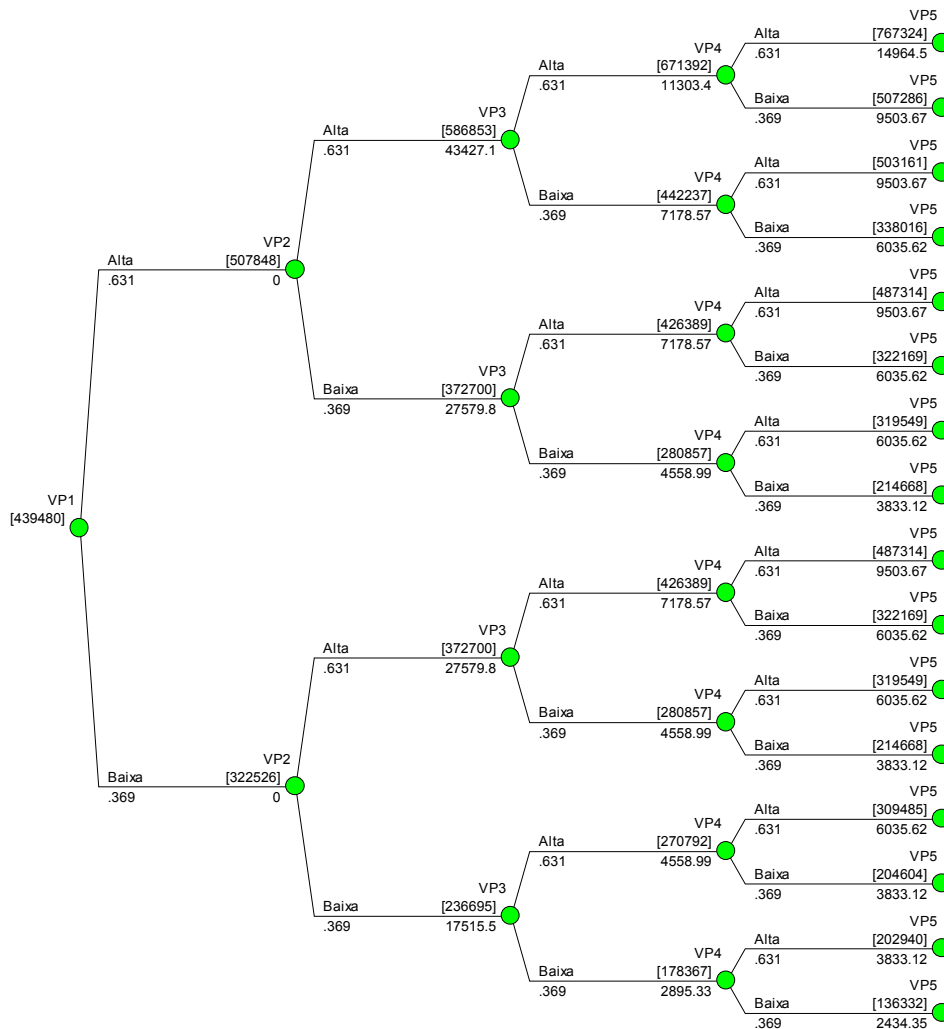


Figura 9 – Árvore binomial do Expresso Aeroporto (truncada em 5 passos)

Conforme verificamos na figura, o valor encontrado para o VP do projeto no ano 0 é igual ao valor calculado pelo desconto do fluxo de caixa, em planilha excel, detalhado no apêndice A.

Segundo BRANDÃO e CURY (2005), a modelagem binomial possibilita o cálculo do valor presente do projeto em cada período, durante todo o contrato de concessão, conforme fórmula abaixo:

$$VP_{t,i} = FC_{t,i} + \frac{pVP_{t+1,i} + (1-p)VP_{t+1,j+1}}{1 + R_f}$$

onde $VP_{t,i}$ é o valor do projeto em cada estado i de cada período t , $FC_{t,i}$ é o fluxo de caixa do projeto em cada estado i de cada período t , p e $1-p$ é a probabilidade neutra ao risco e R_f é a taxa de juros livre de risco.

4.3 TERCEIRO PASSO: MODELAGEM DA ÁRVORE DE DECISÃO

Após a construção da árvore binomial, finalmente serão adicionadas as opções existentes no projeto. No caso Expresso Aeroporto, a única flexibilidade considerada será um grupo de 25 opções europeias, com prazo de vencimento de um 1 a 25 anos, representando as garantias concedidas pelo governo, caso o projeto não atinja a demanda mínima prevista em seus estudos técnicos.

A garantia de demanda mínima foi a única flexibilidade escolhida para o projeto, baseado em trabalhos semelhantes realizados para rodovias no Brasil e no mundo. BRANDÃO e CURY (2005) utilizaram a teoria das opções reais para valorar as garantias de tráfego mínimo no contrato da rodovia BR-163. CHIARA *et al* (2007) avaliaram através de opções reais um projeto de investimento em uma rodovia pedagiada, com garantia de receita mínima. ENGEL *et al* (2000) detalha a oferta pelo governo chileno de garantia de tráfego mínimo na rodovia

Santiago-Viña del Mar, em 1998. A metodologia para precificação de uma garantia de tráfego mínimo é semelhante à garantia de demanda mínima utilizada na presente dissertação.

O valor da garantia concedida pelo governo será de 75% de demanda mínima. Desta forma, se a demanda de passageiros pelo serviço for menor do que 75% da demanda prevista nos estudos técnicos, o governo incorrerá em um passivo e repassará a diferença de receita entre a demanda realizada e 75% da demanda prevista, aportando recursos para a concessionária. A demanda mínima será proporcional ao valor previsto de demanda para o projeto em cada período.

O valor de 75% de garantia foi determinado pela demanda mínima suficiente para o projeto resultar em um VPL de zero para o investidor, conforme figura abaixo. O valor encontrado foi de aproximadamente 75%.

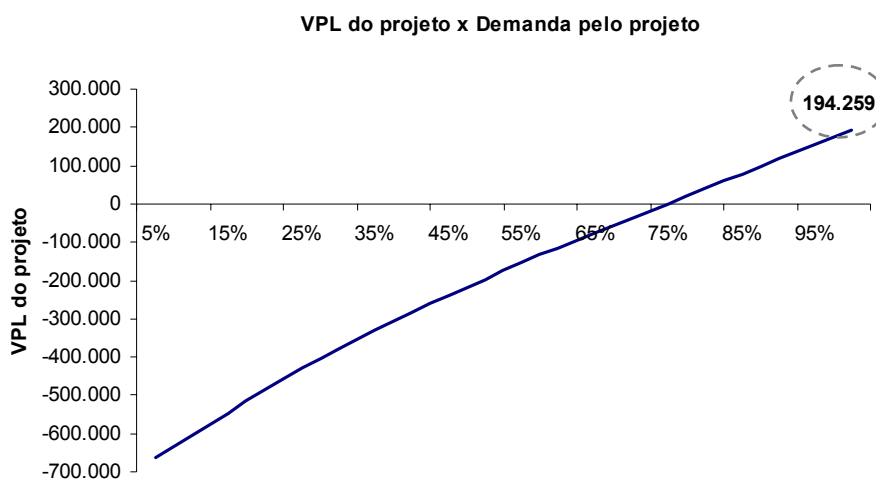


Figura 10 – Valor do VPL gerado em função da demanda existente

Para cada tempo t , a receita observada será o valor máximo entre a receita do projeto com a demanda projetada nos estudos técnicos - R_t - e a receita garantida do projeto considerando

apenas 75% do tráfego - RG_t -, já que, mesmo que a receita seja inferior a RG_t , o governo repassará a diferença entre a demanda registrada e 75% da demanda projetada nos estudos técnicos. Desta forma, conforme conclusão de BRANDÃO e CURY (2005) a garantia governamental em cada ano do projeto será:

$$GG(t) = \max(0, RG_t - R_t)$$

Pela fórmula, concluímos que a garantia governamental será o valor máximo entre zero e a diferença entre a receita garantida e a receita do projeto. Se a receita garantida for menor que a receita do projeto, o resultado de $RG_t - R_t$ será negativo, e a garantia governamental será zero; se o resultado de $RG_t - R_t$ for positivo, a garantia governamental será exatamente o valor de $RG_t - R_t$.

Considerando as garantias governamentais, o próximo passo será calcular o nível de demanda mínima garantida e o novo fluxo de caixa em cada ano da concessão, conforme detalhado no apêndice B.

Com base no fluxo de caixa garantido para cada ano do projeto, utilizaremos o programa computacional DPL para calcular as opções referentes à garantia de demanda mínima de passageiros para o Expresso Aeroporto, conforme modelagem abaixo:

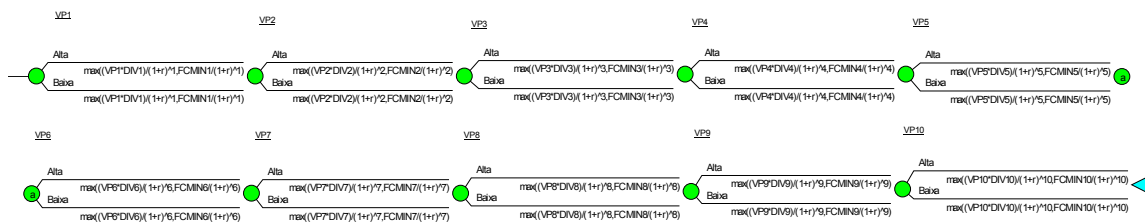


Figura 11 – Modelagem da árvore de decisão

Para cada nó da árvore de decisão, foi incorporada a opção de demanda mínima e a modelagem utilizada foi a de maximização entre os dois fluxos de caixa, com garantia e sem garantia. Para o fluxo de caixa com garantia, foi utilizado os valores em cada tempo t resultantes da análise do fluxo de caixa do projeto com 75% de tráfego, conforme apêndice B. Desta forma, modelos resumir a modelagem por:

$$VP_{t,i} = \text{Max} \left\{ FC_{t,i} + \frac{pVP_{t+1,i} + (1-p)VP_{t+1,j+1}}{1 + R_f}, FCG_t + \frac{pVP_{t+1,i} + (1-p)VP_{t+1,j+1}}{1 + R_f} \right\}$$

onde $VP_{t,i}$ é o valor do projeto em cada estado i de cada período t , $FC_{t,i}$ é o fluxo de caixa do projeto em cada estado i de cada período t , $FCG_{t,i}$ é o fluxo de caixa do projeto com garantia de demanda mínima em cada estado i de cada período t p e $1 - p$ é a probabilidade neutra ao risco e R_f é a taxa de juros livre de risco.

O valor presente dos fluxos de caixa com a inserção das garantias governamentais no projeto é de R\$ 694.268 mil, e o valor presente líquido, descontando o valor presente dos investimentos, é de R\$ 449.047 mil, conforme árvore de decisões abaixo:

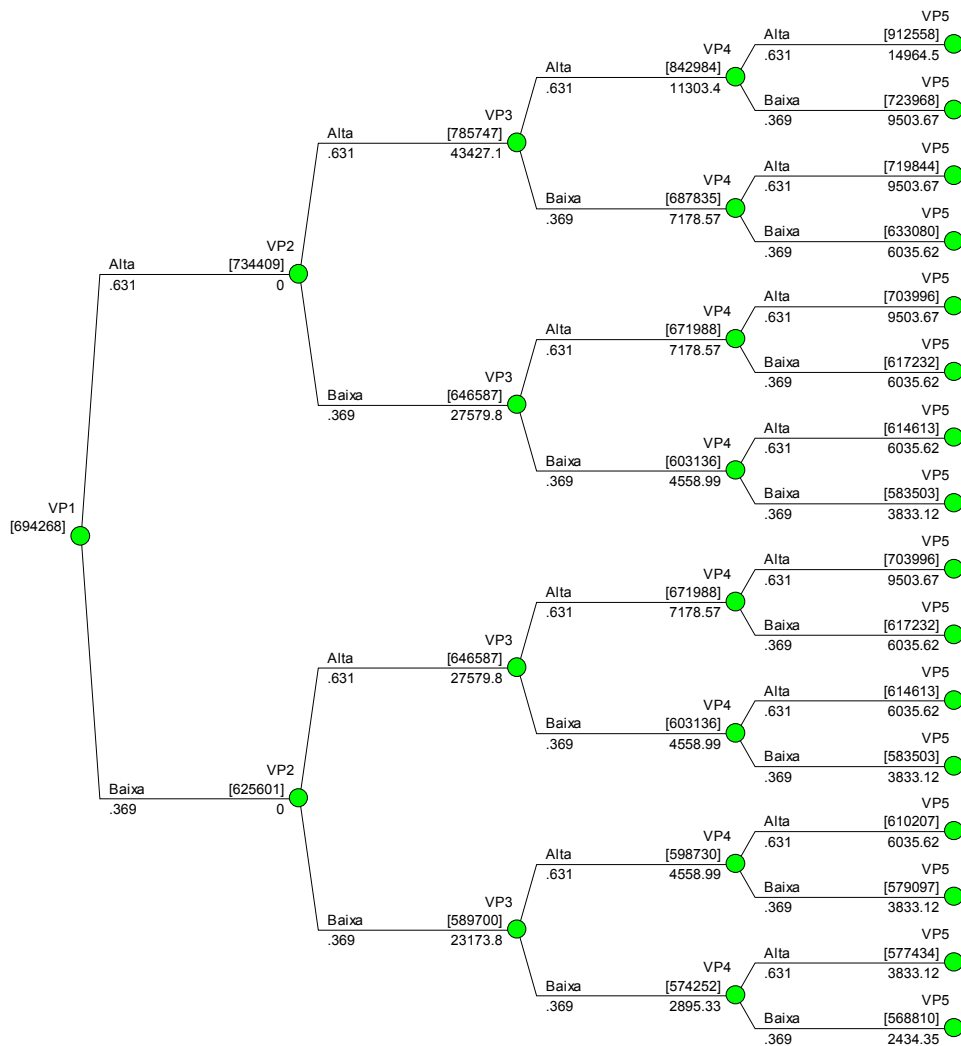


Figura 12 – Árvore de decisão do projeto

4.4 QUARTO PASSO: ANÁLISE DE OPÇÕES REAIS

O efeito da receita complementar do governo, caso a demanda seja inferior a prevista, é de R\$ 254.788 mil, conforme figura abaixo, para um nível de garantia de 75%.

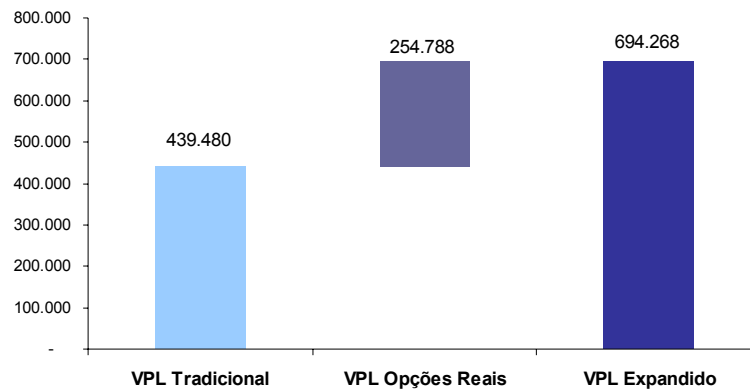


Figura 13 – Valor das opções reais

Para cada nível de garantia, o impacto para a concessionária será distinto. Para níveis baixos, o valor do projeto é constante e igual ao valor do projeto determinado pelo fluxo de caixa original, sem incertezas e garantia. A partir de 25% de garantia de demanda, as opções já começam a aportar valor ao projeto e reduzir os riscos existentes. Quanto maior o nível mínimo da receita garantida pelo governo, maior o valor presente da concessão, como podemos analisar na figura abaixo.

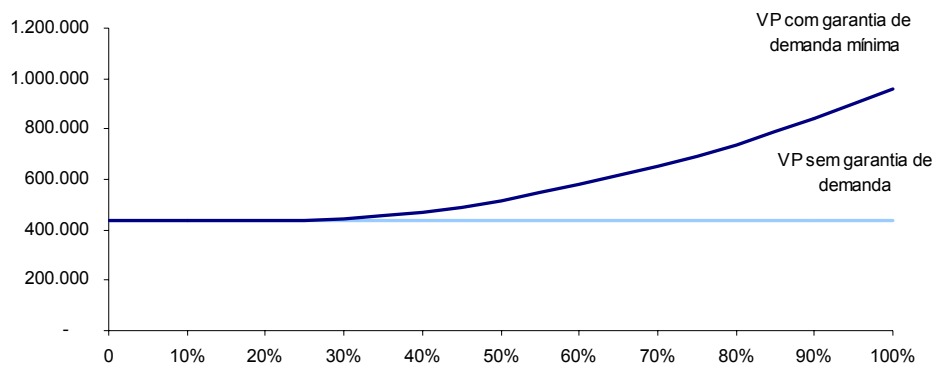


Figura 14 – Valor do valor presente do projeto por nível de garantia

Para um nível de garantia baixo, de 50% de demanda mínima, o VPL do projeto já aumenta consideravelmente, de R\$ 194.268 mil no resultado sem garantias para R\$ 272.937 mil, um

aumento de 40%. Para um nível de garantias de 70%, o VPL do projeto já é o dobro do valor verificado no resultado sem garantias.

O custo das garantias para o governo, analisando apenas o projeto Expresso Aeroporto, é igual ao valor calculado como benefício do investidor, ou seja, o VPL de Opções Reais, de R\$ 254.788 mil, já que o ativo subjacente analisado – as garantias concedidas – não pode ter preços distintos em uma mesma análise.

5 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

O efeitos da variação das principais variáveis que afetam o valor de um projeto depende, principalmente, se a opção é semelhante a uma opção de compra ou opção de venda do mercado financeiro. A garantia de demanda mínima equivale a um seguro contra níveis baixos de demanda, sendo uma complementação da receita realizada. Desta forma, esta opção tem as mesmas características de uma “put” ou opção de venda, reduzindo os riscos do projeto. Através da análise de sensibilidade de algumas variáveis, podemos comprovar os efeitos de variações no valor presente final do projeto.

Utilizamos como incerteza na metodologia realizada a demanda projetada e a taxa de câmbio, e, para cada uma das variáveis, foi definido um desvio padrão com base em dados históricos. Para a demanda, o desvio padrão utilizado foi de 17,13% e, para a taxa de câmbio, 6,62%.

Como verificamos no referencial teórico, para uma opção de venda, um aumento na volatilidade do projeto terá um impacto positivo no valor do projeto. Adotando uma volatilidade para a demanda prevista de 30%, em substituição aos 17,13% determinados na seção anterior, temos uma nova volatilidade, superior a anterior, de 38,1%. Desta forma, a variação esperada para o valor do projeto é um aumento, que podemos comprovar pela figura abaixo.

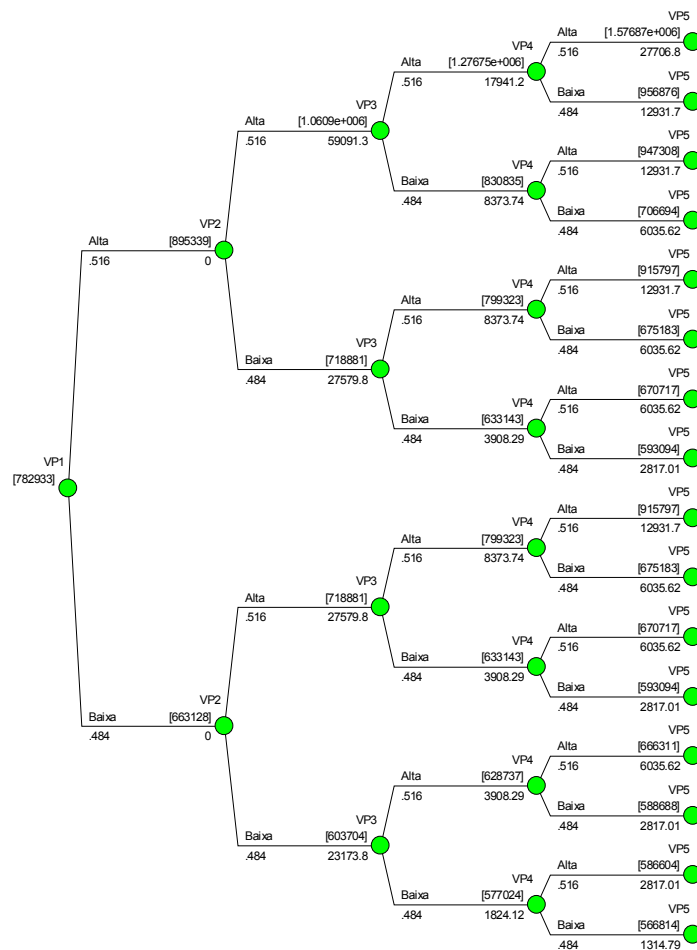


Figura 15 – Resultado da sensibilidade da volatilidade da demanda

O novo valor presente do projeto é de R\$ 782.933 mil, superior ao valor encontrado com as premissas originais, de R\$ 694.268 mil. Utilizando a metodologia para análise de valores distintos para o desvio padrão da demanda do projeto, encontramos o resultado abaixo:

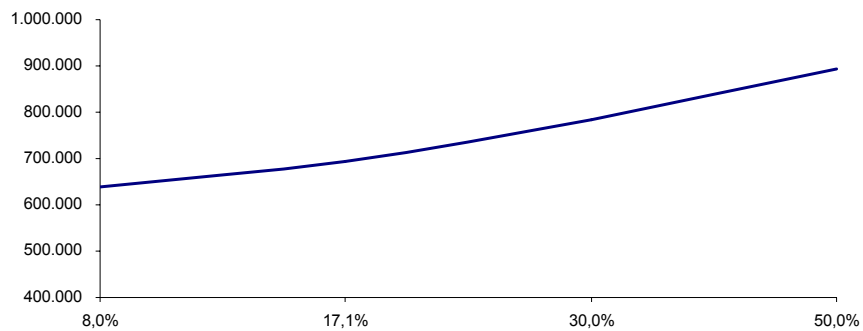


Figura 16 – Análise de sensibilidade da volatilidade da demanda

Realizando a mesma análise de sensibilidade para a taxa de câmbio e alterando o desvio padrão da variável de 6,62% para 15%, a volatilidade do projeto aumenta para 25,8%. O impacto de variações no desvio padrão da taxa de câmbio do projeto é baixo. Esse fato pode ser explicado pelo efeito da taxa de câmbio principalmente dos primeiros períodos do fluxo de caixa, quando ainda existem investimentos e amortizações em dólares. Temos um aumento no valor presente do projeto, para R\$ 696.792 mil, como verificado abaixo.

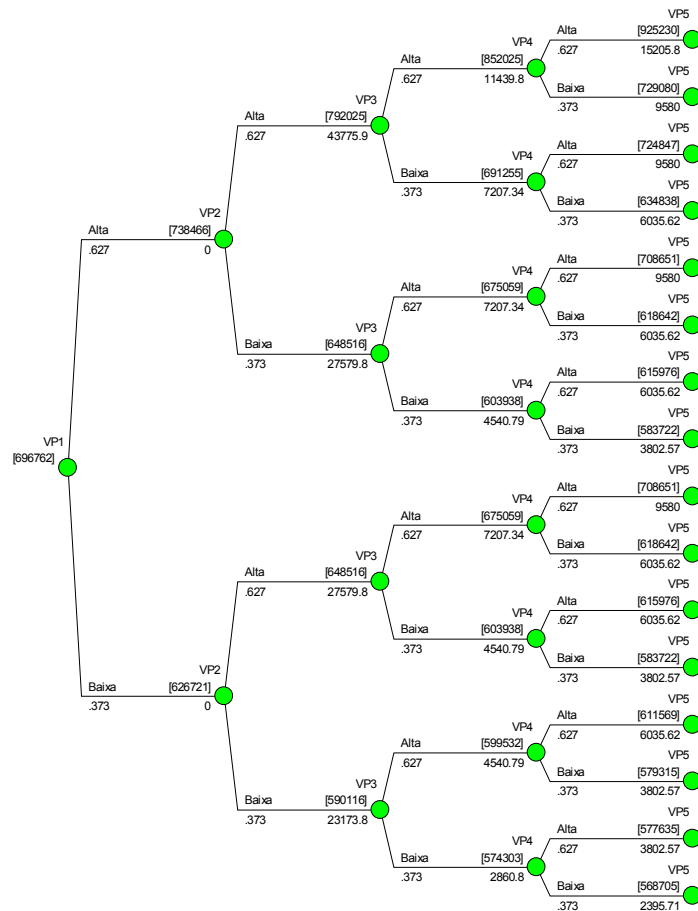


Figura 17 – Resultado da sensibilidade da volatilidade da taxa de câmbio

Realizando a análise de sensibilidade para valores diversos de volatilidade para taxa de câmbio, temos o seguinte resultado:

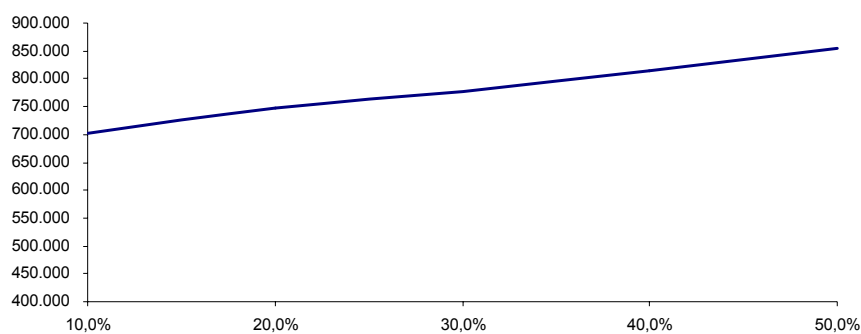


Figura 18 – Análise da sensibilidade da volatilidade da taxa de câmbio

A taxa de juros livre de risco utilizada no projeto foi de 8,59%. Alterando a taxa de juros para 10%, temos uma diminuição no valor das opções, já que um aumento na taxa livre de risco reduz o valor presente do projeto em cada nó de decisão, reduzindo o valor final do projeto.

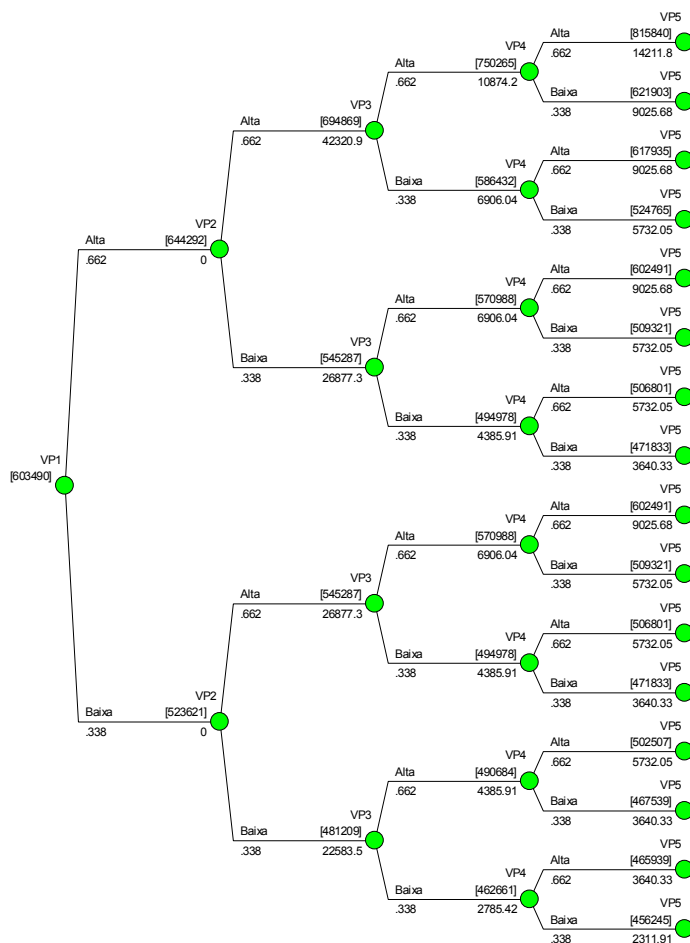


Figura 19 – Resultado da sensibilidade da taxa de juros livre de risco

Verificamos uma queda no valor presente do projeto, para R\$ 603.490 mil, como verificado na árvore binomial acima. Realizando a análise de sensibilidade para diversos níveis de taxa livre de risco, encontramos o seguinte resultado:

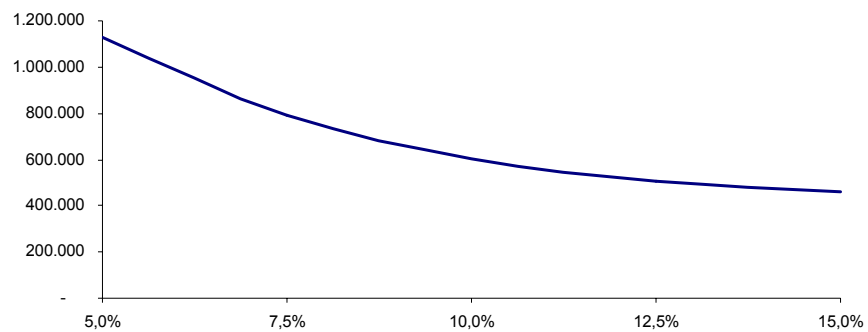


Figura 20 – Análise da sensibilidade da taxa de juros livre de risco

Pela análise de sensibilidade das variáveis de volatilidade e taxa livre de risco, comprovamos o efeito descrito por DAMADORAN (1997), da tabela 1 do presente trabalho, para as opções de venda.

6 CONCLUSÃO

O trem de alta velocidade Expresso Aeroporto, que ligará o centro de São Paulo ao Aeroporto Internacional Governador Franco Montoro, em Guarulhos, é um projeto de grande porte, que demandará investimentos de aproximadamente US\$ 500 milhões e é considerado muito importante estruturalmente para a cidade de São Paulo e para o país. A fim de atrair o interesse do setor privado para o projeto, o governo, em seu processo de licitação, criou a possibilidade de conceder garantias contratuais a fim de mitigar os riscos existentes.

Diversas garantias podem ser concedidas em um projeto de parceria público privada, entre elas, garantia de risco cambial, de extensão da concessão e de investimento, entre outras. Este trabalho modelou como garantia para o Expresso Aeroporto um nível de 75% de demanda mínima, e, desta forma, sempre que a demanda verificada for menor do que 75% da demanda projetada nos estudos técnicos, o governo complementarará a receita da concessionária até o limite de 75% de demanda prevista.

O nível de garantia foi definido baseado no valor necessário de demanda para que o investimento comece a ser economicamente atrativo, ou seja, que seu valor presente líquido do projeto seja zero. Como o valor presente dos investimentos é de R\$ 245.221 mil, constatamos que a demanda mínima de atratividade é de aproximadamente 75%.

Além das flexibilidades referentes às garantias propostas, as incertezas envolvendo variáveis fundamentais para a valoração do Expresso Aeroporto não são consideradas pelo método tradicional do fluxo de caixa descontado. Desta forma, para capturar as incertezas e flexibilidades existentes, o trabalho utilizou a teoria das opções reais, metodologia complementar ao método tradicional de valor presente líquido.

A incorporação das opções reais ao trabalho resultou em um aumento de R\$ 254.788 mil no valor do projeto Expresso Aeroporto. O valor presente líquido expandido para o projeto é de R\$ 449.047 mil, significativamente superior ao constatado através da avaliação pelo método tradicional do fluxo de caixa descontado, de R\$ 194.268 mil. O aumento decorrente da incorporação das opções reais na análise é de 131%.

Mesmo com a concessão de baixos níveis de garantia, o valor presente líquido já apresenta resultados superiores ao calculado pelo método tradicional. Com apenas 30% de garantia, as opções reais já agregam valor ao projeto – R\$ 4.642 mil. Se o governo garantir 100% da demanda prevista nos estudos técnicos do projeto, o valor presente líquido do projeto aumenta 267%.

Desta forma, o investidor que incorporar em sua análise do investimento as opções de garantia de demanda mínima poderá apresentar preços mais competitivos no leilão para aquisição do projeto. Além disso, o governo, conhecendo a metodologia de opções reais e os dados do projeto, poderá adotar a modelagem contratual ótima e o melhor parceiro privado para o investimento e a sociedade.

Apesar do presente trabalho adaptar somente a garantia de demanda mínima ao projeto analisado, inúmeras outras formas de opções podem ser consideradas. Para estudos

posteriores, sugere-se o relaxamento da hipótese básica de volatilidade constante do MGB. Desta forma, para cada nó da árvore binomial será calculada uma volatilidade, e os valores de u e d serão distintos, ano a ano. Outra proposta é o cálculo das opções reais referente a expansão do período contratual. Para o governo, essa flexibilidade possui baixos custos e é uma alternativa à concessão de garantia de demanda mínima.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMRAM, M., KULATILAKA, N. (1999). “Real options: Managing strategic investment in an uncertain world”, Harvard Business School Press, Cambridge.

ASCHAUER, D. (1989) “Is Public Expenditure Productive?” In: Journal of Monetary Economics. vol.23, pp.177-200. Março.

BLACK, F., SCHOLES, M. (1973) “The Pricing of Options and Corporate Liabilities”. In: The Journal of Political Economy, vol.81, nº 3, pp. 637-54. Maio/Junho.

BRANDÃO, L. (2002) “Uma aplicação da teoria das Opções Reais em tempo discreto para avaliação de uma concessão rodoviária no Brasil”. Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial. Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica.

BRANDÃO, L., DYER, J., HAHN, W. (2005a) “Using Binomial Decision Trees to Solve Real Option Valuation Problems”. In: Decision Analysis.

BRANDÃO, L., DYER, J., HAHN, W. (2005b) “Response to Comments on Brandão *et al.*” In: Decision Analysis, vol. 2, nº 2. Junho.

BRANDÃO, L., CURY, M. (2005) “Modelagem Híbrida para Concessões Rodoviárias pioneiras com o uso da teoria das opções reais: O caso da BR-163. In: XIX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes – ANPET, Recife. Panorama Nacional da Pesquisa em Transportes. vol. 1. pp. 97-108.

BREALLY, R., MYERS, S. (2003) “Principles of Corporate Finance”. New York. McGraw-Hill.

CHAROENPORNATTANA, S, MINATO, T, NKAHAMA, S. (2003) Government supports as bundle of real options in built-operate-transfer highways projects”. The University of Tokyo.

CHIARA N., GARVIN M., VECER J. (2007) “Valuing Simple Multiple-Exercise Real Options in Infrastructure Projects”. In: Journal of infrastructure systems. Junho.

COPELAND, T., ANTIKAROV, V. (2001) “Real Options – A Practitioner’s Guide”. New York. Texere LLC Publishing.

COX, J., ROSS, A., RUBINSTEIN, M. (1979). "Option Pricing: a Simplified Approach". In: Journal of Financial Economics, nº 7, pp. 229-263.

CPTM – Companhia Paulista de Trens Metropolitanos. Disponível em: <http://www.cptm.sp.gov.br/>. Data de acesso: 27 de Julho de 2007.

DAMODARAN, A. (1997). Avaliação de investimentos: ferramentas e técnicas para a determinação do valor de qualquer ativo. Rio de Janeiro. Qualitymark.

DAMODARAN, A. (2002) "The promise and peril of real options". Disponível em: <http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/pdfiles/papers/realopt.pdf>. Data de acesso: 15 de agosto de 2007.

DAMODARAN, A. Disponível em: < <http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>>. Data de acesso: 27 de setembro de 2007.

DIXIT, A., PYNDICK, R. (1994): "Investment under Uncertainty". Princeton University Press.

EASTERLY, W., REBELO, S. (1993) "Fiscal policy and economic growth: an empirical investigation". In: Journal of Monetary Economics, v. 32, p. 417-458.

ENGEL, E., FISCHER, R., GALETOVIC, A. (2000) "The Chilean Infrastructure Concessions Program: Evaluation, Lessons and Prospects for the Future". In: Working Paper, Centro de Economia Aplicada (CEA), Departamento de Ingenieria Industrial de Chile.

FED – The Federal Reserve. Disponível em: <http://www.federalreserve.gov/releases/H15/Current/>. Data de acesso: 8 de Setembro de 2007.

FERREIRA, J. (2003) "Abordagem sobre o uso das opções reais na análise de projetos de investimentos". Florianópolis.

FISHBEIN, G. & BABBAR, S. (1996) "Private financing of toll roads" In: RMC Discussion Paper Series 117, The World Bank. Washington D.C.

GHOBIAN, A., GALLEAR, D., O'REAGAN, N., VINEY, H. (2004). "Public-private partnerships – Policy and Experience". In: Journal of International Business Studies.

GRAHAM, J., HARVEY, C. (2001) "The Theory and Practice of Corporate Finance: Evidence from the Field", In: Journal of Financial Economics, nº 61.

HULL, J. (1998) "Opções, Futuros e Outros Derivativos", tradução Orlando Saltini. 3ª ed. São Paulo, Bolsa Mercantil & de Futuros.

IRWIN, T., KLEIN, M., PERRY, G., THOBANI, M. (1999). "Managing government exposure to private infrastructure risks". In: The World Bank Research Observer, vol 14, nº 2. pp. 229-245. Agosto.

JUNIOR, F. (2006) "Avaliação de Campo Maduro de Petróleo por Opções Reais". Dissertação de Mestrado. Departamento de Administração de empresas IBMEC/RJ.

KENMA, A., (1993) "Case Studies on Real Options", In: Financial Management.

- KIKERI, S., KOLO, A.F. (2005) "Privatization: Trends and Recent Developments", In: World Bank Policy Research Paper 3735. Disponível em: <<http://econ.worldbank.org>>. Data de acesso: 27 de julho de 2007.
- LUEHRMAN, T. A. (1998). "Investment opportunities as real options: getting started on the numbers". In: Harvard business review. julho/agosto.
- MAGEE, J. F. (1964), "How to Use Decision Trees in Capital Investments", In: Harvard Business Review. Setembro/Outubro.
- MINARDI, A. (2004): "Teoria de Opções Aplicada a Projetos de Investimento". Atlas S.A., São Paulo.
- MYERS, S. (1977) "Determinants of corporate borrowing". In: Journal of financial economics. nº 5. Novembro.
- PIMENTEL, P., PEREIRA, J., COUTO, G. (2007) "High speed transport valuation". Maio.
- PINDYCK, R. (1988) "Irreversible investment, capacity choice, and value of the firm". In: American economic review. v 78, nº 5. Dezembro.
- PINTO, C. (2004) "Avaliação por Opções Reais de Empresa de Sistema de Informação Geográfica". Dissertação de mestrado. Departamento de Administração de Empresas IBMEC/RJ.
- RIGOLON, F. (1999) "Opções Reais, análise de projetos e financiamento de longo prazo". In: Texto para discussão nº. 66, BNDES. Rio de Janeiro.
- ROSS, S., WESTERFIELD, R., JAFFE, J. (1995) "Administração financeira". São Paulo, Atlas.
- SANTOS, E., PAMPLONA, E. (2003) "Qual o Valor de Um Projeto de Pesquisa? Uma Comparação Entre os Métodos de Opções Reais, Árvore de Decisão e VPL Tradicional na Determinação do Valor de um Projeto Real de Pesquisa e Desenvolvimento". 3o Encontro Brasileiro de Finanças, FEA-USP. julho.
- SHARPE, W. (1964) "Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under conditions of Risk". In: The Journal of Finance, Vol. 19, Nº. 3, pp. 425-442. Setembro.
- STM – Secretaria dos Transportes Metropolitanos. Disponível em: <http://www.stm.sp.gov.br/>. Data de acesso: 5 de Setembro de 2007.
- TEIXEIRA, D. (2007). "Avaliação de Licitação de Espectros de Radiofrequências para WiMAX: Uma Abordagem por Opções Reais". Dissertação de Mestrado. Departamento de Administração de Empresas PUC/RJ.
- TRIANSTIS, A., BORISON, A. (2001) "Real options: state of practice". In: Journal of Applied Corporate Finance. Setembro.
- TRIGEORGIS, L. (1993) "The Nature of Options Interactions and the Valuation of Investments with Multiple Real Options". In: Journal of Financial and Quantitative Analysis. Vol. 28, nº. 1, pp. 1-21. Março.

TRIGEORGIS, L. (1996) "Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation". Cambridge (EUA): MIT Press, 427 pp.

APÊNDICE

Neste apêndice encontram-se os fluxos de caixa determinísticos do projeto Expresso Aeroporto e o fluxo de caixa com receita 75% da receita projetada nos estudos técnicos.

APÊNDICE A

Fluxo de Caixa - Expresso Aeroporto

R\$ 1.000

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Investimento	(181.542)	(185.209)	(188.951)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Financiamento	90.771	92.605	94.475	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Investimento Líquido	(90.771)	(92.605)	(94.475)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VP do Investimento Líquido	(245.221)												
Receita do Serviço	-	109.410	114.446	114.446	119.714	125.224	130.988	213.350	223.170	233.442	244.186	255.426	267.182
Imposto sobre Receita	-	(15.350)	(16.057)	(16.057)	(16.796)	(17.569)	(18.378)	(29.933)	(31.311)	(32.752)	(34.260)	(35.837)	(37.486)
Receita Líquida	-	94.060	98.389	98.389	102.918	107.655	112.610	183.416	191.859	200.689	209.927	219.589	229.697
Custos Oper e Manutencao	0	(21.882)	(22.889)	(22.889)	(23.943)	(25.045)	(26.198)	(42.670)	(44.634)	(46.688)	(48.837)	(51.085)	(53.436)
Juros	(7.066)	(14.417)	(22.062)	(22.062)	(20.257)	(18.370)	(16.399)	(14.340)	(12.191)	(9.950)	(7.613)	(5.076)	0
Depreciacao	(9.169)	(13.893)	(13.893)	(13.893)	(13.893)	(13.893)	(13.893)	(13.893)	(13.893)	(13.893)	(13.893)	(13.893)	(13.893)
Total Custos	(16.235)	(50.192)	(58.844)	(58.844)	(58.092)	(57.307)	(56.489)	(70.902)	(70.718)	(70.531)	(70.343)	(70.053)	(67.329)
LAIR	(16.235)	43.868	39.545	39.545	44.825	50.347	56.121	112.514	121.141	130.159	139.584	149.536	162.367
IR	0	(14.915)	(13.445)	(13.445)	(15.241)	(17.118)	(19.081)	(38.255)	(41.188)	(44.254)	(47.458)	(50.842)	(55.205)
Lucro Líquido	(16.235)	28.953	26.100	26.100	29.585	33.229	37.040	74.259	79.953	85.905	92.125	98.694	107.163
+ Depreciacao	9.169	13.893	13.893	13.893	13.893	13.893	13.893	13.893	13.893	13.893	13.893	13.893	13.893
- Amortizacoes	0	0	(28.915)	(28.915)	(29.499)	(30.095)	(30.703)	(31.323)	(31.956)	(32.602)	(33.260)	(33.260)	(33.260)
Geracao de Caixa	(7.066)	42.846	11.077	11.077	13.978	17.027	20.229	56.828	61.889	67.195	72.757	79.326	87.795
Valor Residual													
Fluxo de Caixa Livre	(7.066)	42.846	11.077	11.077	13.978	17.027	20.229	56.828	61.889	67.195	72.757	79.326	87.795
Custo do Capital=	13,7%												
TIR=	18,8%												
Post-dividend ->	506.921	533.717	595.962	595.962	663.857	738.031	819.193	874.905	933.210	994.219	1.058.047	1.124.076	1.190.707
Pre-dividend ->	439.480	499.856	576.562	607.039	677.835	755.058	839.422	931.733	995.099	1.061.414	1.130.805	1.203.402	1.278.501
VP=	439.480												
VPL=	194.259												
Z	12,9%												
Vetor dividendos	-1,4%	7,4%	1,8%	2,1%	2,3%	2,4%	2,4%	6,1%	6,2%	6,3%	6,4%	6,6%	6,9%

APÊNDICE A(Continuação)

Fluxo de Caixa - Expresso Aeroporto

R\$ 1.000

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Investimento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Financiamento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Investimento Líquido	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VP do Investimento Líquido	279.480	292.344	305.800	319.876	334.599	350.000	366.109	382.961	400.587	419.026	438.312	458.487	479.590
Receita do Serviço	(39.211)	(41.016)	(42.904)	(44.879)	(46.945)	(49.105)	(51.366)	(53.730)	(56.203)	(58.790)	(61.496)	(64.326)	(67.287)
Imposto sobre Receita	240.269	251.328	262.896	274.997	287.654	300.894	314.744	329.231	344.385	360.236	376.817	394.161	412.303
Receita Líquida	(55.896)	(58.469)	(61.160)	(63.975)	(66.920)	(70.000)	(73.222)	(76.592)	(80.117)	(83.805)	(87.662)	(91.697)	(95.918)
Custos Oper e Manutencao	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juros	(13.893)	(13.893)	(13.893)	(13.893)	(13.893)	(13.893)	(13.893)	(9.354)	(4.724)	0	0	0	0
Depreciacao	(69.789)	(72.361)	(75.053)	(77.868)	(80.812)	(83.892)	(87.114)	(85.946)	(84.841)	(83.805)	(87.662)	(91.697)	(95.918)
Total Custos	170.480	178.967	187.844	197.129	206.842	217.002	227.629	243.285	259.543	276.431	289.154	302.463	316.385
LAIR	(57.963)	(60.849)	(63.867)	(67.024)	(70.326)	(73.781)	(77.394)	(82.717)	(88.245)	(93.986)	(98.312)	(102.838)	(107.571)
IR	112.517	118.118	123.977	130.105	136.516	143.221	150.235	160.568	171.299	182.444	190.842	199.626	208.814
Lucro Líquido	13.893	13.893	13.893	13.893	13.893	13.893	13.893	9.354	4.724	0	0	0	0
+ Depreciacao	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- Amortizacoes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Geracao de Caixa	126.410	132.011	137.869	143.998	150.408	157.114	164.128	169.922	176.022	182.444	190.842	199.626	208.814
Valor Residual													1.519.975
Fluxo de Caixa Livre	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
126.410	132.011	137.869	143.998	150.408	157.114	164.128	169.922	176.022	182.444	190.842	199.626	208.814	1.728.789
Post-dividend -->	1.227.876	1.264.552	1.300.406	1.335.059	1.368.061	1.398.891	1.426.943	1.453.054	1.476.653	1.497.071	1.511.897	1.519.975	0
Pre-dividend -->	1.354.286	1.396.562	1.438.276	1.479.056	1.518.469	1.556.005	1.591.071	1.622.976	1.652.675	1.679.515	1.702.738	1.719.601	1.728.789
Vetor dividendos	9,3%	9,5%	9,6%	9,7%	9,9%	10,1%	10,3%	10,5%	10,7%	10,9%	11,2%	11,6%	100,0%

APÊNDICE B

Fluxo de Caixa - Expresso Aeroporto

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Investimento	(181.542)	(185.209)	(188.951)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Financiamento	90.771	92.605	94.475	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Investimento Líquido	(90.771)	(92.605)	(94.475)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VP do Investimento Líquido	(245.221)												
Receita do Serviço	-	82.058	85.834	89.785	89.785	93.918	98.241	160.012	167.377	175.081	183.140	191.569	200.387
Imposto sobre Receita	-	(11.513)	(12.043)	(12.597)	(12.597)	(13.177)	(13.783)	(22.450)	(23.483)	(24.564)	(25.695)	(26.877)	(28.114)
Receita Líquida	-	70.545	73.792	77.188	77.188	80.741	84.457	137.562	143.894	150.517	157.445	164.692	172.272
Custos Oper e Manutencao	0	(21.882)	(22.889)	(23.943)	(23.943)	(25.045)	(26.198)	(42.670)	(44.634)	(46.688)	(48.837)	(51.085)	(53.436)
Juros	(7.066)	(14.417)	(22.062)	(20.257)	(20.257)	(18.370)	(16.399)	(14.340)	(12.191)	(9.950)	(7.613)	(5.076)	0
Depreciacao	(9.169)	(13.893)	(13.893)	(13.893)	(13.893)	(13.893)	(13.893)	(13.893)	(13.893)	(13.893)	(13.893)	(13.893)	(13.893)
Total Custos	(16.235)	(50.192)	(58.844)	(58.092)	(58.092)	(57.307)	(56.489)	(70.902)	(70.718)	(70.531)	(70.343)	(70.053)	(67.329)
LAI R	(16.235)	20.353	14.948	19.096	19.096	23.434	27.969	66.660	73.176	79.986	87.102	94.639	104.943
IR	0	(6.920)	(5.082)	(6.493)	(6.493)	(7.967)	(9.509)	(22.664)	(24.880)	(27.195)	(29.615)	(32.177)	(35.681)
Lucro Líquido	(16.235)	13.433	9.866	12.603	12.603	15.466	18.459	43.996	48.296	52.791	57.487	62.462	69.263
+ Depreciacao	9.169	13.893	13.893	13.893	13.893	13.893	13.893	13.893	13.893	13.893	13.893	13.893	13.893
- Amortizacoes	0	0	(28.915)	(29.499)	(29.499)	(30.095)	(30.703)	(31.323)	(31.956)	(32.602)	(33.260)	(33.260)	(33.260)
Geracao de Caixa	(7.066)	27.326	(5.157)	(3.004)	(3.004)	(736)	1.649	26.565	30.233	34.082	38.119	43.094	49.895
Valor Residual													
Fluxo de Caixa Livre	(7.066)	27.326	(5.157)	(3.004)	(3.004)	(736)	1.649	26.565	30.233	34.082	38.119	43.094	49.895
Custo do Capital=	13,7%												
TIR=	13,8%												
Post-dividend -->	287.678	299.874	346.228	396.796	396.796	452.044	512.497	556.340	602.537	651.232	702.579	756.005	809.970
Pre-dividend -->	246.718	280.613	327.200	341.071	393.792	451.308	514.146	582.904	632.770	685.314	740.698	799.099	859.865
VP=	246.718												
VPL=	1.497												
Z	12,9%												
Valor dividendos	-2,5%	8,4%	-1,5%	-0,8%	-0,2%	0,3%	4,6%	4,8%	5,0%	5,1%	5,4%	5,8%	

APÊNDICE B(Continuação)

Fluxo de Caixa - Expresso Aeroporto

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Investimento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Financiamento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Investimento Líquido	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VP do Investimento Líquido													
Receita do Serviço	209.610	219.258	229.350	239.907	250.949	262.500	274.582	287.220	300.441	314.269	328.734	343.865	359.693
Imposto sobre Receita	(29.409)	(30.762)	(32.178)	(33.659)	(35.208)	(36.829)	(38.524)	(40.297)	(42.152)	(44.092)	(46.122)	(48.245)	(50.465)
Receita Líquida	180.202	188.496	197.172	206.247	215.741	225.671	236.058	246.923	258.288	270.177	282.613	295.621	309.227
Custos Oper e Manutencao	(55.896)	(58.469)	(61.160)	(63.975)	(66.920)	(70.000)	(73.222)	(76.592)	(80.117)	(83.805)	(87.662)	(91.697)	(95.918)
Juros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Depreciacao	(13.893)	(13.893)	(13.893)	(13.893)	(13.893)	(13.893)	(13.893)	(9.354)	(4.724)	0	0	0	0
Total Custos	(69.789)	(72.361)	(75.053)	(77.868)	(80.812)	(83.892)	(87.114)	(85.946)	(84.841)	(83.805)	(87.662)	(91.697)	(95.918)
LAIR	110.413	116.135	122.119	128.380	134.928	141.778	148.943	160.977	173.447	186.372	194.950	203.923	213.309
IR	(37.540)	(39.486)	(41.521)	(43.649)	(45.876)	(48.205)	(50.641)	(54.732)	(58.972)	(63.366)	(66.283)	(69.334)	(72.525)
Lucro Líquido	72.873	76.649	80.599	84.731	89.053	93.574	98.303	106.245	114.475	123.005	128.667	134.589	140.784
+ Depreciacao	13.893	13.893	13.893	13.893	13.893	13.893	13.893	9.354	4.724	0	0	0	0
- Amortizacoes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Geracao de Caixa	86.765	90.541	94.491	98.623	102.945	107.466	112.195	115.599	119.199	123.005	128.667	134.589	140.784
Valor Residual													1.024.779
Fluxo de Caixa Livre	86.765	90.541	94.491	98.623	102.945	107.466	112.195	115.599	119.199	123.005	128.667	134.589	1.165.563
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Post-dividend -->	834.479	858.578	882.038	904.589	925.917	945.653	963.372	980.121	995.571	1.009.337	1.019.333	1.024.779	0
Pre-dividend -->	921.244	949.120	976.530	1.003.213	1.028.862	1.053.119	1.075.567	1.095.720	1.114.770	1.132.342	1.148.000	1.159.369	1.165.563
Vetor dividendos	9,4%	9,5%	9,7%	9,8%	10,0%	10,2%	10,4%	10,6%	10,7%	10,9%	11,2%	11,6%	100,0%