

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS
ESCOLA DE ECONOMIA DE SÃO PAULO

JOSÉ CARLOS MALTEZ DO COUTO

**UTILIZAÇÃO DO MÉTODO DE OPÇÕES REAIS PARA ANÁLISE DE
INVESTIMENTOS EM INFRAESTRUTURA: O CASO DO TREM DE ALTA
VELOCIDADE (TAV BRASIL)**

São Paulo

2013

JOSÉ CARLOS MALTEZ DO COUTO

**UTILIZAÇÃO DO MÉTODO DE OPÇÕES REAIS PARA ANÁLISE DE
INVESTIMENTOS EM INFRAESTRUTURA: O CASO DO TREM DE ALTA
VELOCIDADE (TAV BRASIL)**

Dissertação apresentada à Escola de
Economia de São Paulo da Fundação
Getulio Vargas, como requisito para
obtenção do título de Mestre em
Macroeconomia Financeira.

Campo de conhecimento: Opções reais

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Ratner
Rochman

São Paulo

2013

Couto, José Carlos Maltez do / Utilização do método de opções reais para análise de investimentos em infraestrutura: o caso do trem de alta velocidade (TAV Brasil) / José Carlos Maltez do Couto – 2013.
53 folhas

Orientador: Ricardo Ratner Rochman
Dissertação (mestrado) - Escola de Economia de São Paulo.

1. Transporte urbano - Brasil. 2. Transporte ferroviário - Brasil. 3. Opções reais (Finanças). 4. Investimentos públicos - Brasil. I. Rochman, Ricardo Ratner. II. Dissertação (mestrado) - Escola de Economia de São Paulo. III. Utilização do método de opções reais para análise de investimentos em infraestrutura: o caso do trem de alta velocidade (TAV Brasil).

CDU 656.224(81)

JOSÉ CARLOS MALTEZ DO COUTO

**UTILIZAÇÃO DO MÉTODO DE OPÇÕES REAIS PARA ANÁLISE DE
INVESTIMENTOS EM INFRAESTRUTURA: O CASO DO TREM DE ALTA
VELOCIDADE (TAV BRASIL)**

Dissertação apresentada à Escola de
Economia de São Paulo da Fundação
Getulio Vargas, como requisito para
obtenção do título de Mestre em
Macroeconomia Financeira.

Campo de conhecimento: Opções Reais

Data de aprovação:

__/__/__

Banca examinadora:

Prof. Dr. Ricardo Ratner Rochman
(Orientador)

FGV-EESP

Prof. Dr. Arthur Ridolfo Neto

FGV-EAESP

Prof. Dr. Samy Dana

FGV-EESP

RESUMO

O projeto do trem de alta velocidade que fará o transporte de passageiros entre as duas maiores metrópoles do país é um dos principais investimentos do Plano de Aceleração do Crescimento (PAC). Depois do insucesso apresentado no primeiro processo de licitação, devido à falta de proposta de investidores privados, o Governo Federal decidiu alterar a sua participação no plano de investimentos, adicionalmente, nesta segunda tentativa, prevista para ocorrer em setembro de 2013, o Governo informou que reduzirá o valor mínimo da outorga a ser pago pelo concessionário vencedor em 3,2%, o que aumentará o investimento do Estado em cerca de R\$ 900 milhões. O setor público busca através das medidas destacadas, aumentar a atratividade do projeto e divulgou que poderá aumentar a sua participação acionária no projeto, de 45% das cotas da SPE que controlará o TAV para cerca de 80%. O presente estudo discute a concessão de uma garantia de demanda mínima de passageiros, os resultados obtidos através da metodologia de opções reais indicam que elas podem gerar um aumento do VPL de 22,2% e um custo para os cofres públicos de apenas 2,86% do total investido no projeto.

Palavras-chave: Opções Reais, Modelo Binomial, Garantia de Demanda Mínima, Trem de Alta Velocidade

ABSTRACT

The project of high-speed train that will transport passengers between the two largest cities of the country is a major investment Acceleration Plan (PAC). After the failure shown in the first bidding process, due to the absence of a proposal from private investors, the Federal Government decided to amend its participation in the investment plan, in addition, this second attempt, scheduled for September 2013, the Government reported that reduce the minimum amount of grant to be paid by the concessionaire winner at 3.2%, which will increase the state's investment of approximately R\$ 900 million. The public sector search through the measures outlined, increasing the attractiveness of the project and reported that may increase its stake in the project, 45% of the shares of the SPE control the TAV to about 80%. This study discusses the granting of a guarantee of minimum demand of passengers, the results obtained through the methodology of real options indicate that they can generate an increase in NPV of 22.2% and a cost to the public purse of only 2.86 % of total investment in the project.

Keywords: Real Option, Binomial Model, Minimum Guarantee Demand, High Speed Train

AGRADECIMENTOS

A Deus por todas as coisas boas que vivi nos últimos anos.

Ao professor Ricardo Ratner Rochman, o meu agradecimento especial, por me orientar neste trabalho. Aos Prof. Arthur Ridolfo Neto e Prof. Samy Dana por participarem da minha banca examinadora, agradeço também por todos os comentários e sugestões que contribuíram para o aprimoramento deste trabalho.

Aos meus pais, meus primeiros professores.

À minha namorada pela paciência e complacência durante esses dois anos.

Aos meus amigos, por tornarem essa caminhada mais divertida.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Relação entre a demanda projetada pela ANTT e o VPL	12
Figura 2 – Opções para o apoio do governo	14
Figura 3 – Modelo Binomial	18
Figura 4 – Abordagem geral: um processo em quatro etapas	30
Figura 5 – Resumo do procedimento metodológico	34
Figura 6 – Resultados Obtidos	41
Figura 7 – Comparação do valor presente com e sem garantia de demanda Mínima	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resumo das variáveis que afetam os preços das opções de compra e venda.	18
Tabela 2 – Resumo da literatura relacionada a avaliação de garantias governamentais em projetos de infraestrutura.	22
Tabela 3 – Processo de implantação do trem de alta velocidade	23
Tabela 4 – Custos estimados para a Etapa I	24
Tabela 5 – Custos estimados para as Etapas I, II e III	26
Tabela 6 – Distribuição triangular para os 10^o primeiros anos do projeto (em milhões de reais)	37
Tabela 7 – Resumo das principais variáveis	38
Tabela 8 – Árvore de Eventos	39
Tabela 9 – Árvore de decisões	40
Tabela 10 – Sensibilidade – Relação entre a demanda garantida e a volatilidade	43

LISTA DE SIGLAS

ANTT Agência Nacional de Transportes Terrestres

BNDES Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

CAPM Capital Asset Pricing Model

ECT Empresa de Correios e Telégrafos

EPL Empresa de Planejamento e Logística

FCD Fluxo de Caixa Descontado

FUNCEF Fundação dos Economiários Federais

GEIPOT Empresa de Planejamento de Transportes

IPCA Índice Nacional de Preços ao consumidor Amplo

MGB Movimento Geométrico Browniano

PAC Programa de Aceleração do Crescimento

PETROS Fundação Petrobras de Seguridade Social

PREVI Caixa de Previdência dos Funcionários do Banco do Brasil

SPE Sociedade de Propósito Específico

TAV Trem de Alta Velocidade

WACC Weight Average Cost of Capital

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DA LITERATURA	14
2.1 Fluxo de Caixa Descontado (FCD)	15
2.2 Opções Reais	16
2.2.1 Modelo Binomial	18
2.2.2 Literatura relacionada a avaliação de garantias governamentais em projetos de infraestrutura	19
3 O PROJETO DO TREM DE ALTA VELOCIDADE – TAV BRASIL	23
4 METODOLOGIA	28
4.1 Cenário II: Setor privado com 100% de participação acionária no projeto	29
4.1.1 Primeiro passo: Cálculo do valor presente sem flexibilidades	30
4.1.2 Segundo Passo: Evolução do valor presente ao longo do projeto	31
4.1.3 Terceiro Passo: Análise da árvore de eventos para identificar e incorporar a flexibilidade	32
4.1.4 Quarto Passo: Análise do projeto com e sem flexibilidades	33
4.2 Resumo do procedimento Metodológico	33
5 RESULTADOS	33
5.1 Primeiro Passo: Cálculo do valor presente sem flexibilidade	37
5.2 Segundo Passo: Evolução do valor presente ao longo do projeto	37
5.3 Terceiro Passo: Análise da árvore de eventos para identificar e incorporar a flexibilidade	39
5.4 Quarto Passo: Análise do projeto com e sem flexibilidades	41
5.5 Análise de Sensibilidade	42
6 CONCLUSÕES E DISCUSSÕES	45
REFERÊNCIAS	46
Anexo I	49
Anexo II	52

1 INTRODUÇÃO

De acordo com os dados divulgados pela Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), os primeiros estudos sobre a viabilidade econômica e financeira da construção de um sistema ferroviário de alta velocidade foram apresentados em 1981 pela Empresa de Planejamento de Transportes (GEIPOT), estatal que era responsável pelo planejamento dos transportes no Brasil, que também coordenou no final da década de 90 o projeto Transcorr, estudo para avaliar diferentes alternativas para a modernização do sistema de transporte entre as duas principais cidades do país, São Paulo e Rio de Janeiro, cujo resultado foi a aprovação da viabilidade do trem de alta velocidade na região.

Em 2007, após um período sem grandes abordagens sobre o tema, o Governo Federal incluiu no Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), a chamada Estrada de Ferro 222, destinada ao transporte de passageiros através de trem de alta velocidade entre as cidades do Rio de Janeiro, São Paulo e Campinas. O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) ficou encarregado de coordenar os estudos técnicos e decidiram contratar o consórcio Halcrow – Sinergia para preparar as pesquisas de análise de viabilidade econômica e financeira, operação e tecnologia, modelo de concessão e estudos ambientais.

Em julho de 2011, o Governo Federal realizou a primeira tentativa de licitação do projeto do trem de alta velocidade. O processo não foi concretizado, uma vez que nenhuma empresa ou consórcio se interessou em apresentar proposta no prazo estabelecido. O insucesso foi atribuído às incertezas sobre os custos do projeto e a demanda de passageiros projetada pela Halcrow – Sinergia e divulgada pela ANTT, o que obrigou a União a dividir o processo de licitação em três leilões. O primeiro será para escolher a empresa que fornecerá a tecnologia e será responsável pela operação do sistema, o segundo para escolher a empresa que coordenará o projeto executivo e os trabalhos dos vencedores do primeiro e terceiro leilão e, o terceiro, tem como objetivo escolher as empresas que serão responsáveis pela infraestrutura (pontes, viadutos, túneis e via permanente).

O Edital do primeiro leilão foi divulgado em dezembro de 2012 e a licitação está agendada para ocorrer em 19 de setembro de 2013. De acordo com o Edital, a Empresa de Planejamento e Logística (EPL) participará com 45% das

ações da Sociedade de Propósito Especifico (SPE), que controlará o projeto do trem de alta velocidade, entretanto, o Governo Federal estuda assumir uma fatia de mais 30% do capital, com a injeção de recursos dos fundos de pensão de empresas públicas, dentre elas a Caixa de Previdência dos Funcionários do Banco do Brasil (Previ), Fundação dos Economistas Federais (Funcef) e Fundação Petrobras de Seguridade Social (Petros). A tendência é que esses fundos entrem na sociedade do consórcio, após a divulgação do vencedor do leilão do TAV, assim como a Empresa de Correios e Telégrafos (ECT) divulgou o interesse em uma participação de até 5% adicionais.

A incerteza sobre a demanda projetada pela ANTT é o tema que gera maior discussão com os investidores privados interessados neste projeto e pode ser um obstáculo no sucesso deste novo leilão. O ponto que desperta a atenção após a análise dos dados é que para apresentar VPL maior que zero, a demanda realizada terá que ser no mínimo igual a 92% do que foi divulgado pela ANTT, ou seja, existe pouco espaço para variações. A Figura 1 apresenta a relação entre as projeções de demanda de tráfego divulgada pela ANTT e o VPL.

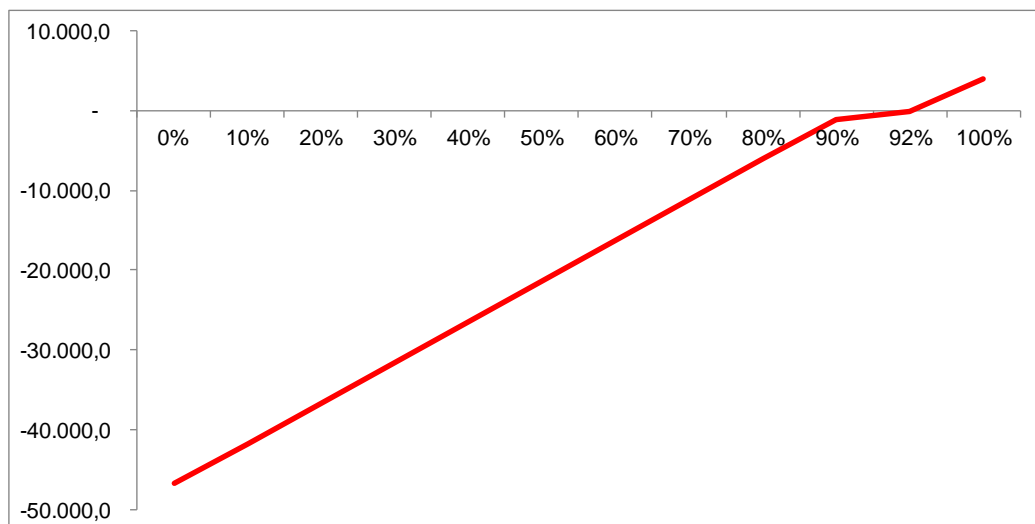


Figura 1 – Relação entre a demanda projetada pela ANTT e o VPL
Fonte: Dados ANTT – Elaboração Própria

Diante de tudo que foi apresentado, o Governo Federal deve analisar se os mecanismos adotados nesta nova tentativa de licitação serão suficientes para aumentar a viabilidade do projeto sem onerar de forma substancial os cofres

públicos. Outro ponto importante que deverá ser ponderado pelo Estado é a transferência da tecnologia, dado que o Governo pretende implementar outras estradas ferroviárias no país.

O objetivo deste trabalho será analisar e discutir os resultados, caso o Governo Federal tivesse adotado como instrumento a concessão de uma garantia de demanda mínima para o concessionário vencedor do 1º leilão. Apesar deste cenário não ter sido incorporado no Edital 001/2012 do trem de alta velocidade, é relevante dado à dificuldade observada para encontrar investidores privados dispostos a participar deste projeto. Nas seções subsequentes serão apresentados os resultados que contemplará a hipótese do setor privado ficar com 100% das cotas de participação acionária do projeto e ter como mecanismo de mitigação de riscos a garantia de demanda mínima concedida pelo Estado.

Neste estudo, a garantia de demanda mínima funcionará como uma espécie de seguro ao investidor privado, no caso da demanda realizada ser inferior ao que foi acordo previamente entre as partes, o Estado pagará a diferença entre o realizado e o projetado. A demanda que será garantida é a demanda divulgada nos estudos técnicos do Governo Federal.

Este trabalho é composto por 6 capítulos. O capítulo 2 contempla uma revisão da literatura do Fluxo de Caixa Descontado (FCD), opções reais derivadas do modelo de precificação de opções binomiais e a literatura relacionada à avaliação de garantias governamentais em projetos de infraestrutura. No capítulo 3 será detalhado o projeto do trem de alta velocidade, discutindo os principais pontos apresentados nas projeções divulgadas pela ANTT e no Edital de licitação do TAV. No capítulo 4 será destacada a metodologia utilizada para alcançar os objetivos traçados no cenário proposto. No capítulo 5 serão apresentados os resultados da aplicação da metodologia. O capítulo 6 contempla as considerações finais e um resumo das principais discussões.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Nesta seção será apresentada uma revisão bibliográfica das duas ferramentas que serão utilizadas para avaliar o projeto de investimentos do trem de alta velocidade, sendo o método de fluxo de caixa descontado, o método de opções reais e o modelo binomial.

Antes de discutir a bibliografia sugerida no parágrafo anterior, é importante destacar o modelo criado por Fisher e Babbar (1996), criado para analisar o impacto dos diferentes mecanismos de opções para apoio do governo em um projeto de concessão rodoviária. Segundo estes autores, existem quatro alternativas que podem aumentar a capacidade de um projeto de obter financiamento sem criar um elevado nível de exposição ao governo, conforme destacado no Figura 2.

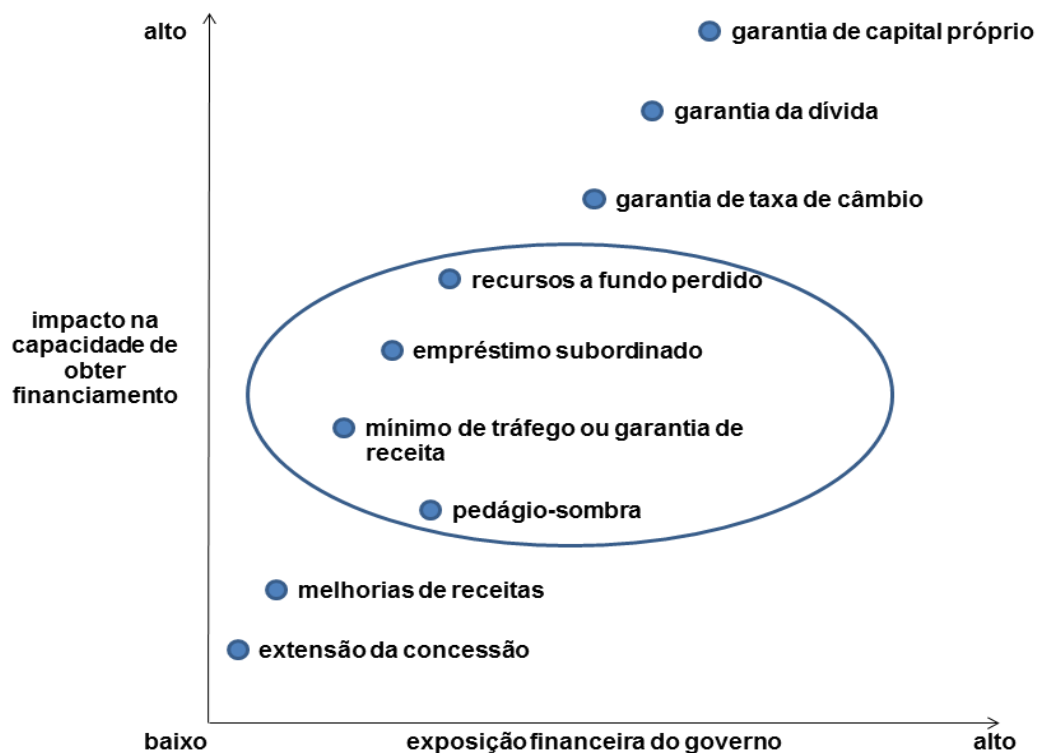


Figura 2 – Opções para o apoio do governo
Fonte: Fisher e Babbar, 1996

Fisher e Babbar (1996), afirmam que uma questão importante para os formuladores de políticas são em que circunstâncias esses métodos de apoio do governo podem ser mais apropriados ou não. Observa-se na figura 2 que a garantia do capital próprio investido, a garantia de dívida e a garantia da taxa de câmbio, são as que expõem o governo ao maior risco. Já as garantias de extensão do prazo de concessão e melhorias de receitas tem baixo custo para o governo, mas geram um impacto pequeno na capacidade do investidor obter financiamento. A garantia de receita mínima é realizada quando o Estado oferece para o concessionário uma compensação, caso o valor realizado seja inferior ao valor mínimo acordado entre as partes. Enquanto as garantias de recursos a fundo perdido e de empréstimos subordinados tem como vantagem para o Estado o fato deste assumir um risco com valor conhecido.

2.1 Fluxo de Caixa Descontado (FCD)

De acordo com Trigeorgis (1996), a análise através do fluxo de caixa descontado é a abordagem mais tradicional de avaliação de projetos e investimentos, refere-se a um método estático que assume como hipótese básica a premissa de que o projeto converge para o fluxo esperado, sem intervenção da administração, onde todas as incertezas são contempladas na taxa de desconto ajustada ao risco. Em outras palavras, o método de Fluxo de Caixa Descontado (FCD) é calculado através do valor presente dos fluxos de caixa futuros, descontados a uma taxa única de desconto, que de modo geral refere-se ao custo de capital dos investidores. De acordo com a metodologia utilizada, tem-se que para um FCD positivo o investimento é viável e caso seja negativo é inviável.

A tecnica foi muito questionada nas últimas décadas, apesar de ainda ser utilizada por grande parte dos analistas. Myers (1984), foi um dos primeiros autores a criticar o método do fluxo de caixa descontado, em seu artigo é abordado que existiriam falhas na utilização da ferramenta para aplicações estratégicas.

2.2 Opções Reais

A literatura de opções reais é extensa, tendo como primeiro artigo publicado o trabalho de Myers (1977), que apresenta uma alternativa para o método do FCD. Após o trabalho de Myers vieram outros como McDonald & Siegel (1986), propondo a análise do melhor momento para a realização de um investimento irreversível e concluindo que uma opção deste tipo pode apresentar um valor significativo. Vale destacar também o livro texto de Dixit & Pindick (1994), aborda o fato de que os métodos tradicionais podem implicar em decisões equivocadas, segundo eles, as decisões para determinar a viabilidade do investimento deveriam considerar três características básicas, sendo: irreversibilidade, incerteza e possibilidade de adiamento ou timing do investimento.

A análise de investimentos através de opções reais passou a ser amplamente utilizada por aqueles que acreditam que o valor da flexibilidade gerencial não é capturado pelo método do Fluxo de Caixa Descontado (FCD). A teoria seria mais adequada, conforme Trigeorgis (1996), em função de permitir a análise da flexibilidade da empresa em abandonar, ampliar ou modificar suas ações depois que a natureza se revelou. De acordo com Minardi (2000), “a teoria de opções é a melhor abordagem para avaliar projetos quando existem flexibilidades gerenciais significativas, sendo bem menos subjetiva que outras técnicas”. Copeland e Antikarov (2001), complementam o raciocínio destacando que o valor presente líquido de um projeto, obtido através da técnica do fluxo de caixa descontado, é o ponto de partida para a avaliação de um projeto através da metodologia de opções reais, tendo em vista que o VPL pode ser observado como um caso especial de opções reais, ou seja, aplica-se em um caso sem incertezas e flexibilidade.

De acordo com Trigeorgis (1996), a opção é definida como um direito, sem a obrigação, de comprar ou vender um ativo especificado, sem a obrigação associado. Damadoran (1997) apresenta um estudo das variáveis que afetam os valores de uma opção de Compra ou de Venda, destacando o valor do ativo subjacente, preço de exercício, volatilidade, tempo de expiração ou validade, taxas de juros e dividendos pagos.

- a) Valor do Ativo Subjacente: A Call proporciona o direito de comprar o ativo subjacente a um preço fixo, ou seja, um aumento no valor do ativo irá aumentar o valor da Call. Já no caso de uma Put, ocorre o oposto, dado que neste caso ela torna-se menos importante que o valor do aumento do ativo.
- b) Preço de exercício da opção: No caso de uma Call em que o titular adquire o direito de comprar a um preço fixo, o valor diminui à medida que aumenta o preço de exercício. Já no caso da Put, dado que o titular tem o direito de vender a um preço fixo, o valor vai aumentar com o aumento do preço de exercício.
- c) Volatilidade: Quem compra uma opção adquire o direito de comprar ou vender o ativo subjacente a um preço fixo, ou seja, quanto maior a volatilidade do ativo subjacente maior será o valor da opção e, vale para Call e Put.
- d) Tempo de expiração Opção: Este item segue a lógica, quanto mais tempo para o vencimento da opção, maior será o período de oscilação do ativo subjacente, ou seja, ocorre o aumento do valor da Call e da Put.
- e) Taxa de juros sem risco correspondente à vida de Opção: dado que existe um custo de oportunidade na compra de uma opção, este custo depende do nível das taxas de juros e o tempo de expiração da opção. Um aumento na taxa de juros provoca um aumento no valor da Call e uma redução no valor da Put.
- f) Dividendos pagos sobre o Ativo Subjacente: o valor do ativo subjacente diminui a medida em que são feitos os pagamentos de dividendos. Caso exista um aumento nos dividendos pagos, existirá uma diminuição da Call e um aumento da Put.

Tabela 1 - Resumo das variáveis que afetam os preços das opções de compra e venda.

Variáveis	Valor da opção de compra	Valor da opção de venda
Aumento do valor do ativo subjacente	Aumenta	Diminui
Aumento do preço de exercício	Diminui	Aumenta
Aumento da volatilidade	Aumenta	Aumenta
Aumento do tempo de expiração	Aumenta	Aumenta
Aumento das taxas de juros	Aumenta	Diminui
Aumento dos dividendos pagos	Diminui	Aumenta

Fonte: Damadoran (1997)

2.2.1 Modelo Binomial

O modelo de precificação de opções binomial foi criado por Cox, Ross e Rubinstein (1979), a abordagem está baseada no entendimento que a taxa de retorno sobre o estoque pode ter dois valores possíveis, em qualquer período de tempo, sendo u com probabilidade q ou, d com probabilidade $1 - q$. Observa-se que se o preço da ação é S , o preço da ação no próximo período será uS ou dS , conforme Figura 3.

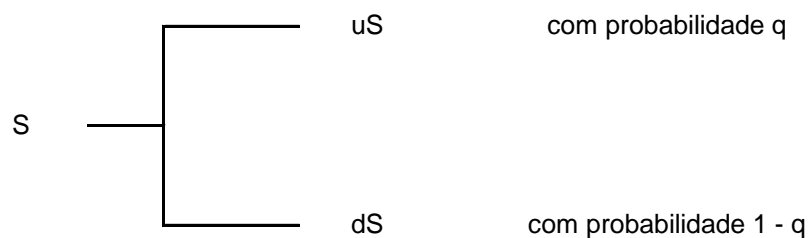


Figura 3: Modelo Binomial
Fonte: Cox, Ross e Rubinstein (1979, p 4)

Os modelos binomiais podem ser utilizados para modelar as incertezas e realizar o apreamento de opções. A modelagem da incerteza é realizada através da atribuição de valores e probabilidades para resultados possíveis por meio de estimativas gerenciais.

2.2.2 Literatura relacionada à avaliação de garantias governamentais em projetos de infraestrutura

A maior parte dos artigos relacionados com o tema refere-se ao estudo do apreamento de garantias governamentais em concessões de rodovias. Um dos trabalhos pioneiros foi o de Rose (1998), que analisa o projeto de uma estrada pedagiada em Melbourne na Austrália e conclui que existe um valor importante na opção de adiar o pagamento da taxa de concessão cobrada pelo governo, que opção pode preservar o retorno sobre o investimento de aproximadamente os primeiros 15 anos de vida do projeto.

Um outro exemplo de opção de espera, é o trabalho de Garvin et al (2002) que aplica a avaliação de opções reais em um projeto de uma estrada em Virginia, nos Estados Unidos da América. O objetivo dos autores foi criar um modelo incorporando a opção de esperar para resolver a incerteza e em seguida construir a estrada.

A maior parte dos trabalhos tem como objetivo discutir o processo de tomada de decisão do governo, assim como artigo preparado por Chui e outros (2004), que estuda os pontos positivos e negativos da inclusão de garantias em licitações de rodovias federais nos Estados Unidos. Os autores defendem que um modelo de garantias pode representar para o Departamento de Transporte dos Estados Unidos uma maior flexibilidade gerencial sobre as concessões rodoviárias através de parcerias público privadas. Outro trabalho que merece destaque é o apresentado por Irwin (2003), que após os estudos conclui que existe uma diminuição do interesse do setor privado nos investimentos de infraestrutura em mercados emergentes. O autor compara os custos e benefícios de diferentes tipos de apoio fiscal, incluindo garantias de riscos que não estão sob o seu controle, como

a demanda do projeto, e propoe algumas ferramentas com o objeto de auxiliar o processo de tomada de decisão por parte do poder público.

Vassallo (2006), apresenta o estudo de três mecanismos para mitigar o risco de tráfego nas concessões públicas aplicados no Chile: o rendimento mínimo garantido, onde o governo garante 70% do custo de investimento, adicionado dos custos com manutenção e da operação, apresenta a sigla em inglês MIG - 'Minimum Income Guarantee'; menor valor presente das receitas acumuladas ao longo do projeto, descontados de acordo com uma taxa pré fixada, o prazo de concessão termina quando esse montante é alcançado, apresenta sigla em inglês LPVR - 'Least Present Value of the Revenues'; e por último o mecanismo de distribuição de receitas, que também funcionava como uma garantia de um valor pré fixado de receitas será recebido pela concessionária, sigla em inglês RDM - 'Revenue Distribution Mechanism'. O artigo destaca que o LPVR seria mais atraente para os concessionários privados, tendo como benefício a redução do risco de tráfego e evitando futuras renegociações do contrato.

Brandão e Saraiva (2007) desenvolveram um modelo de valoração quantitativa de garantias governamentais em projetos de Parcerias público-privadas (PPP) utilizando a metodologia das opções reais. Os autores aplicaram o modelo em um projeto de concessão rodoviária e fizeram a análise do impacto de diversos níveis de garantia de demanda e o valor esperado do desembolso futuro do governo, Os autores concluíram que utilizando a modelagem proposta seria possível ao poder público determinar o nível ótimo de garantia em função do grau de redução de risco desejado.

Bowe e Lee (2004), decidiram estudar a flexibilidade gerencial no projeto da Taiwan High-Speed Rail Project e concluíram que o projeto pode ser subavaliado, caso a flexibilidade não seja analisada com a devida importância. Cheah e Lui (2006), estudam a garantia de rendimento mínimo na ponte entre a Malásia e Cingapura, que teria um passivo a ser pago ao concessionário caso o valor ficasse abaixo de um patamar preestabelecido pelas partes e um passivo para o concessionário caso os valores fossem superiores aos projetados. Huang and Chou (2005), analisam dois tipos de opções reais, a garantia de receita mínima e uma opção para abandonar o projeto durante a fase de construção, em seguida é realizada uma interação entre as duas, usando o projeto ferroviário de alta velocidade de Taiwan como exemplo.

Chiara, Garvin e Vecer (2007), apontam o elevado risco de oscilações nas receitas em projetos de infraestrutura e defendem que as garantias sejam resgatáveis em pontos distintos no tempo e que o governo limite a disponibilidade da garantia para as partes iniciais do projeto de concessão. Os autores destacam o método dos mínimos quadrados para a avaliação das garantias.

Brandão et al. (2011), analisam os resultados dos incentivos governamentais existentes no contrato de concessão da Linha 4 do Metrô de São Paulo. O objetivo do trabalho é encontrar o grau de redução de risco para o investidor privado e o custo desta garantia cuja a responsabilidade será do Estado. Os autores concluíram que os resultados são eficazes na redução do risco do projeto e aumento no seu resultado, a um custo baixo para o Estado.

Vajdić e Damjanović (2011), apresenta um método de análise através de um modelo de opções reais, que tem como objetivo precificar a opção de direito de recompra do projeto por parte do poder público em um cenário de receitas excessivas, uma flexibilidade contratual para o setor público, que da direito de recompra do projeto do setor privado para o preço predeterminado.

Galera (2006), utiliza a metodologia de opções reais para desenvolver um modelo com diferentes tipos de opções e avaliar a viabilidade econômica e financeira de concessões de rodovias na Espanha, utilizando uma base de dados histórica de concessões existentes do país.

Zhao, Sundararajan e Tseng (2004), estuda através de um modelo de opções reais três tipos de incertezas em concessões de rodovias, sendo a demanda de tráfego, o preço da terra, e a deterioração da estrada e suas interdependências.

Wei-hua e Da-Shuang (2004), desenvolve um modelo de concessão com base nos quatro principais pontos de riscos, destacados pelos autores, sendo o risco de demanda, o risco de inflação, o risco de flutuação do preço da terra e risco de conclusão, através da teoria de opções reais são incorporadas três opções na avaliação do projeto, sendo : a opção de ajustar o preço de concessão, a opção de desenvolver terreno circundante e a opção de expandir a capacidade.

Wibowo (2004), discute o impacto financeiro das garantias governamentais em uma rodovia pedagiada na Indonésia, tais como, garantia mínima de receita, garantia de taxa de juros máxima, garantia da dívida, garantia de tarifas e garantia mínima de tráfego. O autor conclui que os subsídios equivalentes, podem ser mais ou menos eficazes na redução do grau de risco de projeto.

A Tabela 2 apresenta um resumo da literatura relacionada a avaliação de garantias governamentais em projetos de infraestrutura.

Tabela 2 – Resumo da literatura relacionada a avaliação de garantias governamentais em projetos de infraestrutura

Ano	Autor	Título	Principais Objetivos e Resultados
1998	Rose	<i>Valuation of Interacting Real Options in a Tollroad Infrastructure Project</i>	analisa um projeto de estrada pedagiada e discute o valor na opção de adiar o pagamento da taxa de concessão cobrada pelo governo.
2002	Garvin	<i>Valuing Flexibility in Private Toll Road Development: Analysis of the Dulles Greenway.</i>	incorpora nos estudos de viabilidade de uma estrada nos Estados Unidos, a opções de esperar a solução da incerteza para efetivar a construção.
2003	Irwin	<i>Public Money for Private Infrastructure</i>	compara os custos e os benefícios de diferentes tipos de apoio fiscal e incorpora algumas ferramentas para uma avaliação adequada.
2004	Wibowo	<i>Valuing guarantees in BOT infrastructure project. Engineering, Construction and Architectural Management</i>	discute o impacto financeiro das garantias governamentais e conclui que subsídios equivalentes, podem ser mais ou menos eficazes na redução do grau de risco de projeto.
2004	Zhao, Sundararajan e Tseng	<i>Highway Development Decision-Making under Uncertainty: A Real Options Approach</i>	estuda três incertezas em investimentos em rodovias: demanda de tráfego, preço da terra, e a deterioração da estrada e sua interdependência.
2004	Bowe e Lee	<i>Project Evaluation in the Presence of Multiple Embedded Real Options: Evidence from the Taiwan High-Speed Rail Project</i>	discute a flexibilidade gerencial no projeto da Taiwan High-Speed Rail Project.
2006	Vassalo	<i>Traffic Risk Mitigation in Highway Concession Projects – The Experience of Chile</i>	analisa três mecanismos para mitigar o risco de tráfego nas concessões públicas: o rendimento mínimo garantido, menor valor presente das receitas acumuladas ao longo do projeto e o mecanismo de distribuição de receitas.
2006	Wei-hua e Da-Shuang	<i>Concession Decision Model of BOT Projects Based on a Real Options</i>	discute um modelo de concessão que incorpora opções reais: a opção de ajustar o preço de concessão, de desenvolver um terreno na região e a de expandir a capacidade.
2006	Cheah e Liu	<i>Valuing Governmental Support in Infrastructure Projects as Real Options using Monte Carlo Simulation</i>	analisa a garantia de demanda mínima com pagamento do Setor público para valores abaixo de um patamar e pagamento do concessionário para valores superiores.
2006	Galera	<i>Desarrollo de un Modelo de Valoración de Concesiones de Autopistas basado en la Teoría de Opciones Reales. Validación mediante el Análisis de</i>	desenvolve um modelo para precificar diferentes opções reais em concessões de rodovias na Espanha, utilizando uma base de dados histórica de concessões existentes do país.
2006	Huang e Chou	<i>Valuation of the Minimum Revenue Guarantee and the Option to Abandon in BOT Infrastructure Projects.</i>	desenvolvem um modelo com garantia de receita mínima e uma opção para abandonar o projeto durante a fase de construção, e em seguida realizam uma interação entre as duas opções.
2007	Chiara, Garvin e Vecer	<i>Valuing Simple Multiple-Exercise Real Options in Infrastructure Projects. Journal of Infrastructure Systems</i>	defendem que as garantias sejam resgatáveis em pontos distintos no tempo e que o governo limite a disponibilidade da garantia para as partes iniciais do projeto de concessão.
2007	Brandão e Saraiva	<i>Risco Privado em Infra-estrutura Pública: Uma análise quantitativa de risco como ferramenta de modelagem de contratos.</i>	analisa o impacto de diversos níveis de garantia de demanda e o valor esperado do desembolso futuro do governo, concluindo que com a modelagem proposta seria possível determinar o nível ótimo de garantia em função do grau de redução de risco
2012	Brandão, Bastian-Pinto, Gomes e Salgado	Incentivos governamentais em PPP: uma análise por opções reais	analisaram os resultados dos incentivos governamentais em um contrato de concessão e concluíram que os resultados são eficazes na redução do risco do projeto e aumento no seu resultado, a um custo baixo para o Estado.

Fonte: Elaboração Própria

3 O PROJETO DO TREM DE ALTA VELOCIDADE – TAV BRASIL

O projeto do Governo Federal tem como objetivo interligar as cidades de Campinas, São Paulo e Rio de Janeiro. De acordo com os dados divulgados pela Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT, o trajeto possuirá 511 quilômetros de extensão e deverá ser percorrido em até 1 hora e 33 minutos em um trajeto sem paradas, a implantação do projeto está subdividida em três etapas, conforme Tabela 3.

Tabela 3 – Processo de implantação do trem de alta velocidade

Cronograma	Objetivo
1º Etapa	operação e manutenção do sistema TAV, fortalecimento e montagem da proteção acústica, sistema e material rodante, bem como a transferência da tecnologia implantada.
2º Etapa	projeto executivo elaborado pelo poder concedente, que considerará, entre outros, os parâmetros da tecnologia ofertada, como, por exemplo, seções de túneis, pontes e viadutos.
3º Etapa	construção da infraestrutura ferroviária, das demais instalações e edificações do sistema.

Fonte: Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT

O presente trabalho tem como foco apenas na 1ª Etapa da implantação do trem de alta velocidade, que corresponde ao processo de licitação do Edital 001/2012. O concessionário vencedor do leilão terá a outorga do direito à exploração de serviços públicos de transporte ferroviário de passageiros, tendo como responsabilidade a definição da tecnologia do sistema a ser implantadas, operação e manutenção do sistema, precedida pelo fornecimento e montagem de sistemas operacionais (eletrificação, sinalização e telecomunicação), de sistema segurança,

de material rodante e de proteção acústica. Também será responsabilidade deste concessionário a transferência da tecnologia do sistema TAV implantado.

A Tabela 4 apresenta a relação dos custos estimada somente para a 1ª Etapa de implantação, refere-se ao custo que será de responsabilidade do concessionário vencedor do primeiro leilão do TAV. Vale salientar que todos os dados foram trazidos a valor presente por uma taxa de desconto de 4,3426%, explicada nos capítulos posteriores, com o objetivo de comparar as informações.

Os custos para a Etapa I estão programados para o período entre 2015 e 2021. De acordo com os estudos de viabilidade divulgados pela ANTT, os reinvestimentos e depreciação dos ativos foram programados para ocorrer no período entre 2040 e 2044, correspondem ao montante de R\$ 1.172 milhões, conforme Tabela 4.

Tabela 4 – Custos estimados para a Etapa I

Capex	Etapa I (em milhões de reais)
Terraplenagem	-
Estruturas	-
Edificações e equipamentos	402,1
Sinalização e Telecomunicações	475,5
Via permanente	-
Sócio-ambiental	217,9
Eletrificação	1.030,7
Material rodante	3.936,9
Outros	116,0
Total	6.179,1
Depreciação	1.172,0

Fonte: Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT

No Anexo II é apresentado o cronograma do processo de licitação da 1ª Etapa que compreende a concessão da operação. A ANTT divulgou que após a

cessão da integralidade da infraestrutura, prevista para 30 de junho de 2019, o concessionário não poderá ultrapassar o prazo de 12 meses para a entrada em operação comercial do sistema TAV. O concessionário terá a outorga por 40 anos, contados a partir da entrada em operação da integralidade do sistema TAV Rio - Campinas.

Conforme divulgado no Edital, o consórcio vencedor do leilão será remunerado através das tarifas cobradas dos usuários e a receitas extraordinárias, que incluem a exploração das áreas funcionais, transporte de pequenas cargas, principalmente. O concessionário terá liberdade tarifária, exceto para os serviços ferroviários, com ou sem paradas, prestados na classe econômica entre Rio de Janeiro - São Paulo, cujo valor está limitado à tarifa-teto quilométrica de R\$ 0,49, data base de preço de dezembro de 2008. O contrato terá reajuste anual pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo – IPCA. A Seleção da melhor oferta terá sua classificação por ordem decrescente da Nota Final, sendo avaliados dois critérios, maior valor de outorga paga ao governo e menor custo decorrente da tecnologia escolhida, conforme fórmula:

$$\text{Nota Final} = \frac{\alpha * O - \beta * I}{VR}$$

O = Valor de referência para pagamento pela outorga;

α = constante equivalente ao total de Trem.kmEquivalente;

I = Valor referente ao custo estimado das obras de arte especiais;

β = constante equivalente ao fator adotado para cálculo do valor presente do custo total estimado;

VR = constante equivalente ao resultado do numerador;

A ANTT solicitou no edital do TAV, três tipos de garantias, sendo uma para garantir a proposta no valor de R\$ 77 milhões e duas para garantir a execução do projeto, sendo uma no valor de R\$300 milhões para o período entre a assinatura do Contrato de Concessão e a autorização para o início da operação comercial da integralidade do TAV, e a segunda de R\$ 150 milhões para o período entre a autorização para o início da operação comercial da integralidade do TAV e o fim do

prazo da Concessão. Vale ressaltar que todos os valores apresentados neste parágrafo possuem data base de preços de dezembro de 2008.

O concessionário vencedor do leilão assumirá diversos riscos, que poderão estar relacionados com a atividade operacional, como problemas com prazos, obrigações, pagamentos e custos relacionados aos serviços, falhas decorrentes do padrão tecnológico do trem ofertado ou do projeto funcional, atrasos nos cronogramas estabelecidos, que sejam de sua atribuição; ou erros nas projeções dos cenários, tais como volume de passageiros em desacordo com o projetado ou variações cambiais diferentes do projetado. Dentre todos os pontos de riscos apresentados, o presente trabalho avaliará o risco do volume de passageiros ser diferente do projetado nos estudos técnicos fornecidos pela ANTT.

A Tabela 5 apresenta a relação de custos das Etapas I, II e III do TAV, observa-se que o processo de implantação deverá custar R\$ 31,5 bilhões, destes aproximadamente R\$ 27,5 bilhões serão financiados pelos cofres públicos. O objetivo é comparar as informações e por este motivo, todos os dados foram trazidos a valor presente por uma taxa de desconto de 4,3426%, explicada nos capítulos posteriores.

Tabela 5 – Custos estimados para as Etapas I, II e III

Capex	Etapa I, II e III (em milhões de reais)
Terraplenagem	1.897,3
Estruturas	15.476,6
Edificações e equipamentos	1.155,4
Via permanente	1.796,0
Sócio-ambiental	3.369,3
Eletrificação	1.135,7
Material rodante	4.338,2
Outros	2.372,7
Total	31.541,2

Fonte: Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT

O Governo Federal constituiu em 2012 uma empresa específica para tratar deste projeto, a Empresa de Planejamento e Logística – EPL, que tem como principal objetivo planejar e promover o desenvolvimento do serviço de transporte ferroviário de alta velocidade no país. A EPL terá 45% das ações da Sociedade de Propósito Específico (SPE), que operará o projeto do trem de alta velocidade. A União terá uma ação preferencial, com direito a veto, conforme divulgado pelo Conselho Nacional de Desestatização (CND), relacionados à alteração da denominação social, mudança da sede social; qualquer mudança no objeto social e a inclusão de outras atividades estranhas ao objeto social; liquidação, dissolução, transformação, cisão, fusão ou sua incorporação por outra sociedade, bem como pedido de autofalência e início de recuperação judicial ou extrajudicial; alteração da obrigação estatutária de observar as disposições do acordo de acionistas arquivado na sede social da SPE; alteração da obrigação estatutária de observar as regras mínimas de governança da SPE; e quaisquer modificações nos direitos atribuídos à ação preferencial de classe especial da SPE.

A lista abaixo refere-se à pré-qualificação exigida pela ANTT para participação no primeiro leilão do TAV.

- a) Comprovação de operação de sistema de TAV durante os últimos 5 anos;
- b) Declaração de que não participou, neste período, da operação de sistema de TAV onde tenha ocorrido acidente fatal;
- c) Comprovação de experiência na implantação de sistemas operacionais, de estações e de outras instalações físicas compatíveis com sistema de TAV;
- d) Comprovação de experiência no desenvolvimento de projeto e fabricação de material rodante;
- e) Declaração da Provedora de Tecnologia de que detém, direta ou por meio de suas contratadas, o estado da arte da tecnologia de TAV;

4 METODOLOGIA

O presente trabalho se propõe a analisar e discutir os resultados de um cenário que não foi incorporado no Edital 001/2012 do trem de alta velocidade, mas tem relevância prática, se observada à dificuldade para encontrar interessados dispostos a investir neste projeto. O objetivo será constituir um cenário que tem como hipótese básica o setor privado ficar com 100% das cotas de participação acionária do projeto e o Estado conceder uma garantia de demanda mínima, que funcionará como uma espécie de seguro para o concessionário vencedor do processo de licitação. Em termos práticos, caso a demanda constatada em determinado ano fique abaixo do que foi divulgado pela ANTT, o Estado ficará responsável por fazer o pagamento da diferença entre o valor da demanda verificada no período. As medições ocorrerão ao longo do projeto e a demanda garantida é a divulgada nos estudos técnicos do Governo Federal.

Trata-se da segunda tentativa do Estado em realizar a outorga da operação do Trem de Alta Velocidade, a primeira foi abortada em função da falta de interesse de participação por parte do setor privado. O cenário apresentado no parágrafo anterior não contempla qualquer aumento de participação acionário no projeto por parte do setor público. Conforme divulgado pela imprensa a participação do setor público pode alcançar até 80%, sendo que 45% já são oficiais e será realizado através da nova estatal Empresa de Planejamento e Logística (EPL), a cota restante, ainda não oficializada pelo ANTT, seria através de fundos de pensões de empresas públicas e a Empresa de Correios e Telégrafos (ECT), conforme detalhado no Capítulo 3.

As bases de dados do trabalho foram obtidas no site da Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT, no Edital 0001/2012 do Trem de Alta Velocidade e no estudo de viabilidade econômica preparado pelo Consórcio Halcrow – Sinergia.

A taxa de desconto ajustada ao risco será calculada a partir do custo médio ponderado do capital, conhecido pela sigla em inglês *WACC (Weight Average Cost of Capital)*, conforme detalhado abaixo.

$$WACC = K_d * (1 - T) * \frac{K_t}{(K_p + K_t)} + K_s * \frac{K_p}{(K_p + K_t)}$$

K_d = Refere-se ao custo do capital de terceiros.

K_t = Capital de Terceiros.

K_p = Capital próprio.

T = Impostos.

K_s = Custo do capital próprio. Será utilizado o modelo CAPM, ajustado à taxa de risco do Brasil, conforme fórmula abaixo:

$$K_s = R_F + B_L \lambda + R_B$$

R_F = Taxa livre de risco real.

R_B = Prêmio de risco Brasil.

β_U = Coeficiente beta

λ = Prêmio de risco de mercado.

4.1 Cenário I: Setor privado com 100% de participação acionária no projeto

O cenário contempla duas hipóteses básicas, o setor privado ficará com 100% das cotas do projeto e o Estado garantirá parte da demanda de tráfego projetada nos estudos disponibilizados no site da ANTT. O setor privado será responsável por toda a Etapa 1 do projeto, conforme descrito na Tabela 3.

Os resultados deste cenário serão obtidos através da metodologia de opções reais para avaliação de projetos, seguindo os quatro passos sugeridos por Copeland e Antikarov (2001), conforme Figura 4.

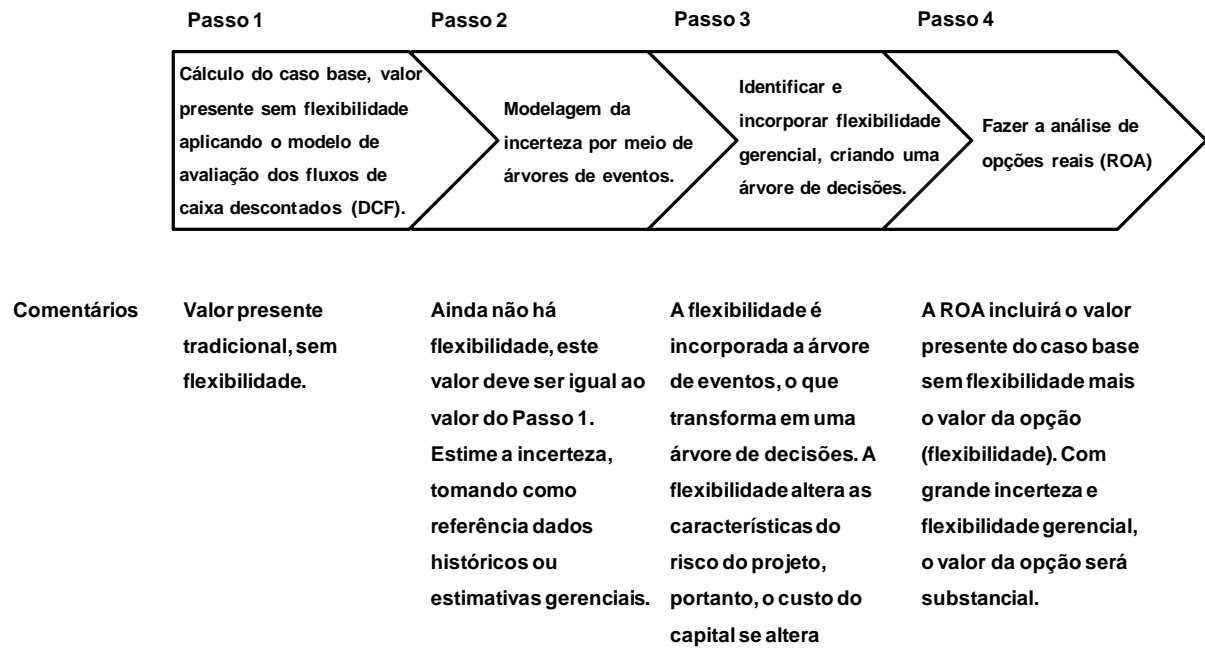


Figura 4 – Abordagem geral: um processo em quatro etapas.
 Fonte: Copeland e Antikarov, 2001, p.222.

4.1.1 Primeiro passo: Cálculo do valor presente sem flexibilidades

A análise terá como objetivo encontrar o valor presente do projeto com base no cálculo dos fluxos de caixas livres projetados para todo o período de licitação. Neste cenário não será incluída nenhuma flexibilidade gerencial. Os descontos dos fluxos de caixa esperados serão calculados através da aplicação da fórmula abaixo. Os dados do projeto foram obtidos através da planilha denominada Modelagem Financeira e de Concessões, disponibilizada no site da ANTT.

$$\text{Valor Presente Líquido} = -\text{Investimentos} + \sum_{t=1}^N \frac{E(\text{FCF}_t)}{(1 + \text{WACC})^t}$$

4.1.2 Segundo Passo: Evolução do valor presente ao longo do projeto

O segundo passo sugerido por Copeland e Antikarov (2001) é a construção da árvore de eventos, que tem como base um conjunto de incertezas que afetam diretamente o valor do projeto, neste trabalho será considerada apenas a incerteza da demanda de tráfego de passageiros. A variável de incerteza será modelada através de uma simulação de Monte Carlo, cujo objetivo é estimar o desvio padrão das taxas de retorno, tendo como base a distribuição dos valores presentes, e por fim, construir a grade binomial da árvore de eventos.

A volatilidade do projeto será estimada através de uma simulação de Monte Carlo. Conforme Brandão et al (2005), as incertezas do projeto podem ser adicionadas como variáveis de entrada da simulação na planilha de fluxo de caixa, onde cada iteração resulte em um novo conjunto de fluxos de caixa futuros.

Os movimentos ascendentes e descendentes, u de d respectivamente, da árvore de eventos são anuais, ou seja, o intervalo entre os nós é $T = 1$ e, portanto, os cálculos serão realizados a partir das fórmulas abaixo.

$$u = e^{\sigma}$$

$$d = \frac{1}{u}$$

onde σ é a volatilidade do projeto.

As probabilidades neutras em relação ao risco podem ser calculadas, conforme abaixo.

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

onde, r_f é a taxa de juros livre de risco.

4.1.3 Terceiro Passo: Análise da árvore de eventos para identificar e incorporar a flexibilidade.

Conforme sugerido por Copeland e Antikarov (2001), o terceiro passo contempla a inclusão das decisões gerenciais que serão executadas em todos os nós da árvore de eventos, que se transformará em árvore de decisões. A flexibilidade escolhida para a análise foi a garantia de demanda mínima, que funcionará como uma espécie de seguro para o vencedor da licitação, o concessionário poderá acionar a garantia caso a demanda realizada seja inferior ao montante da demanda projetada.

De acordo com Irwin (2003), o valor a ser pago pelo Estado (G_t) pode ser determinado pela fórmula abaixo. Observa-se que caso a demanda realizada seja superior ao montante garantido ($D_G < D_R$), o governo não necessitará efetuar pagamentos. Caso apresente um patamar de demanda inferior ao montante garantido ($D_G > D_R$), o Estado ficará responsável por fazer o pagamento da diferença ($D_G - D_R$).

$$G_t = \max(0, D_G - D_R)$$

D_G é a demanda garantida pelo Estado e D_R é a demanda pelos serviços oferecidos durante um ano. A premissa utilizada para determinar a garantia de demanda concedida pelo Estado, é que o percentual garantido será suficiente para o VP ser igual ao investimento, ou seja, o VPL será igual a 0. Nestas bases será obtido o valor de 92% da demanda projetada pela ANTT. A partir deste percentual, pode-se calcular o fluxo de caixa garantido (FCG_t) em cada período.

A opção do concessionário será modelada através de 25 opções de venda (Put) europeias independentes, com prazos de vencimento variando entre 1 e 25 anos. A partir da análise da árvore de decisão, pode-se avaliar em cada período, se a mesma será ou não acionada dependendo da demanda realizada e assim, será obtido o valor esperado da opção que deverá ser descontado pela taxa livre de risco.

A partir da árvore de eventos com a demanda variando em função da volatilidade, é possível montar o fluxo de caixa do projeto em cada nó, e o valor

presente. O concessionário exercerá ou não a opção de garantia de trafego mínimo, conforme fórmula abaixo.

$$VP_{t,i} = \max \left(FC_{t,i} + \frac{pVP_{t+1,i} + (1-p)VP_{t+1,j+1}}{1+r_f}, FCG_{t,i} + \frac{pVP_{t+1,i} + (1-p)VP_{t+1,j+1}}{1+r_f} \right)$$

$VP_{t,i}$ = valor do projeto em cada estado i;

$FC_{t,i}$ = fluxo de caixa do projeto em cada estado i de cada período t;

FCG_t = fluxo de caixa garantido em cada estado i de cada período t;

4.1.4 Quarto Passo: Análise do projeto com e sem flexibilidades.

Conforme sugerido por Copeland e Antikarov (2001), no quarto passo é apresentado o valor presente do caso base sem flexibilidade, denominado VPL tradicional, e o valor que a opção de garantia de demanda mínima poderá trazer para o concessionário vencedor da licitação. De acordo com a fórmula abaixo, o valor das opções poderá ser obtido através da subtração entre o valor presente líquido expandido e o valor presente denominado tradicional.

$$VPL_{\text{Expandido}} = VPL_{\text{Tradicional}} + VPL_{\text{Opções Reais}}$$

4.2 Resumo do procedimento metodológico

Observa-se na Figura 5, que a Etapa A do procedimento metodológico é o cálculo do WACC, realizada a partir de uma formula que de acordo com Damodaran (1997, p. 77), refere-se “a média ponderada dos custos dos diversos componentes

de financiamento, incluindo dívida, patrimônio líquido e títulos híbridos, utilizados por uma empresa para financiar suas necessidades financeiras”. As Etapas B, C, D e E, correspondem aos 4 passos sugeridos por Copeland e Antikarov (2001) e apresentados também na Figura 4.

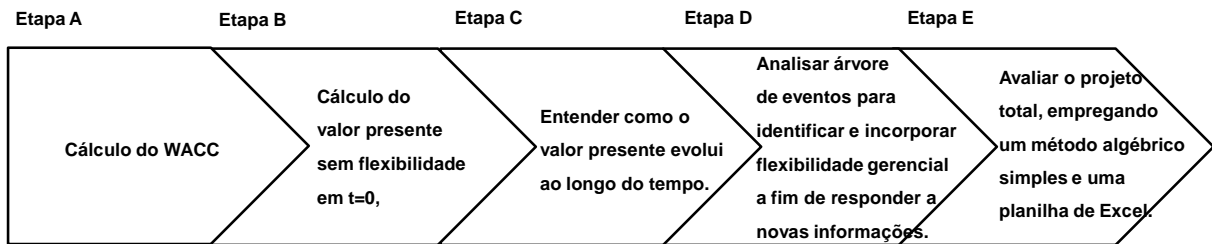


Figura 5 – Resumo do procedimento metodológico
 Fonte: Copeland e Antikarov e Elaboração Própria

5 RESULTADOS

O objetivo desta seção é apresentar os resultados obtidos após a aplicação da metodologia discutida no capítulo 4, que contempla uma participação de 100% de investidores privados na Etapa 1 do projeto do trem de alta velocidade e 25 opções de garantia mínima que podem ser executadas, ou não, nos 25 primeiros anos do projeto. Vale salientar que será considerado neste estudo que a recompensa do setor público por lançar a opção é aumentar a atratividade do projeto.

Conforme apresentado no capítulo anterior, a taxa de desconto ajustada ao risco será calculada a partir do WACC. Os resultados serão obtidos a partir da substituição dos valores abaixo na fórmula do WACC.

K_d = O projeto será financiado por TJLP + 1% ao ano (BNDES, 20013), será admitido um custo total de 6,9% ao ano, sendo que a estimativa da TJLP, 5,9% ao ano, tem como base a média da taxa nos últimos 5 anos.

K_t = O projeto atingirá o patamar máximo de financiamento de 70% de alavancagem (BNDES, 20013).

K_p = O valor de K_t é conhecido, dado que $K_p = 1 - K_t$, ou seja, 30%.

T = Será considerada a alíquota de 30%.

K_s = Será utilizado o modelo CAPM, ajustado à taxa de risco do Brasil, conforme fórmula abaixo:

$$K_s = R_F + B_L \lambda + R_B$$

R_F = Taxa livre de risco real = 3,20% (FEDERAL RESERVE, 2013), este valor refere-se ao *Treasury constant maturities* e foi considerado o retorno dos títulos do tesouro americano para 30 anos, em função da ausência de informação para o prazo de 40 anos, prazo total da concessão.

R_B = Prêmio de risco Brasil = 2,63% (DAMODARAN, 2013). Foi utilizado o índice denominado em inglês por *Country Risk Premium*.

β_U = Coeficiente beta = 1,0225. Obtido através de uma média ponderada entre o beta desalavancado das ferrovias, igual a 1,13 (DAMODARAN, 2013) e o beta desalavancado do transporte aéreo, igual a 0,70 (DAMODARAN, 2013). Foi adotado o peso de 0,75% para o beta das ferrovias e 0,25% para o beta do transporte aéreo. beta alavancado foi calculado a partir da formula abaixo:

$$\beta_L = \beta_U * [1 + (1 - IR) * \left(\frac{\text{Capital de Terceiros}}{\text{Capital Próprio}} \right)]$$

$$\beta_L = 1,0225 * \left(1 + (1 - 0,30) * \left(\frac{0,3}{0,7} \right) \right)$$

$$\beta_L = 1,32925$$

λ = Prêmio de risco de mercado = 9,31% (DAMODARAN, 2013). Obtido pelo índice Retornos anuais de investimentos, denominado em inglês por *Annual Returns on Investments in S&P 500*.

Diante de todas as informações apresentadas, já é possível realizar as substituições dos valores nas fórmulas:

$K_s = 3,20\% + 1,32925 * (9,31\%) + 2,63\% = 18,20532\%$. Substituindo também na formula do *WACC*, temos:

$$WACC = 0,1820532 * \frac{0,3}{(0,3 + 0,7)} + 0,069 * \frac{0,7}{(0,3 + 0,7)} (1 - 0,3) = 8,8426\%$$

Vale enfatizar que as projeções do projeto foram divulgadas pela ANTT e contemplam data base de preços de dezembro de 2008. Neste trabalho será adotado como premissa que a inflação projetada para o período de outorga do Trem

de Alta Velocidade é de 4,5% ao ano. Desta forma, deve-se subtrair do valor do WACC, calculado acima, a inflação de 4,5% projetada para o período, em sendo assim, o WACC ajustado pela inflação será de 4,3426%.

5.1 Primeiro Passo: Cálculo do valor presente sem flexibilidade

O fluxo de caixa estático do projeto contempla as projeções e premissas divulgadas pela Agencia Nacional de Transportes Terrestres e o WACC ajustado pela inflação, ver detalhado no Apêndice A. Os resultados indicam um valor presente líquido igual a R\$ 4.072,2 milhões, por meio da metodologia do Fluxo de Caixa Descontado o investimento é recomendado.

5.2 Segundo Passo: Evolução do valor presente ao longo do projeto

A próxima tarefa é realizar uma simulação de Monte Carlo com 10.000 iterações, para analisar o risco do projeto. A modelagem será realizada através do programa Crystal Ball sobreposto a uma planilha de Excel. A incerteza de tráfego do projeto será modelada por meio de uma distribuição triangular para os 10 primeiros anos do projeto, conforme sugerido por Brandão et al (2012) e destacado na Tabela 6.

Tabela 6 – Distribuição triangular para os 10^o primeiros anos do projeto (em milhões de reais)

Ano	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Mínimo	668,0	1.562,2	1.981,6	2.427,4	2.899,4	3.282,5	3.472,2	3.662,0	3.851,8	4.041,6
Esperado	785,9	1.837,9	2.331,3	2.855,7	3.411,0	3.861,7	4.085,0	4.308,3	4.531,6	4.754,8
Máximo	903,8	2.113,6	2.681,1	3.284,1	3.922,7	4.441,0	4.697,7	4.954,5	5.211,3	5.468,1

Fonte: Elaboração Própria

Na tabela 7 são apresentados os valores do desvio padrão e a média do Valor Presente, ambos obtidos por meio das simulações de Monte Carlo. O resultado da divisão do desvio padrão pela média é o coeficiente de variação e será considerado como a volatilidade do VP em cada ano. Será adotado com premissa que a partir do 10º ano a volatilidade do projeto ficará constante em 0,5493, sendo que no final do capítulo será apresentada a análise de sensibilidade para valores superiores e inferiores. Neste instante, é possível calcular a volatilidade para cada ano do projeto e os resultados dos movimentos ascendentes e descendentes, assim como as respectivas probabilidades neutras em relação ao risco.

Tabela 7 – Resumo das principais variáveis

Ano	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Desvio Padrão (em Milhões de Reais)	4.629,2	4.593,9	4.498,5	4.417,8	4.313,0	4.182,1	4.037,8	3.890,7	3.757,0	3.600,9
Média (em Milhões de Reais)	6.590,5	6.583,2	6.555,5	6.592,1	6.569,7	6.589,2	6.564,4	6.581,4	6.584,4	6.555,5
Volatilidade	70,2%	69,8%	68,6%	67,0%	65,7%	63,5%	61,5%	59,1%	57,1%	54,9%
Movimento ascendente por passo	2,02	2,01	1,99	1,95	1,93	1,89	1,85	1,81	1,77	1,73
Movimento descendente por passo	0,50	0,50	0,50	0,51	0,52	0,53	0,54	0,55	0,57	0,58
Probabilidade neutra em relação ao risco (ascendente)	0,34	0,34	0,34	0,35	0,35	0,36	0,36	0,37	0,37	0,38
Probabilidade neutra em relação ao risco (descendente)	0,66	0,66	0,66	0,65	0,65	0,64	0,64	0,63	0,63	0,62

Fonte: Elaboração Própria

A base para construção da árvore de eventos é a demanda projetada pela ANTT para o primeiro ano de funcionamento do TAV, igual a 11.003.800 passageiros. Nos anos subsequentes a demanda varia em função da volatilidade, que altera os valores dos movimentos ascendentes e descendentes, u e d .

O próximo passo será calcular o valor do fluxo de caixa que corresponde à demanda de passageiros auferida em cada nó na árvore de eventos. Na Tabela 8 é apresentada uma árvore de eventos contendo a demanda de passageiros e o fluxo de caixa.

Tabela 8 – Árvore de Eventos

Ano	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Demanda (em Milhares de Passageiros)	11.004	21.821	42.277	78.972	144.228	246.088	407.321	628.866	950.719	1.370.643
Fluxo de Caixa (em Milhões de Reais)	-16	447	721	2.769	6.640	12.612	22.675	36.659	58.556	86.683
		21.821	10.717	20.672	38.799	69.150	119.032	192.787	303.703	456.886
		447	-1.125	-518	307	1.455	4.293	8.963	16.202	26.184
			2.717	5.411	10.437	19.431	34.785	59.101	97.016	152.297
			-1.593	-1.379	-1.397	-1.680	-1.079	472	2.672	6.018
				1.416	2.808	5.460	10.165	18.118	30.991	50.766
				-1.604	-1.855	-2.561	-2.649	-2.131	-1.650	-704
					755	1.534	2.971	5.554	9.900	16.922
					-1.979	-2.808	-3.107	-2.929	-3.030	-2.945
						431	868	1.703	3.163	5.641
						-2.878	-3.241	-3.173	-3.471	-3.692
							254	522	1.010	1.880
							-3.281	-3.248	-3.612	-3.941
								160	323	627
								-3.271	-3.657	-4.024
									103	209
									-3.672	-4.051
										70
										-4.061

Fonte: Elaboração Própria

5.3 Terceiro Passo: Análise da árvore de eventos para identificar e incorporar a flexibilidade.

De acordo com Copeland e Antikarov (2001), o próximo passo é incluir nós de decisão na árvore de eventos, o objetivo é determinar a decisão ótima para o concessionário, ou seja, exercer ou não o direito da garantia mínima concedida pelo Estado. O concessionário exercerá a opção, caso o fluxo de caixa realizado obtido pela demanda daquele ano, apresente um patamar inferior ao fluxo de caixa garantido que foi obtida através da demanda mínima garantida.

O percentual de garantia mínima escolhido foi 92%, dado que está é a demanda mínima para que o VPL seja maior que zero. A partir deste valor foi determinado o Fluxo de Caixa garantido em cada ano do projeto, este será comparado com o fluxo de caixa projetado anualmente.

Na tabela 9 é apresentada a árvore de decisão com os resultados das escolhas do concessionário vencedor da licitação. Vale ressaltar que a árvore corresponde aos 25 primeiros anos do projeto e, portanto, deverá ser adicionado o valor presente obtido a partir do vigésimo sexto ano até o final do projeto, igual a R\$ 3.222,2 milhões, desse modo, o valor presente do projeto durante considerando todo o período da outorga é igual a R\$ 7.480,4 milhões.

Tabela 9 – Árvore de decisões

Ano	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Demanda (em Milhares de Passageiros)	11.004	21.821	42.277	78.972	144.228	246.088	407.321	628.866	950.719	1.370.643
Fluxo de Caixa (em Milhões de Reais)	-16	447	721	2.769	6.640	12.612	22.675	36.659	58.556	86.683
Valor Presente (em Milhões de Reais)	4.258	8.939	18.910	39.965	79.856	150.774	271.774	471.777	799.344	1.330.407
		21.821	10.717	20.672	38.799	69.150	119.032	192.787	303.703	456.886
		447	-1.125	-518	307	1.455	4.293	8.963	16.202	26.184
		1.957	3.271	7.147	15.217	32.778	67.074	128.454	233.103	406.994
			2.717	5.411	10.437	19.431	34.785	59.101	97.016	152.297
			-1.593	-1.379	-1.397	-1.680	-1.079	472	2.672	6.018
			628	1.325	2.528	5.354	12.185	26.978	56.136	108.821
				1.416	2.808	5.460	10.165	18.118	30.991	50.766
				-1.604	-1.855	-2.561	-2.649	-2.131	-1.650	-704
				296	248	372	1.473	4.273	9.885	21.785
					755	1.534	2.971	5.554	9.900	16.922
					-1.979	-2.808	-3.107	-2.929	-3.030	-2.945
					-136	-493	-440	115	1.009	3.157
						431	868	1.703	3.163	5.641
						-2.878	-3.241	-3.173	-3.471	-3.692
						-626	-744	-569	-502	-127
							254	522	1.010	1.880
							-3.281	-3.248	-3.612	-3.941
							-784	-664	-721	-619
								160	323	627
								-3.271	-3.657	-4.024
								-675	-746	-679
									103	209
									-3.672	-4.051
									-749	-685
										70
										-4.061
										-685

Fonte: Elaboração Própria

5.4 Quarto Passo: Análise do projeto com e sem flexibilidades

Conforme sugerido por Copeland e Antikarov (2001), na figura 6 é apresentado o valor presente do caso base sem flexibilidade, denominado VPL tradicional, e o valor que a opção de garantia de demanda mínima poderá trazer para o concessionário vencedor da licitação. Os resultados indicam um aumento no VPL do projeto de 22,2% para R\$ 4.974,7 milhões. A garantia de demanda mínima custaria para o Governo Federal R\$ 902,5 milhões, o montante é igual a um benefício dado ao investidor privado deste projeto e, equivale a aproximadamente 2,86% do investimento total do projeto que é igual a R\$ 31.541,2 milhões, conforme detalhado na Tabela 5.

O presidente da estatal EPL divulgou na primeira quinzena de julho uma redução do valor do pagamento da outorga para R\$ 68,08, pelas regras do Edital este valor era igual a R\$ 70,31 por trem quilometro percorrido. A redução deverá representar um custo de R\$ 900 milhões para os cofres públicos, valores com data base de preços de dezembro de 2008.

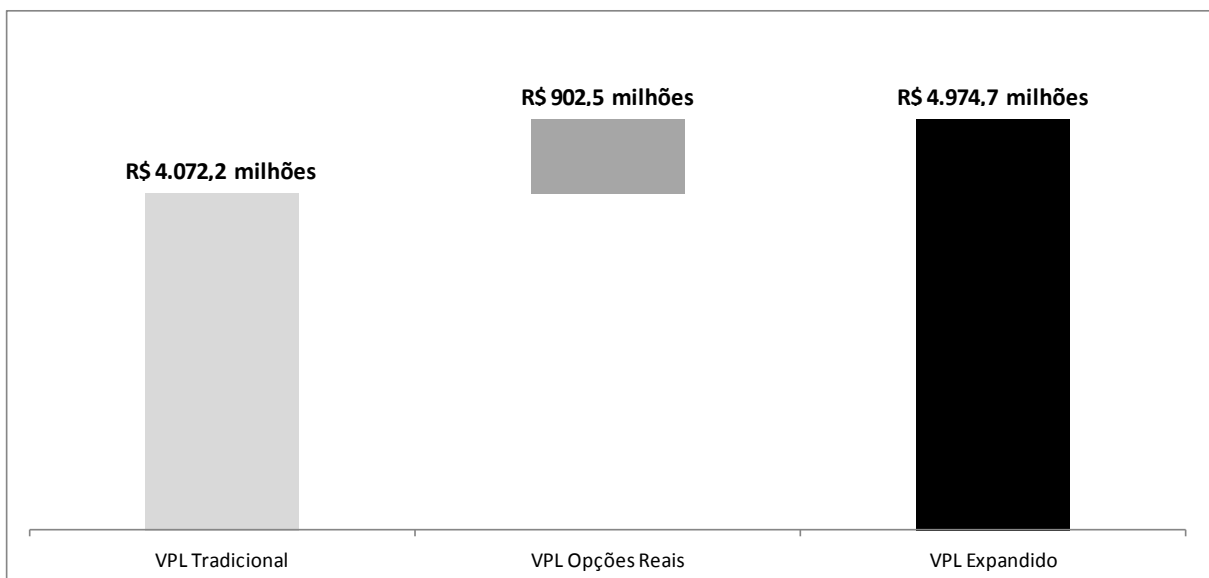


Figura 6 – Resultados Obtidos
Fonte: Elaboração Própria

A figura 7 apresenta a relação entre o percentual de garantia de demanda mínima concedida pelo Estado e o valor presente do projeto. Observa-se que

apenas para percentuais superiores a 90% a opção evidencia um incremento na atratividade do projeto. Conforme especificado anteriormente, foi utilizado o percentual de garantia 92%, caso tivesse sido adotado um percentual de 95%, apenas três pontos percentual maior, o VPL do projeto teria aumentado em 44% para R\$ 7.181,8 milhões, entretanto, o desembolso do Governo mais que dobraria indo para R\$ 2.206,2 milhões, ainda assim representaria apenas 6,7% do total que será investido.

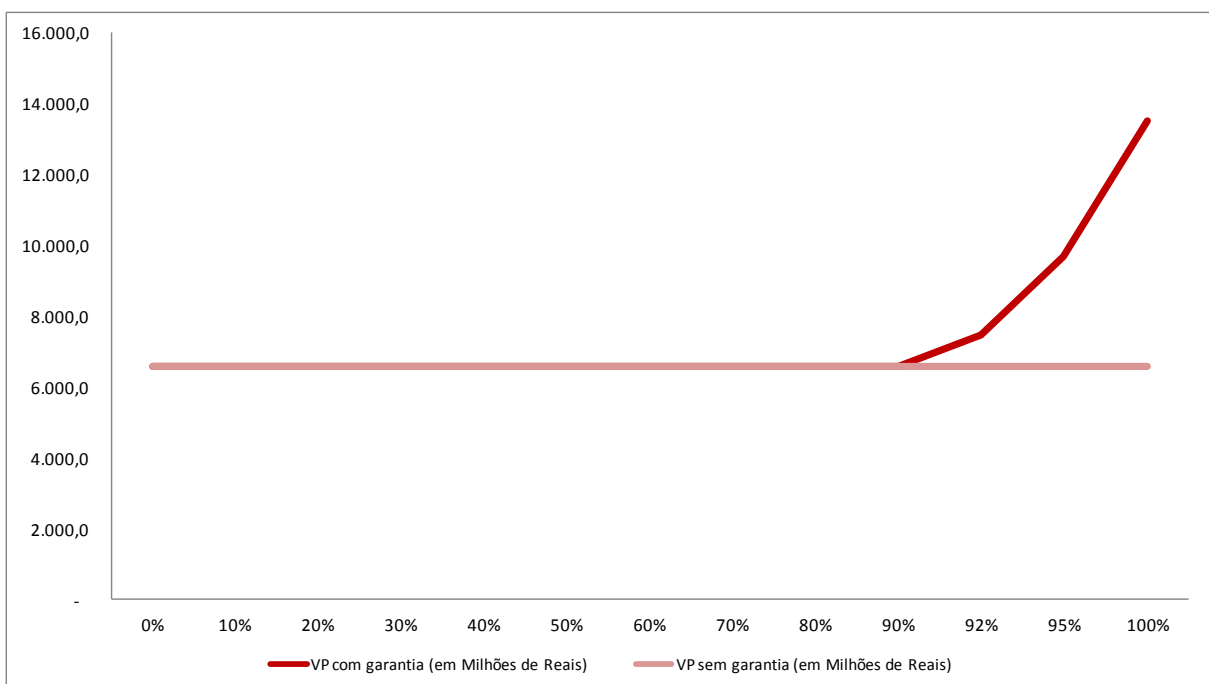


Figura 7 – Comparação do valor presente com e sem garantia de demanda mínima
Fonte: Elaboração Própria

5.5 Análises de Sensibilidade

A Tabela 10 apresenta os resultados para variações no percentual da demanda garantida de passageiros concedida pelo Governo Federal e para variações na volatilidade do projeto. Conforme destacado anteriormente, foi adotado o percentual de garantia mínima de 92% em função de esta ser a demanda mínima para que o VPL seja maior que zero. Também foi adotado como premissa, que a partir do 10º ano a volatilidade do projeto ficará constante em 0,5493, o valor foi

obtido considerando coeficiente de variação, dividindo o desvio padrão pela média no 10º ano.

Tabela 10 – Sensibilidade: Relação entre a demanda garantida e a volatilidade

Demanda Garantida	Volatilidade	VPL com Garantia de Demanda (em Milhões de Reais)	Incremento percentual em relação ao VPL sem flexibilidades
88%	50%	1.128,8	-
	52%	1.480,5	-
	54%	1.864,4	-
	56%	2.284,0	-
	58%	2.744,6	-
	60%	3.259,6	-
90%	50%	2.590,4	-
	52%	2.940,2	-
	54%	3.325,1	-
	56%	3.744,4	-
	58%	4.202,8	3%
	60%	4.716,7	16%
92%	50%	4.051,1	-
	52%	4.399,6	8%
	54%	4.784,9	18%
	56%	5.203,9	28%
	58%	5.662,2	39%
	60%	6.172,9	52%
94%	50%	5.519,2	36%
	52%	5.866,0	44%
	54%	6.250,9	54%
	56%	6.669,7	64%
	58%	7.128,9	75%
	60%	7.635,3	87%
96%	50%	7.002,5	72%
	52%	7.347,4	80%
	54%	7.731,9	90%
	56%	8.150,7	100%
	58%	8.610,5	111%
	60%	9.114,6	124%

Fonte: Elaboração Própria

A garantia de demanda mínima tem como objetivo garantir a mesma receita que determinado patamar de passageiros poderia gerar ao concessionário, ou seja, trata-se de uma espécie de seguro para o concessionário vencedor da licitação e, portanto, um aumento no percentual de garantia resulta em um incremento do VPL. No caso de diminuição do percentual garantido o efeito é uma redução do VPL. Deve-se ponderar na análise desta relação que a contrapartida do aumento do VPL para o acionista do projeto é um incremento do passivo do Estado que concedeu a garantia. Observa-se na Tabela 10 que se o grupo vencedor fosse contemplado como uma garantia de demanda de 94% do valor projetado pela ANTT, bastaria a volatilidade do projeto ser maior que 38% para o VPL com opções reais ser maior que o VPL sem flexibilidades.

Conforme destacado na revisão da literatura, quanto maior a volatilidade maior será o valor da opção, o que pode ser constatado na Tabela 10. Observa-se que um aumento da volatilidade do projeto resulta em aumento de VPL.

6 CONCLUSÕES E DISCUSSÕES

A ideia inicial do Governo Federal era implantar o projeto do trem de alta velocidade em uma única fase, sendo que o setor público teria 30% das cotas do projeto através da estatal EPL e, o restante, seria repassado para os investidores privados. A primeira tentativa de licitação, não obteve sucesso pelo fato do setor privado acreditar que os custos dos investimentos estavam subestimados e, a rentabilidade do projeto estava superestimada.

O setor público decidiu dividir a implantação do projeto em duas etapas: uma para a operação e seleção de tecnologia e a outra para as obras civis. Um novo Edital foi divulgado em dezembro de 2012, porém, as alterações não foram suficientes para atrair interessados em investir no projeto, o que provocou o anúncio de redução de 3,2% no valor mínimo da outorga a ser pago pelo concessionário vencedor, deverá representar um custo para o Governo Federal de R\$ 900 milhões, valores com data base de preços de dezembro de 2008. Além destas mudanças, a imprensa divulgou que o Governo Federal estuda assumir uma fatia de total de 80% do projeto, com a injeção de recursos dos fundos de pensão de empresas públicas. Previ, Petros e Funcef poderiam assumir uma fatia em torno de 30% no capital do TAV e a Empresa de Correios e Telégrafos (ECT) assumiria um percentual de 5%.

Diante do cenário apresentado, o objetivo deste trabalho foi discutir uma alternativa que poderia ser utilizada pelo Governo para aumentar a viabilidade do projeto sem onerar ainda mais os cofres públicos. O mecanismo escolhido foi a concessão de uma garantia de demanda mínima para o concessionário vencedor do leilão, onde o Estado garante um percentual de demanda mínima de 92% do que foi projetado nos estudos técnicos da ANTT.

Os resultados indicaram que o Governo Federal poderia utilizar a garantia de demanda mínima para aumentar a atratividade do projeto a um custo baixo para o setor público, gerando um aumento do VPL em 22,2% e um custo de investimento de apenas 2,86% do investimento total do projeto que é igual a R\$ 31.541,2 milhões, conforme detalhado na Tabela 5.

Existem diversos artigos relacionados com o tema de garantias governamentais em projetos de infraestrutura, sendo que a maior parcela

corresponde a estudos em concessões rodoviárias. O presente estudo teve como foco o trem de alta velocidade e poderá ser utilizado em trabalhos futuros.

Em linhas gerais, é importante destacar que as projeções, demonstrações financeiras e estudos técnicos foram preparados pelo consórcio Halcrow-Sinergia e aceitos, sem discussão, na avaliação do cenário proposto. Vale reportar também que não era o objetivo deste estudo, avaliar e discutir os impactos ambientais, sociais e econômicos que o projeto poderá trazer para a sociedade.

A metodologia de opções reais estudada neste trabalho considerou apenas a incerteza da demanda de passageiros, as pesquisas futuras poderiam considerar outras incertezas como, por exemplo, a incerteza em relação aos investimentos e a variação cambial. Vale ressaltar também que alguns membros da imprensa e do setor privado alegam que os custos do projeto seriam muito superiores ao que foi projetado pelo Governo Federal, extensões deste trabalho poderiam debater este tema, comparando os custos orçados do TAV por quilometro com outros projetos já finalizados.

REFERÊNCIAS

ANTT, **Agência Nacional de Transportes Terrestres**, Disponível em: <<http://www.antt.gov.br>>. Acesso em 18.03.2013

BLACK, F.; SCHOLES, M. **The pricing of options and corporate liabilities**. Journal of Political Economy, n. 81, p. 637-659, 1973.

BNDES, **O Banco Nacional do Desenvolvimento**, Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Areas_de_Atualizacao/Infraestrutura/Logistica/condicoes_apoio_tav.html>. Acesso em 28.05.2013

BOWE, M.; LEE, D.L. **Project Evaluation in the Presence of Multiple Embedded Real Options: Evidence from the Taiwan High-Speed Rail Project**. Journal of Asian Economics, v.15, p.71–98, 2004 19

BRANDÃO, L.E.T.; SARAIVA, E.C.G. **Risco Privado em Infraestrutura Pública: Uma análise quantitativa de risco como ferramenta de modelagem de contratos**. Revista de Administração Pública, v.41, n.6, nov/dec 2007

BRANDÃO, L.E.T.; BASTIAN-PINTO, C. de L.; GOMES, L. L.; SALGADO, M. S. **Incentivos governamentais em PPP: uma análise por opções reais**. Revista de Administração de Empresas. vol.52 no.1 São Paulo Jan./Feb. 2012

CHEAH, C.Y.J. e LIU, J. **Valuing Governmental Support in Infrastructure Projects as Real Options using Monte Carlo Simulation**. Construction Management and Economics, v.24, n.5, p.545 – 554, may 2006

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

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

CHIARA, N.; GARVIN, M.; VECER J. **Valuing Simple Multiple-Exercise Real Options in Infrastructure Projects**. Journal of Infrastructure Systems, v.13, n.2, p.97-104, jun 2007

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

DAMODARAN, A. **Home Page for Aswath Damodaran**. Disponível em: <<http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>>. Acesso em 28.05.2013.

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

FEDERAL RESERVE. **Economic Research Data**. Disponível em: <<http://federalreserve.gov>> Acesso em 28.05.2013

FISHER, G.; BABBAR, S. **Private Financing of Toll Roads**. RMC Discussion Paper Series 117; World Bank

GALERA, A.L.L. **Desarrollo de un Modelo de Valoración de Concesiones de Autopistas basado en la Teoría de Opciones Relas**. Validación mediante el Análisis de Series Históricas de Datos de Concesiones en Servicio. Madrid, 2006. 360p. Doctoral Thesis. E.T.S.I. Caminos Canales y Puertos, Universidad Politécnica de Madrid

- GARVIN, M.J.; WOOLDRIDGE, S. C.; CHEAH, Y. J. e M., JOHN B. **Valuing Flexibility in Private Toll Road Development: Analysis of the Dulles Greenway.** The Journal of Structured and Project Finance, winter, n.8331, p. 25-36, 2002
- HUANG, Y.; CHOU, S. **Valuation of the Minimum Revenue Guarantee and the Option to Abandon in BOT Infrastructure Projects.** Construction Management & Economics, v. 24, p.379-389, apr 2006
- HULL, J.C. **Options, Futures and Other Derivatives**, 6th ed. Prentice Hall, 2006. 789 p.
- IRWIN, T. **Public Money for Private Infrastructure.** World Bank Working Paper, n.10, aug 2003
- IRWIN, T. **Government Guarantees: Allocating and Valuing Risk in Privately Financed Infrastructure Projects.** The World Bank, 2007. 213 p.
- MCDONALD, R.L., SIEGEL, D.R. **The Value of Waiting to Invest.** Quarterly Journal of Economics 101, 707-727, 1986.
- MINARDI, A.M.A.F. **Teoria de Opções Aplicada a Projetos de Investimento.** RAE - Revista de Administração de Empresas , v. 40 n 2, Abr./Jun. 2000
- MYERS, S. C. **Determinants of Corporate Borrowing.** Journal of Financial Economics p. 147-175, July 1977.
- MYERS, S. C. **The capital structure puzzle.** The Journal of Finance, Cambridge, v.39, n.3, p.575-592, July 1984.
- ROSE, S. **Valuation of Interacting Real Options in a Tollroad Infrastructure Project.** The Quarterly Review of Economics and Finance, v.38, special edition, p.711-725,1998
- TRIGEORGIS, L. **A conceptual options framework for capital budgeting.** Advances in Futures and Options Research, v. 3, p. 145-167, 1988.
- TRIGEORGIS, L. **Real options: managerial flexibility and strategy in resource allocation.** Cambridge, USA: MIT Press, 1996.
- VASSALO, J. **Traffic Risk Mitigation in Highway Concession Projects – The Experience of Chile.** Journal of Transport Economics and Policy, v.40, n.3, p.359-381, sep 2006 Wei-hua, Y.
- WEI-HUA, YANG e DA-SHUANGM, DAÍ. **Concession Decision Model of BOT Projects Based on a Real Options Approach**, International Conference on Management Science and Engineering (ICMSE'06), 2006
- WIBOWO, A. **Valuing guarantees in BOT infrastructure project.** Engineering, Construction and Architectural Management, v.11, n.6, p.395-406, 2004
- ZHAO, T.; SUNDARARAJAN, S. K.; TSENG, C. **Highway Development Decision-Making under Uncertainty: A Real Options Approach.** Journal of Infrastructure Systems, v.10, n.1, p.23-32, mar 2004

Demonstrativo de Resultado	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044
Ano	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Receita Operacional Líquida	4.531,6	4.754,8	4.978,1	5.201,4	5.424,7	5.647,9	5.871,2	6.088,4	6.313,7	6.547,3	6.642,4	6.741,0	6.843,2	6.949,3	7.059,2	7.173,2	7.291,5
Demanda	4.531,6	4.754,8	4.978,1	5.201,4	5.424,7	5.647,9	5.871,2	6.088,4	6.313,7	6.547,3	6.642,4	6.741,0	6.843,2	6.949,3	7.059,2	7.173,2	7.291,5
Despesas/Custos	(4.177,0)	(4.583,8)	(4.599,1)	(4.979,8)	(5.000,9)	(5.022,0)	(5.043,1)	(5.059,6)	(5.076,1)	(5.092,6)	(5.108,3)	(5.124,1)	(5.663,2)	(5.664,5)	(5.665,9)	(5.667,2)	(5.668,1)
Outorga	(3.524,7)	(3.916,3)	(3.916,3)	(4.276,0)	(4.276,0)	(4.276,0)	(4.276,0)	(4.276,0)	(4.276,0)	(4.276,0)	(4.276,0)	(4.276,0)	(4.799,1)	(4.799,1)	(4.799,1)	(4.799,1)	(4.799,1)
Custos e despesas operacionais	(642,3)	(657,5)	(672,8)	(693,9)	(715,0)	(736,1)	(757,1)	(773,6)	(790,1)	(806,7)	(822,4)	(838,1)	(854,1)	(855,4)	(856,8)	(858,1)	(859,0)
Fiscalização ANTT	(10,0)	(10,0)	(10,0)	(10,0)	(10,0)	(10,0)	(10,0)	(10,0)	(10,0)	(10,0)	(10,0)	(10,0)	(10,0)	(10,0)	(10,0)	(10,0)	(10,0)
LAJIDA	354,6	171,0	379,0	221,5	423,7	625,9	828,1	1.028,9	1.237,6	1.454,7	1.534,1	1.616,9	1.180,1	1.284,8	1.393,3	1.506,0	1.623,4
Depreciação/Amortização	(286,9)	(286,9)	(251,5)	(251,5)	(251,5)	(251,5)	(251,5)	(251,5)	(251,5)	(251,5)	(251,5)	(251,5)	(229,3)	(261,8)	(298,3)	(336,8)	(357,2)
Resultado do Serviço	67,7	(115,9)	127,5	(29,9)	172,2	374,4	576,6	777,4	986,2	1.203,2	1.282,6	1.365,5	950,8	1.023,0	1.095,0	1.169,2	1.266,1
Resultado Financeiro	(208,9)	(211,2)	(213,8)	(214,6)	(215,7)	(257,4)	(247,5)	(223,4)	(201,5)	(179,7)	(155,4)	(131,6)	(109,6)	(97,1)	(97,5)	(99,9)	(116,0)
LAIR	(141,2)	(327,1)	(86,2)	(244,5)	(43,5)	117,1	329,1	554,0	784,7	1.023,5	1.127,2	1.233,9	841,2	925,8	997,5	1.069,3	1.150,1
Imposto de Renda / Contribuição Social / Diferido	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	(17,7)	(100,0)	(177,8)	(257,4)	(339,8)	(376,5)	(414,6)	(281,8)	(308,3)	(328,2)	(348,6)	(372,6)
Juros sobre o Capital Próprio	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	53,4	53,4	53,4	53,4	53,4	53,4	53,4	53,4	53,4	58,0	58,0	58,0
Lucro/Prejuízo Líquido do Exercício	(141,2)	(327,1)	(86,2)	(244,5)	(43,5)	152,8	282,4	429,5	580,7	737,1	804,1	872,7	612,7	670,9	727,4	778,7	835,5
Fluxo de Caixa																	
Lucro/Prejuízo do Exercício	(141,2)	(327,1)	(86,2)	(244,5)	(43,5)	152,8	282,4	429,5	580,7	737,1	804,1	872,7	612,7	670,9	727,4	778,7	835,5
Depreciação/Amortização	286,9	286,9	251,5	251,5	251,5	251,5	251,5	251,5	251,5	251,5	251,5	251,5	229,3	261,8	298,3	336,8	357,2
Varição do Capital de Giro	30,6	30,6	(34,7)	26,2	(33,7)	(30,8)	(20,0)	(20,5)	(21,5)	(22,4)	(7,1)	(7,5)	50,7	(13,0)	(14,8)	(15,4)	(15,5)
Investimentos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	(129,4)	(649,6)	(693,7)	(693,7)	(346,8)
Liberações - Financiamentos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	90,6	454,7	485,6	485,6	242,8
Amortizações	(54,3)	(56,1)	(64,4)	(83,3)	(134,2)	(261,7)	(332,9)	(498,1)	(515,3)	(547,6)	(600,2)	(621,0)	(642,6)	(689,5)	(762,6)	(246,2)	(176,8)
Juros Capitalizados - Financiamentos	118,2	127,2	126,4	116,3	68,9	(32,9)	(71,6)	(160,9)	(138,3)	(122,8)	(113,6)	(89,7)	(64,2)	(53,5)	(47,6)	(45,5)	(53,1)
Obrigações Contratuais (Conta Reserva + Hedge)	1,2	1,2	(11,8)	1,5	(83,1)	4,2	(89,3)	7,0	6,8	(10,4)	6,9	6,7	3,5	(16,8)	43,3	96,0	(7,6)
Investimento Líquido	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	(38,8)	(194,9)	(208,1)	(208,1)	(104,0)
Investimento Líquido - Descontado	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	(12,3)	(59,3)	(60,7)	(58,1)	(27,9)
Fluxo de Caixa do Acionista	241,4	62,6	180,8	67,7	25,9	83,2	20,1	8,6	163,8	285,3	341,6	412,5	150,6	(34,9)	35,9	696,4	835,8
Fluxo de Caixa do Acionista - Descontado	127,6	31,7	87,7	31,5	11,5	35,5	8,2	3,4	61,6	102,8	118,0	136,6	47,8	(10,6)	10,5	194,5	223,8

Demonstrativo de Resultado	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060
Ano	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
Receita Operacional Líquida	7.291,5	7.291,5	7.291,5	7.291,5	7.291,5	7.291,5	7.291,5	7.291,5	7.291,5	7.291,5	7.291,5	7.291,5	7.291,5	7.291,5	7.291,5	7.291,5
Demanda	7.291,5	7.291,5	7.291,5	7.291,5	7.291,5	7.291,5	7.291,5	7.291,5	7.291,5	7.291,5	7.291,5	7.291,5	7.291,5	7.291,5	7.291,5	7.291,5
Despesas/Custos	(5.667,6)	(5.667,1)	(5.666,6)	(5.666,1)	(5.665,6)	(5.665,4)	(5.665,1)	(5.664,8)	(5.666,1)	(5.667,1)	(5.666,4)	(5.665,7)	(5.665,0)	(5.664,4)	(5.663,7)	(5.663,0)
Outorga	(4.799,1)	(4.799,1)	(4.799,1)	(4.799,1)	(4.799,1)	(4.799,1)	(4.799,1)	(4.799,1)	(4.799,1)	(4.799,1)	(4.799,1)	(4.799,1)	(4.799,1)	(4.799,1)	(4.799,1)	(4.799,1)
Custos e despesas operacionais	(858,5)	(858,0)	(857,5)	(857,0)	(856,5)	(856,3)	(856,0)	(855,7)	(857,0)	(858,0)	(857,3)	(856,6)	(855,9)	(855,3)	(854,6)	(853,9)
Fiscalização ANTT	(10,0)	(10,0)	(10,0)	(10,0)	(10,0)	(10,0)	(10,0)	(10,0)	(10,0)	(10,0)	(10,0)	(10,0)	(10,0)	(10,0)	(10,0)	(10,0)
LAJIDA	1.623,9	1.624,4	1.624,9	1.625,3	1.625,8	1.626,1	1.626,4	1.626,6	1.625,4	1.624,4	1.625,1	1.625,7	1.626,4	1.627,1	1.627,8	1.628,4
Depreciação/Amortização	(357,2)	(357,2)	(357,2)	(357,2)	(357,2)	(191,5)	(191,5)	(191,5)	(346,9)	(524,5)	(489,2)	(489,2)	(489,2)	(489,2)	(489,2)	(460,9)
Resultado do Serviço	1.266,6	1.267,1	1.267,6	1.268,1	1.268,6	1.434,6	1.434,9	1.435,1	1.278,5	1.099,9	1.135,9	1.136,6	1.137,2	1.137,9	1.138,6	1.167,5
Resultado Financeiro	(111,1)	(99,5)	(88,8)	(79,0)	(69,9)	(61,6)	(56,5)	(58,0)	(58,0)	(87,8)	(87,8)	(87,8)	(87,8)	(87,8)	(87,8)	(87,8)
LAIR	1.155,5	1.167,6	1.178,8	1.189,1	1.198,7	1.373,0	1.378,4	1.377,1	1.220,5	1.012,1	1.048,1	1.048,8	1.049,5	1.050,1	1.050,8	1.079,7
Imposto de Renda / Contribuição Social / Diferido	(376,7)	(384,1)	(390,2)	(397,2)	(402,8)	(465,4)	(468,6)	(468,2)	(415,0)	(344,1)	(356,4)	(356,6)	(356,8)	(357,0)	(357,3)	(367,1)
Juros sobre o Capital Próprio	58,0	58,0	58,0	58,0	58,0	58,0	58,0	58,0	58,0	87,8	87,8	87,8	87,8	87,8	87,8	87,8
Lucro/Prejuízo Líquido do Exercício	836,9	841,5	846,7	850,0	854,0	965,6	967,8	966,9	863,5	755,8	779,5	780,0	780,4	780,9	781,3	800,4
Fluxo de Caixa																
Lucro/Prejuízo do Exercício	836,9	841,5	846,7	850,0	854,0	965,6	967,8	966,9	863,5	755,8	779,5	780,0	780,4	780,9	781,3	800,4
Depreciação/Amortização	357,2	357,2	357,2	357,2	357,2	191,5	191,5	191,5	346,9	524,5	489,2	489,2	489,2	489,2	489,2	460,9
Varição do Capital de Giro	0,4	1,2	1,1	1,0	0,9	10,3	0,6	(0,1)	(8,7)	(11,6)	1,9	(0,1)	(0,1)	(0,1)	(0,1)	211,7
Investimentos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	(1.243,2)	(1.243,2)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Liberações - Financiamentos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Amortizações	(192,1)	(183,9)	(175,9)	(168,4)	(161,1)	(154,2)	(25,0)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Juros Capitalizados - Financiamentos	(49,3)	(39,0)	(29,6)	(20,8)	(12,8)	(5,4)	(0,3)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Obrigações Contratuais (Conta Reserva + Hedge)	7,9	7,3	6,8	6,4	5,9	18,2	25,4	0,0	0,0	0,0	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	0,0	0,0	(1.243,2)	(1.243,2)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Investimento Líquido - Descontado	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	(227,0)	(217,6)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fluxo de Caixa do Acionista	961,0	984,4	1.006,3	1.025,4	1.044,1	1.025,9	1.159,9	1.158,3	(41,4)	25,5	1.270,6	1.269,1	1.269,5	1.270,0	1.270,4	1.473,1
Fluxo de Caixa do Acionista - Descontado	246,6	242,1	237,2	231,6	226,0	212,8	230,6	220,7	(7,6)	4,5	213,1	204,0	195,6	187,5	179,8	199,8

Anexo II – Cronograma do Processo de Licitação (1ª Etapa): concessão da operação – Fonte: ANTT

