



Andrew de Jesus Freitas Silva

**Análise do projeto VLT Carioca via opções reais
avaliando o retorno para o vencedor da licitação e os
impactos dos incentivos governamentais**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção do Departamento de Engenharia Industrial da PUC-Rio.

Orientador: Prof. Luiz Eduardo Teixeira Brandão
Co-orientador: Prof. Javier Gutiérrez Castro

Rio de Janeiro
Abril de 2018



Andrew de Jesus Freitas Silva

**Análise do projeto VLT Carioca via opções reais
avaliando o retorno para o vencedor da licitação e os
impactos dos incentivos governamentais**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. Luiz Eduardo Teixeira Brandão

Orientador

Departamento de Engenharia Industrial - PUC-Rio

Prof. Javier Gutiérrez Castro

Co-orientador

VLT Carioca S/A

Prof. Marco Antônio Guimarães Dias

Departamento de Engenharia Elétrica - PUC-Rio

Prof. Ricardo Bordeaux Rego

Departamento de Engenharia de Produção – UFF

Prof. Márcio da Silveira Carvalho

Coordenador Setorial do Centro

Técnico Científico - PUC-Rio

Rio de Janeiro, 04 de abril de 2018

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador.

Andrew de Jesus Freitas Silva

Graduou-se em Engenharia de Produção pela Universidade Federal Fluminense (UFF) em 2015. Atuou como Diretor administrativo-financeiro na Empresa Júnior Meta Consultoria, analista comercial na empresa Rio Mix Indústria e Comércio de Bebidas Ltda (Guaracamp). Atualmente é analista de informações gerenciais na empresa Indústria de Cosméticos Carvalho Eireli e Graduando em Administração pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) via Centro de Educação a Distância do Estado do Rio de Janeiro (CEDERJ).

Ficha Catalográfica

Silva, Andrew de Jesus Freitas

Análise do projeto VLT Carioca via opções reais avaliando o retorno para o vencedor da licitação e os impactos dos incentivos governamentais / Andrew de Jesus Freitas Silva ; orientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão ; co-orientador: Javier Gutiérrez Castro. – 2018.

80 f. : il. color. ; 30 cm

Dissertação (mestrado)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Industrial, 2018.

Inclui bibliografia

1. Engenharia Industrial – Teses. 2. Movimento geométrico browniano. 3. Teoria de opções reais. 4. Veículo leve sobre trilhos. I. Brandão, Luiz Eduardo Teixeira. II. Gutiérrez Castro, Javier. III. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Industrial. IV. Título.

CDD: 658.5

Agradecimentos

Primeiramente a DEUS, por ter me aberto os olhos e despertado interesse em estudar na PUC. Por ele ter conduzido o processo e proporcionado eu passar entre como aluno bolsista. Por ter me concedido saúde e sabedoria para eu conseguir conduzir o mestrado até o fim.

Aos meus pais, Vânia de Jesus e Rubem Freitas, por sempre investirem e acreditarem em mim. Tanto nos momentos bons e ruins sempre estão ao meu lado e não medem esforços para me ajudar.

Aos meus familiares que me apoiaram e vibraram por cada etapa vencida e conquistada.

Ao meu professor, orientador e amigo Luiz Eduardo Teixeira Brandão, que aceitou ser meu orientador mesmo já tendo passado 1 ano de meu mestrado. Sempre foi solícito para disponibilizar horários para reunião e com muita paciência não só foi orientador, mas também professor dedicando seu tempo a me ensinar tópicos que eu tinha dificuldade e a manusear o software @Risk que eu não havia conhecido ao longo do meu curso.

Ao meu professor, coorientador e amigo Javier Gutiérrez Castro, que aceitou ser meu coorientador e sempre ajudou disponibilizando tempo em Skype e em reuniões presenciais para poder me aconselhar.

Aos professores Marco Antônio Guimarães Dias e Ricardo Bordeaux Rego por terem aceitado o convite de participarem da banca, contribuindo ricamente com seus conhecimentos.

À Claudia Teti, colaboradora do DEI, por toda ajuda e apoio administrativo ao longo do curso, os quais foram fundamentais o meu mestrado. Muito Obrigado.

Aos meus amigos de Finanças Maria Simone Alves, Mateus e Alan, os quais me ajudaram muito ao longo desta caminhada de 24 meses. Muito obrigado por toda a ajuda, amizade e aprendizado. Com certeza um dos motivos de eu estar concluindo o mestrado na PUC-Rio foi graças a todo apoio que recebi de vocês. Obrigado meus amigos.

Aos meus colegas da PUC-Rio, pelas discussões, aprendizado, momentos de descontração e apoio. Foram muito importantes nesta trajetória.

À PUC-Rio por ter me aceitado como aluno, por oferecer uma infraestrutura fantástica e um corpo docente excelentes, que fizeram com que eu adquirisse um carinho e prestígio muito grande pela instituição e que pretendo retornar para realizar próximos estudos.

À Fundação CAPES pelo apoio e auxílios fornecidos, os quais foram fundamentais na minha pesquisa de mestrado.

Resumo

Freitas Silva, Andrew de Jesus; Brandão, Luiz Eduardo Teixeira (Orientador); Gutiérrez Castro, Javier (Co-orientador). **Análise do projeto VLT Carioca via opções reais avaliando o retorno para o vencedor da licitação e os impactos dos incentivos governamentais.** Rio de Janeiro, 2018. 80p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

A escolha da cidade do Rio de Janeiro como sede da Olimpíada de 2016 trouxe a necessidade de realização de diversos projetos de infraestrutura de transportes. Um destes projetos envolveu a revitalização da zona portuária, conhecido como Projeto Porto Maravilha, e entre as melhorias projetadas estava a implantação de um novo modal de transportes sobre trilhos, o VLT Carioca. Este trabalho analisa o projeto em regime de parceria público-privada do VLT Carioca na zona portuária da cidade do Rio de Janeiro através da teoria de opções reais. O objetivo do estudo é determinar o retorno esperado do projeto para o consórcio vencedor da licitação, analisar o impacto dos incentivos governamentais para o parceiro privado e os custos totais do projeto para o Estado. A demanda estocástica é modelada por meio do movimento geométrico browniano (MGB), e os resultados indicam que o projeto tem um retorno relativamente pequeno em relação ao investimento inicial, as garantias oferecidas pela Prefeitura aumentam o valor do projeto e a realização do projeto sob a modalidade de parceria público-privada traz para o parceiro público uma economia de aproximadamente 50% do valor total.

Palavras-chaves

Movimento geométrico browniano; Teoria de opções reais; Veículo leve sobre trilhos.

Abstract

Freitas Silva, Andrew de Jesus; Brandão, Luiz Eduardo Teixeira (Advisor); Gutiérrez Castro, Javier (Co-Advisor). **Analysis of the VLT Carioca project via real options evaluating the return to the winner of the bid and the impact of government incentives.** Rio de Janeiro, 2018. 80p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The choice of the city of Rio de Janeiro to must the 2016 Olympics games brought the need to carry out transportation infrastructure projects. One of these projects involved the revitalization of the port area, known as the Porto Maravilha Project. One of the improvements projected was a new modal rail transport, the VLT Carioca. This paper analyzes the public-private partnership project VLT Carioca in port area of Rio de Janeiro city using real options. The purpose of this study is to determine the expected return of project for winning bidding consortium, analyzing the impact of government incentives to private partner, and the total costs to state. Stochastic demand is modeled as a Brownian geometric motion (GBM). The results indicate that the project has a small return on the initial investment, the guarantees offered by government increase the value of the project and the realization of the project under the public-private partnership modality brings to the public partner a gain of economy approximately 50% of the value.

Keywords

Brownian geometric motion; Real options theory; Light Rail.

Sumário

1. Introdução	14
1.1 Importância do estudo	15
1.2 Questões da pesquisa	16
1.3 Organização do Trabalho	16
2. Revisão da Literatura	17
2.1 Parceria público-privada (PPP)	17
2.1.1 Definições de Parceria público-privada	17
2.1.2 Breve histórico e contexto inicial das PPP	18
2.1.3 Parceria público-privada no Brasil	19
2.2 Métodos Tradicionais de Investimento	21
2.2.1 Conceitos gerais	21
2.2.2 Conceitos sobre FCD e VPL	22
2.3 Teoria de Opções Reais (TOR)	25
2.3.1 Diferença entre a metodologia tradicional e a Teoria de Opções Reais	25
2.3.2 Conceitos sobre Teoria de Opções Reais	25
2.3.3 Formas de modelar os processos estocásticos em TOR	27
2.3.3 Modelos de apreçamento	28
2.3.3 Estudos envolvendo TOR e concessões e Parceria público-privada (PPP)	30
3. Contextualização	32
3.1 A tendência do sistema de transporte urbano	32
3.2 Veículo Leve sobre Trilhos (VLT)	33
3.3 VLT Carioca	34
3.3.1 Formas de arrecadação financeira da concessionária	36
3.3.2 Estudo de demanda do VLT Carioca	39

4. Metodologia	42
4.1 Estrutura da pesquisa	42
4.2 Limitações da pesquisa	44
5. Aplicação dos Métodos de FCD e TOR ao projeto VLT Carioca	45
5.1 Abordagem pelo Método de Fluxo de Caixa Descontado	45
5.1.2 Análise para a concessionária VLT Carioca	45
5.1.2 Custo total para o Estado	51
5.2 Abordagem pela Teoria de Opções Reais	53
6. Análise e discussões dos resultados	68
7. Conclusões	71
7.1 Considerações finais	71
7.2 Respostas às questões da pesquisa	72
7.3 Sugestões de estudos futuros	74
Referências bibliográficas	75
ANEXO	80

Lista de Figuras

Figura 1 – Modelo Binomial para 2 períodos	29
Figura 2 – Sistema de Alimentação pelo Solo (APS)	34
Figura 3 – Etapas do VLT Carioca	35
Figura 4 - Demanda potencial do VLT	40
Figura 5 - Metodologia da pesquisa	42
Figura 6 – Representação do fluxo de caixa do VLT Carioca	45
Figura 7 – Fluxo de caixa VLT Carioca com inclusão do investimento total por ano	46
Figura 8 - Fluxo de caixa VLT Carioca com abatimento do aporte público ao investimento inicial	46
Figura 9 – Fluxo de caixa VLT Carioca com inclusão de receita tarifária	48
Figura 10 – Fluxo de caixa VLT Carioca com a adição da receita acessória à receita tarifária	49
Figura 11 – Fluxo de caixa VLT Carioca com acréscimo da contraprestação pecuniária parcela A	49
Figura 12 – Fluxo de caixa VLT Carioca com receitas reduzidas pelas despesas anuais	50
Figura 13 – Fluxo de caixa VLT Carioca após aplicação dos impostos sobre cada receita	51
Figura 14 – Representação do fluxo de caixa para o setor público	52
Figura 15 – fluxo de caixa do Governo incluindo aporte público	52
Figura 16 – fluxo de caixa do Governo completo	52
Figura 17 – Distribuição probabilidade VPL sem contraprestação pecuniária e sem garantias de demanda Vol 4%	54
Figura 18 – Distribuição probabilidade VPL sem contraprestação pecuniária e sem garantias de demanda Vol 8%	55
Figura 19 – Distribuição probabilidade VPL sem contraprestação pecuniária e sem garantias de demanda Vol 12%	55
Figura 20 – Distribuição probabilidade VPL sem contraprestação pecuniária e sem garantias de demanda Vol 16%	56

Figura 21 – Distribuição probabilidade VPL com contraprestação pecuniária e sem garantias de demanda Vol 4%	56
Figura 22 – Distribuição probabilidade VPL com contraprestação pecuniária e sem garantias de demanda Vol 8% Fonte: o autor.	56
Figura 23 – Distribuição probabilidade VPL com contraprestação pecuniária e sem garantias de demanda Vol 12%	57
Figura 24 Distribuição probabilidade VPL com contraprestação pecuniária e sem garantias de demanda Vol 16%	58
Figura 25 – Distribuição probabilidade VPL com contraprestação pecuniária e sem garantias de demanda e limite superior de capacidade Vol 4%	59
Figura 26 – Distribuição probabilidade VPL com contraprestação pecuniária e sem garantias de demanda e limite superior de capacidade Vol 8%	59
Figura 27 – Distribuição probabilidade VPL com contraprestação pecuniária e sem garantias de demanda e limite superior de capacidade Vol 12%	60
Figura 28 – Distribuição probabilidade VPL com contraprestação pecuniária e sem garantias de demanda e limite superior de capacidade Vol 16%	60
Figura 29 – Distribuição probabilidade neutra ao risco VPL com contraprestação pecuniária e com garantias de demanda nos primeiros 10 anos Vol 4%	63
Figura 30 Distribuição probabilidade neutra ao risco VPL com contraprestação pecuniária e com garantias de demanda nos primeiros 10 anos Vol 8%	64
Figura 31 – Distribuição probabilidade neutra ao risco VPL com contraprestação pecuniária e com garantias de demanda nos primeiros 10 anos Vol 12%	64
Figura 32 – Distribuição probabilidade neutra ao risco VPL com contraprestação pecuniária e com garantias de demanda nos primeiros 10 anos Vol 16%	65

Figura 33 – Distribuição probabilidade neutra ao risco VPL com contraprestação pecuniária e com garantias de demanda nos primeiros 25 anos Vol 4%	66
Figura 34 – Distribuição probabilidade neutra ao risco VPL com contraprestação pecuniária e com garantias de demanda nos primeiros 25 anos Vol 8%	66
Figura 35 – Distribuição probabilidade neutra ao risco VPL com contraprestação pecuniária e com garantias de demanda nos primeiros 25 anos Vol 12%	67
Figura 36 – Distribuição probabilidade neutra ao risco VPL com contraprestação pecuniária e com garantias de demanda nos primeiros 25 anos Vol 16%	67
Figura 37 - Fluxo de caixa em formato MS Excel utilizado na pesquisa – exemplo do fluxo de caixa estático para ao concessionária	80

Lista de Quadros

Quadro 1 – diferença entre taxas em tempo discreto e contínuo	26
Quadro 2 - Atualização da tarifa ponderada de energia	37
Quadro 3 - Quantidade de passageiros do VLT	41
Quadro 4 – Estimativa de passageiros e receita tarifária por ano	48
Quadro 5 – Síntese dos impostos sobre cada receita	50
Quadro 6 – Probabilidade do VPL ser negativo com a garantia de demanda de 10 anos	65
Quadro 7 – Probabilidade do VPL ser negativo com a garantia de demanda de 25 anos	67
Quadro 8: Comparação entre resultados da simulação com e sem limite superior	69
Quadro 9 – Probabilidade de o VPL ser negativo de acordo com a volatilidade e inclusão ou não da garantia de demanda	69
Quadro 10 - Probabilidade de o VPL ser negativo de acordo com a volatilidade e inclusão ou não da garantia de demanda para 10 e 25 anos	70
Quadro 11 – Retorno para o grupo vencedor da licitação	73
Quadro 12 - Impacto da contraprestação pecuniária mensal no valor do retorno	73
Quadro 13 – Impacto da contraprestação pecuniária mensal no risco do VPL ser negativo	73
Quadro 14 – Custo total para o Estado e a economia para o parceiro público em relação ao custo total	73

“É o Senhor quem dá sabedoria; a sabedoria e o conhecimento vêm dele.”
Provérbios 2.6

1. Introdução

No dia 10 de julho de 2001 foi sancionada a Lei Federal nº 10257, denominada Estatuto das Cidades, que estabeleceu normas de ordem pública e interesse social para regular o uso da propriedade urbana para o bem coletivo envolvendo tópicos como segurança, bem-estar dos cidadãos e equilíbrio ambiental da cidade. Com este incentivo o Prefeito da cidade do Rio de Janeiro sancionou a Lei Complementar nº 101 de 2009 que institui a Operação Urbana Consorciada - OUC da região do Porto do Rio de Janeiro. Esta operação urbana recebeu recursos financeiros para a recuperação da infraestrutura, dos transportes, do meio ambiente e dos patrimônios histórico e cultural da Região Portuária. Esta operação urbana se concretizou por meio do Projeto Porto Maravilha.

O Projeto Porto Maravilha terá duração de 15 anos e contou com cerca de R\$ 8 bilhões de reais para investimentos na zona portuária, região esta, que compreende 5 milhões de metros quadrados, tendo como limites as Avenidas Presidente Vargas, Rodrigues Alves, Rio Branco e Francisco Bicalho, englobando parte do Caju, Gamboa, Saúde, Santo Cristo e parte do Centro da cidade. As principais obras deste projeto são: demolição do Elevado da Perimetral, construção do Museu de Arte do Rio (MAR), Museu do Amanhã, Via Binário do Porto e Túnel Rio 450, Via Expressa e Túnel Prefeito Marcello Alencar, Nova Orla Conde, 17 km de novas ciclovias, 15.000 árvores, reconstrução de 70 km de vias reurbanizadas e 650.000 m² de calçadas, 700 km de redes de infraestrutura urbana (água, esgoto, drenagem) e implementação do Veículo Leve Sobre Trilhos

Este projeto de revitalização da zona portuária foi planejado devido ao momento de desenvolvimento econômico que o Rio presenciou impulsionado pelos eventos internacionais ocorridos na cidade (LEAL et al., 2013).

Dentre as melhorias projetadas para a revitalização da cidade maravilhosa uma delas envolve a implantação de um novo modal de transportes sobre trilhos, o projeto VLT Carioca. Este projeto se deu em regime de parceria público-privada na modalidade concessão patrocinada. Nesta parceria a contraprestação pela

execução dos serviços é compartilhada entre o governo e o consórcio vencedor da licitação. Desta forma, uma parte dos recursos vem pela cobrança de uma tarifa dos usuários do serviço e a outra parte do investimento vem do Estado.

O projeto do VLT Carioca foi divulgado pela Prefeitura do Rio de Janeiro por meio de seu edital, o qual prevê a entrega e operação de 32 trens de 3,82 metros de altura, 44 metros de comprimento por 2,65 metros de largura, com capacidade para 420 passageiros e com um total de 46 estações 28 km de trilhos integrando todos os demais meios de transporte presentes na região portuária do Rio de Janeiro. A implantação deste novo modal teve custo orçado em 1,188 bilhão de reais (PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO, 2017).

A concorrência pelo projeto teve um único licitante que ofereceu uma proposta de contraprestação mensal 1,35% inferior ao valor proposto pelo edital como teto. Este grupo vencedor foi o consórcio VLT Carioca composto pelas empresas Actua - CCR, Invepar, OTP - Odebrecht Transportes, Riopar, RATP e Benito Roggio Transporte (PORTO MARAVILHA, 2017).

Dado o exposto, o objetivo da pesquisa foi analisar o Projeto VLT Carioca para entender o quanto o consórcio esperava obter de retorno e quão arriscado estava sendo assumir esta concessão. Além disso, será analisado o impacto dos incentivos governamentais, contraprestação pecuniária e garantias, por exemplo, para a o projeto na visão tanto do parceiro privado quanto no custo total esperado para o Estado. Como insumos para a realização da pesquisa, foram tomados o edital e seus anexos e o contrato de licitação sobre a ótica da metodologia do Fluxo de Caixa Descontado e da Teoria de Opções Reais.

1.1 Importância do estudo

Desde 2015 o Brasil tem passado por uma crise político econômica. Esta crise tem comprometido empresas do setor privado e os cofres públicos, dificultado assim investimentos de grandes proporções financeiras. Por isso o modelo de investimentos via parceria público-privada seria uma boa opção para a realização de investimentos em infraestrutura, pois conforme exposto por Borges e Neves (2005), as PPP são mais interessantes em momentos de dificuldades financeiras.

Além de beneficiar o Estado, a PPP também pode se tornar uma boa opção para o setor privado por ser uma modalidade que consegue compartilhar os riscos

entre os dois setores (FRANCO, 2007). Assim, dada a necessidade de haver uma austeridade nos gastos públicos e com as empresas receosas em desembolsar altos volumes financeiros devido aos riscos da economia brasileira, a modalidade de PPP tende a ser mais utilizada para o financiamento de obras públicas de infraestrutura.

Destarte, existindo a possibilidade de aumentar a quantidade de projetos por PPP fazem-se necessário estudos que possam mensurar se projetos em PPP conseguem reduzir os riscos de forma significativa para a concessionária. Caso contrário, as empresas privadas podem optar por não realizar parcerias com o Governo alegando conseguirem outros projetos menos arriscados e com mais chances de obter maior retorno.

1.2 Questões da pesquisa

Partindo do contexto apresentado até aqui e dos objetivos do projeto, algumas questões são levantadas para delinear seu foco.

- Qual o retorno esperado dos investidores?
- Qual foi o impacto na redução de risco e aumento do retorno do projeto da contraprestação e de garantia de tráfego para o concessionário?
- Qual seria o custo total para o Estado e o quanto investido pelo órgão público representou do custo total?

1.3 Organização do Trabalho

A presente dissertação encontra-se dividida em 7 capítulos. Após esta introdução, é feita uma revisão da literatura relevante, em seguida, é feita uma breve contextualização do projeto VLT Carioca. Após isso, no capítulo 4, estrutura-se a metodologia a qual detalha os passos para a realização do estudo. No capítulo 5, tem-se a análise do projeto do VLT Carioca pelo método do fluxo de caixa descontado e pela teoria de opções reais. Na seção 6, desenvolve-se a análise e discussões dos resultados, e finaliza-se com a conclusão do estudo.

2. Revisão da Literatura

2.1 Parceria público-privada (PPP)

2.1.1 Definições de Parceria público-privada

Embora existam relatos de parcerias entre o setor público e privado desde o século XVII (GRIMSEY e LEWIS, 2004) não existe uma definição global para o termo “parceria público-privada (PPP)”. No entanto, em Reich (2002) são destacadas três características que resumem o conceito de PPP. Em primeiro lugar, esse modelo de parceria envolvem pelo menos uma organização pública e uma organização privada com fins lucrativos. Segundo, as partes envolvidas têm alguns objetivos comuns com esta parceria. Por último, os principais parceiros concordam em compartilhar esforços, riscos e benefícios.

Grimsey e Lewis (2004) destacam que este modelo de parceria é utilizado para projetos de grande aporte financeiro. Os autores citam que os principais exemplos de PPP vêm de projetos que envolvem construção e operação de estradas de pedágio, sistemas ferroviários, pontes, túneis, instalações de tratamento de águas residuais, hospitais, tribunais, museus, escolas e prisões.

Em Brandão e Saraiva (2008) e em Borges e Neves (2005) são comentados alguns pontos positivos da PPP como, por exemplo: a maior liberdade do Estado em fiscalizar um ente privado no lugar de outra instituição pública; a tendência do setor privado utilizar um nível mais elevado de tecnologia e inovação para a realização do projeto; a tendência em reduzir os custos por parte da operadora privada para obter maior lucratividade; e o compartilhamento dos riscos para ambas as partes, já que nestes projetos existem incertezas.

Em contrapartida os mesmos autores alertam que nessa parceria pode haver conflito de interesses entre as partes, porquanto projetos de infraestrutura estão sujeitos à regulamentação governamental, exigem grandes quantidades de investimento de capital irreversível e têm longo prazo de maturidade o que aumentam os riscos para o parceiro privado. Outro ponto que levanta dúvida nesta modalidade é que projetos de PPP tem como premissa serem projetos não

sustentáveis financeiramente, o que exige um maior desembolso do governo para que o projeto se torne viável para a empresa privada. E por fim corre-se o risco de ser criado um passivo para o setor público e ao contrário de se reduzir os custos, os mesmos são apenas postergados. (BRANDÃO e SARAIVA, 2008; BORGES e NEVES, 2005).

A atribuição de responsabilidade com os projetos de parceria público-privada tanto pelo ente público quanto pelo privado pode ocorrer em diferentes formatos. Silva (2016) relata em sua tese de doutorado os arranjos mais comuns que eles: DBFOM (*design, build, finance, operate and manage*), DBFO (*design build, finance and operate*), BOO (*build, own, operate*), BOT (*build, operate and transfer*).

No DBFOM o ente público passa praticamente toda a responsabilidade para à iniciativa privada, pois esta fica com as etapas de concepção, desenho, financiamento, construção, operação, manutenção e a gestão do projeto, cabendo ao Estado apenas a propriedade do ativo ou projeto. O arranjo DBFO é aquele que o parceiro público tem apenas a função de administrar e fiscalizar o projeto enquanto a empresa privada realiza a concepção do projeto, financia, constrói e opera. Ao fim do período de concessão o ativo ou projeto retornam ao poder do ente público. Já a modalidade é a BOO que consiste no ente privado não só financiar como também construir e operar, porém, neste caso ele se mantém como proprietário daquela estrutura durante a execução do projeto, podendo cobrar pelos serviços prestados aos usuários, neste caso, os ativos só retornam para o ente público ao final do projeto. E por fim no BOT o contratado privado concebe, projeta, constrói e opera por um período estabelecido em contrato e então transfere para o contratante (SILVA, 2016).

2.1.2 Breve histórico e contexto inicial das PPP

A participação de uma entidade privada em projetos públicos começou a ter maior notoriedade na década de 1980 no Reino Unido. No governo de Thatcher (1979 até 1989), foram realizadas privatizações como, por exemplo, British Telecom (1984), British GAS (1986) e British Airways (1987). Com o aumento das restrições orçamentárias e a necessidade de realizar investimentos de grande porte o Governo britânico, em 1992, criou as denominadas PFI (*Private Finance*

Initiative), que foi uma modalidade de associação entre empresas públicas e privadas para viabilizar projetos de infraestrutura por meio do financiamento privado na construção e manutenção da infraestrutura enquanto o setor público ficava responsável pela realização dos serviços. Quatro anos mais tarde, no governo de Tony Blair o *Private Finance Initiative* foi adaptado e renomeado para *Public Private Partnership*. (LIMA; PAULA E PAULA, 2005; FRANCO, 2007).

Lima, Paula e Paula (2005) informam que inicialmente o trabalho conjunto do setor público com o privado passou por dificuldades, pois este novo modelo de contratos entusiasmou o Governo inglês e acabou por serem executados muitos projetos nesta estrutura concomitantemente, existindo assim, falta de coordenação e priorização dos que realmente seriam importantes para o contexto daquele período. Todavia, os mesmos autores apontam como benefícios a transferência de riscos ao setor privado, a remuneração do setor privado é feita pela própria prestação dos serviços, o longo prazo dos contratos e a concorrência que faz com que tenham várias empresas na disputa.

Além da Inglaterra, Lima, Paula e Paula (2005) destacam a experiência parceria público-privada em outros países como Espanha, Portugal e Chile também na década de 1990. O ponto em comum que motivou esses três países em gerar projetos de PPP foi a falta de capacidade dos Governos em realizar grandes investimentos em obras e serviços de infraestrutura. A parte positiva era a economia que se gerava para o Estado e a eficiência na realização dos projetos quando estavam sob a responsabilidade da empresa privada em relação ao parceiro público. E o lado negativo em comum ocorreu pela implementação de vários projetos desta modalidade ao mesmo tempo, a pouca interação entre eles e a não preocupação quanto aos riscos.

2.1.3 Parceria público-privada no Brasil

No Brasil, para tentar encontrar um equilíbrio entre as vantagens e desvantagens deste modelo foi elaborada a Lei 11.079/2004, cujo objetivo era de atrair o setor privado, nacional e estrangeiro, para investimento em projetos de infraestrutura necessários para o desenvolvimento do país em que os recursos envolvidos excedem a capacidade financeira do setor público.

A Lei 11.079/2004 apresenta duas modalidades de PPP, a concessão patrocinada e a concessão administrativa. A concessão patrocinada envolve aspectos da concessão tradicional tratados pela Lei 8.987/1995, mas que além da tarifa cobrada dos usuários do serviço ainda há uma contraprestação pecuniária do ente público ao concessionário. Já na concessão administrativa é o setor público que é usuário direto ou indireto dos serviços, por isso toda a remuneração do parceiro privado virá da iniciativa pública, isto é, envolve apenas a contraprestação pecuniária (BLANK, 2008; BORGES e NEVES, 2005).

Franco (2007) destaca outra diferença entre a PPP e a concessão tradicional. Em que na concessão regida pela Lei 8.987/1995 há a transferência da execução de um serviço público a uma empresa privada, passando esta a se responsabilizar pelo serviço prestado e a responder por todo o risco envolvido na prestação do serviço. Por outro lado, na PPP o ente particular é visto como parceiro do ente público e não como um contratado da administração pública. Assim os riscos do projeto são compartilhados e mitigados para ambas as partes.

Algumas características da parceria público-privada no Brasil impostas pela Lei 11.079/2004 são:

- Valor da contraprestação pecuniária do Estado não pode exceder a 70% do valor da remuneração da empresa privada, no caso da concessão patrocinada.
- Valor total do projeto não pode ser inferior a 20 milhões de reais.
- O projeto deve ter duração de no mínimo 5 e no máximo 35 anos.
- Pagamento por desempenho, isto é, existe a possibilidade de remuneração variável.
- Tem que haver um serviço público agregado e não somente a realização da obra de infraestrutura.
- A Licitação deve ser feita na modalidade de Concorrência, por demandar uma avaliação bem criteriosa na fase de habilitação.

Resumindo, o grande diferencial da PPP é a possibilidade da realização de um projeto que pode ser precedido ou não de obra pública, em que o licitante se torna o financiador do projeto. E o equilíbrio econômico-financeiro pode vir só de recursos públicos, no caso de concessão administrativa, ou de recursos públicos e de tarifas cobradas dos usuários dos serviços.

2.2 Métodos Tradicionais de Investimento

2.2.1 Conceitos gerais

Ross, Westerfield e Jaffe (2007) definem o *payback* como o tempo necessário para que a empresa recupere o seu investimento. Para calcular o tempo de *payback* a empresa deve tomar o valor negativo do investimento e ir adicionando aos fluxos de caixa seguintes do projeto. O *payback* será o instante em que a soma dos fluxos de caixa ao investimento inicial se torne zero ou um valor positivo. Na metodologia do *payback* os fluxos de caixa são somados ao investimento sem qualquer desconto nos valores do fluxo de caixa, independente de qual período após o investimento eles ocorram. No entanto, Ross, Westerfield e Jaffe (2007) destacam que o *payback* possui problemas como: não considera o valor do dinheiro no tempo; ignora a distribuição dos fluxos de caixa dentro do período de *payback*; e não utiliza os fluxos de caixa após o período de *payback*.

Já a taxa interna de retorno (TIR) é um critério utilizado para se descobrir qual é a taxa de retorno que cada projeto tem. É calculado qual é a taxa intrínseca de cada projeto (ROSS, WESTERFIELD e JAFFE, 2007). Para calcular a TIR só é necessário o valor do investimento e dos fluxos de caixa gerados pelo projeto. A TIR é a taxa que faz com que o VPL do projeto se torne 0 (zero). Ela pode ser vista na equação 1.

$$-I + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+TIR)^t} = 0 \quad (1)$$

Onde:

FC_t São os fluxos de caixa previstos ao longo do projeto, isto é, receitas menos despesas de cada período t ;

n Representa o tempo total do projeto ou quantidade de períodos existente;

TIR É o valor da taxa que torna zero o VPL;

Assim como o *payback* a TIR apresenta alguns problemas que a tornam mais frágil em relação ao VPL. A TIR não é uma boa alternativa para avaliar projetos mutuamente excludentes e quando os projetos não possuem um fluxo de caixa tradicional, isto é, houver uma troca de sinal em seu fluxo de caixa (gastos

maiores que receitas em ano posterior ao inicial) pode haver mais de uma TIR para o projeto.

Embora utilizados tanto o *payback* quanto a TIR trazem desvantagens em relação ao método do fluxo de caixa descontado. Por isso, na próxima seção este método será melhor detalhado.

2.2.2 Conceitos sobre FCD e VPL

Dentre os métodos existentes Graham e Harvey (2002) destacam a metodologia do fluxo de caixa descontado (FCD) como uma a ferramenta mais utilizada para essa finalidade, pois ao descontar o valor do dinheiro no tempo e adicionais ao investimento inicial se obtém o valor presente líquido (VPL). Em Vale (2012) foi replicada a metodologia empregada em Graham e Harvey (2002) para empresas no Brasil e conclui-se que o VPL está entre as principais ferramentas utilizadas na hora de se tomar uma decisão de investimento.

Ross, Westerfield e Jaffe (2007) mencionam que o VPL é um método que procura mensurar o valor do dinheiro no tempo e com isso conseguir distinguir a diferença entre o dinheiro aplicado hoje, com certeza, e o dinheiro aplicado no futuro, estimado sob incerteza. Os autores definem o VPL como sendo o valor esperado dos fluxos de caixa futuros menos o valor do custo do investimento. Ambos os fluxos são descontados por uma taxa ajustada ao risco.

Segundo Brealy, Myers e Allen (2008) a maioria das empresas utilizam mais de um método para tomar suas decisões de investimento, no entanto, o VPL, dentre os critérios tradicionais de investimentos (*payback*, TIR e VPL) é a técnica que deveria ser utilizada preferencialmente. Porque o VPL utiliza todos os fluxos de caixa do projeto; leva em consideração o valor do dinheiro no tempo, não ignorando a ordem de cada um dos fluxos; efetua o desconto dos fluxos de caixa por uma taxa que pretende mensurar os riscos do projeto; e pressupõem que os fluxos de caixa devem ser reinvestidos à mesma taxa utilizada para descontá-los.

Outro ponto a se destacar do VPL é que o mesmo é único, ao contrário da TIR, que pode apresentar mais de um valor dependendo do comportamento do fluxo de caixa.

O VPL pode ser calculado segundo a equação 2:

$$VPL = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t} \quad (2)$$

Onde:

- I = É o valor do investimento inicial;
- FC_t São os fluxos de caixa previstos ao longo do projeto, isto é, receitas menos despesas de cada período n ;
- n Representa o tempo total do projeto ou quantidade de períodos existente;
- i Taxa ajustada ao risco

A taxa i utilizada para o desconto dos fluxos de caixa deve se adequar ao risco referente ao projeto. Em geral utiliza-se como taxa de desconto o custo médio ponderado de capital (WACC - *Weighted Average Capital Cost*). Esta taxa de desconto considera as proporções de capital próprio e dívida, bem como respectivos custos e benefício fiscal. O WACC é o retorno exigido pelos acionistas sobre qualquer investimento mantendo o mesmo risco das operações da empresa (ROSS, WESTERFIELD e JAFFE, 2007). A expressão algébrica utilizada para o cálculo do WACC se encontra na equação 3:

$$WACC = \frac{E}{(D+E)} \cdot K_e + \frac{D}{(D+E)} \cdot K_d \cdot (1 - ir) \quad (3)$$

Onde:

- E É o valor do capital próprio da empresa;
- D É o valor do capital de terceiros na empresa;
- $\frac{E}{(D+E)}$ Proporção do capital próprio em relação ao capital total;
- $\frac{D}{(D+E)}$ Proporção do capital de terceiros em relação ao capital total;
- K_e Representa o custo de capital próprio;
- K_d Representa o custo de capital de terceiros;
- ir São as alíquotas tributárias (imposto de renda e Contribuição social sobre lucro líquido);

Segundo José, Santos Junior e Bordeaux-Rêgo (2010) o custo de capital de terceiros vem da taxa de juros que a empresa consegue captar recursos financeiros no mercado e o custo de capital próprio é calculado pelo método *Capital Asset Price Model* (CAPM). O CAPM é um modelo de equilíbrio de mercado que calcula o prêmio de risco de um ativo dentro deste mercado como uma proporção do seu beta, que é uma medida relacionada à covariância do ativo, isto é, o quanto

de risco um determinado segmento possui em relação ao mercado como um todo (DIAS, 2014). A Formula do CAPM está representada na equação 4:

$$K_e = R_f + \beta \cdot (R_m - R_f) \quad (4)$$

Onde:

K_e = Representa o custo de capital próprio ou taxa de retorno esperada;

β = beta do mercado, conhecido como risco sistemático ou não diversificável de um determinado mercado;

R_m = retorno esperado de uma carteira no mercado;

R_f = Taxa livre de risco;

$(R_m - R_f)$ = Premio pelo risco da carteira de mercado;

No CAPM o único risco relevante é o risco sistemático que é medido pelo beta da empresa/ativo, o qual é a razão entre a covariância entre os retornos do ativo i e o retorno da carteira de mercado, divididos pela variância da carteira de mercado (Dias, 2014). O CAPM reflete que o investidor ao investir com recursos próprios exige, ao menos, a taxa livre de risco e um prêmio por estar correndo o risco do projeto (JOSÉ, SANTOS JUNIOR e BORDEAUX-RÊGO 2010).

Embora o FCD seja muito utilizado pelas empresas em suas decisões de investimento Brealy, Myers e Allen (2008) alertam que caso as previsões de fluxo de caixa estiverem enviesadas e/ou se a taxa de desconto não for corretamente estimada o FCD poderá falhar.

Brandão (2002) complementa dizendo que:

Quando existem significativas flexibilidades gerenciais como a de adiar, abandonar, expandir, suspender ou retomar um projeto com investimento irreversível em condições de incerteza, o método das opções reais pode levar a valores substancialmente maiores que os determinados pelo método do FCD. A implicação disso é que o método do FCD tende a subestimar projetos que apresentem valor de opção.

Desta forma, o método do FCD avalia o projeto somente com as informações disponíveis no instante zero sem levar em considerações possíveis incertezas ou flexibilidades futuras. Então em projetos com tais características se faz necessário a utilização de técnicas que consigam captar essas variações para não incorrer em uma tomada de decisão equivocada. Na próxima seção será tratado a teoria de opções reais (TOR) que consegue se adequar melhor a esses contextos.

2.3 Teoria de Opções Reais (TOR)

2.3.1 Diferença entre a metodologia tradicional e a Teoria de Opções Reais

Trigeorgis (1996) menciona que devido os métodos tradicionais não conseguirem captar as flexibilidades gerenciais existentes no mercado, eles acabam por subestimar os investimentos. Bordeaux-Regô et al. (2013) corroboram relatando que ao longo da vida útil dos projetos pode haver decisões que adiem ou antecipem investimentos, contraíam ou expandam o projeto, e até mesmo decisões que levem a desistir do negócio. O fato de haver pelo menos a chance de tais acontecimentos virem a ocorrer já seria o suficiente para alterar as projeções de investimento.

Com base nesses questionamentos os estudos desenvolvidos por Black e Scholes (1973) e Merton (1973) foram cruciais para poder adequar as flexibilidades e incertezas para análises de projetos. Foi assim que a teoria das opções reais, inicialmente utilizada para ativos financeiros, começou a ser vista para aplicação em ativos reais. Para Brealey, Myers e Allen (2008) não seria possível a utilização dos métodos tradicionais, principalmente, pois não teria como, a priori, encontrar uma única taxa para se descontar o fluxo de caixa, pois a cada opção nova que fosse surgindo o risco seria afetado e por conseguinte a taxa o custo de capital também seria alterado.

Dias (2005) faz uma boa explanação sobre a diferença entre a teoria tradicional e a teoria de opções reais:

Uma das diferenças importantes de OR e o método tradicional do fluxo de caixa descontado (FCD) na prática de investimentos é que OR incentiva a realização de investimentos por fases, pois valoriza a aprendizagem entre as fases. A informação obtida numa fase serve para decidir otimamente sobre o projeto da fase subsequente (exercer a opção adequada). Isso todos sabem, mas o método do FCD não valoriza esse efeito, enquanto que OR o faz. Assim, frequentemente o método do FCD recomenda a realização de um megaprojeto, em uma única fase (buscando ganho de escala), enquanto que OR recomenda outra alternativa: dividir o investimento em fases para usar a informação.

2.3.2 Conceitos sobre Teoria de Opções Reais

Ross, Westerfield e Jaffe (2007) definem uma opção como o direito, e não uma obrigação, que o titular do contrato possui de comprar ou vender determinado

ativo por um preço pré-definido, sob certas condições, em uma data ou até uma determinada data.

Em Elton et al (2012) são definidas duas opções básicas: a opção de compra (*call option*) e a opção de venda (*put option*). A opção de compra dá ao seu titular o direito de comprar determinado número de ações ou ativos a um preço fixo. Se a opção de compra só puder ser exercida em uma data predeterminada, esta é definida opção europeia. Por outro lado, se a *call* puder ser exercida em qualquer data até o vencimento ela é denominada opção americana. Damodaran (2002) acrescenta que as opções americanas são mais valiosas que as opções europeias, por existir a possibilidade do exercício antecipado desta opção.

Trigeorgis (1996) e Dias (2014) destacam os principais tipos de opções reais:

- Opção de espera: Aguarda-se por novas informações e/ou oportunidades para obter melhores condições antes de investir.
- Opção sequencial e de expansão: Valora as alternativas de aumentar ou expandir contra a opção de mantê-lo sem possibilidades de crescimento.
- Opção de parada temporária e abandono: Caso o projeto ou investimento se torne não lucrativo com o passar do tempo, ter a opção de parar de investir ou até abandonar pode viabilizar a realização do projeto.

Na abordagem por opções reais Dias (2015) diz que é mais comum a utilização da taxa de retorno e taxa de desconto em tempo contínuo. No **Erro! fonte de referência não encontrada.** pode ser vista a diferença entre as expressões matemáticas em tempo discreto e contínuo.

Quadro 1 – diferença entre taxas em tempo discreto e contínuo

Tempo Discreto	Tempo Contínuo
Retorno: $\frac{\Delta M}{\Delta t} = \mu_d M$	Retorno: $\frac{dM}{dt} = \mu_c M$
Taxa de desconto: $\frac{1}{(1 + \mu_d)^t}$	Taxa de desconto: $e^{-\mu_c t}$

Fonte: Dias (2015)

2.3.3 Formas de modelar os processos estocásticos em TOR

A principal característica na avaliação por opções reais é a possibilidade de se considerar as flexibilidades e incertezas, pois afetam o fluxo de caixa do projeto. Por se tratarem de incertezas é preciso encontrar quais as principais variáveis que afetam o projeto e definir os seus processos estocásticos.

O processo estocástico, também conhecido como processo aleatório, é um fenômeno que evolui com o tempo de forma imprevisível, isto é, o seu resultado, em qualquer tempo t após o seu início, é completamente aleatório. A modelagem destes processos pode ser feita de acordo com processos pré-existent na literatura e que se assemelhem ao comportamento do processo de estudo.

- **Processo de Wiener:**

Para Dixit & Pindyck (1994) o processo de Wiener é definido como um processo em tempo contínuo que é caracterizado por ser um processo de Markov (o evento seguinte só depende do evento atual), ter incrementos independentes (correlação nula entre eventos) e os eventos são normalmente distribuídos e com variância crescendo de forma linear no tempo.

Com isso, seja $x(t)$ um processo de Wiener os seus incrementos infinitesimais dadas pequenas variações de tempo ocorrerá conforme equação 5.

$$dz = \varepsilon_t \sqrt{dt} \quad (5)$$

Onde:

dz = Incremento de Wiener que é o acréscimo na variável aleatória;

dt = Variação infinitesimal do tempo t ;

ε_t = erro aleatório que segue distribuição Normal (0,1) e $E(\varepsilon_t, \varepsilon_r) = 0 \forall t \neq r$.

- **Movimento Geométrico Browniano:**

Dias (2005) relata que o movimento geométrico browniano (MGB) é o processo estocástico mais utilizado em opções financeiras e opções reais, porque utiliza distribuição lognormal o que permite que a variável assuma valores apenas positivos, o que o torna útil para modelar de preços de ativos. MGB é um processo estocástico de tempo contínuo em que a variável x segue o seguinte modelo de função de acordo com a equação 6.

$$dx = \mu x dt + \sigma x dz \quad (6)$$

Onde:

dz = Incremento de Wiener;

μ = parâmetro de drift, que representa a taxa de crescimento esperada de x ;

σ = Volatilidade do processo.

- **Movimento de reversão à média de Ornstein-Uhlenbeck:**

O movimento de reversão à Média (MRM) possui modelagem diferente da vista no MGB. Ferraz (2009) sinaliza que quando o tempo tende à infinito o MGB tende ou a zero ou a infinito, dependendo da sua tendência inicial. Por outro lado, o MRM converge para uma tendência no longo prazo. A equação da reversão à média pode ser descrita pela equação 7:

$$dx = \eta(\bar{x} - x)dt + \sigma dz \quad (7)$$

Onde:

dz = Incremento de Wiener;

σ = Volatilidade do processo;

η = Velocidade com que a variável retorna à sua média ao longo do tempo;

\bar{x} = Valor que reverte x para a sua média histórica;

2.3.3 Modelos de apreçamento

- **Modelo de Black and Scholes**

Para Ross, Westerfield e Jaffe (2007) a ideia fundamental de Black and Scholes ao trabalharem, inicialmente com opções financeiras, foi de encurtar os períodos, pois em um período de um ano, por exemplo, pode haver muito mais que duas opções. Então ao se trabalhar com períodos longos a modelagem seria complexa. Com isso, encurtando os períodos para instantes infinitesimais seria mais razoável. Além disso, com a realização de uma dessas duas opções novas possibilidades são abertas e outras duas novas alternativas surgiriam.

Desta forma, ajustando-se a combinação de momento a momento, torna-se possível reproduzir a opção continuamente (ROSS, WESTERFIELD e JAFFE, 2007). A fórmula do modelo de Black and Scholes (1973) foi originada para

opções financeiras por isso ela fornece o valor de uma *call* europeia sendo definida como:

$$C = S N(d_1) - K e^{-r t} N(d_2) \quad (8)$$

Onde:

C = Call europeia;

S = Valor do ativo ou ação;

K = Preço de exercer a opção de compra;

t = Prazo até o vencimento da opção;

N(.) = função densidade de probabilidade;

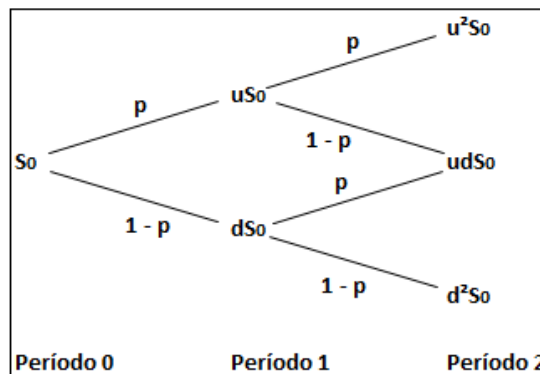
r = taxa livre de risco;

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)t}{\sigma\sqrt{t}};$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t};$$

Uma maneira de resolver de forma discreta o modelo de Black and Scholes é por meio do modelo binomial que foi desenvolvido por Cox, Ross and Rubinstein (1979). Este modelo utiliza distribuição contínua de probabilidade lognormal e pode ser modelada através de uma árvore binomial discreta conforme **Erro! Fonte de referência não encontrada..** Em que “p” é a probabilidade de subida e “1-p” a de descida. Nesta figura o valor das variações “u” e “d”, pode ser especificada como: $u = e^{\sigma\sqrt{t/n}}$ e $d = e^{-\sigma\sqrt{t/n}}$.

Figura 1 – Modelo Binomial para 2 períodos



Fonte: O autor adaptado de Elton et al (2012)

Onde:

S_0 = Preço corrente da ação;

n = Número de períodos até o vencimento da opção;

u = O tamanho do movimento para cima;

d = O tamanho do movimento para baixo;

t = Prazo de vencimento;

2.3.3 Estudos envolvendo TOR e concessões e Parceria público-privada (PPP)

Rose (1998) analisa um projeto de rodovias em Melbourne na Austrália, conhecido como *Transurban City Link*. A concessão foi estruturada para 37 anos e, para a época, era o maior projeto envolvendo o financiamento, construção, operação e manutenção de uma via com 22 quilômetros de distância. Neste projeto havia duas flexibilidades: a primeira de o concessionário poder postergar o pagamento de concessão, caso a TIR daquele ano não fosse atrativa, e a segunda opção era a de vender o projeto de volta ao Governo caso a TIR se tornasse menor a ponto de não ser viável economicamente o projeto. Segundo a análise de Rose (1998) a interação da segunda opção com a primeira aumenta o valor da mesma, tornando o projeto um pouco menos arriscado. No seu trabalho Rose (1998) calcula o valor das opções separadamente e com interação por meio da simulação de Monte Carlo para prever os fluxos de caixa.

Brandão (2002) avalia uma concessão rodoviária no Brasil de 20 anos de duração com flexibilidade gerencial. O projeto se trata de um *Project Finance* e que o investimento pretendia ser pago por meio dos pedágios e as obras de infraestrutura voltariam ao Governo após o período de concessão. O projeto contava com riscos de demanda, político, cambial, inflação e taxa de juros. Por outro lado existiam flexibilidades como opções de abandono e expansão. Brandão (2002) modelou a distribuição estocástica do projeto como um Movimento Geométrico Browniano (MGB) através de um modelo binomial por meio de um algoritmo próprio.

Cheah e Liu (2005) como o primeiro trabalho desta base envolvendo os termos de pesquisa “*real options*” and “*public-private partnership*”. Neste trabalho os autores utilizam o modelo de opções reais em tempo discreto pelo modelo binomial para avaliar as flexibilidades do projeto na PPP da central de energia de Dabhol em Maharashtra, na Índia. Neste projeto existiam algumas opções como: opção de compra, como distribuição do excesso de energia para outros estados; opção de venda, que seria a garantia do governo em ter retorno mínimo de TIR de 16%; opção de crescimento e expansão, opção de abandono do projeto e opção de troca de insumos, que seria a opção de utilizar o combustível a gás, nafta e diesel.

Outros trabalhos abordam o tema de opções reais e parceria público-privada. Chen e Qin (2010) elaboram um modelo de opções reais que procura um melhor gerenciamento de projetos de PPP com alta incerteza. Neste trabalho os autores utilizaram um modelo de construção, operação e transferência (*Build-operate-transfer, BOT*) de uma rodovia para aplicar uma modelagem desenvolvida por eles que é capaz de analisar o melhor momento para exercer a opção de continuar a operar o projeto ou se é melhor exercer a opção de abandono. Eles concluíram o modelo elaborado por um lado, ajuda a reduzir o risco do agente governamental de ter dinheiro insuficiente para operar e manter o projeto durante o período de descanso e, por outro lado, oferece ao governo melhores oportunidades de melhorar os benefícios públicos do projeto. A estratégia de opções reais também melhora a utilidade esperada para o ente privado.

Em Chen, Qin e Long (2012) outra modelagem geral é desenvolvida. Dado que a modelagem de opções reais consegue ser efetiva para o gerenciamento de riscos ela tem potencial para poder analisar projetos envolvendo PPP. No entanto, cada projeto possui sua particularidade. Com isso, os autores avaliam as características contratuais e os riscos das principais formas de PPP e, conseqüentemente, propõe um quadro geral de seleção de modelos de RO de incentivo para projetos de PPPs. Assim com os riscos do projeto e tipos de PPP o artigo consegue sugerir os melhores incentivos que se enquadrariam nestes casos gerais.

O trabalho desenvolvido por Brandão (2012) sobre o projeto da Linha 4 do Metro de São Paulo. Neste estudo foi utilizada a metodologia de opções reais para modelar o impacto que os incentivos do Governo têm sobre o valor do projeto a fim de determinar o grau de redução de risco obtido para a concessionária em contrapartida se o projeto fosse realizado sem qualquer garantia governamental. A demanda foi modelada por um Movimento Geométrico Browniano (MGB) e se calculou a probabilidade de o VPL ser negativo no projeto sem mitigação de risco e no projeto com as garantias de tráfego. Este artigo foi o que mais motivou e idealizou a presente pesquisa, por isso, ele será citado mais vezes nos passos referentes à metodologia e nas análises por fluxo de caixa descontado e opções reais.

3. Contextualização

3.1 A tendência do sistema de transporte urbano

O tema de transportes urbanos tem ganhado cada vez maior repercussão no meio acadêmico devido ao desenvolvimento das cidades ao redor do mundo. Com os impactos sociais, ambientais e econômicos causados pelo sistema de transportes se faz necessário a realização de estudos para que se entendam e se proponham novas medidas e tendências (Motta, 2013).

Com o crescimento das cidades e a preocupação cada vez maior por temas que envolvam sustentabilidade e qualidade de vida das pessoas, o transporte coletivo é apontado como a melhor maneira de se praticar o consumo consciente e atendimento das necessidades da população. Mas este transporte coletivo deve ser de tal forma que não produza poluições ambientais prejudicando a qualidade de vida nos centros urbanos (Motta, 2013).

Por isso, para Motta (2013) a tendência mundial está nos investimentos de em meios de transportes cada vez menos poluentes e mais sustentáveis. Segundo Ribeiro (2006), a poluição do ar já causava problemas nos centros urbanos por volta das décadas 1970 e 1980. Todavia, o Brasil tem andado um pouco na contramão do conceito internacional. Enquanto nos Estados Unidos e Europa o transporte ferroviário é o principal modal de transporte, no Brasil, a partir dos anos 1950, criou políticas públicas que trocaram o transporte sobre trilhos pelos modos rodoviários. Embora este modal tenha custo mais baixo para a construção da infraestrutura quando comparado aos outros modais e tenha a flexibilidade como seu ponto forte, é uma modalidade de transporte ideal para média capacidade, não sendo própria para transportes em massa, e consegue ser um dos meios de transporte mais poluentes. Outra política pública que vai de encontro com os grandes centros urbanos mundiais foi a redução do IPI para veículos. Esta medida tem a ideia de elevar as vendas de veículos e fomentar o transporte individual ao invés do público (Motta, 2013).

Por isso, a utilização e fomento de meios de transporte coletivos e que sejam mais sustentáveis se torna uma tendência ainda maior. Para Motta (2013) o VLT seria uma opção interessante para o sistema de transporte brasileiro. O primeiro ponto é

que consegue ter investimentos inferiores à de outros modais ferroviários, como metrô e trem. Em segundo lugar consegue ser mais sustentável, tanto por utilizar energia elétrica em sua locomoção evitando queimas de combustíveis fósseis quanto por transportar mais passageiros que os ônibus.

3.2 Veículo Leve sobre Trilhos (VLT)

Para Vaz *et al* (2014) o Veículo Leve sobre Trilhos (VLT), ou *Light Rail Transit* (LRT), é um sistema de veículos sobre trilhos que opera por força da eletricidade, sendo uma versão recente e com avanços tecnológicos dos antigos bondes. De acordo com Santos (2016) o VLT é um meio e transporte de média capacidade, por ser movido à eletricidade possui baixo impacto ambiental, auxiliando na redução da poluição sonora e do ar, tem fácil adaptação em qualquer metropolitana e são adequados para percursos com distâncias entre 10 km e 40 km.

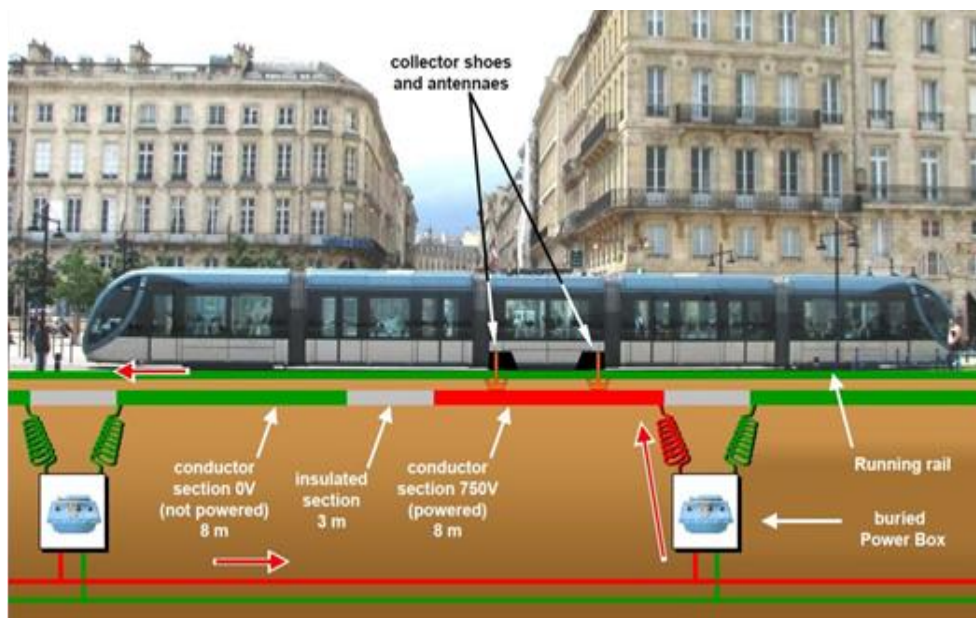
Os VLTs possuem a flexibilidade de serem instalados em faixas compartilhadas, juntamente com os demais modais do tráfego, ou em linhas totalmente exclusivas. Sua velocidade média, em faixas compartilhadas, se encontra entre 20 e 35 km/h e pode atingir até 80 km/h nas linhas segregadas dos meios urbanos. Em geral, os espaços entre uma e outra estação no VLT distam entre 0,3 e 1 quilômetro. Estas características facilitam a circulação deste trem pelo centro de meios urbanos. Outra opção que este modal oferece é a possibilidade de controle automatizado, sem a exigência de operadores. (VAZ *et al*, 2014).

Em Santos (2016) são discutidas vantagens e desvantagens do VLT. Em uma visão geral as principais vantagens são: facilidade de integração com outros sistemas de transporte, compatibilidade com área de tráfego de pedestres, segurança, conforto, silêncio, alta capacidade de transporte de passageiros (equivalente a 10 ônibus), não poluente e ciclo de vida de 30 anos. Como desvantagens a autora destaca a velocidade mais baixa em relação a outros modais, como ônibus e metrô e material rodante com um custo.

O sistema de alimentação do VLT pode ser via catenária, que é um sistema de distribuição elétrica aérea semelhante à utilizada em trens urbanos e em metros de superfície, ou pelo sistema APS (alimentação pelo solo) que é um sistema que dispensa a viação suspensa e utiliza um terceiro trilho, instalado entre os trilhos de rolamento, transfere energia quando em contato com o veículo, desta forma não

há a poluição visual, pela inexistência dos fios e é um sistema seguro que permite que o pedestre trafegue sobre a linha, pois o acionamento da carga elétrica só ocorre quando o VLT está sobre o trilho (MIRANDA, 2017).

Figura 2 – Sistema de Alimentação pelo Solo (APS)



Fonte: <http://sempreio.com.br/tecnologia-do-vlt-carioca/>

Em CCR (2012) e Bernardes (2016) menciona-se que o VLT está em operação em mais de quatrocentas cidades pelo mundo. No Brasil existem três VLTs em operação, um no Estado do Ceará, VLT de Sobral, outro na baixada santista, em São Paulo, e um último no Estado de Rio de Janeiro o VLT Carioca.

Além do VLT Carioca existem outras seis operadoras de sistemas de VLT no Brasil: VLT Baixada Santista, VLT Cariri – CE, VLT João Pessoa/CBTU, VLT Maceió/CBTU, VLT Natal/CBTU e VLT Sobral – CE.

3.3 VLT Carioca

O VLT no Rio, objeto de pesquisa desta dissertação, é um projeto da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro que aconteceu por uma licitação na forma de parceria público-privada na modalidade de concessão patrocinada com duração de 25 anos e com um custo estimado, via edital, de R\$ 1.188.000,00. O vencedor da licitação seria o consórcio que oferecesse o menor valor para a contraprestação pecuniária mensal, parcela A, limitada a um valor de R\$ 6.040.916,67 (EDITAL, 2012; CONTRATO, 2012).

Nesta PPP a prefeitura entraria com uma contraprestação pecuniária dividida em parcela A e parcela B. A primeira seria paga mensalmente em um total de 270 parcelas, em que 80% deste valor ocorreria no mês seguinte ao início da operação comercial da etapa 1 e os outros 20% ocorreriam após o início da operação comercial da etapa 2. Já a outra parcela é uma espécie de garantia à concessionária, pois caso a demanda esteja entre 10% e 20% abaixo do previsto em edital a prefeitura entra com 50% da quantia em dinheiro que restou para completar a receita tarifária mínima, esta quantia é denominada de contraprestação Pecuniária parcela B (EDITAL, 2012; CONTRATO, 2012).

Figura 3 – Etapas do VLT Carioca



Fonte: portomaravilha.com.br

Há também um aporte financeiro do Governo Federal, proveniente do programa de aceleração do crescimento (PAC), com a finalidade de auxiliar a Concessionária na construção ou aquisição de bens reversíveis no valor de R\$ 532.000.000,00. Mediante a assinatura de termo de arrolamento e transferência de bens. (EDITAL, 2012; CONTRATO, 2012).

O projeto prevê 28 quilômetros de extensão sendo elaborado em duas etapas. A primeira etapa com duração de até 27 meses, a qual consistira na implantação do Trecho Vila de Mídia – Santo Cristo – Praça Mauá – Cinelândia.

A segunda etapa deveria ser entregue em até 33 meses após a ordem de início, esta etapa teria como entregas o percurso da Central - Barcas, Santo Cristo – América – Central – Candelária, América – Vila de Mídia e Barcas – Santos Dumont. Esta também é uma etapa relevante, pois após esta o número de passageiros do VLT aumentaria.

O projeto previu a aquisição e operação de 32 trens com 3,82 metros de altura, 44 metros de comprimento por 2,65 metros de largura e sua capacidade total é de 300 mil passageiros por dia. Cada trem teria a capacidade de transportar 420 passageiros num total de 46 estações, as quais distariam em média 400 metros uma da outra. O VLT Carioca será movido à eletricidade, porém não por fios superiores em rede aérea, mas sim por supercapacitores e por trilhos energizados que utilizam a tecnologia de alimentação pelo solo (APS). Os trens trafegarão com uma velocidade média de 15 km/h, podendo chegar a no máximo 70 km/h. (CCR, 2012; EDITAL, 2012; CONTRATO, 2012; PORTO MARAVILHA, 2017).

3.3.1 Formas de arrecadação financeira da concessionária

Segundo o edital de concessão a concessionária terá como forma de arrecadação financeira: receita tarifária, receita financeira, receita alternativa e as contraprestações pecuniárias parcelas A e B. Todos os valores monetários presentes no contrato de concessão têm como data base junho de 2012. O edital previa a correção dos valores baseada em uma média ponderada de três indicadores: Índice Nacional de Preços ao Consumidor (INPC), com peso de 50%; Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo Especial (IPCA-e), com ponderação de 40%; e Tarifa ponderada de energia (En), com peso de 10%. Tanto o INPC quanto o IPCA-e terão como referência o segundo mês anterior à data base, sendo o reajuste da fórmula paramétrica calculado anualmente, todo mês de junho de cada ano. Para a tarifa de energia será utilizada a regra conforma quadro 2.

Quadro 2 - Atualização da tarifa ponderada de energia

Tarifa	Modalidade	Percentual
Tarifa de Energia (TUST +TE)	Ponta Seca	7%
Tarifa de Energia (TUST +TE)	Ponta Úmida	4%
Tarifa de Energia (TUST +TE)	Fora de Ponta Seca	24%
Tarifa de Energia (TUST +TE)	Fora de Ponta Úmida	15%
Tarifa de Demanda (TUST +TE)	Ponta	40%
Tarifa de Demanda (TUST +TE)	Fora de Ponta	10%.

Fonte: Edital de licitação VLT Carioca

A receita financeira se refere a qualquer ganho da concessionária oriunda de aplicações financeiras. Esta receita é de responsabilidade da concessionária sendo seu ganho ou prejuízo de total responsabilidade da concessionária.

A receita alternativa é a quantia arrecadada que não tem vínculo com o transporte de passageiros. Esta receita é dividida de duas fontes distintas. A receita acessória e a receita financeira. Em geral essa receita acessória vem da exploração de espaço do VLT, tanto nos trens quanto nas estações para divulgação e publicidade. E a receita financeira é aquela proveniente de ganhos em operações de câmbio e/ou juros bancários. A receita alternativa deverá ser compartilhada com o poder concedente quando o valor recebido ultrapasse em 5% a receita total tarifária. Todo valor que exceda ao limite de 5% será dividido igualmente entre o governo e a concessionária.

Já a receita tarifária é o valor a ser recebido pela concessionária por prestar o serviço de transporte. A tarifa de remuneração ficou definida no edital, para a data de junho de 2012, como R\$ 1,98 por passageiro transportado. No edital esta tarifa é corrigida baseada na equação 9:

$$\text{Receita Tarifária} = \text{Tarifa de Remuneração} * \text{FPQ} * (1,0 + 0,30 - \text{IGV}) * \text{PAXTra} \quad (9)$$

Fonte: Contrato de concessão

Onde:

Tarifa de Remuneração = Valor da tarifa de remuneração da concessionária definida em R\$ 1,98 na data base de junho de 2012;

FPQ = Fator de Ponderação do Desempenho na Qualidade da Operação e Manutenção, que varia entre 1,0 e 0,9, de acordo com avaliação do poder concedente;

IGV = Índice de Gratuidade e Não-Validação, percentual que varia entre 0,25 e 0,35.

PAXTra = Quantidade total de passageiros transportados pelo Sistema VLT no mês de referência. Esta quantidade é obtida por meio de um sistema que conta a quantidade de pessoas que entram em cada vagão do VLT.

O índice FPQ começará a ser medido após 6 meses do início da operação plena e após este período será avaliado mensalmente. O IGV será calculado após 12 meses do início da operação plena e foi estipulado baseado na previsão de 30% gratuidade, que contempla tanto as gratuidades estipuladas por lei e as não validações, que seriam os usuários que por esquecimento, falta de conhecimento ou má fé utilizariam o sistema do VLT e não efetuariam o pagamento da passagem. Por isso o PAXTra se trata da quantidade total de passageiros que entram no VLT. Desta forma, independente de efetuar o pagamento ou não, o sistema do VLT saberá a quantidade total de passageiros transportados.

A importância paga pelos usuários do transporte é denominada arrecadação do sistema VLT e possui valor superior ao valor estipulado em contrato para a arrecadação por usuário. Esta arrecadação funciona como uma antecipação da receita tarifária para a concessionária. Caso a arrecadação do sistema VLT seja maior que a receita tarifária da concessionária, a diferença a maior poderá ser utilizada pelo poder concedente para abatimento do valor mensal da contraprestação pecuniária parcela “A”. Por outro lado, se o valor for da arrecadação for inferior à receita tarifária, devido a um alto número de gratuidades e/ou não validações, o poder concedente deverá completar o valor. Este valor a ser completado funciona como a contraprestação pecuniária parcela “B”.

Por fim, a concessionária também receberá uma receita pelas contraprestações pecuniárias. A parcela “B”, que já foi brevemente comentada, ocorrerá em dois casos. O primeiro é quando o valor da arrecadação do BRT for inferior a receita tarifária mensal e o segundo caso quando houver risco de demanda, ou seja, quando a demanda estiver na faixa entre 10% e 20% inferior a demanda prevista no estudo de demanda.

A parcela “A” é fixa no valor de R\$ 5.959.364,29, conforme apresentado na proposta econômica no contrato de concessão. Ela será paga mensalmente em um

total de 270 parcelas, em que 80% deste valor ocorreria no mês seguinte ao início da operação comercial da etapa 1 e os outros 20% ocorreriam após o início da operação comercial da etapa 2.

3.3.2 Estudo de demanda do VLT Carioca

O estudo de demanda do VLT Carioca foi realizado pela CCR S.A. com autorização da Companhia de Desenvolvimento Urbano da Região do Porto do Rio de Janeiro (CDURP). Neste estudo foi utilizado como indicadores: a população, classe econômica, empregos, matrículas escolares e quantidade de domicílios.

Algumas premissas e restrições foram estipuladas para cada indicador, de tal forma que se pudesse padronizar e uniformizar conceitos. Foram consideradas as cinco classes econômicas (“A” a “E”). Para a população e a quantidade de domicílios calculados em 2016 seguiram informações referentes ao censo de 2010. Para as favelas, regiões onde não haverá reurbanização, utilizou-se a relação 4,5 habitantes/domicílio. O que é sugerido pela Secretaria Municipal de Habitação (SMH). Para o indicador de emprego utilizou-se como premissa tamanho médio da sala comercial e a quantidade de funcionários por m². No estudo utilizou-se somente o número de empregos formais projetado, não considerando então os empregos informais que podem surgir. E as matrículas escolares baseou-se nos dados fornecidos pelo Plano Diretor de Transporte Urbano (PDTU) de 2005.

O processo de cálculo da demanda foi baseado no modelo de quatro etapas que é constituído por: geração de viagens, distribuição de viagens, escolha modal e alocação das viagens ao sistema de transportes.

Os motivos de viagem analisados foram os relacionados com: Domicílio-trabalho, Domicílio-escola, Domicílio-outros e Base não domiciliar.

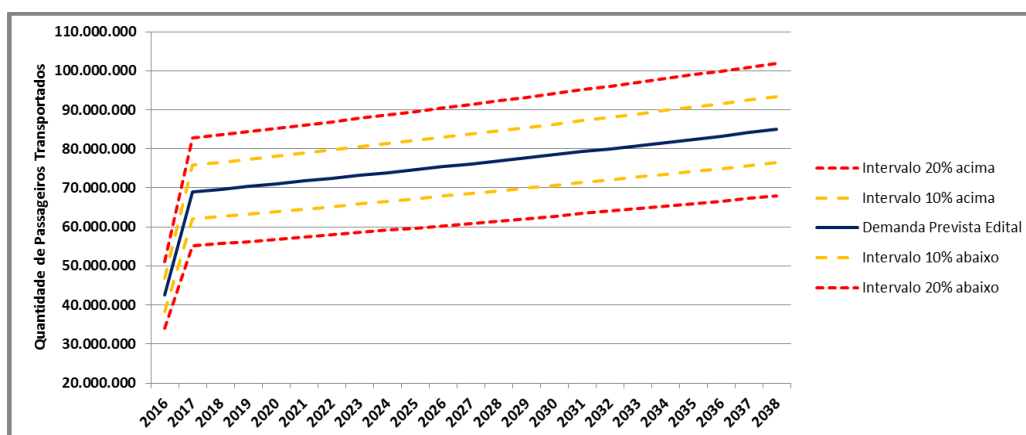
Outra consideração do estudo foi que a o VLT não iria criar uma nova demanda de passageiros, mas haveria apenas uma migração de pessoas que anteriormente utilizavam meios motorizados e meios coletivos. As pessoas que utilizam meios não motorizados não foram considerados no estudo de demanda.

Como teste para o modelo foi realizada uma pesquisa de campo na rua para verificar a preferência dos usuários e perguntas sobre origem/destino. Nas pesquisas na rua foram apresentados aos usuários os atributos do VLT em relação

ao ônibus que circularia em rotas semelhantes. Estes atributos foram: conforto, confiabilidade, combinações de economia de tempo de viagem, custo total da viagem. Para os usuários de veículo motorizado, além desses atributos, foi apresentado a opção da economia com estacionamento associada ao custo do VLT.

Com base nessas premissas e estudos realizados calculou-se a demanda potencial e a quantidade de passageiros. A demanda potencial seria a quantidade de pessoas que desejariam utilizar o VLT, mas não representa a quantidade estimada de usuários, pois esta é limitada pela configuração da rede. A quantidade de passageiros que é a quantidade de pessoas estimada que efetivamente utilizará o VLT em função da rede adotada e levando em consideração a capacidade do sistema. A demanda potencial e a quantidade de passageiros pode ser verificada na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** e no **Erro! Fonte de referência o encontrada.** respectivamente. A primeira faixa de variação, de $\pm 10\%$ sobre o valor médio previsto, é o risco da concessionária. A segunda faixa, acima de 10% e abaixo de 20% de variação, as perdas e os ganhos são compartilhados com metade para a Prefeitura do Rio e a outra parte para o ente privado e em caso. E na última faixa, tanto para demanda superior a 20% quanto inferior a 20% do previsto, segundo o edital de concessão, será realizada uma renegociação para decidir como serão compartilhados os prejuízos ou lucros. O estudo de demanda detalha apenas os primeiros 10 anos da concessão.

Figura 4 - Demanda potencial do VLT



Fonte: Edital de concessão VLT Carioca

Quadro 3 - Quantidade de passageiros do VLT

Ano	Quantidade de passageiros
1	42.558.608
2	68.940.169
3	69.629.572
4	70.325.868
5	71.029.127
6	71.739.416
7	72.456.812
8	73.181.380
9	73.913.192
10	74.652.325

Fonte: Edital de concessão VLT Carioca

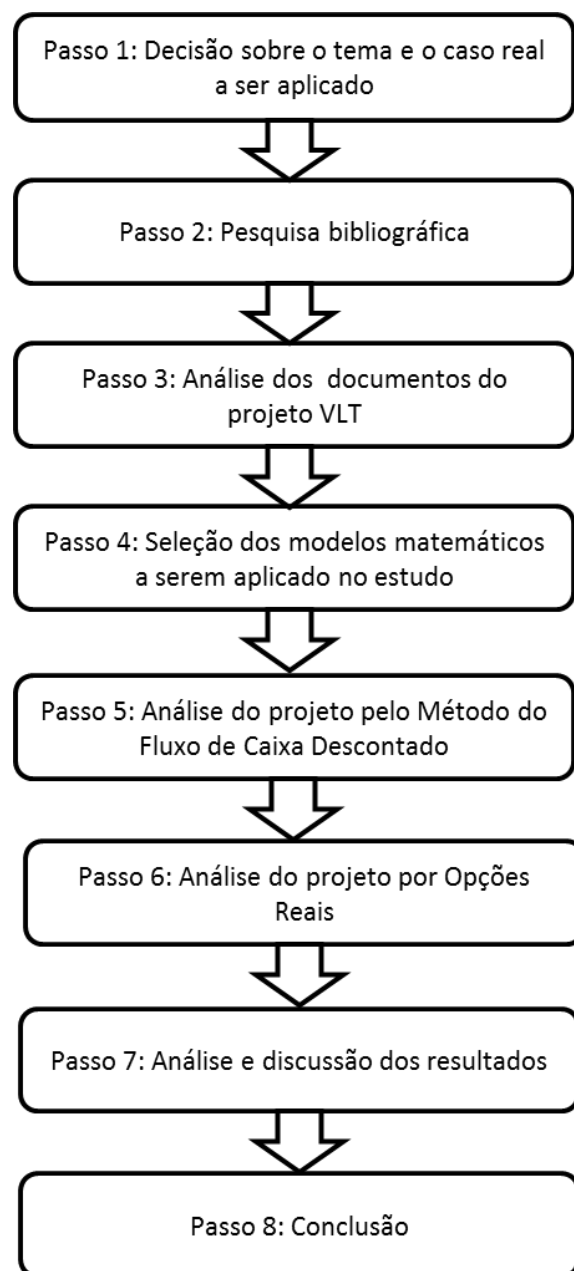
4. Metodologia

4.1 Estrutura da pesquisa

O método de pesquisa foi estruturado segundo o ilustrado na figura 5.

Metodologia da pesquisa

Figura 5 - Metodologia da pesquisa



Fonte: o autor.

O passo 1 apresentado na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** consistiu na escolha do tema a ser estudado para posterior embasamento teórico em periódicos nacionais e internacionais. Neste passo também foi decidida a respectiva aplicação prática do tema selecionado.

Na segunda etapa foram realizadas pesquisas nos periódicos da Capes por meio da base de dados *Scopus*. Além dela, utilizou-se a plataforma do *Google Scholar* para escolha de *papers*, dissertações e teses complementares que tinham haver com a presente pesquisa.

O terceiro passo consistiu na análise do edital, contrato de concessão, estudo de demanda e demonstrativos financeiros do projeto do VLT Carioca. Nesta análise procurou-se entender o projeto, as opções existentes, a estrutura tarifária e a projeção de demanda para que fosse viável a análise financeira.

O passo 4 envolveu a seleção do modelo em que seria aplicado o estudo baseado nos dados coletados e informações levantadas junto aos documentos do projeto. Desta forma, selecionou-se o artigo elaborado por Brandão (2012) como base. Para a análise estática selecionou-se o método do fluxo de caixa descontado e na abordagem por opções reais modelou-se a demanda utilizando o Movimento Geométrico Browniano.

Na quinta etapa foi realizada a análise do projeto pelo método de fluxo de caixa descontado (FCD) com o auxílio do *software MS Excel*. Nela foram consideradas as seguintes informações: para o custo do projeto foi considerado o valor encontrado nas demonstrações financeiras 2016.2, a geração de receitas (contraprestação pecuniária, estrutura tarifária e receitas financeiras e alternativas) obteve-se junto ao contrato de concessão, a demanda prevista por meio do “*Anexo 6 - Estudos de demanda*” do edital de licitação, não considerou-se o reajuste dos valores da data base, pois tomou-se como premissa realizar a análise no instante zero do projeto e houve a consideração da incidência de impostos sobre a receita tarifária e sobre o imposto de renda sobre o lucro conforme taxas previstas na planilha denominada “*Anexo 4 - Quadros do Plano de Negócios*”.

No passo 6 se realizará a abordagem por opções reais. Aqui, diferentemente da análise pelo fluxo de caixa descontado, se modelará estocasticamente a incerteza de demanda. Assim como Brandão (2012), a incerteza de demanda será analisada pelo Movimento Geométrico Browniano (MGB), pois é o modelo clássico utilizado na literatura para modelar demanda.

Para a volatilidade utilizará o mesmo contexto de Brandão (2012), seguindo a comparação entre o PIB e o estudo de (PIOVEZAN, 1991), porque há dificuldades de acesso aos dados de demanda real de passageiros sejam eles de metrô, trem ou ônibus. Em seguida calculou-se a probabilidade de encontrar o VPL negativo utilizando simulação com a aplicação da análise estocástica.

No penúltimo passo há a análise e discussão dos resultados e por último apresentar-se a conclusão do estudo.

4.2 Limitações da pesquisa

Neste estudo serão aplicadas as condições presentes nos documentos do projeto VLT Carioca. Não foi levado em consideração os atrasos e *status* atuais do projeto. O estudo limitou-se em analisar o planejamento inicial e todas as demais condições pré-estabelecidas no edital, projeto e contrato de concessão, estudo de demanda e demonstrações financeiras.

Outra limitação foi sobre qual a volatilidade utilizar. Em pesquisas realizadas na internet e em contato com profissionais que trabalham em empresas do ramo metroviário, ferroviário e rodoviário, não foi possível obter uma série histórica de demanda de passageiros. A resposta obtida era que tais dados são estratégicos para as empresas e não poderiam ser disponibilizados, mesmo que a finalidade fosse de pesquisa acadêmica, por isso, será utilizado o valor de volatilidade presente no trabalho de Brandão (2012).

5. Aplicação dos Métodos de FCD e TOR ao projeto VLT Carioca

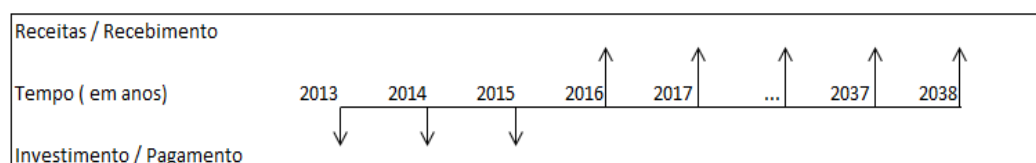
5.1 Abordagem pelo Método de Fluxo de Caixa Descontado

5.1.2 Análise para a concessionária VLT Carioca

A primeira etapa da análise do projeto do VLT consistiu em fazer o fluxo de caixa descontado. A metodologia para a sua elaboração seguiu as devidas considerações conforme próximos parágrafos.

O contrato de concessão foi assinado em 14 de junho de 2013. Para facilitar a disposição do fluxo considerou-se que as obras tanto da etapa 1 quanto da etapa 2 findaram em 30 meses, com isso, o investimento total foi realizado em dois anos e meio e a operação comercial iniciou-se em janeiro de 2016. A operação plena do modal ocorreu no 31º mês após a ordem de início, pois com esta disposição as 270 parcelas da contraprestação pecuniária Parcela A ocorrem durante a vigência da concessão. Outra razão pela qual foi escolhido começar a análise no início do quarto ano foi porque a projeção de demanda em edital, conforme anexo 6, iniciava-se em janeiro também.

Figura 6 – Representação do fluxo de caixa do VLT Carioca

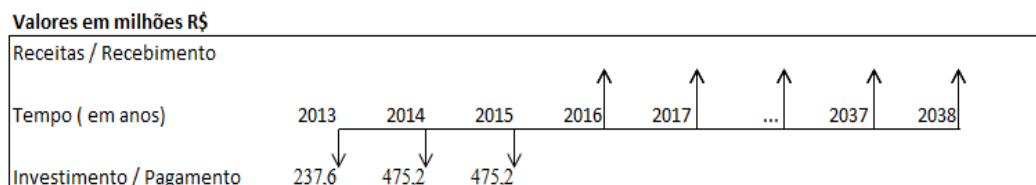


Fonte: o autor.

O investimento total do projeto seguiu de acordo com o Demonstrativo Financeiro 2016 da concessionária VLT Carioca (documento mais recente que se refere aos reais custos do projeto) que foi de R\$ 1.188 bilhões. Considerando em parcelas proporcionais, já que em 2013 possuem 6 meses disponíveis para obras e com 2014 e 2015 completos. Assim no primeiro ano o investimento seria de R\$ 237,6 milhões e nos dois anos seguintes ficariam com de R\$ 475,2 milhões cada.

A primeira realizada durante o segundo semestre de 2013 e as demais nos 12 meses de 2014 e 12 meses de 2015 do fluxo de caixa. Não serão considerados outros custos ou despesas enquanto houver os investimentos iniciais do projeto.

Figura 7 – Fluxo de caixa VLT Carioca com inclusão do investimento total por ano

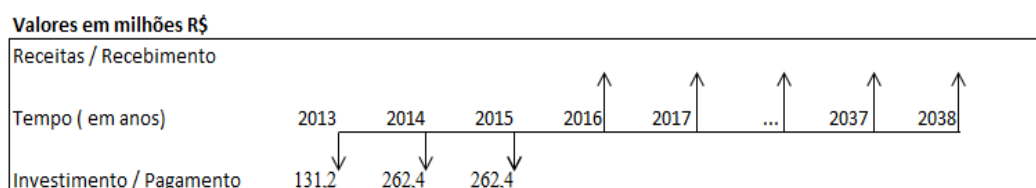


Fonte: o autor.

A remuneração da concessionária ocorreria por quatro fontes distintas: aporte público, receita tarifária, receitas alternativas e contraprestação parcela A. Cada uma delas foi utilizada no fluxo de caixa e sua consideração será abordada a seguir.

O aporte público de R\$ 532 milhões seria pago, conforme edital, de acordo com as entregas das obras até a implementação das etapas 1 e 2. Dado que nesta análise está sendo considerado que o projeto seria entregue em 30 meses, o aporte público seria quitado também nos primeiros 2 anos e meio de forma proporcional. Assim, o valor total a ser investido seria reduzido deste aporte público conforme figura 8.

Figura 8 - Fluxo de caixa VLT Carioca com abatimento do aporte público ao investimento inicial



Fonte: o autor.

A receita tarifária é baseada na tarifa de remuneração conforme detalhado no item 3.3.1 desta dissertação. Embora tenha sido comentado sobre as correções de valores devido a alguns índices, este fluxo de caixa seguirá a recomendação do item 1.2 do “Anexo 4 - Parâmetros para Elaboração da Proposta Econômica e do Plano de Negócios” que sugere que a proposta econômica seja elaborada sem a

correção de valores por índices de inflação. Assim, a receita tarifária é dada pela equação 10:

$$\text{Receita Tarifária} = \text{Tarifa de Remuneração} * \text{FPQ} * (1,0 + 0,30 - \text{IGV}) * \text{PAXTra} \quad (10)$$

Para simplificar a análise utilizou-se o FPQ (fator de ponderação do desempenho na qualidade da operação e manutenção) como 1 (100%) e o IGV (índice de gratuidade e não-validação) como 0,30. Assim a receita tarifária se resume em tarifa de remuneração, que é R\$ 1,98, multiplicada pela quantidade de passageiros transportados como demonstrado na equação 11.

$$\text{Receita Tarifária} = \text{Tarifa de Remuneração} * \text{PAXTra} \quad (11)$$

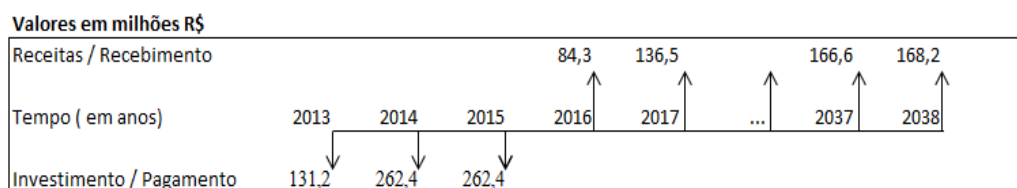
O estudo de demanda especifica apenas os primeiros 10 anos da concessão, para estimar os demais anos para fins práticos, considerou-se a tendência de crescimento praticada do segundo ano em diante do próprio estudo de demanda do edital que é de 1% ao ano. No **Erro! Fonte de referência não encontrada.** pode ser vista a quantidade de passageiros estimada para os 25 anos de concessão. Em que os 10 primeiros anos são os detalhados em edital e os demais 15 anos foram estimados com crescimento de 1% ao ano em relação ao ano anterior.

Quadro 4 – Estimativa de passageiros e receita tarifária por ano

Ano	Quantidade de passageiros (em milhares)	Receita Tarifária (em milhões de reais)
2016	42.559	84,3
2017	68.940	136,5
2018	69.630	137,9
2019	70.326	139,2
2020	71.029	140,6
2021	71.739	142,0
2022	72.457	143,5
2023	73.181	144,9
2024	73.913	146,3
2025	74.652	147,8
2026	75.399	149,3
2027	76.153	150,8
2028	76.914	152,3
2029	77.684	153,8
2030	78.460	155,4
2031	79.245	156,9
2032	80.037	158,5
2033	80.838	160,1
2034	81.646	161,7
2035	82.463	163,3
2036	83.287	164,9
2037	84.120	166,6
2038	84.961	168,2

Fonte: o autor adaptado de edital de concessão VLT Carioca

Figura 9 – Fluxo de caixa VLT Carioca com inclusão de receita tarifária

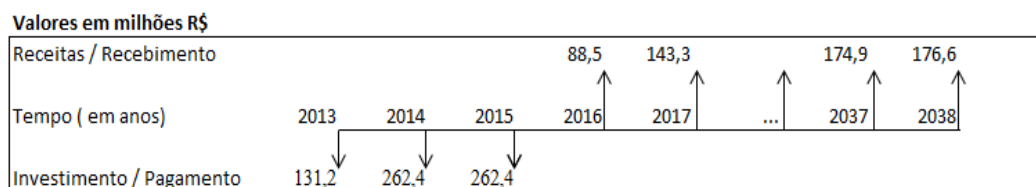


Fonte: o autor.

A receita acessória é composta das receitas alternativas e receitas financeiras. As receitas alternativas seriam atividades que não possuem relação com o transporte de passageiros como, por exemplo, a exploração de comércio e publicidade nas estações e as receitas financeiras seriam receitas provenientes a ganhos em operações financeiras, ambas poderiam ser praticadas contanto que não

interferissem na qualidade dos serviços. Assim como em Brandão (2012) a fim de compor o fluxo de caixa do projeto, essas receitas foram estimadas em 5% das receitas tarifárias.

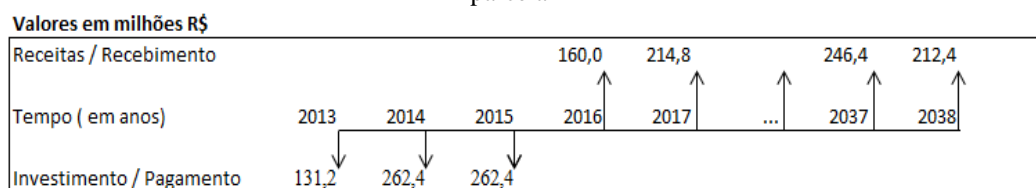
Figura 10 – Fluxo de caixa VLT Carioca com a adição da receita acessória à receita tarifária



Fonte: o autor.

Já a contraprestação parcela A foi fixada em R\$ 5.959.364,29 com data base junho de 2012. Segundo o edital após a finalização da etapa 1 (27 meses após a ordem de início) seria pago a concessionária 80% do valor dela e quando fosse entregue a etapa 2 (33 meses após a ordem de início) que começou a ser paga no 28º mês após a assinatura do contrato de concessão e ocorreu em um total de 270 parcelas (meses). Na composição deste fluxo de caixa foi considerado que ambas as etapas findaram-se juntas no 30º mês, então, utilizou-se o valor integral da contraprestação pecuniária parcela A nos 270 meses. Como o valor mensal é de R\$ 5.959.364, o valor anual ficou em R\$ 71.512.371. Porém, no último ano, 2038, se findam as 270 parcelas da contraprestação pecuniária parcela A na metade do ano, assim o valor da contraprestação para este ano fica em R\$ 35.756.186.

Figura 11 – Fluxo de caixa VLT Carioca com acréscimo da contraprestação pecuniária parcela A

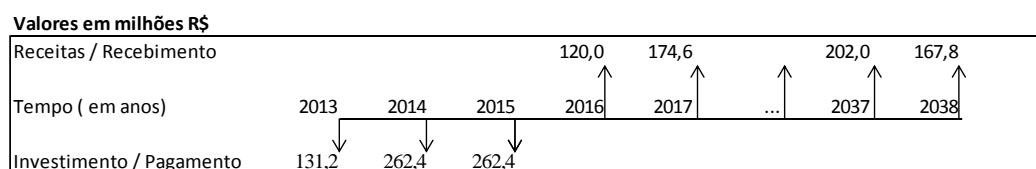


Fonte: o autor.

Estabelecidas as fontes de receita faltam o detalhamento dos custos e impostos do projeto. Tanto o edital quanto o contrato de concessão não especificam os custos ao longo do projeto. No entanto, no documento denominado demonstrações financeiras 2016.2 existem as despesas estabelecidas para o projeto desconsiderando os custos com as obras. As despesas tem valor anual em

torno de R\$ 40,0 milhões. Dado que o crescimento estimado da demanda do VLT será de 1% ao ano, para manter a mesma proporção para as despesas da empresa, neste fluxo de caixa considerou-se que as despesas foram divididas em duas partes, uma fixa de R\$ 20,0 milhões anuais, a qual seria dedicada para gasto com pessoal e aluguéis. A outra parte também seria de R\$ 20,0 milhões que, envolveria serviços prestados, manutenção, seguros contratuais e energia elétrica, que podem varia de acordo com o aumento de demanda. Esta segunda parte das despesas teria um crescimento de 1% ao ano igualmente a projeção de demanda. Com isso, os custos terminam no ano de 2016 com R\$ 40 milhões, aumentam para R\$ 40,2 (R\$ 20,0 fixos mais um crescimento de 1% dos R\$ 20,0 variáveis) no ano de 2017, vão para R\$ 40,4 em 2018 e assim sucessivamente até chegar no valor de R\$ 44,6 milhões em 2038.

Figura 12 – Fluxo de caixa VLT Carioca com receitas reduzidas pelas despesas anuais



Fonte: o autor.

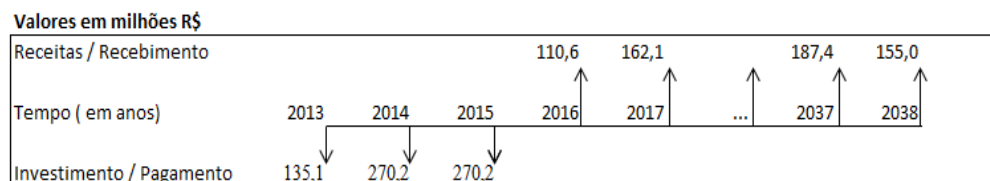
Com relação aos tributos sobre as receitas, utilizou-se o fixado no Anexo 4 - Quadros do Plano de Negócios. Estes valores estão expressos no quadro 5. Cada um deles foi aplicado em sua respectiva receita.

Quadro 5 – Síntese dos impostos sobre cada receita

RECEITA	ISS	PIS	COFINS
Receita Tarifária	2,00%	0,65%	3,00%
Receita Alternativas	5,00%	1,65%	7,60%
Contraprestação Pecuniária	2,00%	0,65%	3,00%
Aporte Público	0,00%	0,65%	3,00%

Fonte: Edital de licitação VLT Carioca.

Figura 13 – Fluxo de caixa VLT Carioca após aplicação dos impostos sobre cada receita



Fonte: o autor.

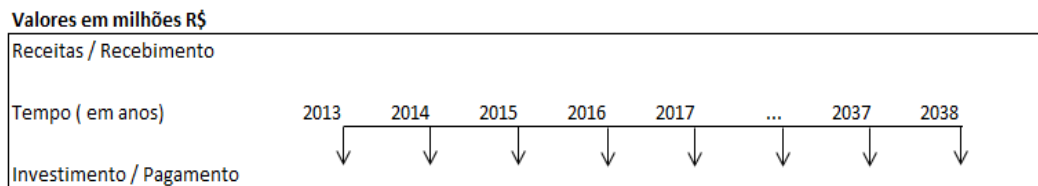
A taxa de desconto seria calculada via WACC, todavia, devido a falta de informações em edital ou Contrato sobre a estruturação financeira do VLT Carioca e informações referentes a empresa, optou-se por utilizar a taxa de desconto de 12,38% que foi a utilizada por Brandão (2012) em seu artigo sobre a concessão da Linha 4 do Metro de São Paulo, pois se trata de um projeto com semelhanças e reflete uma taxa que representa um ágio em relação a taxa Selic corrente do período em que esta dissertação está sendo elaborada (7,5%).

A análise feita por meio da metodologia do FCD resulta em um VPL de R\$ 71,1 milhões com uma TIR de 14,1%. O VPL, sem a contraprestação, ficou negativo em um valor nominal em torno de R\$ 164,0 milhões, isto é, - R\$ 164,0 milhões.

5.1.2 Custo total para o Estado

Os custos estimados para o Governo envolvem o aporte público, que conforme mencionado na seção anterior ocorreu de forma parcelada e proporcional nos primeiros 30 meses desde assinatura do contrato até o início da operação comercial e a contraprestação pecuniária mensal. Ao contrário da concessionária VLT Carioca, o parceiro público não possui, a priori, expectativa de receber receita, por isso, o fluxo de caixa deste só possui fluxos de saída de caixa.

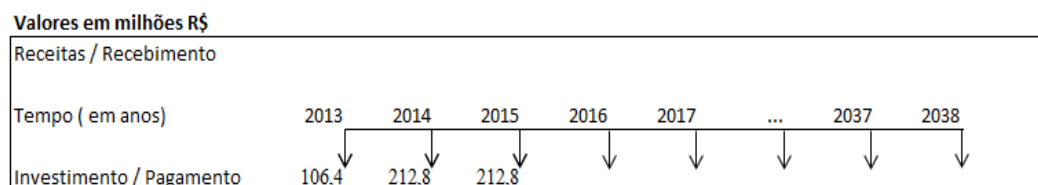
Figura 14 – Representação do fluxo de caixa para o setor público



Fonte: o autor.

O investimento inicial de R\$ 532 milhões representa o maior custo para a Prefeitura, pois representam as maiores quantias saindo mais próximos da data inicial do projeto. Com este investimento o fluxo passa a ter o valor conforme figura 15.

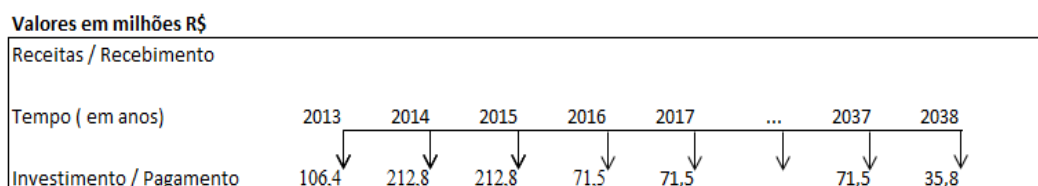
Figura 15 – fluxo de caixa do Governo incluindo aporte público



Fonte: o autor.

Em seguida foi inserido o valor da contraprestação pecuniária parcela A. como este valor, segundo o edital, ocorreria em 270 prestações, o valor anual seria em torno de R\$ 71,5 milhões, porém, no último ano de concessão apenas os primeiros 6 meses conteriam a contraprestação, ficando com R\$ 35,8 milhões. O fluxo com a inclusão da contraprestação está ilustrado pela figura 16

Figura 16 – fluxo de caixa do Governo completo



Fonte: o autor.

Para manter a comparação entre os riscos e remuneração tanto do parceiro privado quanto do parceiro público utilizou-se a mesma taxa de desconto aplicada a concessionária para trazer a valor presente o custo total para o Estado. Sendo assim utilizou-se a taxa no valor de 12,38%. Assim, trazendo a valor presente todos esses desembolsos se chega a um valor negativo de R\$ 790,6 milhões. Entretanto, se for analisado o custo que o setor público economizou, isto é, o valor

restante para completar o investimento inicial total de R\$ 1,188 bilhão acrescidos dos custos e despesas anuais, em torno de R\$ 40 milhões trazidos a valor presente, entende-se que foram economizados R\$ 742,7 milhões. Esta quantia representa 48% do custo total. Desta forma, é visto que ao realizar a licitação na modalidade de parceria público-privada o Governo transferiu, praticamente, metade dos custos para o parceiro privado.

5.2 Abordagem pela Teoria de Opções Reais

A análise pelo Fluxo de Caixa Descontado acaba por ser estática e desconsidera tanto as garantias oferecidas pelo órgão concedente quanto incertezas que podem ocorrer durante o projeto. A maior dentre as incertezas do projeto do VLT Carioca está relacionada com o número de usuários que irão utilizar este novo modal. Para a modelagem dessa incerteza, primeiramente, utilizou-se o padrão da literatura que é assumir que o tráfego projetado varia de maneira estocástica, seguindo o Movimento Geométrico Browniano (MGB), conforme a equação 6 presente no capítulo 2 desta dissertação. A modelagem estocástica foi realizada tornando o processo discreto em intervalos de tempo anuais conforme a equação 12.

$$X_{t+1} = X_t e^{\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)\Delta t + \sigma \varepsilon \sqrt{\Delta t}} \quad (12)$$

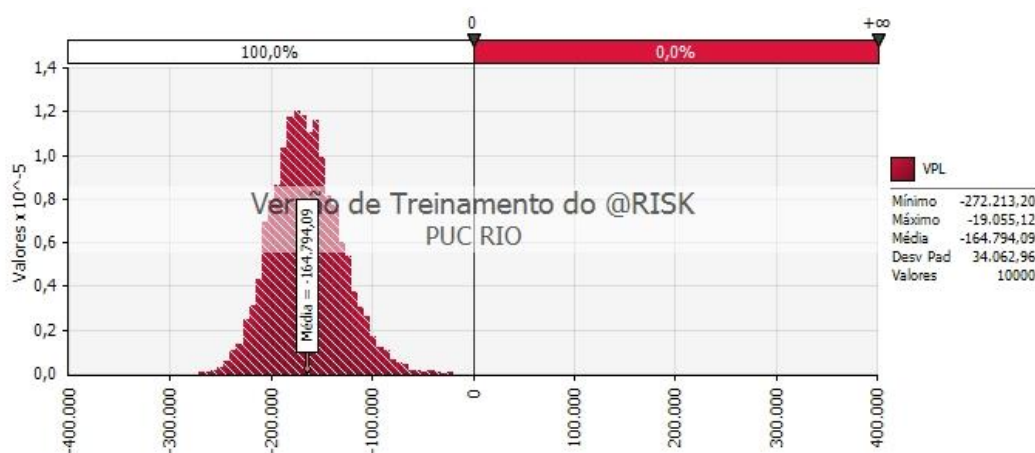
A taxa esperada de crescimento do tráfego (μ) durante o período de concessão seria de 1% ao ano, pela mesma razão que foi utilizada no FCD. A demanda do primeiro ano seria igual a estipulada no “anexo 6 – estudo de demanda” que considerada que haverá uma demanda diária em torno de 160 mil passageiros devido à novidade do modal. Esta demanda inicial seria inferior à capacidade média do VLT que é de 250 mil passageiros/dia. Porém, do segundo ano em diante a demanda seria praticamente 50% maior e cresceria a uma taxa de 1% ao ano.

Para definir a volatilidade (σ), devido a ausência de dados históricos de transporte de passageiros no Brasil, foi escolhido o valor de 8% baseando-se no artigo de Brandão (2012). Assim como em Brandão (2012) serão feitas análises envolvendo volatilidades no valor de 4%, 8%, 12% e 16%.

A análise estocástica da demanda foi realizada com base nas mesmas premissas de receita e custos estipulados no fluxo de caixa estático detalhado no item 5.1. Adicionado a isso, acrescentou-se uma abordagem em quatro cenários: primeiro cenário: projeto sem garantia de demanda e sem contraprestação pecuniária mensal; segundo cenário: projeto sem garantia de demanda e com a contraprestação pecuniária mensal; terceiro cenário: com a garantia de demanda nos primeiros 10 anos e contraprestação pecuniária mensal e por último seria feito um caso em que a garantia de demanda fosse expandida para todo o período de concessão.

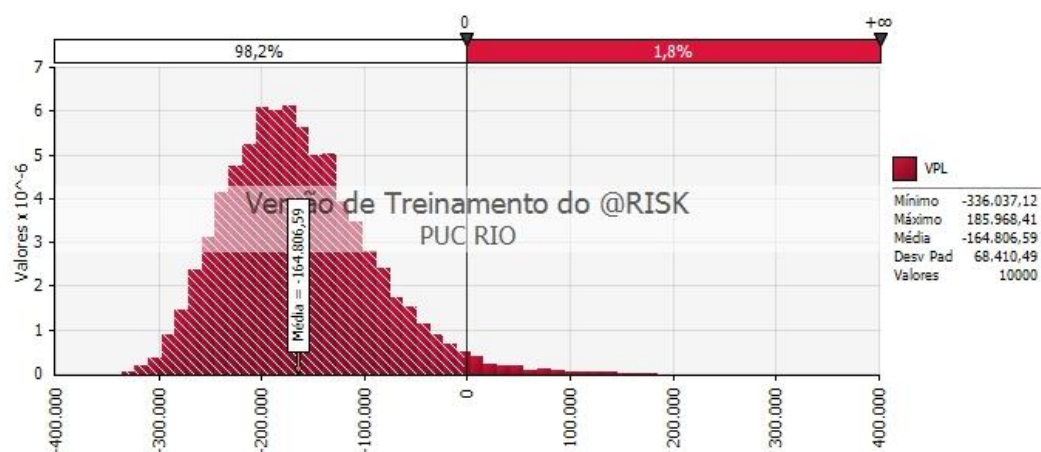
Para o primeiro cenário, foram consideradas as quatro volatilidades. Em cada um dos casos efetuou-se 10.000 iterações no VPL. Foram simuladas as situações de não existir a contraprestação pecuniária mensal nem as garantias de demanda. Os resultados podem ser vistos na figura 17, figura 18, figura 19 e figura 20.

Figura 17 – Distribuição probabilidade VPL sem contraprestação pecuniária e sem garantias de demanda Vol 4%



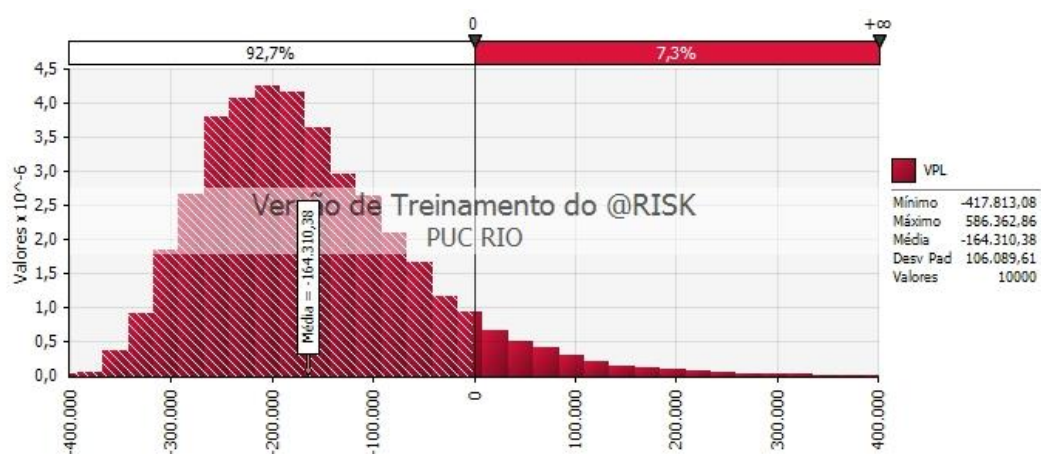
Fonte: o autor.

Figura 18 – Distribuição probabilidade VPL sem contraprestação pecuniária e sem garantias de demanda Vol 8%



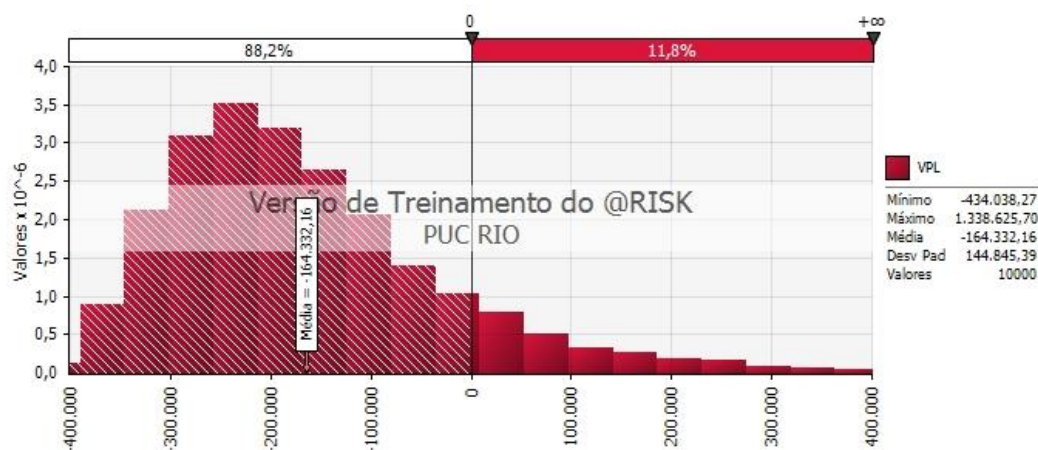
Fonte: o autor.

Figura 19 – Distribuição probabilidade VPL sem contraprestação pecuniária e sem garantias de demanda Vol 12%



Fonte: o autor.

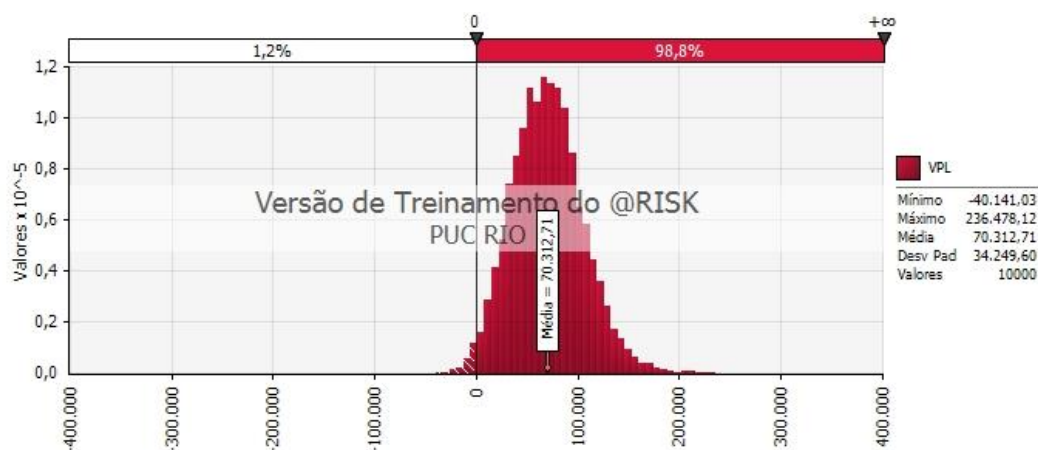
Figura 20 – Distribuição probabilidade VPL sem contraprestação pecuniária e sem garantias de demanda Vol 16%



Fonte: o autor.

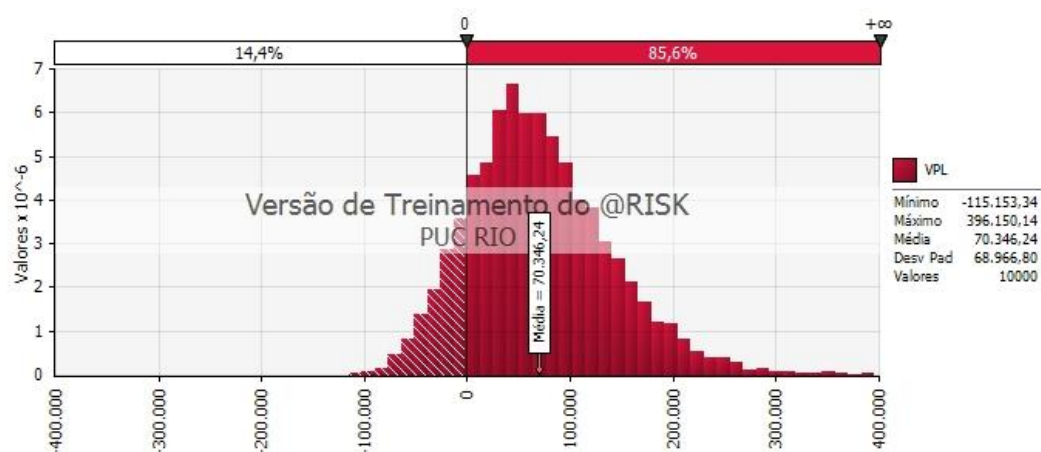
No segundo cenário foi incluída a contraprestação pecuniária mensal parcela A em cada uma das volatilidades, porém, ainda não foi considerada a garantia de demanda. O mesmo procedimento de simulação utilizado no primeiro cenário foi realizado para o segundo com quatro volatilidades e 10.000 iterações por VPL. Os resultados podem ser vistos na figura 21, figura 22, figura 23 e figura 24.

Figura 21 – Distribuição probabilidade VPL com contraprestação pecuniária e sem garantias de demanda Vol 4%



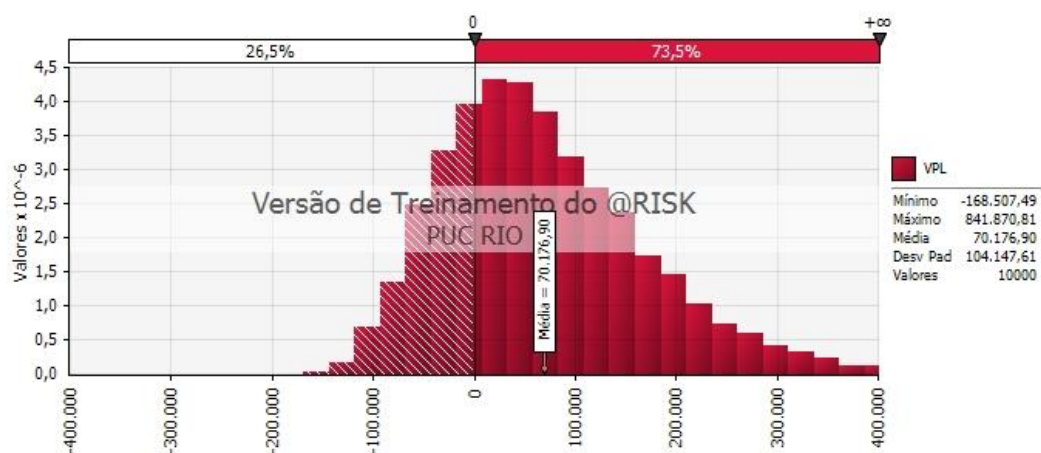
Fonte: o autor.

Figura 22 – Distribuição probabilidade VPL com contraprestação pecuniária e sem garantias de demanda Vol 8%



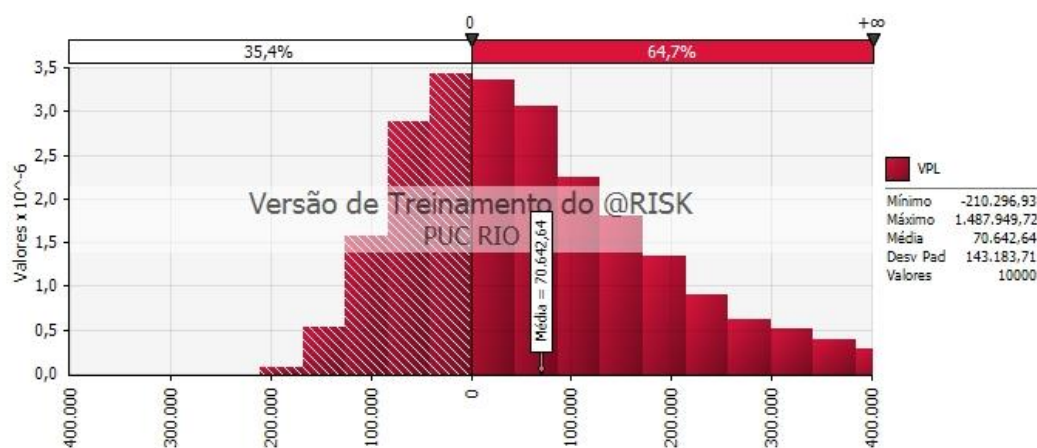
Fonte: o autor.

Figura 23 – Distribuição probabilidade VPL com contraprestação pecuniária e sem garantias de demanda Vol 12%



Fonte: o autor.

Figura 24 Distribuição probabilidade VPL com contraprestação pecuniária e sem garantias de demanda Vol 16%

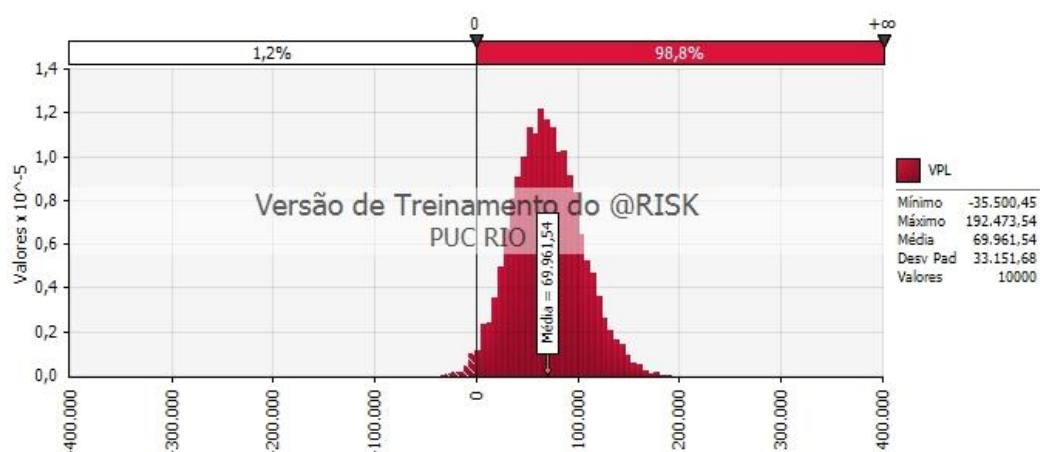


Fonte: o autor.

Nesta primeira análise por processos estocásticos não foi inserido um limite superior, o qual seria necessário devido a capacidade total dos trens do VPL Rio. Não houve a inclusão do limite superior de forma proposital para que se pudesse verificar se o VPL médio iria estar aproximadamente igual ao VPL calculado pelo método estático. Entretanto, se faz necessário realizar a análise com a inclusão do limite superior, pois as simulações realizadas até então não conseguem representar a realidade do VLT Carioca, já que o mesmo não conseguiria atender a todas as demandas por não suportar uma quantidade que seja superior a trezentos mil passageiros por dia.

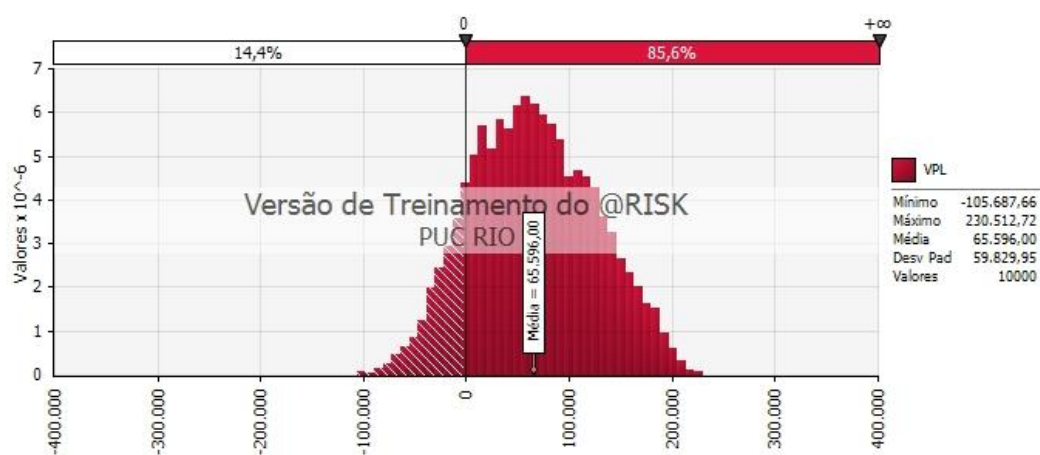
Assim, foram realizadas novas análises incluindo o limite superior anual de 108 milhões de passageiros (300 mil/dia x 360 dias). Estas análises podem ser verificadas nas figuras 25, 26, 27 e 28.

Figura 25 – Distribuição probabilidade VPL com contraprestação pecuniária e sem garantias de demanda e limite superior de capacidade Vol 4%



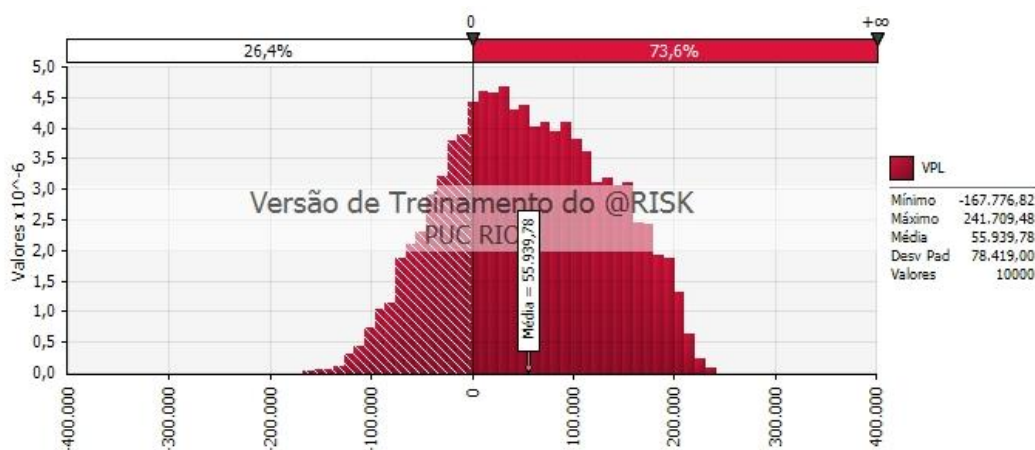
Fonte: o autor.

Figura 26 – Distribuição probabilidade VPL com contraprestação pecuniária e sem garantias de demanda e limite superior de capacidade Vol 8%



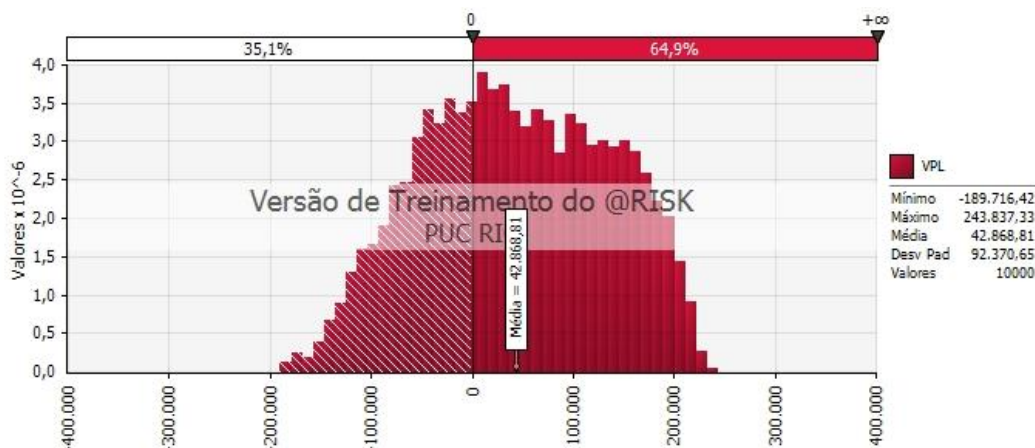
Fonte: o autor.

Figura 27 – Distribuição probabilidade VPL com contraprestação pecuniária e sem garantias de demanda e limite superior de capacidade Vol 12%



Fonte: o autor.

Figura 28 – Distribuição probabilidade VPL com contraprestação pecuniária e sem garantias de demanda e limite superior de capacidade Vol 16%



Fonte: o autor.

Além da contraprestação pecuniária mensal parcela A o Governo do Rio de Janeiro também utilizou a garantia de demanda, para os primeiros 10 anos de concessão, como uma opção para mitigação de risco. Esse efeito é obtido pelo compartilhamento das perdas em 50% caso a demanda seja inferior a 10% da demanda estimada no “anexo 6 – estudo de demanda”. Esta garantia é um benefício para a concessionária funcionando como uma espécie de seguro e que altera o risco do projeto. Assim deve ser utilizada a metodologia de opções reais para o cálculo do valor e do impacto dessas garantias, já que não se saberia

determinar a taxa de risco em cada uma das situações o fluxo de caixa descontado tradicional, por ser estático, não seria o mais adequado para encontrar este valor.

Segundo o edital durante os primeiros 10 anos de concessão existira garantia de demanda de tráfego, que caso ocorresse demanda inferior entre 10% e 20% do previsto no “Anexo 6 - Estudos de demanda” o Governo garantiria 50% deste déficit. Em contrapartida, caso a demanda superasse entre 10% e 20% do previsto o lucro também seria compartilhado em 50% entre o Governo e a concessionária. O edital ainda especifica que caso a demanda auferida seja acima ou abaixo de 20% da projetada existiria uma reunião para decidir como seria feita a redistribuição dos lucros ou prejuízos. Para fins práticos adotaram-se algumas premissas para simplificar os cálculos e tornar a análise viável. Seria aplicada a mesma regra de mitigação de risco para quaisquer variações acima ou abaixo de 10%, isto é, o compartilhamento de lucros e/ou prejuízos em 50%.

Outra simplificação é que a aplicação desta garantia ocorreria de forma anual, diferente do edital que previa a garantia trimestral. O mesmo raciocínio aplica-se aos pagamentos do concessionário para o Governo em casos de demanda maiores.

As garantias de demanda podem ser vistas como uma sequência de opções europeias que vencem a cada ano do projeto. As garantias do Governo sobre compartilhar as perdas em caso de demanda inferior a 10% do previsto funcionam como opções de venda (*Put*) em favor do concessionário, pois caso a receita tarifária ficasse abaixo do mínimo garantido a concessionária teria o direito de receber metade do valor que faltou que seria a diferença entre a demanda real e a demanda garantida. De forma semelhante, a obrigação da concessionária em compartilhar os ganhos com a concedente em caso da demanda exceder o limite pré-estabelecido funciona como opções de compra (*Call*) em favor da Prefeitura. Isto é, para valores de demanda acima de 10% do previsto, para os primeiros 10 anos, metade da receita proveniente da diferença entre a demanda garantida e a demanda real, iria para o ente público. Para cada um desses anos, são modelados dois níveis de garantia acima e abaixo do valor de tráfego esperado, dependendo de ser a garantia a favor do concessionário ou da Prefeitura, e somente um desses casos pode ocorrer em qualquer ano particular, ou nenhum, caso o tráfego apresente variação menor que 10% em relação ao projetado. No caso de o tráfego

ser acima do previsto, o Governo tem a opção de receber metade das receitas excedentes.

A modelagem da *Call* para a Prefeitura está sendo representada pela equação 13. Ela ocorre quando a demanda real possuir um valor superior à 10% acima da demanda prevista no anexo 6 do edital.

$$D(t) = D_R(t) - [D_R(t) - D_P(t)] / 2 \quad (13)$$

Onde:

$D(t)$ = É a demanda utilizada para calcular a receita tarifária da concessionária para determinado ano t ;

$D_R(t)$ = É a demanda real praticada no ano t ;

$D_P(t)$ = É o valor da demanda prevista no anexo 6 do edital para o ano t ;

Já a modelagem da *Put* para o concessionária pode ser verificada pela equação 14. Ela ocorre quando a demanda real for inferior a uma variação maior que 10% abaixo da demanda prevista no anexo 6 do edital.

$$D(t) = D_R(t) + [D_P(t) - D_R(t)] / 2 \quad (14)$$

Onde:

$D(t)$ = É a demanda utilizada para calcular a receita tarifária da concessionária para determinado ano t ;

$D_R(t)$ = É a demanda real praticada no ano t ;

$D_P(t)$ = É o valor da demanda prevista no anexo 6 do edital para o ano t ;

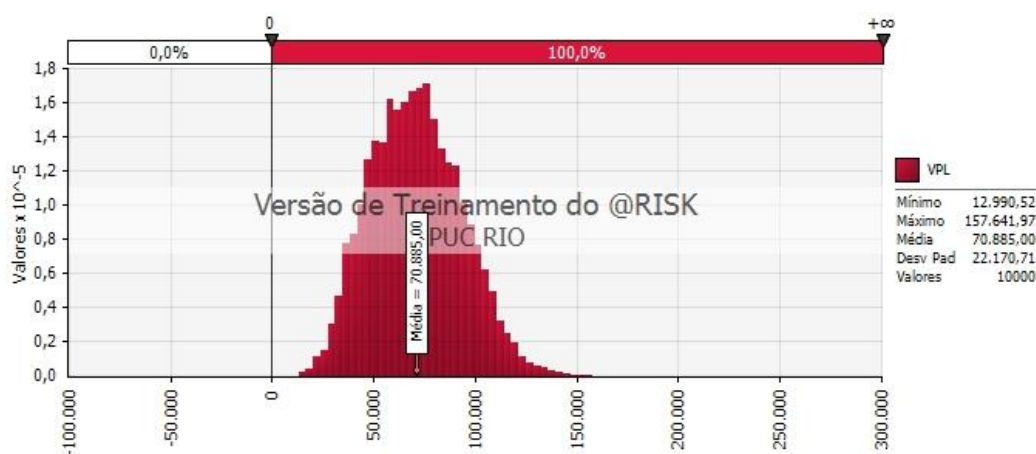
Para o apreçamento das opções utilizou-se a medida neutra a risco pelo o processo descrito pela equação $dX_R = (\mu - \delta) X_R dt + \sigma X_R dz$, em que μ é a taxa de crescimento (média) e δ é o prêmio de risco do tráfego. Então, utilizou-se o modelo proposto por Freitas e Brandão (2010) de igualar os fluxos de caixa tradicional e neutro a risco do projeto, conforme equação 15. Para encontrar o prêmio de risco, aplicando o modelo de Freitas e Brandão (2010), utilizou-se o auxílio da ferramenta atingir metas do *MS Excel*.

$$\sum_{i=1}^n \frac{E[f(X)]}{(1+\mu)^i} = \sum_{i=1}^n \frac{E[f(X_R)]}{(1+r)^i} \quad (15)$$

Após encontrar o prêmio de risco do projeto, que ficou em $\delta = 11,23\%$, realizou-se 10.000 simulações para calcular o VPL médio e a probabilidade de o mesmo ser negativo com a medida neutra ao risco no caso com contraprestação mensal e com garantia (opções, *call e put*).

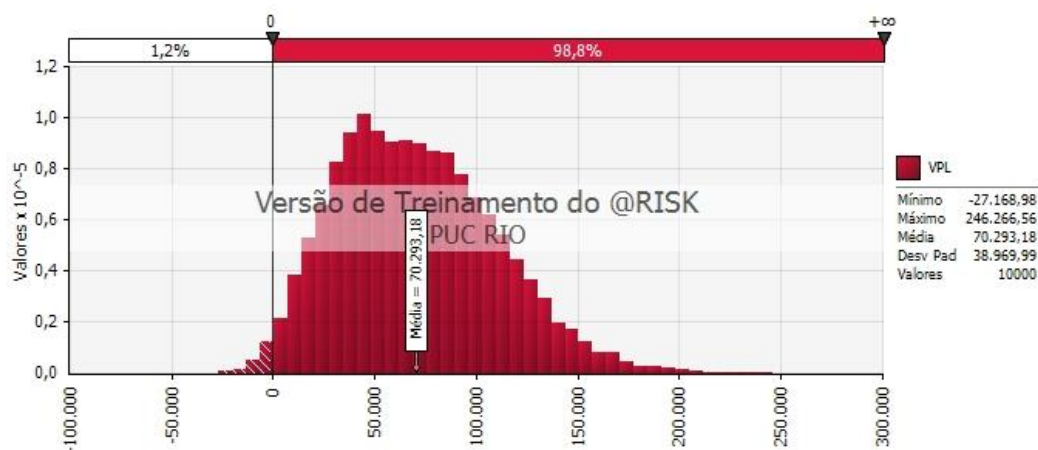
Na figura 29, figura 30, figura 31 e figura 32, podem ser vistos, respectivamente, a distribuição de probabilidades que fornece o VLP esperado em cada um dos casos. E no quadro 6 estão os valores das probabilidades do VPL ser negativo para cada uma das volatilidades apresentadas nos gráficos 29 a 32.

Figura 29 – Distribuição probabilidade neutra ao risco VPL com contraprestação pecuniária e com garantias de demanda nos primeiros 10 anos Vol 4%



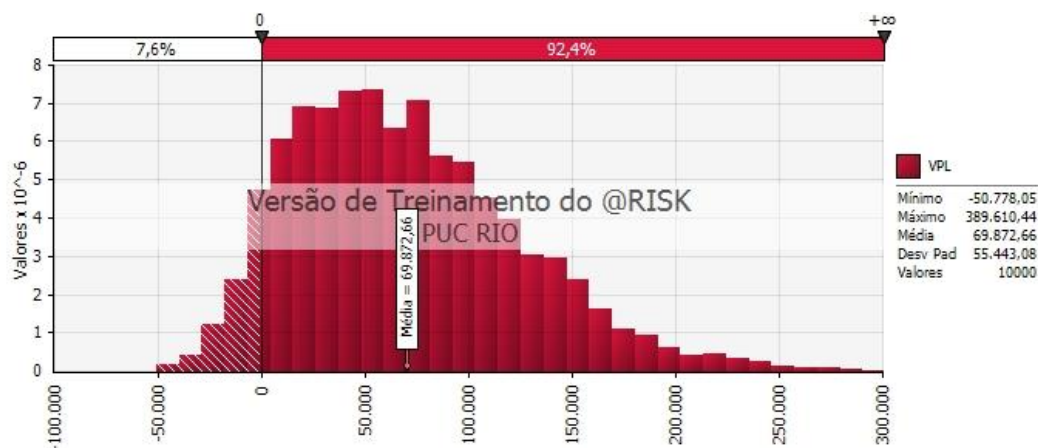
Fonte: o autor.

Figura 30 Distribuição probabilidade neutra ao risco VPL com contraprestação pecuniária e com garantias de demanda nos primeiros 10 anos Vol 8%



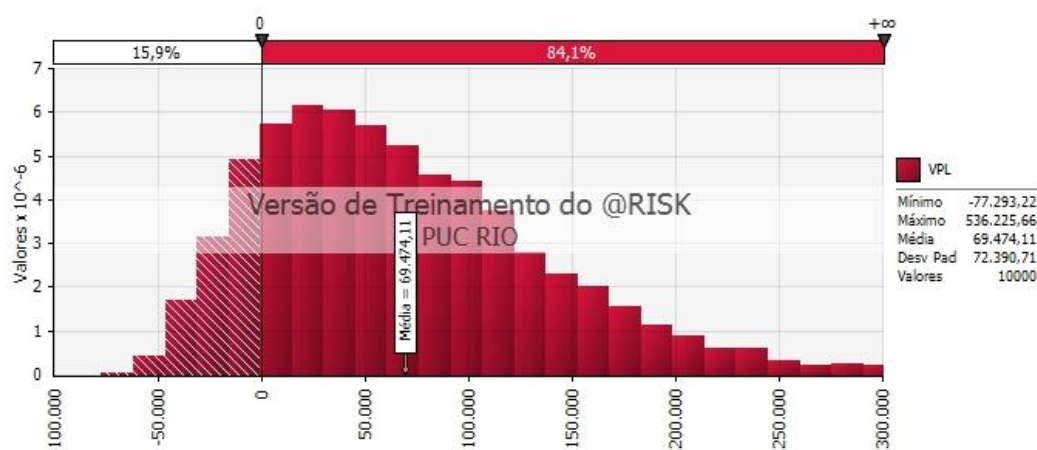
Fonte: o autor.

Figura 31 – Distribuição probabilidade neutra ao risco VPL com contraprestação pecuniária e com garantias de demanda nos primeiros 10 anos Vol 12%



Fonte: o autor.

Figura 32 – Distribuição probabilidade neutra ao risco VPL com contraprestação pecuniária e com garantias de demanda nos primeiros 10 anos Vol 16%



Fonte: o autor.

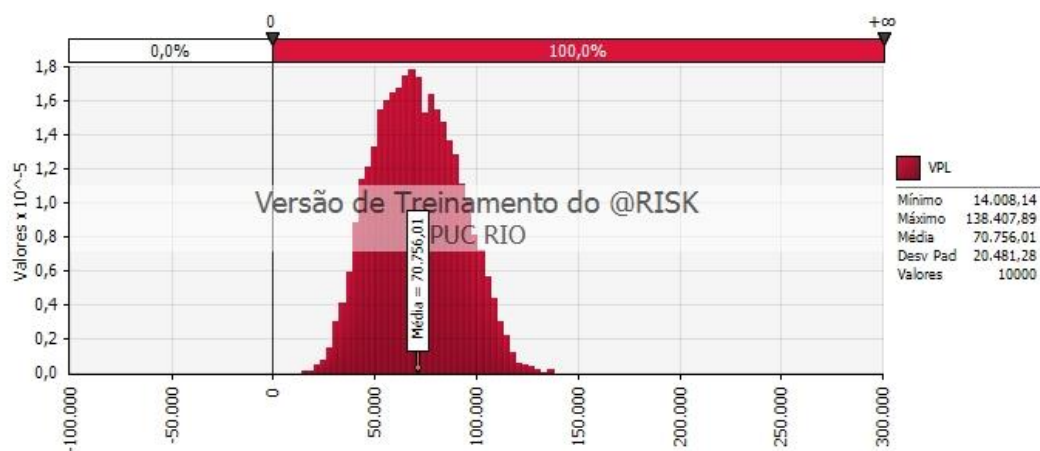
Quadro 6 – Probabilidade do VPL ser negativo com a garantia de demanda de 10 anos

Volatilidade	Probabilidade do VPL ser negativo
4% a.a.	0,80%
8% a.a.	10,50%
12% a.a.	22,30%
16% a.a.	31,20%

Fonte: O autor.

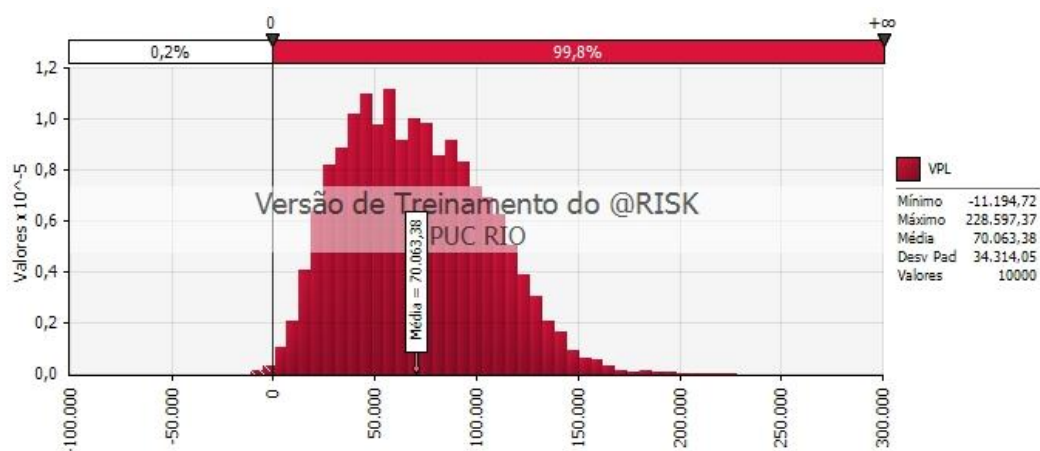
Com o intuito de analisar um pouco mais o efeito da garantia sobre a receita do consórcio VLT Carioca, aplicou-se a simulação para o caso de a garantia de demanda ser estendida do início ao fim da concessão, isto é, ao invés de interromper a garantia de demanda no 11º ano, ela ocorreria até o 25º ano. Este efeito pode ser visto na figura 33, figura 34, figura 35 e figura 36 que apresenta o VPL esperado nestas condições. No Quadro 7 apresenta-se as chances do projeto ser negativo em cada uma das volatilidades.

Figura 33 – Distribuição probabilidade neutra ao risco VPL com contraprestação pecuniária e com garantias de demanda nos primeiros 25 anos Vol 4%



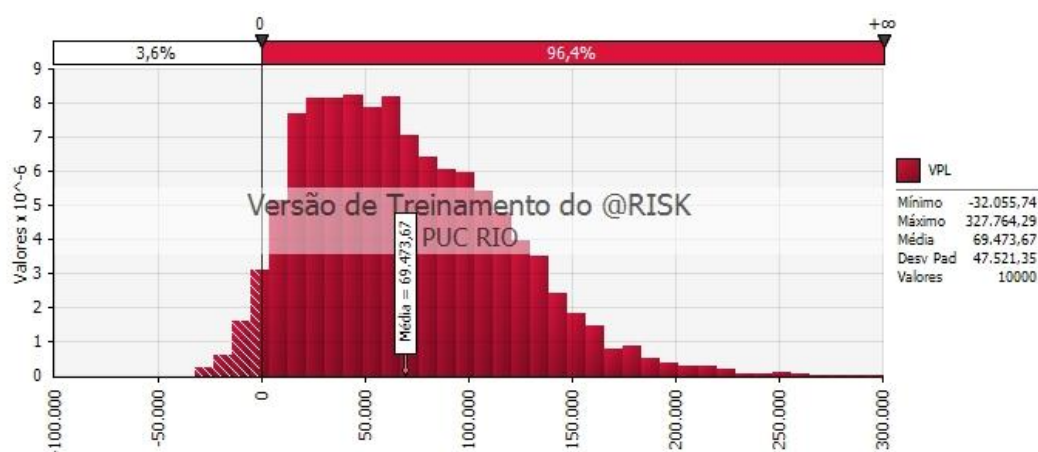
Fonte: o autor

Figura 34 – Distribuição probabilidade neutra ao risco VPL com contraprestação pecuniária e com garantias de demanda nos primeiros 25 anos Vol 8%



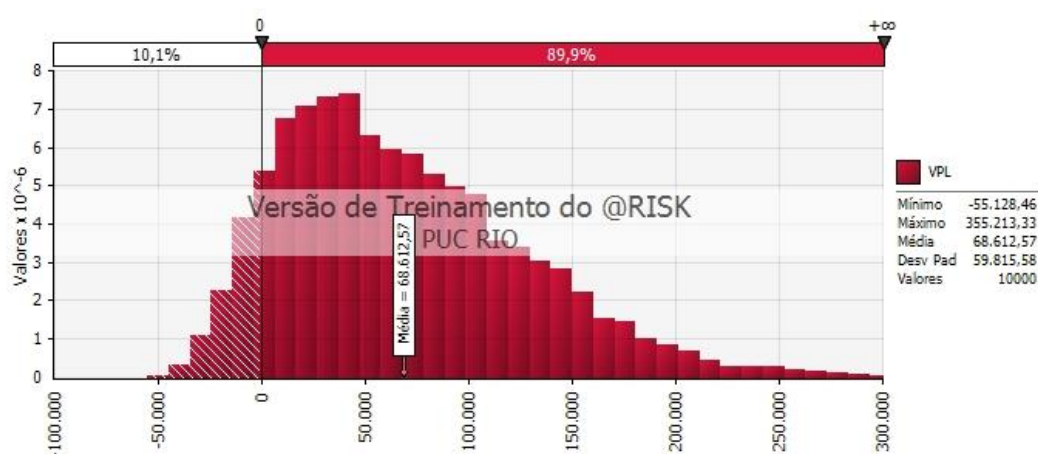
Fonte: o autor

Figura 35 – Distribuição probabilidade neutra ao risco VPL com contraprestação pecuniária e com garantias de demanda nos primeiros 25 anos Vol 12%



Fonte: o autor

Figura 36 – Distribuição probabilidade neutra ao risco VPL com contraprestação pecuniária e com garantias de demanda nos primeiros 25 anos Vol 16%



Fonte: o autor

Quadro 7 – Probabilidade do VPL ser negativo com a garantia de demanda de 25 anos

Volatilidade	Probabilidade do VPL ser negativo
4% a.a.	0,20%
8% a.a.	5,10%
12% a.a.	13,70%
16% a.a.	22,4%

Fonte: O autor.

6. Análise e discussões dos resultados

Na análise estática, para o caso sem contraprestação, é visto que o VPL esperado seria em torno de R\$ 164,0 milhões negativos. Nesta condição pode ser que dificilmente haveria alguma empresa interessada na licitação. Os resultados da análise pelo processo estocástico, ilustrados pelas Figuras 17, 18, 19 e 20, indicam que sem a contraprestação pecuniária mensal parcela A o projeto seria praticamente inviável financeiramente, pois a probabilidade do projeto ser negativo ficaria em torno de 99,9% a 88,8%. Esses resultados podem ser entendidos como reflexo do que é afirmado pela teoria de que um projeto de parceria público-privada é um projeto que não se sustenta financeiramente sozinho. Uma contrapartida do órgão público se faz necessário para que o projeto se viabilize e desperte interesse em organizações privadas.

Ao inserir a contraprestação pecuniária mensal o projeto apresenta um fluxo de caixa descontado em torno de R\$ 70 milhões positivo. Com o processo estocástico a probabilidade de o projeto ser negativo reduz em uma faixa de variação de 1,1% a 35,6%, dependendo da volatilidade empregada. Com a inclusão da contraprestação pecuniária mensal percebe-se uma situação melhor em relação ao caso sem a contraprestação e assim o projeto passa a ter VPL positivo, o que pela teoria tradicional, o torna viável a ser executado.

O retorno médio se torna menos atrativo quando é levado em consideração o limite de capacidade dos trens do VLT Carioca. Nas figuras 25, 26, 27 e 28, é visto que ao inserir um limite máximo tanto o retorno médio esperado quanto o máximo retorno possível se reduzem. Isto acaba por tornar o projeto menos atrativo, já que reduz os ganhos para o parceiro privado, todavia, mesmo com a inclusão da capacidade máxima do VLT o projeto ainda se torna viável, pois o VPL continua positivo. No quadro 8 há um resumo de como algumas medidas da estatística descritiva se alteram para a simulação sem e com o limite superior.

Quadro 8: Comparação entre resultados da simulação com e sem limite superior¹

Volatilidade	Mínimo		Média		Máximo	
	Sem Limite superior	Com Limite Superior	Sem Limite superior	Com Limite Superior	Sem Limite superior	Com Limite Superior
4% a.a.	- 40	- 36	70	70	236	192
8% a.a.	- 115	- 106	70	66	396	231
12% a.a.	-169	- 168	70	56	842	242
16% a.a.	- 210	- 190	70	43	1.488	244

Fonte: O autor.

Quando é inserida a garantia de demanda encontra-se outra característica que é pontuada pela teoria, porque com a inclusão de opções o projeto possui maior valor em vista do projeto sem opções. Como o VPL médio é o mesmo e um menor risco, o projeto acaba por ser mais interessante para a empresa privada. As reduções do risco do VPL podem ser verificadas no quadro 9.

Quadro 9 – Probabilidade de o VPL ser negativo de acordo com a volatilidade e inclusão ou não da garantia de demanda

Volatilidade	Sem Garantia	Com Garantia (10 primeiros anos)
4% a.a.	1,20%	0,80%
8% a.a.	14,40%	10,50%
12% a.a.	26,40%	22,30%
16% a.a.	35,10%	31,20%

Fonte: O autor.

A inclusão da garantia de demanda provoca uma redução no risco para a empresa prestadora e ela consegue ter um entendimento de que somado ao fato do VPL ser positivo, na média, a probabilidade de este mesmo projeto ter um prejuízo se torna menor. Esses dois fatos combinados acabam por deixar o projeto mais interessante para o parceiro privado.

Na hipótese de expandir a garantia, o risco de o VPL ser negativo se reduz mais ainda em relação ao caso sem a expansão, conforme observado no quadro 10.

¹ Valor dos limites em milhões de reais.

* VPL ser praticamente igual a zero, pois pode haver, mesmo que pequena, uma chance de ser menor que zero.

Quadro 10 - Probabilidade de o VPL ser negativo de acordo com a volatilidade e inclusão ou não da garantia de demanda para 10 e 25 anos

Volatilidade	Sem Garantia	Com Garantia (10 primeiros anos)	Com Garantia (25 anos)
4% a.a.	1,20%	0,80%	0,20%
8% a.a.	14,40%	10,50%	5,10%
12% a.a.	26,40%	22,30%	13,70%
16% a.a.	35,10%	31,20%	22,4%

Fonte: O autor.

A análise para o parceiro público indica que é previsto o desembolso de aproximadamente R\$ 790,6 milhões. O ponto a se destacar na análise que envolveu o parceiro público é que com a inclusão do modelo de licitação em parceria público privada foi possível transferir para o parceiro privado um custo de R\$ 742,7 milhões, o que se representa uma economia de praticamente metade dos custos da implantação e operação do VLT na cidade do Rio de Janeiro.

* VPL ser praticamente igual a zero, pois pode haver, mesmo que pequena, uma chance de ser menor que zero.

7. Conclusões

7.1 Considerações finais

Nesta pesquisa foi analisado o projeto em regime de Parceria Público-Privada para realização de obras de infraestrutura e operação dos trens que constituem o VLT Carioca na zona portuária da cidade do Rio de Janeiro com o objetivo de determinar o quanto o consórcio esperava obter de retorno, quais os riscos do projeto não dar um retorno positivo e analisar o impacto dos incentivos governamentais para o parceiro privado e os custos para o parceiro público.

O consórcio VLT Carioca teria como entradas de capital a receita proveniente do transporte de passageiros, receitas alternativas e um aporte público para auxiliar no investimento em material rodante. Além disso, o parceiro privado contava com um valor de aproximadamente R\$ 6 milhões mensais de contraprestação pecuniária e garantia de demanda oferecida pela Prefeitura, a qual estaria disposta, para os primeiros dez anos de concessão, a compartilhar o risco de o tráfego futuro de passageiros ser menor que o previsto. Esse modelo de garantia pode ser caracterizado como opções para a concedente de tal forma que a determinação de seu valor não pode ser encontrada utilizando os métodos tradicionais de avaliação e por isso foi utilizadas na pesquisa a metodologia de opções reais.

Para a realização da pesquisa o ponto a se destacar é o quanto a informação sobre a volatilidade é importante. Enquanto a análise pela volatilidade de 4% forneceu uma probabilidade de o VPL ser negativo de 1%, a volatilidade de 16% resultou na probabilidade de 36%. Por isso a principal limitação do trabalho se deu por não possuir a série histórica, já que o impacto da volatilidade é significativo para a precisão do estudo.

7.2 Respostas às questões da pesquisa

Respondendo a primeira pergunta sobre o retorno para vencedor da licitação, este teria uma taxa interna de retorno por volta de 14,1%. Em valores absolutos o consórcio VLT Carioca investiu, inicialmente em torno de R\$ 675 milhões e teria como perspectiva de receber aproximadamente R\$ 70 milhões.

O impacto dos benefícios concedidos pelo Governo, os resultados encontrados utilizando a metodologia do FCD foi que o projeto gerou um VPL negativo na ordem de R\$ 164,0 milhões, sem a consideração da contraprestação mensal e um VPL de R\$ 70,1 milhões positivos quando incluída a contraprestação.

Com a aplicação de processos estocásticos nota-se que a contraprestação pecuniária mensal e a garantia de demanda são significantes para a redução do risco e aumento de retorno do projeto. A contraprestação pecuniária mensal reduz o risco do projeto em todas as volatilidades que foram aplicadas. Para a volatilidade de 4% a.a. a contraprestação reduziu o risco de 99,9% para 1,2%, na volatilidade de 8% a.a. reduziu de 98,0% para 14,4%, na volatilidade de 12% a.a. foi de 92,6% para 26,4% e por fim a volatilidade de 16% a.a. reduziu de 88,8% para 35,1%. Nesta primeira análise não foi considerado o limite superior de capacidade dos trens do VLT Carioca, todavia, mesmo com a inclusão do limite superior não houve distinção significativa para os resultados anteriores quanto à probabilidade de o projeto possuir o VPL negativo. O que ficou evidente é que o limite superior reduziu o retorno médio do projeto. Enquanto o VPL esperado estava sendo de R\$ 70 milhões independente da volatilidade da demanda, com a introdução do limite de capacidade o retorno médio se reduziu para R\$ 65 milhões na volatilidade de 8% a.a., para R\$ 56 milhões com 12% a.a. e para R\$ 43 milhões para a volatilidade de 16% a.a.

A inclusão do outro benefício do governo, a garantia de demanda, conseguiu oferecer uma redução ainda maior no risco para a concessionária. Para a volatilidade de 4% a.a. reduziu a probabilidade que era de 1,1% para 0,80%, na volatilidade de 8% a.a. reduziu de 14,4% para 10,5%, com a volatilidade de 12% a.a. foi de 26,4% para 22,3% e por fim na volatilidade de 16% a.a. foi de 35,1% para 31,2%. A inclusão da garantia foi um benefício que indica redução do risco e era mais um atrativo para empresas privadas que quisessem participar da licitação.

A segunda pergunta era referente ao custo do projeto para o Estado. A parceria proporcionou para o Governo uma economia de mais de R\$ 740 milhões, o que significa aproximadamente metade do custo de implantação.

Resumidamente, nos quadros 11, 12, 13 e 14 estão ilustradas as respostas para as questões da pesquisa.

Quadro 11 – Retorno para o grupo vencedor da licitação

Investimento parceiro privado	Ganho financeiro esperado	Taxa interna de retorno (TIR)
R\$ 656 milhões	R\$ 70 milhões	14,1%

Fonte: O autor.

Quadro 12 - Impacto da contraprestação pecuniária mensal no valor do retorno

Valor esperado Sem contraprestação	Valor esperado Com contraprestação	Impacto da contraprestação
- R\$164 milhões	R\$ 70 milhões	R\$ 234 milhões

Fonte: O autor.

Quadro 13 – Impacto da contraprestação pecuniária mensal no risco do VPL ser negativo

Volatilidade	Sem Contraprestação sem garantia	Com Contraprestação sem garantia	Com Contraprestação com garantia (10 anos)	Com Contraprestação com garantia (25 anos)
4% a.a.	99%*	1,2%	0,8%	0,2%
8% a.a.	98,2%	14,4%	10,5%	5,1%
12% a.a.	92,7%	26,4%	22,3%	13,7%
16% a.a.	88,2%	35,1%	31,2%	22,4%

Fonte: O autor.

Quadro 14 – Custo total para o Estado e a economia para o parceiro público em relação ao custo total

Custo total estimado para o Estado	Valor economizado ao realizar PPP	Economia percentual para o parceiro público
R\$ 790,6 milhões	R\$ 742,7 milhões	48,4%

Fonte: O autor.

7.3 Sugestões de estudos futuros

As modalidades de parceria público-privada têm relevado sua importância para o setor público e têm despertado interesse das empresas privadas, por isso se faz necessário realizar mais estudos sobre o tema. Por isso sugere-se: 1- Estudos voltados a analisar as possibilidades de garantias em PPP e poder entender os bônus e ônus de cada um. 2 – Comparar modelos de processos estocásticos a fim de entender o ganho que cada um pode contribuir de acordo com o projeto a ser licenciado. 3 – Desenvolvimento de uma pesquisa descritiva e aplicada para conseguir estimar a demanda de certos modais e contribuir para a academia com estas informações. 4 – Incluir na pesquisa sobre o VLT Carioca opção de abandono e opção de expansão. O quanto seria ganho e se valeria a pena a inclusão destas premissas ao projeto.

Referências bibliográficas

BERNARDES, F. F. et al. (2016). **Mobilidade urbana sustentável e inclusiva: proposta de implantação de VLT (Veículo Leve sobre Trilhos)**. (Dissertação de Mestrado) – Departamento de Geografia, UFU, Minas Gerais.

BLACK, F.; SCHOLES, M. (1973). **The pricing of options and corporate liabilities**. Journal of Political Economy 81 (May-June): 637-659.

BLANK, F. F. (2008). **Teoria de opções reais em project finance e parceria público-privada: Uma aplicação em concessões rodoviárias**. (Dissertação de Mestrado) – Departamento de Engenharia Industrial, PUC-Rio, Rio de Janeiro.

BORDEAUX-REGO, R. (2015). **Viabilidade econômico-financeira de projetos**. Editora FGV.

_____. et al. (2013). **Aplicação da teoria das opções reais na avaliação de um projeto de mineração**. Engevista, v. 16, n. 4, p. 298-312.

BORGES, L. F. X.; NEVES, C. (2005). **Parceria público-privada: riscos e mitigação de riscos em operações estruturadas de infra-estrutura**. Revista do BNDES, v. 12, n. 23, p. 73-118.

BRANDÃO, L. E. T. et al. (2012). **Incentivos governamentais em PPP: uma análise por opções reais**. RAE-Revista de Administração de Empresas, v. 52, n. 1.

BRANDÃO, L. E. T.; SARAIVA, E. (2008). **The option value of government guarantees in infrastructure projects**. Construction Management and Economics.

BRANDÃO, L. E. T. (2002). **Uma aplicação da teoria das Opções Reais em tempo discreto para avaliação de uma concessão rodoviária no Brasil**. (Tese de Doutorado) – Departamento de Engenharia Industrial, PUC – Rio, Rio de Janeiro.

BREALEY, R. A.; Myers, S. C.; Allen, F. (2008). **Princípios de Finanças Corporativas**. McGraw-Hill, 8ª edição, São Paulo.

CAMPOS, P. S. L. et al. (2016). **A adoção das parcerias público-privadas no Brasil: uma alternativa à insuficiência do modelo de concessão como forma de parceria entre o Estado e o setor privado**. (Trabalho de Conclusão de Curso) – Faculdade de Direito, UFF, Rio de Janeiro.

CCR. (2012). **Estudo Preliminar e Provisório de Implantação de Veículo Leve sobre Trilhos na Região Portuária e Centro de Rio de Janeiro**. Volume I - Tomo II - Projeto Funcional. Rio de Janeiro.

CHEN, H.; QIN, R.; LONG, S. (2012) **An Evaluation of Real Options Approach in Public-Private Partnerships**. In: IIE Annual Conference. Proceedings. Institute of Industrial Engineers-Publisher, p. 1.

CHEN, H.; QIN, R. (2011). **Real options as an incentive scheme for managing revenues in transportation infrastructure projects**. International Journal of Revenue Management, v. 6, n. 1-2, p. 77-101.

CHEN, H. (2010). **A Real Options Approach of Managing Public-Private Partnerships Projects under High Uncertainty**. In: IIE Annual Conference. Proceedings. Institute of Industrial Engineers-Publisher, p. 1.

CHEAH, C. Y. J.; LIU, J. (2005). **Real option evaluation of complex infrastructure projects: The case of Dabhol Power**. Journal of Financial Management of Property and Construction, v. 10, n. 1, p. 55-68.

DAMODARAN, A. (2002). **Finanças corporativas aplicadas: manual do usuário**. Bookman.

DIAS, M. A. G. (2005). **Opções Reais Híbridas com Aplicação em Petróleo**. 490 f. (Tese de Doutorado) - Departamento de Engenharia Industrial, PUC-RIO, Rio de Janeiro.

_____. (2015). **Análise de Investimentos com Opções Reais**. Editora Interciência. 1 edição. Rio de Janeiro.

_____. (2014). **Análise de Investimentos com Opções Reais**. Editora Interciência. 1 edição. Volume 1, Rio de Janeiro.

DIXIT, A.; PINDYCK, R. S. (1994). **Investment under Uncertainty**; Princeton, NJ, Princeton University Press, USA.

ELTON, E.; GRUBER, M.; BROWN, S.; GOETZMANN, W. (2012). **Moderna teoria de carteiras e análise de investimentos**. Elsevier Brasil, 8ª edição, São Paulo.

FERREIRA, A. (2010). **O projeto “Porto Maravilha” no Rio de Janeiro: inspiração em Barcelona e produção a serviço do capital?**. Biblio 3w: revista bibliográfica de geografia y ciencias sociales.

FRANCO, V. G. et al. (2007). **Parcerias público-privadas no Brasil: em busca de eficiência por meio da alocação de riscos**. (Dissertação de Mestrado) – Departamento de economia, PUC-SP, São Paulo.

GALDI, F. C.; TEIXEIRA, A. J. C.; LOPES, A. B. (2008). **Análise empírica de modelos de valuation no ambiente brasileiro: fluxo de caixa descontado versus modelo de Ohlson (RIV)**. Revista Contabilidade & Finanças, v. 19, n. 47, p. 31-43.

GRAHAM, J.; HARVEY, C. (2002). **How do CFOs make capital budgeting and capital structure decisions?**. Journal of applied corporate finance, v. 15, n. 1, p. 8-23.

GRIMSEY, D; LEWIS, M. (2004). **Public private partnerships: The worldwide revolution in infrastructure provision and project finance**. Edward Elgar Publishing.

JOSÉ, B. O. S.; JUNIOR, W. L. S.; BORDEAUX-RÊGO, R. (2010). **Análise de metodologias para avaliação de empresas: estudo aplicado ao caso da América latina logística**. Engevista, v. 12, n. 2.

LAGE, E. L. D. C. (2011). **Avaliação de Projetos de Shopping Center: Aplicação da Teoria de Opções Reais**. 101f. (Dissertação de Mestrado) – Departamento de Engenharia Industrial, PUC-RIO, Rio de Janeiro.

LEAL, F. et al. (2013). **O mercado de cruzeiros marítimos no Brasil: uma análise da demanda potencial no estado do Rio de Janeiro**. Revista Acadêmica Observatório de Inovação do Turismo, v. 7, n. 3.

LIMA, J. B. S; PAULA, L. M. A. M.; PAULA, R. C. (2005). **Entendendo a parceria Público-Privada no Brasil: Uma análise preliminar**. Revista do TCE-PE, v. 16, n. 16, p. 103-126.

MERTON, R. (1973). **The Theory of Rational Option Pricing**. Bell Journal of Economics and Management Science, V 4, 141-183.

MIRANDA, M. C. (2017). **Eletrificação do transporte de passageiros de média capacidade e avaliação do potencial para inserção de fontes alternativas**. (Dissertação de Mestrado) – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia, UFRJ, Rio de Janeiro.

MOTTA, M. W. V. O. (2013). **Veículo Leve sobre Trilhos: Considerações sobre os seus atributos como justificativa para a sua implantação**. 144 f. (Dissertação de Mestrado) - Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia, UFRJ, Rio de Janeiro.

PIMENTEL, L. D.; SANTOS, C. E. M.; JUNIOR, A. W.; SILVA, V. A.; BRUCKNER, C. H. (2007). **Estudo de viabilidade econômica na cultura da noz-macadâmia no Brasil**. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 29, n. 3, p. 500-507.

PINTO, Carlos de Lamare Bastian. (2009). **Modelagem de Opções Reais com Processos de Reversão à Média em Tempo Discreto: Uma Aplicação na Indústria Brasileira de Etanol**. (Tese de Doutorado) – Departamento de Administração, PUC-Rio, Rio de Janeiro.

PIOVEZAN, L. H. (1991). **Viagens ao Centro Velho de São Paulo**. CET – Companhia de Engenharia de Tráfego, São Paulo.

PORTO MARAVILHA. **Consórcio VLT Carioca Vence Licitação**. Disponível em: <<http://www.portomaravilha.com.br/noticiasdetalhe/4008>>. Acesso em: 11 de março de 2017.

PORTO MARAVILHA. **Porto Maravilha.** Disponível em: <<http://portomaravilha.com.br/portomaravilha>>. Acesso em: 11 de março de 2017.

PORTO MARAVILHA. **NOTÍCIAS: VLT CARIOCA É DO RIO.** Disponível em: <<http://portomaravilha.com.br/noticiasdetalhe/4543>>. Acesso em: 11 de março de 2017.

PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO SECRETARIA MUNICIPAL DA CASA CIVIL. **Veículo Leve Sobre Trilhos - VLT.** Disponível em: <<http://www.rio.rj.gov.br/web/secpar/vlt>>. Acesso em: 10 de março de 2017.

_____. (2012). **Contrato de Parceria Público-Privada – PPP Na Modalidade Concessão Patrocinada.** CVL N° 010008/2013, PROC: 01/003.116/2012.

_____. (2012). **Edital de Licitação para Contratação de Parceria Público-Privada – PPP Na Modalidade Concessão Patrocinada.** Proc: 01/003.116/2012.

REICH, M. R. (2002). **Public-private partnerships for public health.** Harvard Series On Population And International Health, p. 1-18.

RIBEIRO, S. K. (2006). **Novos Combustíveis.** E-papers, Rio de Janeiro.

ROSE, S. (1998). **Valuation of interacting real options in a tollroad infrastructure project.** The Quarterly Review of Economics and Finance, v. 38, n. 3, p. 711-723.

ROSS, S. A.; WESTERFIELD, R. W.; JAFFE, J. (2007). **Administração financeira.** Atlas 2. ed.- 7. Reimpr. São Paulo.

SANTOS, F. S. (2016). **Veículo Leve sobre Trilhos: simulação do impacto ambiental acústico em Brasília–DF.** (Dissertação de Mestrado) - UnB, Brasília.

SCHWARTZ, G.; CORBACHO, A.; FUNKE, K. (2008). **Public investment and public-private partnerships: addressing infrastructure challenges and managing fiscal risks.** Springer.

SCHWARTZ, E. S.; SMITH, J. E. (2000). **Short-term variations and long-term dynamics in commodity prices.** Management Science, V.7, n.46.

SCHWARTZ, E. S. (1998). **Valuing long-term commodity assets.** Journal of Energy Finance & Development, v. 3, n. 2, p. 85-99.

SILVA, R. I. (2016). **Um Modelo Geral para Tomada de Decisão sob Incerteza e Flexibilidade em Parcerias Público-Privadas.** (Tese de Doutorado) – Departamento de Administração, PUC-Rio, Rio de Janeiro.

TESTA, R. et al. (2016). **Giant reed as energy crop for Southern Italy: An economic feasibility study.** Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 58, p. 558-564.

TRIGEORGIS, L. (1996). **Real Options - Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation**; MIT Press, USA.

VALE, H. V. F. (2012). **Orçamentação, Custo e Estrutura de Capital: Teoria e Prática no Brasil**. (Dissertação de Mestrado) – Departamento de Engenharia de Produção, UFF, Rio de Janeiro.

VAZ, L. F. H. et al. (2014). **Transporte sobre trilhos no Brasil: uma perspectiva do material rodante**. BNDES Setorial, V.40, p. 235-281, Rio de Janeiro.

ANEXO

Figura 37 - Fluxo de caixa em formato MS Excel utilizado na pesquisa – exemplo do fluxo de caixa estático para ao concessionária

Tarifa Base (por passageiro) R\$ 1,98										
Valores em Reais	2013	2014	2015	2016	2017	2018		2036	2037	2038
FLUXO DE CAIXA PROJETO VLT CARIOCA	1	2	3	4	5	6	...	24	25	26
Demanda Edital/Simulada	0	0	0	42.559	68.940	69.630		83.287	84.120	84.961
RECEITA Tarifária	0	0	0	84.266	136.502	137.867		164.909	166.558	168.223
Receita Alternativa	0	0	0	4.213	6.825	6.893		8.245	8.328	8.411
Contraprestação Pecuniária Parcela A	0	0	0	71.512	71.512	71.512		71.512	71.512	35.756
Aporte Público	106.400	212.800	212.800							
(+) TOTAL RECEITAS VLT	106.400	212.800	212.800	159.992	214.839	216.272	...	244.667	246.398	212.391
Tributos sobre Receita Tarifária - 5,65%	0	0	0	4.761	7.712	7.789		9.317	9.411	9.505
Tributos sobre Receita Alternativa - 14,25%	0	0	0	600	973	982		1.175	1.187	1.199
Tributos sobre Contraprestação Parcela A - 5,65%	0	0	0	4.040	4.040	4.040		4.040	4.040	2.020
Tributos sobre Aporte público - 3,65%	3.884	7.767	7.767	0	0	0		0	0	0
(-) TOTAL TRIBUTOS SOBRE RECEITA	3.884	7.767	7.767	9.402	12.725	12.812	...	14.533	14.638	12.723
(=) RECEITA LÍQUIDA	102.516	205.033	205.033	150.590	202.114	203.460		230.134	231.760	199.667
(-) DESPESAS OPERACIONAIS	0	0	0	20.000	20.000	20.000		20.000	20.000	20.000
(-) CUSTOS OPERACIONAIS	0	0	0	20.000	20.000	20.000		20.000	20.000	20.000
(=) LUCRO OPERACIONAL	102.516	205.033	205.033	110.590	162.114	163.460	...	190.134	191.760	159.667
(-) INVESTIMENTOS	237.600	475.200	475.200	0	0	0		0	0	0
(-) IMPOSTO DE RENDA - 34%	0	0	0	37.601	55.119	55.576		64.645	65.199	54.287
(=) LUCRO LÍQUIDO	-135.084	-270.167	-270.167	72.989	106.995	107.884	...	125.488	126.562	105.380

TIR=	14,10%
VPL =	70.106
WACC =	12,38%

Fonte: o autor.