



Cristina Lubrano de Mendonça

**Teoria das opções Reais: Aplicação em
Parcerias Público-Privadas (PPP), um estudo
de caso em sistemas Metroviários**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação
em Engenharia de Produção da PUC-Rio como requisito
parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de
Produção.

Orientador: Prof. José Paulo Teixeira
Co-orientadora: Profa. Letícia de Almeida Costa

Rio de Janeiro
Janeiro de 2014



Cristina Lubrano de Mendonça

**Teoria das opções Reais: Aplicação em
Parcerias Público-Privadas (PPP), um estudo
de caso em sistemas Metroviários**

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. José Paulo Teixeira

Orientador

Departamento de Engenharia Industrial - PUC-Rio

Prof. Letícia de Almeida Costa

Co-orientadora

Departamento de Engenharia Industrial - PUC-Rio

Prof. Fabio Rodrigo Siqueira Batista

Departamento de Engenharia Industrial - PUC-Rio

Prof. Paulo Henrique Soto Costa

Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ

Prof. José Eugenio Leal

Coordenador Setorial do Centro Técnico Científico – PUC-Rio

Rio de Janeiro, 23 de janeiro de 2014

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

Cristina Lubrano de Mendonça

Graduou-se em Administração na UFRJ em 2008. Cursou especialização em Finanças Coppead-UFRJ em 2007. Trabalhou em empresas de Telecomunicações em setores de Finanças e Planejamento, atualmente trabalha em uma empresa de Engenharia atuando com Planejamento Financeiro de diversos projetos.

Ficha Catalográfica

Mendonça, Cristina Lubrano de

Teoria das opções Reais: Aplicação em Parcerias Público-Privadas (PPP), um estudo de caso em Sistemas Metroviários / Cristina Lubrano de Mendonça; Orientador: José Paulo Teixeira; Co-orientador: Letícia de Almeida Costa.– 2014.

85 f.; 30 cm

Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

Inclui bibliografia

1. Engenharia industrial – Teses. 2. Opções reais. 3. Parceria público-privada. 4. PPP 5. Metro. I. Teixeira, José Paulo. II. Costa, Letícia de Almeida. III. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Industrial. IV. Título.

CDD: 658.5

Ao meu grande herói, meu pai **Wilton Gualberto de Mendonça** (*in memorian*), meu mestre na arte de viver, a quem devo tudo sou, por seu grande incentivo a minha educação, conselhos, carinho e amor.

Ao meu tio **Dilson Toledo Gualberto** (*in memorian*), meu mestre na arte da alegria, pelos grandes exemplos de generosidade e por feito a minha infância mais feliz.

A dor de não poder estar com vocês, mistura-se com a felicidade de realizar um sonho do qual vocês sempre fizeram parte.

Agradecimentos

A Deus, que me deu oportunidade de cursar este mestrado, que ao longo dos anos colocou em minha vida pessoas especiais e sempre me deu forças para enfrentar todos os obstáculos.

Ao meu pai, Wilton (*in memorian*), a minha mãe guerreira Jorgina, aos meus irmãos, Guilherme e Débora, e minha sobrinha Amanda com muito carinho e apoio incondicional, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida.

Ao amor da minha vida, Rodolfo J. Matos que abdicou de muitas coisas ao longo destes três anos para que hoje pudéssemos realizar este sonho juntos, por todo amor, incentivo e paciência a mim dedicado.

Aos meus familiares, pelo amparo e carinho sempre demonstrados.

Ao mestre Marco Antonio Guimarães Dias pela ajuda na escolha do tema.

A mestre Letícia de Almeida Costa, pela ajuda na elaboração deste trabalho, bem como pelos conselhos sempre precisos.

As amigas Roberta, Syssa, Marianne, Caroline e Aline Tavares (*in memorian*) por tantos anos de amizade, por terem compartilhado tantos momentos ao meu lado.

Aos colegas de trabalho, em especial a Carlos Paiva pelo incentivo ao meus estudos.

A CAPES pelo auxílio concedido neste último ano de mestrado.

Por fim, a todos os funcionários, professores e colegas do DEI, em especial a Taciana, Milena e Katharine pelo companheirismo e amizade durante os anos do curso.

Resumo

Mendonça; Cristina Lubrano de; Teixeira, José Paulo (Orientador); Costa, Letícia de Almeida (Co-orientadora). **Teoria das opções Reais: Aplicação em Parcerias Público-Privadas (PPP), um estudo de caso em Sistemas Metroviários**. Rio de Janeiro, 2014, 85p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

A PPP (Parcerias Públicos-Privados) tem por objetivo viabilizar projetos de infraestrutura através da concessão de algum tipo de apoio governamental com garantias ou aportes de recursos, visando mitigar o risco do projeto tornando-o mais atrativo para o setor privado. Este estudo utiliza a metodologia de opções reais para modelar o impacto dos incentivos do governo no contrato de concessão sobre o valor do projeto. A análise de projeto sob esta ótica considera as flexibilidades específicas do projeto em estudo, tornando o projeto viável que antes poderia não ser atrativo ao investidor privado, em função das grandes incertezas existentes sobre a demanda prevista. Será realizado um estudo de caso baseado na Manifestação de Interesse da Iniciativa Privada – MIP 03/2012, que tem por objetivo o início da licitação de concessão ou PPP para a implantação, manutenção, e operação do serviço de transporte metroviário da LINHA 3 do Estado do Rio de Janeiro, entre os Municípios de Niterói e São Gonçalo.

Palavras-chave

Parcerias Públicos-Privada; PPP; Metro; Opções Reais.

Abstract

Mendonça; Cristina Lubrano de; Teixeira, José Paulo (Advisor); Costa, Letícia de Almeida (Co-advisor). **Real options theory: Application to Public-Private Partnerships (PPP), a case study in Subway Systems.** Rio de Janeiro, 2014. 85p. MSc Dissertation - Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The PPP (Public-Private Partnership) aims to facilitate infrastructure projects by granting some form of government support with guarantees or capital injections, to mitigate project risk by making it more attractive to the private sector. In this study, we will use the methodology of Real Options to model the impact of government incentives in the contract of concession on the value of the project. The analysis of the project by this point of view considers the specific flexibilities of the project being studied, making the project feasible which previously might not be attractive to the private investor, according to the major uncertainties about the expected demand. It will be done a study case based in the Expression of Interest from Private Initiative - MIP 03/2012 that has as objective the start of the bidding for concession or PPP for deployment, maintenance and operation of the Subway Systems service from Line 3 of Rio de Janeiro State, between the cities of Niterói and São Gonçalo.

Keywords

Public-Private Partnership; PPP; Subway; Real options.

Sumário

1. Introdução	12
1.1. Objetivos do Projeto	14
2. Histórico	15
2.1. Parceria Público-Privada (PPP)	15
2.2. Relevância das Parcerias Público-Privadas	18
2.3. Experiências e Projetos de PPP no Brasil	19
2.3.1. Projetos PPP – Federal	20
2.3.2. Projetos PPP – Estadual	21
2.4. Parceria Público-Privada em Sistemas Metroferroviários	26
2.5. Linha 3 – Metro RJ	28
2.5.1. MIP – Manifestação de Interesse da Iniciativa Privada nº 03/2012.....	30
3. Referencial Teórico.....	31
3.1. Teoria Tradicional de Análise de Investimentos: Fluxos de Caixa Descontado.....	31
3.2. Opções Reais.....	34
3.3. Mecanismos de Mitigação de Risco de Demanda	36
3.4. Teoria Tradicional <i>versus</i> Teoria de Opções Reais	37
3.5. Opções Reais em Parcerias Público-Privadas	40
3.6. Simulação de Monte Carlo (SMC)	42
3.7. Movimento Geométrico Browniano (MGB)	46
3.7.1. Simulações Reais versus Simulações Neutra ao Risco	46
4. Metodologia.....	49
4.1. Dados para Aplicação do Caso	50
4.1.1. Investimentos e Custos.....	51
4.1.2. Financiamento	52
4.1.3. Receita.....	52
4.1.4. Demanda Esperada.....	54
4.2. Fluxo de Caixa e Taxa Livre de Risco.....	56
4.3. Garantias da Demanda	58
4.4. Modelagem da Demanda	60
4.5. Modelagem das Opções	62
4.6. Simulação de Monte Carlo	63
4.6.1. Neutro ao Risco.....	64
4.7. Resultados.....	65
4.7.1. Análise do Projeto Sem Garantias.....	65
4.7.2. Projeto com Opções de Garantia de Demanda Mínima e Repasse por Demanda Máximo.....	66
4.8. Análise de sensibilidade.....	68
4.8.1. Análise de sensibilidade do VPL do esperado	68

5. Conclusão	70
6. Referências bibliográficas.....	72
7. Anexos	78

Lista de figuras

Figura 1 - Projeto das Estações da Linha 3 do Rio de Janeiro	29
Figura 2 - Neutro ao Risco x Simulação Real	47
Figura 3 - Tributação	54
Figura 4 – Fluxo de Caixa	57
Figura 5 - Distribuição triangular	61
Figura 6 - VPL Sem o uso de Garantias	65
Figura 7 - Demanda esperada com nível de Piso e Teto	66
Figura 8 - VPL Com o uso de Garantias	67

Lista de tabelas

Tabela 1 - Estimativa de Valores a serem gastos de acordo com a MIP de 03/2012	30
Tabela 2 - Estimativa de Valores a serem gastos de acordo com a MIP de 03/2012	51
Tabela 3 - Valores esperados para o tráfego a cada ano.....	55
Tabela 4 - Limitação da Capacidade de Demanda	56
Tabela 5 - Faixas de Mitigação.....	59
Tabela 6 - Distribuição Triangular	60
Tabela 7 - Análise de Sensibilidade – Anos de Mitigação de Risco	68
Tabela 8 - Análise de Sensibilidade – Alteração na Tarifa Sem Garantia	69
Tabela 9 - Análise de Sensibilidade – Alteração na Tarifa Com Garantia.....	69
Tabela 10 - Análise de Sensibilidade – Demanda Inicial Fixa.....	69

Introdução

As PPP (Parcerias Público-Privada) têm por objetivo viabilizar projetos de infraestrutura através da concessão de algum tipo de apoio governamental com garantias ou aportes de recursos, visando mitigar o risco do projeto tornando-o mais atrativo para o setor privado.

As PPP foram idealizadas início da década de 1990 na Inglaterra, as mesmas foram implementadas em diversos países como Portugal, Espanha, França, Irlanda, Austrália, África do Sul, Canadá, Estados Unidos, México, Chile, dentre outros. No curso desses anos a maior parte das experiências foi bem sucedida.

Neste estudo, será utilizada a metodologia de opções reais para avaliar o impacto dos incentivos do governo no contrato de concessão sobre o valor do projeto. A análise de projeto sob esta ótica considera as flexibilidades específicas do projeto em estudo, tornando o projeto viável que antes poderia não ser atrativo ao investidor privado, em função das grandes incertezas existentes sobre a demanda prevista.

Será realizado um estudo de caso baseado na Manifestação de Interesse da Iniciativa Privada – MIP 03/2012, que ainda não foi utilizado em nenhum outro estudo do tipo, esta MIP tem por objetivo o início da licitação de concessão ou PPP para a implantação, manutenção, e operação do serviço de transporte metroviário da linha 3 do Estado do Rio de Janeiro, entre os Municípios de Niterói e São Gonçalo.

A abordagem de opções reais para análise de projetos de Parceria Público-Privada tem sido bem extensa nos últimos anos conforme o relatado em artigos, como o de Brandão e Saraiva (2007), que propõe um modelo de valoração quantitativa de garantias governamentais em PPP por meio de metodologia de opções reais, já no artigo de Brandão e Saraiva (2008), se vê um modelo de opções para determinar o valor das garantias e se estabelece limites tanto para o risco do investidor privado quanto para o comprometimento financeiro do governo, aplicando o caso em uma concessão de rodovias. Em Brandão et al

(2012), além da modelagem do impacto dos incentivos governamentais analisa-se também a relação custo/benefício para o Estado nos modelos de mitigação de risco, e na dissertação de Blank (2008), se vê a aplicação de estruturas envolvendo *project finance* e PPP, destacando-se as concessões rodoviárias.

Uma das formas mais utilizadas para viabilizar a participação do setor privado em projetos de infraestrutura é a PPP, mas para que a entrada do ente privado neste tipo de projeto seja viabilizada, deve ser condicionada à mitigação de riscos que possam impossibilitar economicamente o projeto. Assim espera-se que o fluxo de caixa do projeto seja satisfatório para permitir um retorno adequado aos investidores.

Como o objetivo é fazer com que este tipo de mecanismo viabilize projetos de infraestrutura no longo prazo, acaba-se provendo benefícios e incentivos, por parte do setor público que por sua vez também tem interesse no rendimento do ente privado. Uma vez que se tem a adequada alocação riscos e o gerenciamento dos mesmos, e a influência que o risco de mercado tem neste tipo de projeto, para uma correta estimativa econômico-financeira do empreendimento o mesmo deve passar por critérios de opções reais.

A presente dissertação apresenta-se dividida em 7 capítulos. O capítulo 2 aborda as definições e os principais conceitos de PPP, a relevância do tema abordado, os riscos envolvidos e aplicação deste tipo de ação no Brasil e no mundo. Já no capítulo 3 é realizada uma revisão bibliográfica sobre as aplicações da Teoria de Opções Reais, Movimento Geométrico Browniano (MGB) e Simulação de Monte Carlo e as garantias de risco de tráfego. No capítulo 4 é apresentado um projeto hipotético baseado na MIP 03/2012, as premissas utilizadas no estudo de caso e os principais resultados encontrados na simulação realizada. Neste projeto é utilizado o princípio de neutralidade ao risco para opções envolvidas em avaliação de valores, garantia de tráfego mínimo e máximo, com repasse de receita. Serão realizadas as ponderações conclusivas do trabalho e recomendações para estudos futuros no capítulo 5. E finalmente, nos capítulos 6 e 7 serão expostos as referências bibliográficas e os apêndices.

1.1

Objetivos do Projeto

A utilidade deste tipo de estudo é permitir que tanto o governo como o setor privado desenvolvam uma maior análise crítica referente a sensibilidade do projeto perante suas variáveis, como melhor entendimento dos riscos, tarifas, tributações e custos envolvidos na concessão de garantias contratuais, e principalmente de quando elas se fazem indispensáveis ou não para a viabilidade de projetos de infraestrutura de interesse comum a sociedade. Já que para um determinado nível de redução de risco desejado para o projeto, a alternativa de menor custo para o Estado pode ser muitas vezes utilizar a garantia de demanda.

2

Histórico

2.1

Parceria Público-Privada (PPP)

Uma PPP é um contrato administrativo de concessão, nas modalidades patrocinada ou administrativa. A concessão patrocinada de serviços públicos ou de obras envolve a necessidade de complementação à tarifa cobrada do usuário com uma contraprestação do parceiro público ao parceiro privado. Na concessão administrativa a própria Administração Pública é a usuária do serviço prestado pelo parceiro privado.

De acordo com o Portal Brasil, a Parceria Público-Privada (PPP) é um contrato de prestação de obras ou serviços não inferior a R\$ 20 milhões, com duração mínima de 5 e no máximo 35 anos, firmado entre empresa privada e o governo federal, estadual ou municipal.¹

Difere ainda da lei de concessão comum pela forma de remuneração do parceiro privado. Na concessão comum, o pagamento é realizado com base nas tarifas cobradas dos usuários dos serviços concedidos. Já nas PPPs, o agente privado é remunerado exclusivamente pelo governo ou numa combinação de tarifas cobradas dos usuários dos serviços mais recursos públicos.

De acordo com a lei da PPP (11.079/2004), as parcerias podem ser de dois tipos:

Concessão Patrocinada: As tarifas cobradas dos usuários da concessão não são suficientes para pagar os investimentos feitos pelo parceiro privado. Assim, o poder público complementa a remuneração da empresa por meio de contribuições regulares, isto é, o pagamento do valor mais imposto e encargos.

¹ <http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2012/04/parceria-publico-privada-ppp> Consulta realizada em 17/08/13 as 14:22.

Concessão Administrativa: Quando não é possível ou conveniente cobrar do usuário pelo serviço de interesse público prestado pelo parceiro privado. Por isso, a remuneração da empresa é integralmente feita por pelo poder público.²

No setor federal, o Comitê Gestor da PPP (CGP) é quem ordena, autoriza e estabelece critérios para selecionar projetos da PPP. Integram o CGP representantes dos ministérios do Planejamento, Fazenda e Casa Civil. A partir daí, o Ministério do Planejamento passa a coordenar as Parecerias Público-Privada.

O pagamento da PPP ao sócio privado só é feito quando as obras e serviços firmados pelo contrato estiverem prontos. À medida que o serviço é prestado, é feita uma avaliação periódica, geralmente mensal, do desempenho do prestador de serviço, comparativamente aos padrões de desempenho estabelecidos em contrato.

Se cumpridos os padrões exigidos, o governo paga a contraprestação devida. Caso contrário, será feita dedução no pagamento, nos termos também previstos no contrato. Por exemplo, no caso da construção de uma estrada: se o contrato estabelecer que o desvio admitido no asfalto é de um metro e ao fazer a verificação o agente fiscalizador encontrar algo diferente do padrão definido, o pagamento será reduzido.

A lei 11.079/2004 da PPP possui algumas particularidades, tais como:

Obrigações (lei 11.079/2004):

- Penalidades aplicáveis ao governo e ao parceiro privado em caso de inadimplência, proporcional à gravidade cometida;
- Formas de remuneração e de atualização dos valores assumidos no contrato;
- Critérios para a avaliação do desempenho do parceiro privado;
- Apresentação, pelo parceiro privado, de garantias de execução suficientes para a realização da obra ou serviço.

² http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/111079.htm Consulta realizada em 17/08/13 as 15:00.

Objetivos (lei 11.079/2004):

- Delegação, total ou parcial, da prestação ou exploração de serviço público;
- Execução, ampliação ou reforma de obra, bens e equipamentos para a administração pública, desde que conjugada a manutenção, exploração e gestão pelo parceiro privado;
- Prestação de serviços à Administração Pública ou à comunidade;
- Exploração de marcas, patentes, bancos de dados, métodos e técnicas de gerenciamento e gestão.

Pressupostos, Requisitos e Condições (lei 11.079/2004):

- Efetivo interesse público e a prioridade da execução do serviço;
- Vantagem econômica e operacional da parceria para o Estado;
- Definição e aferição de indicadores de desempenho do ente privado;
- Viabilidade de obtenção de ganhos econômicos pelo parceiro privado na exploração do serviço;
- Compatibilidade com a lei orçamentária anual, a lei de diretrizes orçamentárias e o plano plurianual;
- Avaliação do impacto orçamentário-financeiro da parceria e a demonstração da origem de recursos para custeio.

Remuneração do Parceiro Privado - O contratado poderá ser remunerado por meio de (lei 11.079/2004):

- Tarifa cobrada do usuário;
- Recursos do Tesouro ou da entidade de Administração Indireta Estadual;
- Cessão de créditos não-tributários;
- Transferência de bens móveis e imóveis;
- Outorga de direitos sobre bens públicos dominicais;
- Cessão do direito de exploração comercial de bens públicos e outros de natureza imaterial, tais como marcas, patentes e banco de dados; títulos da dívida pública.

Limites (lei 11.079/2004):

A legislação federal estabeleceu um limite de 3% da Receita Corrente Líquida do exercício orçamentário com as despesas de caráter continuado derivadas das PPPs, que se superado sujeitará o ente federado ao não recebimento de transferências voluntárias ou concessão de garantia pela União.

Formalização de Parcerias (lei 11.079/2004):

Os contratos de parcerias serão regidos pelas normas gerais do regime de concessão e permissão de serviços públicos, de licitações e contratos administrativos, devendo os concorrentes privados demonstrarem capacidade técnica, econômica e financeira para a execução do projeto e constituir sociedade de propósito específico incumbida de implantar e gerir o projeto.

Prazos de Vigência (lei 11.079/2004):

Nos contratos de PPPs o prazo de vigência deve ser compatível com a amortização dos investimentos e não pode ser inferior a 5 (cinco) e nem superior a 35 (trinta e cinco) anos.

2.2

Relevância das Parcerias Público-Privadas

A partir das questões apontadas será demonstrada a relevância social dos investimentos em infraestrutura, além disso, será analisada a mitigação dos riscos envolvidos através do uso de garantias em PPPs.

Segundo Brandão e Saraiva (2007) a motivação primordial para uma PPP foi as restrições de natureza orçamentária, incluindo a redução do ônus fiscal para o governo e o acesso a capital para investimento.

O Estado não conta mais com as verbas necessárias para arcar com obras de infraestrutura, criando assim formas alternativas de captação de recursos. A implantação de políticas públicas de melhoria das condições sociais geram, por consequência, novos postos de trabalho, aumentam a arrecadação de impostos e desenvolvem a economia, com a ajuda do setor privado.

Brandão e Saraiva (2007) alegam ainda que economias como a brasileira oferecem um elevado grau de incerteza para realização de investimentos, sendo

que a incerteza da economia brasileira podia ser reduzida ou até eliminada pela presença direta ou indireta do governo, como compradoras da produção do projeto, garantindo a demanda, ou como fornecedoras, garantindo a oferta.

Os projetos de PPP geralmente tem por objeto a construção ou a implantação de portos, estradas, usinas geradoras de energia, ferrovias, saneamento, etc. Estes têm como característica comum a necessidade de constante expansão e onde há uma escassez de recursos financeiros.

A nível social a lei de PPP cria novas formas de investimento de capitais no país, muitas vezes capital estrangeiro. Também desenvolve regiões pela estrutura de grande porte do projeto, criando empregos diretos e indiretos, bem como a perspectiva de ampliação do comércio regional.

O Brasil, um país de dimensões continentais, apresenta características bem específicas de região para região. A lei das PPPs é uma lei federal, mas cada estado tem a possibilidade de criar sua própria lei de PPP, respeitando os limites dados pela lei federal e a completando da forma que melhor entender. Assim, faz-se necessário uma análise deste tipo de projeto mostrando benefícios e desvantagens dessa forma de contratação.

Um dos objetivos da PPP é viabilizar projetos de infraestrutura que não são atraentes para o setor privado devido à magnitude dos riscos envolvidos. Uma das formas de redução de risco é a concessão de garantias de demanda ou receita, estabelecendo assim um piso, onde o governo indeniza o investidor caso a receita fique abaixo do mínimo esperado. A valoração quantitativa de apoios governamentais é necessária para que o governo defina o nível de garantias para viabilidade econômico-financeira sem onerar por demais os cofres públicos.

Pelo fato da garantia alterar o risco do projeto, os métodos tradicionais de Fluxo de Caixa Descontado (FCD) não capturam a flexibilidade dos projetos, exigindo assim o uso de ferramentas de modelagem de opções.

2.3

Experiências e Projetos de PPP no Brasil

Os Estados podem elaborar suas próprias leis de PPP. Há diversos projetos pelo Brasil, desde ações nacionais até estaduais, como no Rio Grande Sul, Santa

Catarina, Piauí, São Paulo, Minas Gerais, Espírito Santo, Bahia, Sergipe e Pernambuco.

2.3.1

Projetos PPP – Federal

- Banco do Brasil e a Caixa Econômica Federal: Edital do Complexo Datacenter³

O Banco do Brasil e a Caixa Econômica Federal lançaram em 29/06/2009, o Edital do Complexo Datacenter. O Comitê Gestor das Parcerias Público-Privadas, coordenado pelo Ministério do Planejamento, aprovou a minuta do edital e do contrato por meio da Resolução n.º 01 de 2009. A PPP proposta para o Complexo Datacenter teve por objeto a prestação de serviços de gerenciamento, manutenção e operação da infraestrutura predial do complexo que deverá ser compartilhado pelas duas instituições dando maior segurança aos arquivos dos clientes e das duas instituições bancárias.

O Banco do Brasil e a Caixa Econômica Federal inauguraram o Complexo Datacenter Cidade Digital BB-Caixa, localizado no Parque Tecnológico Capital Digital, em Brasília (DF). Trata-se da primeira PPP na modalidade de Concessão Administrativa do Governo Federal.

O complexo tem o objetivo de garantir a continuidade e a expansão dos negócios do BB e da Caixa para os próximos 15 anos, além de reduzir os riscos operacionais e de seguir normativos internacionais que tratam de segurança em tecnologia da informação em bancos.

O investimento para a construção e instalação de todo o complexo foi de R\$ 322 milhões. As despesas de co-location (termo que se refere a espaços que abrigam, simultaneamente, computadores e redes de comunicação) para os próximos 15 anos são de aproximadamente R\$ 900 milhões.

³http://www.planejamento.gov.br/hotsites/ppp/conteudo/projetos/nacionais/projetos_Datacenter.html Exemplo retirado em consulta realizada em 17/08/13 as 16:20.

2.3.2

Projetos PPP – Estadual

- Sistema de Disposição Oceânica do Jaguaribe (Bahia)⁴

A modalidade de PPP escolhida para esse projeto foi a concessão administrativa. O prazo de concessão estimado é entre 15 e 20 anos. O projeto tem como garantias de pagamento recebíveis da EMBASA (Empresa Baiana de Águas e Saneamento S/A). A licitação para contratação de empresa para construção e operação do Sistema de Disposição Oceânica do Jaguaribe foi julgada pelo critério do menor valor da contraprestação a ser paga pela Contratante, precedida de etapa de qualificação de propostas técnicas.

Esta PPP tem como objetivos o aumento dos níveis de cobertura dos serviços de saneamento; melhoria das condições de saúde pública; recuperação da balneabilidade das praias; eliminação de 320 pontos de lançamentos de esgotos nas praias e recuperação de áreas degradadas.

A Bahia ainda tem projetos na área de saneamento, transporte (ferrovias e rodovias) e presídios.

- Construção do Hospital do Subúrbio em Salvador (BA)⁵

O Hospital do Subúrbio (HS), a primeira unidade hospitalar pública do Brasil viabilizada por meio de Parceria Público-Privada (PPP), iniciou dia 14/09/10 o atendimento à população baiana. A unidade, voltada para atendimentos de urgência e emergência, é operada pelo consórcio Prodal Saúde S.A., vencedor da licitação de Parceria Público-Privada (PPP), e conta com centro de bioimagem, raios X, tomógrafo, ultrassonografia, ressonância magnética e endoscopia, dentre outros.

A construção da unidade, realizada pelo Estado, exigiu o investimento de cerca de R\$ 54 milhões, sendo que, os investimentos iniciais pelo parceiro privado para equipar e iniciar os atendimentos foram de, aproximadamente, R\$ 36

⁴ http://www.sefaz.ba.gov.br/administracao/ppp/projeto_emissariosub.htm Exemplo retirado em consulta realizada em 17/08/13 as 16:20.

⁵ <http://www.slideshare.net/priromanopinheiro/apresentacao-ppp-hospital-do-subrbio-maio2010> Exemplo retirado em consulta realizada em 17/08/13 as 17:20.

milhões. O hospital beneficia cerca de um milhão de habitantes de todo o subúrbio, além da população de bairros como Valéria, Cajazeiras, Castelo Branco e Pau da Lima e municípios da Região Metropolitana de Salvador (RMS). Trata-se do primeiro projeto de PPP na área de saúde do Brasil. O leilão de concessão ocorreu em fevereiro na BOVESPA-SP (Bolsa de Valores de São Paulo), a assinatura do contrato se deu em maio e o início das operações da unidade hospitalar em setembro de 2010. Esta concessão administrativa consiste em equipar, mobiliar e operar a unidade hospitalar, incluindo os serviços médicos prestados.

O hospital, inicialmente com 298 leitos, sendo 30 em internação domiciliar, passou a contar com 373 leitos, sendo 60 em internação domiciliar, e se destina ao atendimento de alta complexidade para crianças e adultos, especificamente urgências e emergências clínicas, cirúrgicas e traumatológicas. Inclui, ainda, neurocirurgia e endoscopia digestiva. O prazo da concessão será de 10 (dez) anos e a remuneração da concessionária se dá unicamente através de contraprestação pública.

- MG-050 Primeira PPP de Minas Gerais (MG)⁶

O Projeto PPP da MG-050 prevê a recuperação, ampliação e manutenção da rodovia MG-050 durante os próximos vinte e cinco anos, que conta com uma extensão de 372 km, interligando a região metropolitana de Belo Horizonte à divisa com o Estado de São Paulo. Os investimentos previstos no projeto são da ordem de R\$ 650 milhões, sendo R\$ 320 milhões já para os primeiros cinco anos.

Está prevista a criação de seis praças de pedágio. Por se tratar de uma concessão patrocinada, além da receita do pedágio pago pelos usuários da via, o concessionário fará jus ao recebimento de uma contraprestação do estado, limitada a R\$ 35 milhões por ano.

⁶http://www.ppp.mg.gov.br/pppemminas/projetos-ppp/mg-050/rodovia-mg-050/view?set_language=pt-br Exemplo retirado em consulta realizada em 17/08/13 às 12:20.

• PPP Penitenciárias⁷

Este projeto consiste em Construção e Operação de Complexo Penitenciário na Região Metropolitana de Belo Horizonte em Parceria Público-Privada. Em linhas gerais, o setor privado terá autonomia para realizar adaptações no projeto arquitetônico especificado, construirá e operará os serviços de manutenção e de assistência ao detento. O Poder Público permanece responsável pelas atividades de segurança armada nas muralhas e pela segurança externa à unidade, bem como pela supervisão, controle e monitoramento de todas as atividades. O projeto prevê a disponibilização de três mil vagas prisionais por um prazo de vinte e cinco anos.

• Reforma no estádio do Mineirão, em Belo Horizonte⁸

Entregue oficialmente em 21 de dezembro de 2012, o Mineirão é o segundo estádio a ficar pronto para a Copa 2014. A nova arena manteve a fachada original tombada pelo Patrimônio Histórico, mas passou por um amplo processo de reforma e modernização que durou quase três anos.

De acordo com a Secretaria Extraordinária da Copa do Mundo (Secopa/MG), o projeto de reforma contemplou obras para aumentar a segurança e o conforto do torcedor, tais como: rebaixamento do campo, proporcionando aumento da visibilidade; novos vestiários; recuperação estrutural do estádio, criação de novos acessos à arena, entre outras ações. Para viabilizar a execução das obras de reforma e adequação do Complexo do Mineirão foi assinado um contrato de Parceria Público-Privada (PPP), na modalidade concessão administrativa, no dia 21/12/2010, com a empresa Minas Arena – Gestão de Instalações Esportivas S.A.

Importante ressaltar que uma das principais metas da obra de modernização do Mineirão é obter a certificação Leed (*Leadership in Energy and*

⁷<http://www.ppp.mg.gov.br/projetos-ppp/projetos-celebrados/complexo%20penal/noticias/projeto-ppp-no-sistema-penal-cerca-de-3000-vagas-prisionais> Exemplo retirado em consulta realizada em 17/08/13 as 11:20

⁸<http://www.portaltransparencia.gov.br/copa2014/cidades/execucao.seam;jsessionid=4F09364E5AD13384D254BC096191E069.portalcopa?empreendimento=1> Exemplo retirado em consulta realizada em 17/08/13 as 15:20

Environmental Design), que atesta o estádio como um empreendimento ambientalmente sustentável.

- Linha 4-Amarela: Metrô de São Paulo

A PPP tem por propósito a construção e exploração dos Serviços de Transporte de Passageiros da Linha 4 - Amarela do Metrô de São Paulo, mediante concessão patrocinada. Tem prazo de operação de 30 anos. O julgamento da licitação foi por meio de menor valor da contraprestação pecuniária.

A Linha 4-Amarela do metrô iniciou sua operação em maio de 2010, com a inauguração das estações Paulista e Faria Lima pelo governo do Estado de São Paulo, em parceria com a ViaQuatro. A primeira fase da linha já está concluída, com seis estações em operação: Butantã, Pinheiros, Faria Lima e Paulista, República e Luz.

Na segunda fase do projeto, serão mais cinco estações previstas para entrar em operação à partir de 2014: Higienópolis-Mackenzie, Oscar Freire, Fradique Coutinho, São Paulo-Morumbi e Vila Sônia. Quando estiver totalmente pronta, a Linha terá 12,8 quilômetros de extensão e 11 estações, ligando a região Luz, no centro de São Paulo, ao bairro de Vila Sônia, na zona sudoeste.⁹

A Linha 4-Amarela do metrô de São Paulo, operada pela concessionária ViaQuatro, foi escolhida como a melhor PPP - Parceria Público Privada - da América Latina e Caribe pelo IFC - Internacional Finance Corporation, entidade financeira ligada ao Banco Mundial.

O processo de seleção das PPPs envolveu mais de 130 projetos de diferentes setores dos mercados emergentes da atualidade em todos os continentes. Os finalistas foram selecionados por uma comissão composta por um grupo de especialistas focados na região do projeto. Para se chegar aos dez melhores de cada região, levou-se em conta critérios, como Inovação Financeira e Tecnológica, Visão de Desenvolvimento e Impacto Social sobre a população e o número de pessoas beneficiadas diretamente com a iniciativa. A Linha 4-Amarela foi a única no setor de transporte público.

⁹ <http://www.viaquatro.com.br/linha-4-amarela> Exemplo retirado em consulta realizada em 18/08/13 as 16:00.

Sobre a ViaQuatro - A concessionária tem seu capital social dividido da seguinte maneira: 58% são detidos pelo Grupo CCR, 30% pela Montgomery Participações S.A., 10% pela Mitsui & Co. Ltda, 1% pela RATP Developpement S.A. e 1% pela Benito Roggio Transporte S.A. Assinou em novembro de 2006 o primeiro contrato de Parceria Público-Privada com o governo do Estado de São Paulo, para operar e manter a Linha 4-Amarela do metrô. Cabe à concessionária adquirir os trens previstos no contrato (14 para a primeira fase e até 15 adicionais para a segunda), os sistemas de sinalização, centro de controle operacional e comunicação móvel.¹⁰

• Ponte e Sistema Viário do Projeto Praia do Paiva (PE)¹¹

O projeto tem por intenção a contratação da exploração – Operação e Manutenção, da Ponte de Acesso e Sistema Viário do Destino de Turismo e Lazer Praia do Paiva mediante Concessão Patrocinada, em conformidade com a Lei Federal nº 11.079/04, a Lei Estadual nº 12.765/05 e Lei Estadual nº 12.976/05. Tem a previsão de um prazo de 20 anos de concessão. Em sua totalidade, implicará no investimento privado da ordem R\$ 1,6 bilhão e será distribuído em duas etapas, sendo que na primeira etapa deverão ser investidos R\$ 407,6 milhões.

A infraestrutura urbana planejada objetivará a atração de um público de turismo internacional qualificado, assim como a ampliação da oferta residencial e de equipamentos de lazer e serviços para a população da Região Metropolitana de Recife. Trata-se, portanto, da implantação de um importante polo de desenvolvimento econômico metropolitano para o qual são esperados impactos positivos como a geração de novos empregos, maior arrecadação de tributos municipais e estaduais, preservação do ecossistema da região (desenvolvimento autossustentável).

Pernambuco ainda conta com estudos para implantação de sistema de saneamento básico da região metropolitana; sistema de saneamento básico do

¹⁰ <http://www.viaquatro.com.br/imprensa/noticias/linha-4-e-escolhida-melhor-ppp-da-america-latina?releaseid=12490> Exemplo retirado em consulta realizada em 18/08/13 as 16:00.

¹¹ <http://www2.ppp.segov.pe.gov.br/web/portal-ppp/projetos-ppp> Exemplo retirado em consulta realizada em 17/08/13 as 15:00.

projeto praia do Paiva; sistema de saneamento básico de Suape e duplicação da PE-60.

2.4

Parceria Público-Privada em Sistemas Metroferroviários

Em 2009 a Câmara dos Deputados divulgou um estudo de Silva (2009), a respeito das PPP em sistemas metroviários, nele encontram-se diversas informações relevantes ao tema desta dissertação.

Segundo Silva (2009), as duas últimas décadas do século passado foram assinaladas por mudanças econômicas mundiais que transformaram fortemente o Estado e a sociedade, com a prática de programas de reforma dirigidos para o mercado. Através da privatização de empresas estatais e transferência da prestação de serviços ao investidor privado e da modificação na tática de administração de ativos públicos, a influência do Estado na atividade econômica foi diminuída em boa parte dos países.

Unir o Estado e a iniciativa privada para viabilizar a implantação de projetos de infraestruturas por meio de parcerias público-privadas, brotou como uma possibilidade de efetivação de tais projetos, já que, particularmente, nenhum dos dois lados teria condições de bancar com a totalidade dos custos.

Neste tipo de parceria, geralmente o ente privado se compromete em projetar, financiar, construir e operar um projeto de interesse público e partilha o risco com o Estado. Após a conclusão do empreendimento, a parceira privada faz prestação dos serviços derivada da realização dessa iniciativa, por meio de um contrato de longo prazo, fazendo jus a um pagamento periódico.

Nas PPPs, o setor público concede a um operador privado o direito de prover um determinado serviço público por um período de tempo acordado, distinto das privatizações onde há venda de ativos para as empresas privadas.

A empresa ou o consórcio ganhador na maioria das vezes assume a responsabilidade pelo projeto com uma estrutura de alocação de riscos otimizadora dos recursos financeiros investidos repartindo assim possíveis riscos. A PPP tem por um dos objetivos diminuir os gastos orçamentários com investimento por parte do setor público, decompondo um gasto de capital,

centralizado no início do projeto, em uma despesa de manutenção, abatida ao longo da vida do projeto.

No início da década de 1990 foram idealizada na Inglaterra as parcerias público-privadas, as mesmas foram implementadas em diversos países como Portugal, Espanha, França, Irlanda, Austrália, África do Sul, Canadá, Estados Unidos, México, Chile, dentre outros. No curso desses anos a maior parte das experiências foi bem sucedida, mas foram apurados algumas falhas no cenário internacional.

Pode-se definir a parceira público-privada como acordo celebrado entre um ente federal e um investidor privado que tem por objetivo a implantação de um serviço de infraestrutura e gestão de serviços públicos, dividindo os riscos e ganhos, com remuneração total ou parcial arcada pelo poder público.

Deverão ser obedecidas as seguintes diretrizes na contratação de parceria público-privada de acordo com a legislação:

- Eficiência na implementação das incumbências do Estado e na aplicação dos recursos da sociedade;
- Respeito aos interesses e direitos dos usuários dos serviços e dos entes privados;
- Indelegabilidade das funções de regulação, do exercício do poder de polícia e de outras atividades exclusivas do Estado;
- Responsabilidade fiscal na celebração e execução das parcerias;
- Transparência dos procedimentos e das decisões;
- Repartição objetiva de riscos entre as partes;
- Sustentabilidade financeira e vantagens sócio-econômicas dos projetos de parceria.

Uma questão importante a ser encarada pelos projetos que tem por base as parcerias público-privadas é mapeamento e repartição dos riscos do negócio. Por isso, o Estado deve verificar os diversos tipos de riscos em que o projeto estará submetido, deliberando quais necessitam ser aceitos por cada um dos envolvidos, e quais precisam ser partilhados. Pode-se citar entre os riscos mais comuns o risco político, em função dos extensos prazos dos contratos e da inconstância do

ambiente político que o projeto estará sujeito em sua duração. Em razão das constantes mudanças no que tange a renovação tecnológica em algumas áreas, pode-se citar também o risco tecnológico, temos igualmente o risco de receita, se consideramos a uma possível queda da demanda ou inadimplência por parte dos usuários ou ainda o risco cambial, dada por uma depreciação da moeda local de forma inesperada, e por fim, o risco ambiental, que pode ser gerado em função de problemas causados ao meio ambiente.

2.5

Linha 3 – Metro RJ

A linha 3 do metro do Estado do Rio de Janeiro, conhecida também como linha Azul, ligará os municípios de Niterói, São Gonçalo e Itaboraí.

O projeto que está sendo discutido atualmente irá da estação Arariboia até Guaxindiba em São Gonçalo. O trecho de Guaxindiba até Itaboraí dependerá de acordo do Governo do Estado com a Petrobras, que investe no Polo Petroquímico de Itaboraí (COMPERJ), porém as discussões estão paralisadas. A previsão seria de que a obra fosse iniciada até o final de 2011 e concluída em 2014 porém foi postergada e a nova data de entrega será em 2016. O Governador do Estado foi recentemente a Brasília (08/07/2013) pedir recursos para o Governo Federal. No dia 11/09/13, em evento realizado no Clube Mauá em São Gonçalo, a presidente Dilma Rousseff anunciou a liberação recursos para a construção da Linha 3 do metro.

O percurso total terá 37,2 quilômetros e 16 estações, sendo dividido em dois trechos: um ligará Niterói a São Gonçalo, e outro até Itaboraí, com uma parte feita por rodovia. A primeira fase será a ligação da Estação Arariboia, no município de Niterói, até a Estação de Guaxindiba, no município de São Gonçalo. Até a Estação Alcântara, será toda elevada, já a segunda fase, será a expansão da linha até o município de Itaboraí com parceria com a Petrobras, para o acesso até o COMPERJ e com duas estações (Itambi e Visconde de Itaboraí). A primeira estação, a Arariboia, no centro de Niterói, terá cerca de vinte e quatro mil metros quadrados e vai integrar barcas, metrô e ônibus, tornando-se a maior estação intermodal do Brasil e a primeira a integrar uma estação hidroviária. A terceira

estação do percurso, Barreto, será erguida na velha estação ferroviária, que será revitalizada, como pode ser observada na figura 1.¹²

Esta linha será construída aproveitando a leito da Linha Niterói, recentemente houve uma alteração no projeto que agora esta sendo avaliado pelo TCU (Tribunal de Contas da União).

A área técnica trabalha nos detalhes do novo processo de escolha da empresa que será encarregada da construção. O governo resolveu criar uma PPP (Parceria Público Privada) para a obra.

Estações



Figura 1: Projeto das Estações da Linha 3 do Rio de Janeiro

Fonte: http://pt.wikipedia.org/wiki/Linha_3_do_Metr%C3%B4_do_Rio_de_Janeiro

¹²http://pt.wikipedia.org/wiki/Linha_3_do_Metr%C3%B4_do_Rio_de_Janeiro#Hist.C3.B3rico
consulta realizada em 20/08/13 as 19:00.

2.5.1

MIP – Manifestação de Interesse da Iniciativa Privada nº 03/2012

Manifestação de Interesse da Iniciativa Privada nº 03/2012 é referente ao projeto que se pretende desenvolver refere-se à concessão ou Parceria Público-Privada para implantação, manutenção e operação do serviço de transporte metroviário de passageiros e reversão ao final para o Estado do Rio de Janeiro do trecho denominado Linha 03 do Metrô do Rio de Janeiro, ligando a Praça Araribóia, em Niterói, até a localidade de Guaxindiba, na cidade de São Gonçalo, próximo à BR 101, com extensão estimada de via de 23km.

Tabela 1: Estimativa de Valores a serem gastos de acordo com a MIP de 03/2012

LIGAÇÃO METROVIÁRIA NITERÓI E SÃO GONÇALO

ITEM	DESCRIÇÃO	TRECHO ARARIBOIA - GUAXINDIBA	ÍNDICE REAJUST. OUT.99 A JAN/12 (IGPM)	VALOR REAJUSTADO P/ JAN/12 (R\$ X 1.000)
		VALOR OUT.1999 ((R\$ X 1.000))		
1.0	MATERIAL RODANTE	190.080	2,816533	535.367
2.0	SISTEMAS			
2.1	ENERGIA	140.718		396.337
2.2	OPERACIONAIS	79.668		224.388
2.3	AUXILIARES	27.801		78.302
3.0	PRÉ-OPERAÇÃO	36.746		103.496
SUB-TOTAL		475.013		1.337.890
4.0	OBRAS, INSTALAÇÕES E OUTROS			1.734.288
TOTAL				3.072.178

Fonte: MIP Secretaria de obras do Estado do Rio de Janeiro

3

Referencial Teórico

3.1

Teoria Tradicional de Análise de Investimentos: Fluxos de Caixa Descontado

A avaliação por Fluxo de Caixa Descontado (FCD) se baseia no fato que o valor de um negócio depende dos rendimentos futuros que ele irá proporcionar, descontados para o presente através do emprego de uma taxa de desconto adequada, a qual reflita os riscos inerentes aos fluxos estimados.

O Fluxo de Caixa Descontado é preferido em situações em que um maior grau de análise e detalhamento das informações da empresa é exigido. A complexidade do Fluxo de Caixa Descontado surge no momento em que se deve estimar o fluxo de caixa futuro baseando-se em um comportamento de economia como um todo. Sendo que os erros na previsão de variáveis podem influenciar o fluxo de caixa da empresa e afetar o resultado obtido.

Segundo Damodaran (1997), a subjetividade envolvida no processo de avaliação é uma das maiores dificuldades de mensuração do valor de um ativo e “quaisquer concepções ou preconceitos que o analista trazer para o processo de avaliação acabarão por se incorporar ao valor”. Deste modo, é imprescindível que o avaliador se abstenha o máximo possível de influenciar as informações abordadas na constituição do modelo de avaliação, a fim de minimizar o risco de incertezas.

No método de FDC, de acordo com Damodaran (1997), estão congregados quatro princípios gerais fundamentais que formam um critério ótimo de decisão de investimento: a avaliação do investimento é baseada nos fluxos de caixa de natureza operacional; absorve as preferências do investidor com relação a risco-retorno; o risco é incorporado na avaliação do investimento e o valor presente do ativo fundamentado na taxa de desconto apropriada a remunerar os proprietários de capital é identificado na decisão.

Copeland et al. (2000), apresentam cinco etapas para a avaliação de empresas de acordo com o método de FCD: analisar o desempenho histórico; projetar o desempenho futuro e o correspondente fluxo de caixa; estimar o custo de capital; estimar o valor da perpetuidade; calcular e interpretar os resultados.

i) Analisar o Desempenho Histórico

A primeira etapa para avaliar uma empresa é analisar seu desempenho histórico, para o desenvolvimento de projeções sensatas sobre o comportamento futuro é importante uma noção real do desempenho da empresa no passado. Nesta fase é essencial fazer um ajuste na demonstração de resultados, destacando o FDC da empresa e do proprietário.

Alguns aspectos macroeconômicos como o estudo de dados sobre o setor; identificação dos principais concorrentes, fornecedores e clientes, além das barreiras de entrada e vantagens competitivas e microeconômicos como entendimento da estrutura de capital e governança corporativa; análise de demonstrativos financeiros, leitura e entendimento dos principais contratos, devem ser analisados nessa fase do fluxo de caixa.

ii) Projeção da Performance Futura

O início da projeção da performance futura se dá através da reavaliação dos principais fatores de influência identificados durante a análise histórica, buscando relacionar as perspectivas macro e micro econômicas.

Após essa reavaliação devem-se seguir alguns dos principais passos para projeção: primeiramente a determinação do período de projeção; seguida pela observação e introdução de dados macroeconômicos e setoriais; modelagem da linha de receita e impostos; projeção dos custos variáveis e fixos; determinação do capital de giro, custo de investimento (CAPEX) e eventuais ajustes e o fechamento do Demonstrativo de Resultado do Exercício (DRE), Balanço e Fluxo de Caixa.

Em seguida, deve-se checar se as projeções estão razoáveis através da análise vertical e horizontal dos dados obtidos. A partir destas informações,

desenvolvem-se cenários alternativos para essas projeções e análise de sensibilidade.

iii) Estimar o custo de capital

Estruturado e difundido por Modigliani e Miller (1958), o Custo Médio Ponderado de Capital (CMPC) leva em consideração a estrutura de capital da empresa no cálculo do custo de capital. O custo de capital de uma empresa deve ser calculado como uma média ponderada dos custos de capital próprio e de terceiros. Entende-se por capital próprio o patrimônio líquido da empresa e por capital de terceiros as dívidas.

A inclusão do benefício fiscal (alíquota do imposto de renda) reduz o CMPC proporcionalmente à relação capital de terceiros sobre valor da empresa.

Através da ponderação dos custos de capitais de terceiros (K_i) e próprio (K_e) com as respectivas participações no total do capital (passivo e patrimônio líquido), se obtém o custo de oportunidade da empresa. Gerar-se o K_i através da ponderação do custo das diversas dívidas onerosas, descontado o benefício fiscal. Para o cálculo do K_e será adotado como alternativa o CAPM (*Capital Asset Pricing Model*) (Damodaran; 1997).

iv) Estimar o Valor da Perpetuidade ou Valor Terminal

A quarta etapa é estimar o valor da perpetuidade que é o valor dos fluxos de uma empresa além do período de projeção explícita.

O cálculo do valor da perpetuidade elimina a necessidade de se prever em detalhes os fluxos de caixa de uma empresa por um período excessivamente longo. Pode-se calcular com base na média dos últimos três anos e incrementado pela expectativa de crescimento (g). Finalmente, a quinta etapa do processo de avaliação envolve calcular e testar o valor da empresa e depois interpretar os resultados em relação ao contexto da decisão.

O valor operacional da empresa representará o resultado da soma de todos os valores presentes dos fluxos de caixa livres anuais com o valor presente do valor terminal, considerando-se o CMPC como o custo de capital.

Segundo Blank (2008) é essencial para análise de opções reais a compreensão do VPL, pois nos dois casos são avaliados fluxos de caixa descontados a valor presente, mas o aspecto por meio meramente do VPL sem avaliar a presença de possíveis opções não contempla o valor das flexibilidades envolvidas em uma oportunidade de investimento. O valor das flexibilidades é princípio da Teoria de Opções Reais.

3.2

Opções Reais

Objetivando uma boa avaliação, que tenha a capacidade de maximizar seu retorno, é importante o conhecimento das oportunidades embutidas na avaliação, de tal forma que o administrador possa saber quando e qual será a melhor decisão a ser tomada. Uma nova forma de avaliar que assessora os executivos a analisar e escolher suas opções estratégicas e as oportunidades futuras que são criadas pelos investimentos de hoje, são as opções reais.

Segundo Barbedo (2005), afirma que uma opção é um direito, sem obrigação de realizar-se no futuro. Opções podem se tornar preciosas para as corporações por serem direitos que serão exercidos somente se forem vantajosos. Já de acordo com Copeland (2003), “Uma opção é o direito, mas não a obrigação, de tomar uma ação (adiar, expandir, contratar ou abandonar) a um custo predeterminado chamado preço de exercício, durante um determinado período de tempo”.

Uma opção real é a flexibilidade que um gerente tem para tomar decisões a respeito de ativos reais. Ao passo que novas informações vão surgindo e as incertezas sobre o fluxo de caixa vão se revelando, os administradores podem tomar decisões que venham a influenciar positivamente o valor final de um projeto (Dixit e Pindyck, 1994 apud Santos, 2001). O impacto de uma avaliação sobre as oportunidades futuras de uma empresa pode não ser estimado em uma aplicação da metodologia de FDC, sendo necessário o uso do cálculo de preço de opções para atribuir um valor mais adequado.

Segundo Luerhrman (1998), Quigg (1993) e Majd e Pindyck (1987) apud Santos (2001 A), um dos fatores que influencia profundamente nas decisões de investimento em ativos reais é o tempo. O panorama do mercado pode vir a se

modificar por vários motivos em virtude de ser um investimento que retorna um fluxo de caixa futuro, que é afetado pelas incertezas do mercado (demanda, custos de matéria-prima, preço de venda, etc) e pelas decisões a serem adotadas pelos concorrentes futuramente. Uma organização necessita estimar estes fatores para se tomar uma decisão hoje. Os métodos de avaliação de investimento que analisam as decisões gerenciais devem ser capazes de lidar com as contingências futuras. Deve-se dar maior preferência às decisões que possuem uma maior flexibilidade administrativa frente às incertezas do mercado.

A abordagem das opções para o orçamento de capital tem o potencial de conceitualizar e ainda quantificar o valor das opções de uma administração ativa. Este valor é manifesto como uma coleção de opções reais (*call* ou *put*) embutidas nas oportunidades de investimento de capital, tendo como ativo subjacente o valor do fluxo de caixa esperado pela operação do projeto. Muitas destas opções ocorrem naturalmente como por contratos, paradas ou abandono, enquanto outras podem ser planejadas ou construídas a um custo extra, por exemplo, a expansão de novas capacidades ou construir opções de crescimento escolha entre alternativos (*inputs* e *outputs*) (Santos e Pamplona, 2001A).

O grande desafio de se avaliar a abordagem das opções nas estratégias assenta-se na exposição do vasto número de opções que pode existir, diferenciando umas das outras e escolhendo aquela de maior valor. Diversos são os tipos possíveis de opções, algum deles são: abandono, expansão, adquirir, adiamento, mudança de uso (*inputs* e *outputs*), de crescimento escalonamento (*time-to-build option*), deferimento de um investimento, contração e parada de operação (*shut down*).

A teoria de opções reais não deve ser aplicada na análise de todo e qualquer investimento, pois possui premissas básicas para sua utilização como a opção de aguardar ao invés de ser obrigado a investir na ocasião ou jamais investir (*timing*); irreversibilidade do investimento; e a incerteza. Sendo que a incerteza é admitida em qualquer tomada de decisão de investimento real, mas quanto maior é a incerteza, os resultados da teoria de opções reais serão mais acentuados.

Com os métodos tradicionais pode-se estar subestimando uma avaliação por se limitar oportunidades futuras e, em alguns casos, estes métodos podem apresentar um VPL mais baixo do que o valor real com o uso de opções. Portanto,

a análise de opções pode ser um importante complemento para os demais métodos.

3.3

Mecanismos de Mitigação de Risco de Demanda

Conforme Brandão e Saraiva (2007), para a alocação ótima de riscos deve-se almejar que a iniciativa privada só admita adquirir o risco com que pode assumir. A gestão ótima de um projeto é aquela que distribui os riscos para a parte que pode mitiga-lo e possui capacidade e incentivo para lidar com ele.

Por abranger serviços considerados essenciais pela sociedade, projetos privados de infraestrutura são submetidos a grande regulação governamental, exigem também grandes investimentos que exclusivamente podem ser readquiridos no longo prazo e são ofertados de forma monopolista.

Em função de um maior grau de incerteza, o investidor tende a descontar os fluxos de caixa futuros a uma taxa maior, diminuindo o valor presente do ativo.

Visando aliviar esses riscos, repetidas vezes os investidores privados exigem determinada garantia governamental com o objetivo de transferir uma parcela dos riscos para o poder público. Raramente, o valor dessas opções é levado em importância ou incluído nas análises de viabilidade econômicas dos projetos de forma adequada em função às restrições das metodologias tradicionais (FCD e VPL).

São vários os mecanismos de mitigação de risco de tráfego que podem ser dispostos segundo três critérios: a variável de acompanhamento usada para medir a mitigação deste risco (tráfego, a receita, ou taxa interna de retorno (TIR)); a alocação deste risco entre as partes, envolvendo limites mínimos e/ou máximos destas variáveis; e a forma de compensação adotada, que pode ser um subsídio do governo, uma mudança do pedágio cobrado ou ainda uma alteração no prazo do contrato (Vassalo, 2006 apud Blank, 2008).

3.4

Teoria Tradicional *versus* Teoria de Opções Reais

O risco do projeto pode ser mitigado por meio de alguma garantia como o pagamento de contraprestações, garantias de demanda, taxa de câmbio e de retorno do investimento. Em contratos de PPP utiliza-se muito a garantia de demanda, onde a demanda não pode ser inferior a um patamar determinado contratualmente.

Os métodos tradicionais de análise de projetos não são capazes de captar a redução do risco, pois não há como saber antes da realização a taxa de desconto que mensure esta redução. O FCD ignora o valor da oportunidade de se alterar a estratégia operacional de um projeto em resposta a alterações nas condições de mercado.

A Teoria de Opções Reais utiliza opções sobre ativos reais, o que possibilita captar o valor das flexibilidades existentes em diversas classes de projeto, pois ignorar as flexibilidades contidas nas garantias pode gerar a subavaliação do projeto. As garantias são um modo de prover ao Estado maior flexibilidade gerencial sobre os projetos que envolvem por exemplo PPPs.

As decisões de investimento apresentam três principais características, a irreversibilidade, a incerteza e possibilidade de adiar o investimento (timing), por isso, para tomar qualquer tipo de decisão os investidores ponderam essas características e as suas interações, uma vez que, a utilização de opções é uma tentativa de modelar tais decisões dos investidores, deve-se realizar uma análise mais cautelosa destas características (Dixit e Pindyck, 1994).

Segundo Meirelles (2002) a irreversibilidade pode ser parcial ou total. Pode-se elucidar que depois de realizado um investimento, caso haja uma reconsideração da decisão, não há possibilidade de reaver todo ou a maior parte do investimento realizado. Investimentos particulares de uma firma, como capital investido em campanhas publicitárias, são irrecuperáveis, porém, se estiver falando de equipamentos que podem ser empregados em outras firmas, como microcomputadores e automóveis pode-se recuperar parte do dinheiro investido. Mas vale ressaltar, que o mercado de equipamentos usados paga valores abaixo daqueles que poderiam ser considerados justos, devido ao efeito da assimetria de informações entre comprador e vendedor. Assim, a maior parte do custo de

investimento é um custo afundado (*sunk cost*). A irreversibilidade do investimento é um elemento que acarreta custos de oportunidade na decisão desenvolver um projeto, de modo que deve ser adequadamente incorporado em uma avaliação.

A possibilidade de adiamento do investimento nem sempre existe para as empresas, pois em determinadas ocasiões, considerações estratégicas podem levar as firmas a antecipação de investimentos, visando inibir o desenvolvimento dos concorrentes efetivos ou a abertura de caminhos para competidores potenciais.

O “timing” consente ao gestor do projeto ou firma a possibilidade de examinar o desenvolvimento dos futuros eventos e permite evitar erros de custo elevado, caso venha ocorrer cenários adversos. Ainda assim, caso os eventos posteriores caminhem para um cenário mais propício ao investimento, a espera permite efetivar o projeto em condições mais proveitosas, com uma maior rentabilidade (Dias, 1996).

A incerteza sobre o futuro afeta os valores do projeto e a própria decisão de investir, uma vez que pode estar atrelada a outras variáveis, como preço e demanda, custo de matéria prima e taxa de juros. Segundo Dias (1996), as incertezas podem ser de natureza econômica ou técnica, a primeira está relacionada aos movimentos gerais da economia, sendo assim, exógena ao processo de decisão, já a incerteza técnica está relacionada as especificações técnicas do projeto de investimento que está sendo avaliado, portanto, endógena ao processo de decisão.

De acordo com Dixit e Pindyck (1994) esses três itens são os pilares da teoria do investimento sob incerteza: irreversibilidade, incerteza e possibilidade de adiamento, e podem ser resumidas na relação entre a oportunidade de investimento e a opção financeira: uma firma com uma oportunidade de investimento irreversível carrega uma opção de investir no futuro (ou de esperar), ela tem o direito (mas não a obrigação) de comprar um ativo (ou investir em um projeto) no futuro, a um preço de exercício (o investimento). Quando a empresa investe, ela exerce a opção e paga um custo de oportunidade igual ao seu valor. O exercício da opção (o investimento) é irreversível, mas sempre tem a possibilidade de preservar o valor de sua opção (adiar o investimento) até que as condições de mercado se tornem mais favoráveis.

Pode-se concluir assim, que o desenvolvimento da metodologia das opções reais é resultado de uma analogia de conceitos e premissas com o modelo de

precificação de ativos financeiros. Uma opção financeira é um direito de comprar ou vender um ativo por um preço de exercício previamente definido durante um período predeterminado de tempo (Hull, 2002).

É interessante notar, que para o setor público o investidor privado deve considerar a rentabilidade atrativa, uma vez que tem por meta tornar este tipo de prática uma maneira de viabilizar projetos de infraestrutura. Por este tipo de projeto apresentar uma série de incertezas e flexibilidades o melhor método de avaliação é a ótica das opções reais, pois é capaz de captar o valor das oportunidades e a boa atratividade em termos de retorno que este investimento pode gerar. O problema das garantias de PPP em concessões rodoviárias é estudado por Brandão e Saraiva (2008), bem como a eficácia das garantias de tráfego na redução do risco do projeto e seus custos para o Governo. Blank (2008) também aborda a concessão de rodovias em seus estudos, bem como a utilização de opção de tráfego mínimo e repasse de tráfego máximo, além do uso da opção de abandono. Já Brandão et al (2012), trata de diversas faixas de mitigação de risco através do uso da opção de tráfego mínimo e repasse de tráfego máximo aplicando ao caso da linha 4 do metro de São Paulo.

As principais opções encontradas em projetos de PPP são:

- i) Opção de abandono - Caso o preço do produto sofra forte redução ou a operação apresente algum problema irremediável, a gerência não tem que continuar gastando os custos fixos em sua produção. Ao contrário, deverá ter uma valiosa opção de abandonar o projeto definitivamente para evitar perdas ainda maiores. Dixit e Pindyck (1994) ressaltam uma importante interpretação, muitas vezes desconsiderada em análise de investimentos, que reflete exatamente a opção de abandono: as empresas que desistem ou param de produzir, quando as operações que geram prejuízo também estão investindo.
- ii) Opção de expansão - Segundo Ross (2007), umas das opções mais importantes é a opção de expandir as atividades quando as condições econômicas são favoráveis. A expansão é proveitosa quando a demanda é elevada.

- iii) Opção de contração - Uma Opção de Contração avalia o valor da flexibilidade de ser capaz de se reduzir a produção ou contrair a escala e o escopo de um projeto quando determinadas condições previstas não são atingidas. Reduzindo dessa forma o ativo ou o projeto, por um determinado fator de redução, criando ao mesmo tempo a possibilidade de ingresso de recursos pela venda de parte do ativo por um determinado valor recuperado.

3.5

Opções Reais em Parcerias Público-Privadas

Para viabilizar os projetos de infraestrutura em dezembro de 2004 foi promulgada a lei federal nº 11.079/2004, a Lei de Parcerias Público-Privadas (PPP) que instituiu normas gerais de licitação e participação governamental em conjunto com o setor privado em projetos de infraestrutura no país. Uma das principais vantagens das PPPs é o financiamento privado de bens públicos.

O investidor privado deve ter o estímulo para minimizar os custos totais para executar o serviço, uma vez, que poderia utilizar mais recursos no investimento inicial para reduzir o custo de operação e manutenção ao longo da vida útil do projeto. Assim, pode-se reduzir o custo de investimento ou do custo total da operação, reduzindo o ônus ao contribuinte, e ter de fato, um menor custo de capital global. Portanto, nas PPPs o governo é parte do desenvolvimento do projeto podendo assim analisar situações como o uso de opções reais, visando a diminuição de possíveis impactos no orçamento futuro.

Segundo Brandão e Saraiva (2007), projetos de infraestrutura exigem um grande volume de investimentos, longos prazos de maturação, e em sua maioria relacionam-se a serviços avaliados como essenciais para a sociedade. Este tipo de projeto é afetado por considerações políticas e regulatórias, o que faz aumentar o risco do investimento. A carência de recursos orçamentários para financiar novos projetos de infraestrutura ou conservar a qualidade operacional dos empreendimentos já concretizados soma-se a tal motivação, principalmente nos países em desenvolvimento, isso faz com que os riscos sejam elevados, e os investidores exijam garantias governamentais para realizar o investimento, sobretudo em casos de PPP.

Nas PPPs, no entanto, a obrigação do governo se dá ao longo do projeto e, deste mesmo modo, há o risco de se tomar passivos futuros que não estão sendo mensurados e contabilizados. Não obstante, podem não causar desvios no fluxo de caixa hoje, mas esses passivos podem constituir um pesado ônus para a coletividade futuramente. Consequentemente, o risco financeiro sucede em função das incertezas no que tange as receitas geradas no futuro, e em função às dificuldades de se medir corretamente o mercado no futuro, o risco de demanda comumente é avaliado como o principal risco de um projeto de concessão.

Com o objetivo de aumentar a atratividade de projetos de infraestrutura para investidores privados, o governo oferece a PPP como uma ferramenta onde benefícios são ofertados buscando viabilizar esses empreendimentos. Estes benefícios podem ser oferecidos sob forma de subsídios, garantias ou outros mecanismos de suporte (Cheah e Liu 2006). Surgindo a necessidade de projetos que demandam que o governo conceda algum tipo de garantia para se tornarem atrativos, o desafio passa a ser a fixação de um nível de garantia que torne o projeto viável sem onerar o governo e a sociedade em excesso. A realização de uma valoração quantitativa de risco exige a determinação do nível de garantia ótimo, o que não é possível fazer pelos métodos tradicionais de análise de projeto (Brandão e Saraiva, 2007).

O pagamento do pedágio-sombra e a garantia de tráfego ou receita mínima são opções para o dispêndio inicial do projeto. Nessas circunstâncias, o custo para o governo é disseminado ao longo do andamento da concessão, ao invés de ser limitado ao seu início. Sendo assim, é indicado a utilização de opções reais, o efeito proporcionado pela concessão de garantias de demanda mínima tem efeito similar ao de um seguro para o concessionário. Por alterarem o risco do projeto, o cálculo do valor e do impacto dessas garantias não pode ser realizado por meio do FCD tradicional, uma vez que não há como determinar, a priori, qual a taxa de desconto a ser utilizada para o novo nível de risco do projeto. Dessa forma, para analisar o impacto desses mecanismos de mitigação, é utilizada a metodologia de opções reais, uma vez que essas garantias têm características de opções, e apenas podem ser reconhecidas utilizando-se técnicas de valoração de opções de projeto.

A garantia de receita mínima elimina os cenários mais desfavoráveis de distribuição de receita do projeto, o que pode aumentar o retorno esperado, diminuindo também o desvio padrão dos recebimentos, que acarreta na

diminuição do risco do projeto. Além disso, os projetos relacionados a PPP geralmente estão envolvidos em longos prazos de concessão, assumindo assim novos riscos de passivos futuros que não são quantificados adequadamente em métodos tradicionais em função de limitações destes métodos que são frequentemente utilizados nas análises. (Brandão *et al*, 2012).

O risco de tráfego está associado à possibilidade de que a demanda projetada não se verifique na prática e configura-se tradicionalmente como o principal risco dessa classe de projetos. No caso da Linha 4, para mitigar esse risco, o edital previa um mecanismo inédito no Brasil de concessão de garantias de demanda escalonadas por faixas, aplica-se esta mesma premissa neste trabalho.

Uma das maneiras mais habituais de apoio governamental é a garantia de demanda mínima onde o governo indeniza o concessionário, se o nível de demanda ou a receita do projeto cair abaixo de um valor mínimo prefixado, estando o nível de demanda mínima tipicamente estabelecido num patamar de demanda prevista. (Brandão e Saraiva, 2007). Vale citar que uma vantagem notável da garantia de receita é a relevante melhora na alocação de risco do projeto devido à supressão da probabilidade de ocorrência de situações desfavoráveis extremas, uma vez que essa garantia tem a finalidade de um seguro.

Igualmente ao investidor privado, o governo pode determinar uma compensação para a criação de um piso, na configuração de um teto de demanda ou receita, acima do qual o concessionário repassa todo ou parte do lucro excedente. Na ocorrência das receitas permanecerem bem abaixo das perspectivas, o projeto recebe um auxílio governamental proporcional à redução na demanda prevista, visando manter o equilíbrio econômico financeiro do contrato.

3.6

Simulação de Monte Carlo (SMC)

O método de Monte Carlo consiste em simular algum processo cujo caminho esta sujeito há fatores aleatórios, pode-se falar da SMC como um método universal para solução de problemas matemáticos. De acordo com Hammersley (1964) o nome "Monte Carlo" passou a existir durante o projeto Manhattan na Segunda Guerra Mundial. Apesar de ter chamado a atenção desses cientistas somente em 1948, o fundamento do método já era apreciada há muitíssimo tempo,

como descrito em um registro de um artigo escrito por Lord Kelvin décadas antes, que já empregava técnicas de Monte Carlo em uma discussão das equações de Boltzmann.

Segundo Lazo (2004) na bibliografia a incerteza é a imperfeição da informação, esta terminação é muito limitada, o que se costuma intitular como tratamento de incerteza pode, na verdade, estar denominando outras deficiências da informação, como imprecisão, conflito, ignorância parcial, etc.

Portanto, incerteza é um parâmetro pertinente a uma medição, caracteriza a dispersão dos valores que podem ser atribuídos ao mensurando. No que tange ao lado econômico, os projetos são comprometidos por incertezas econômicas e incertezas técnicas. A incerteza econômica é concebida pelas oscilações estocásticas do preço, do produto e pelos custos, ou seja, em função a fatores externos ao projeto, já a incerteza técnica é a incerteza sobre o tamanho da produção e o desempenho dos projetos em função do emprego de tecnologia, sendo assim, fatores internos.

Lazo (2004) conclui que mesmo perante informações imperfeitas, o comportamento racional leva a assumir decisões plausíveis, e para isso procuramos descobrir um modelo mais adequado para representar a informação imperfeita de acordo com seu tipo de imperfeição.

Conforme descrito por Dias (2000) o método de Monte Carlo resolve um problema simulando o processo físico, não sendo imprescindível escrever as equações diferenciais que delineiam o comportamento do sistema. Isso é válido também em diferentes campos do conhecimento, como física e química, não só para problemas que envolvem opções reais, deste modo, a Simulação Monte Carlo (SMC) simulam várias fontes de incertezas que afetam o valor da nossa opção real, dada uma regra ótima de exercício.

De acordo com Lazo (2003), SMC é um instrumento de simulação estatística que emprega técnicas de amostragem para determinar problemas de natureza estocástica ou determinística. A SMC é apropriada para resolver problemas de dimensão alta ou parâmetros estocásticos, é usada para calcular o valor esperado de uma variável que é função de várias variáveis estocásticas e que não pode ser tratada analiticamente. A SMC apresenta como vantagem perante as outras técnicas numéricas, a possibilidade de avaliar o erro das estimativas.

A SMC é avaliada como um instrumento flexível por manusear diversos detalhes peculiares de problemas da vida real, abrangendo múltiplas restrições (condições de fronteira e outras) e *payoffs* complexos, e várias fontes de incertezas. Resumindo, é um antídoto para a “maldição da dimensionalidade” (*curse of dimensionality*) e da “maldição da modelagem” (*curse of modeling*) que atrapalha a solução de problemas reais complexos.

Conforme citado por Dias (2000), o método de Monte Carlo consiste basicamente em cinco etapas:

- Especificação das distribuições das variáveis de entrada (incluindo sequencias temporais de distribuições, processos estocásticos) e suas correlações e dependências;
- Amostre as distribuições de dados de entradas (inputs);
- Faça operações matemáticas com as amostras dos inputs para calcular o resultado (output) gerado por essas amostras;
- Repita os dois passos anteriores N vezes, gerando N outputs;
- Calcule a média e outras propriedades probabilísticas da resultante distribuição de outputs.

Já Lazo (2003) em seu trabalho destaca como principais pontos de consideração a respeito de SMC os tópicos abaixo:

- O erro padrão é uma medida do erro cometido pelas estimativas em relação a média da amostra, bem como, uma medida da dispersão dos valores estimados em relação à média é o desvio padrão das amostras. O coeficiente de variação é uma medida adimensional da precisão das estimativas e as estimativas feitas com simulação Monte Carlo não possuem um padrão bem definido de convergência para o valor verdadeiro.

- Para abranger uma precisão admissível, necessita-se de uma amostra muito ampla, uma vez que, o erro das estimativas atenua com a raiz quadrada do número de M amostras. Contudo, quanto maior a amostra, maior o custo computacional, chegando até a inviabilizar sua aplicação.

- Se o desvio padrão das estimativas puder ser reduzido de alguma forma, o erro das estimativas poderá assim ser diminuído. Existem diversas técnicas para redução do erro, alterando-se o desvio padrão ou variância das estimativas, estes artifícios são comumente chamados de técnicas de redução de variância, com esta

metodologia é admitida a utilização de métodos de amostragem (processos estocásticos) dentro de processo de SMC adaptado.

Dias (2000) alude que o efeito da incerteza em funções esta sujeito ao fato da função ser linear, côncava ou convexa. Esse efeito pode ser visto com o lema de Itô ou com a desigualdade de Jensen.

A Desigualdade de Jensen dada se x é variável aleatória (v.a.) e $f(x)$ é uma função (estritamente) convexa de x , assim, $E[f(x)] > f(E[x])$. Logo, se o valor esperado de x permanece o mesmo, mas sua variância aumenta, então $E[f(x)]$ aumenta. Se $g(x)$ é função (estritamente) côncava de x , e x for v.a., basta inverter a desigualdade: $E[g(x)] < g(E[x])$. Caso $h(x)$ seja uma função linear da v.a. x , então, $E[h(x)] = h(E[x])$

A SMC admite visualizar esse resultado e averiguar que a desigualdade de Jensen é maior (diferença entre $E[f(x)]$ e $f(E[x])$) quanto maior for a incerteza. O que admite constatar que um aumento da volatilidade, portanto da variância, aumenta o valor da opção em função da assimetria, pois os ganhos são ilimitados e as perdas limitadas. Assim como, a opção real F é geralmente uma função convexa do ativo básico, um aumento na incerteza (volatilidade), aumenta o valor da opção. O método de Monte Carlo faz simulação (*forward*) e não otimização (*backward*), mas se tivermos a regra ótima de exercício, o método de Monte Carlo é mais fácil e mais flexível.

No que tange a aplicação do método em opções há algum tempo atrás somente se utilizava o método de MC em opções do tipo européia, pois este tipo de opção possui uma regra clara de exercício ótimo em T , entretanto, descobriu-se que se tiver uma curva de gatilho antes, pode-se valorar as opções reais do tipo americana, como por exemplo, combinando várias incertezas. Recentemente, começaram a ser desenvolvidos métodos de otimização viáveis visando serem atrelados à SMC, possibilitando usar o método com opções do tipo americana.

Embora esses métodos recentemente desenvolvidos para usar com opções americanas ainda sejam complexos, uma vez que demandam um alto custo computacional, estes começam a ser aplicados em opções reais, um destes métodos que vem se tornando popular é o de Longstaff e Schwartz (2001) (mínimos quadrados).

A SMC foi escolhida para ser aplicada neste trabalho e será explicada sua aplicação na sessão 4.6.

3.7

Movimento Geométrico Browniano (MGB)

A principal incerteza em projetos de PPP em metrô está relacionada com o número de usuários que irão demandar seus serviços. Para a modelagem dessa incerteza, como é padrão na literatura, assumimos que o tráfego projetado varia de maneira estocástica, seguindo o Movimento Geométrico Browniano (Dixit e Pindyck 1994).

Segundo Dixit e Pindyck (2000), Movimento Geométrico Browniano (MGB) é um caso particular do Processo de Ito, geralmente é o processo utilizado para modelar preço de ações, taxas de juros, preços de produtos e outras variáveis financeiras e econômicas. A restrição que existe ao uso do MGB, é o fato de que este processo pode divergir levando $x(t)$ para o infinito, e assim alguns modelos que seguem o MGB podem não ser muito realistas.

Como o MGB é um Processo de Markov, então ele segue a propriedade de Markov que diz que somente o valor atual de $x(t)$ é necessário para realizar as previsões para o futuro.

Na teoria da economia financeira e na prática, o MGB é o modelo mais popular de processo estocástico. O MGB é um modelo útil de um ponto de vista prático, em alguns casos, não é o melhor modelo. Em problemas de opções reais, há um dividendo como fluxo de renda para o titular do ativo, este *dividend yield* está relacionada com os fluxos de caixa gerados pelos ativos, para os preços das *commodities* isso é chamado de retorno de conveniência ou taxa de retorno do déficit.

O MGB é um processo de difusão de log-normal, com a variação crescente proporcional ao intervalo de tempo.

3.7.1

Simulações Reais versus Simulações Neutra ao Risco

Segundo Dias¹³ as simulações de processos reais podem se fazer necessária em algumas aplicações como por exemplo em casos relacionados a gestão de

¹³ <http://marcoagd.usuarios.rdc.puc-rio.br/stochast.html#gbm> Consulta realizada em 18/10/13 as 18:00.

risco, principalmente para simulações de estimativa do valor em risco (*Value at Risk*), onde carece empregar o processo real para estimar corretamente as probabilidades de perdas em um certo cenário. Em opções reais e outras aplicações, a estimativa de expectativa de verdade do '*first hitting time*' usando simulação, a simulação deve ser aplicada com o processo real. Em outros tipos de simulações é melhor utilizar a simulação com amostras neutras ao risco e distribuições neutras ao risco, em qualquer momento t .

Na avaliação de derivativos, admitindo mercados completos, é necessário o uso de simulação neutra ao risco. Usando simulação real e descontos com a taxa de desconto ajustada ao risco, obtém-se o resultado certo para o valor presente do ativo subjacente, mas o resultado errado para o derivativo. O ponto é que os riscos do ativo derivado e subjacentes são diferentes (por isso as taxas de desconto ajustada ao risco são diferentes). Para a simulação neutra ao risco, pode-se calcular o valor de futuros valores simulados, utilizando a taxa de desconto livre de risco.

Abaixo, a amostra de dois caminhos de simulações, um de simulações reais e outro de simulações neutras ao risco (MGB), note que os caminhos são paralelos, e a simulação neutra ao risco tem um prêmio de risco menor do que caminho de amostra real.

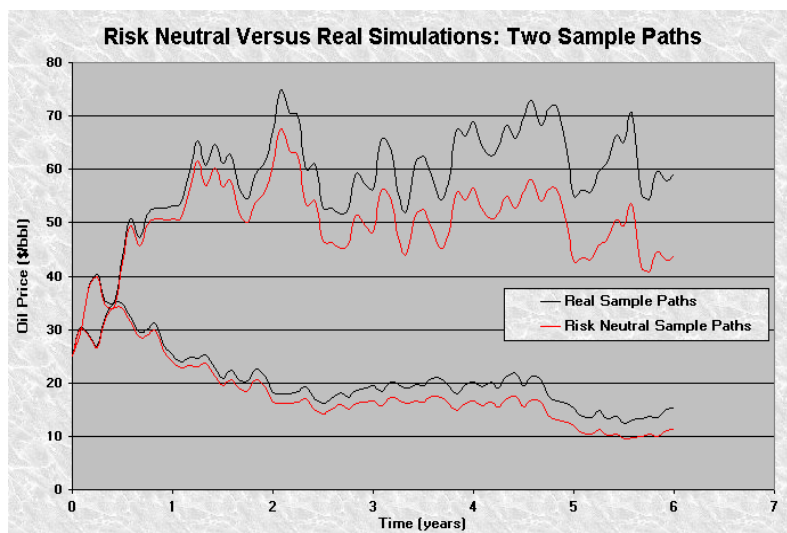


Figura 2: Neutro ao Risco x Simulação Real

Fonte: <http://marcoagd.usuarios.rdc.puc-rio.br/stochast.html#gbm>

A utilização da simulação neutra ao risco de derivativos, juntamente com a taxa de desconto neutra do risco é bem indicada para inúmeros casos, mas deve-se lembrar que a simulação neutra ao risco não é a melhor solução para todos os problemas, de modo que em alguns eventos, a simulação real pode ser mais apropriada.

A simulação neutra ao risco foi escolhida para ser aplicada neste trabalho e será explicada sua aplicação na sessão 4.6.1.

Metodologia

A lei da PPP (nº 11.079/04), bem como as leis federais nº 8.987/95 e 9.074/95 preveem a apresentação de projetos, estudos, levantamentos ou investigações, a serem utilizados em modelagens de parcerias público-privadas no âmbito da administração pública.

O decreto nº 5.977, de 1/12/2006, regula tal previsão no âmbito federal, e dispõe sobre a apresentação de Manifestação de Interesse da Iniciativa Privada (MIP) por pessoa física ou jurídica da iniciativa privada. Contudo, esta é uma prática pouco utilizada no setor privado brasileiro, no geral, apenas são apresentados estudos e propostas quando abertas consultas públicas ou editais de licitação.

A MIP consiste na apresentação de estudos e análises preliminares de projetos de infraestrutura para verificação de interesse dos entes públicos, é importante salientar que o estudo deve estar vinculado às prioridades já definidas pela Administração Pública. A MIP deve conter dados, como: concepção geral do projeto, estimativa de investimentos, características do modelo de negócio e projeção da contrapartida do Estado.

O estudo deverá ser analisado e, caso aprovado, será publicado um informativo sobre o possível projeto, abrindo-se prazo para que outros interessados possam também apresentar seus estudos e suas propostas. O estudo vencedor somente será ressarcido dos custos envolvidos em sua elaboração, no momento que houver o vencedor da licitação para execução do projeto. De modo algum a Administração Pública ressarcirá o desenvolvedor do estudo, conforme previsão do artigo 14, do decreto nº 5.977/06. Havendo a utilização de mais de um estudo, os ressarcimentos serão proporcionais.

“Art. 14. Os valores relativos a projetos, estudos, levantamentos ou investigações selecionados conforme este Decreto serão ressarcidos exclusivamente pelo vencedor da licitação, desde que efetivamente utilizados no eventual certame.

§ 1o Em nenhuma hipótese será devida qualquer quantia pecuniária pelo Poder Público em razão da realização de projeto, estudo, levantamento ou investigação.

§ 2o O edital para contratação da parceria público-privada conterá obrigatoriamente cláusula que condicione a assinatura do contrato pelo vencedor da licitação ao ressarcimento dos valores relativos à elaboração dos projetos, estudos, levantamentos ou investigações utilizados na licitação.”

A MIP deve ser considerada um investimento do ente privado, uma vez que chama atenção do ente público para possíveis demandas da população. Entretanto, este investimento é arriscado, uma vez que se o estudo não for o escolhido o ente privado não receberá nenhum valor pelo projeto elaborado. Além disso, pode ocorrer grande uma defasagem entre a apresentação do estudo e o ressarcimento do mesmo.

Para o ente público, a MIP pode representar grande economia de tempo e dinheiro para os governos, já que, muitas vezes, a Administração Pública não possui equipe técnica qualificada e em número suficiente para desenvolvimento de tais estudos. Além disso, deixam de despender grandes quantias na execução de licitações de estudos de viabilidade.

4.1

Dados para Aplicação do Caso

De acordo com a Manifestação de Interesse Público de 03/2012, o custo do projeto foi orçado em R\$ 3,07 bilhões, sendo R\$ 1,73 bilhões correspondentes às obras, instalações e outros, e R\$ 1,33 bilhão por parte do investidor privado, referente ao material rodante, energia, operacionais, auxiliares e pré-operação, conforme ilustrado na Tabela 2.

Tabela 2: Estimativa de Valores a serem gastos de acordo com a MIP de 03/2012

Responsável	Valor (R\$ X 1.000)	Proporção
Governo do Estado	R\$ 1.734.288,00	56%
Obras, Instalações e Outros	R\$ 1.734.288,00	
Concessionário	R\$ 1.337.890,00	44%
Material Rodante	R\$ 535.367,00	
Energia	R\$ 396.337,00	
Operacionais	R\$ 224.388,00	
Auxiliares	R\$ 78.302,00	
Pré-Operação	R\$ 103.496,00	
Total	R\$ 3.072.178,00	100%

Fonte: MIP Secretaria de obras do Estado do Rio de Janeiro

Para melhorar a viabilidade econômico-financeira do projeto, faz-se a previsão de sua implantação em uma única fase. A tabela 2 será a base para cálculos de custo do projeto.

4.1.1

Investimentos e Custos

O investimento será realizado nos três primeiros anos, no total de R\$1.337.890.000,00 de reais, respeitando a proporção de 30% no ano “0”, 30% no ano “1” e 40% no ano “2”. A depreciação do investimento será ao longo de 25 anos, sendo considerado um valor de 4% do investimento total.

Os custos operacionais começarão no ano “3” no valor de R\$ 92.165.340,00 por ano e irão até o final da concessão¹⁴.

¹⁴ Para esta estimativa foi considerado 3% do custo total do projeto como demonstrado na MIP de 03/2012.

4.1.2

Financiamento

Seguindo Brandão e Saraiva (2007) e Blank (2008) o financiamento considerado foi de 70% do valor do investimento inicial total, sendo realizado durante os três primeiros anos, a liberação foi dada de acordo com a necessidade dos investimentos: 30% no ano “0”, 30% no ano “1” e 40% no ano “2”.

As características do financiamento são:

- Montante total de R\$ 936.523.000,00, com desembolso de R\$ 280.956.900 no ano “0” e no ano “1” e R\$ 374.609.200 no ano “2”.
- Taxa real de 5% a.a.
- Prazo de 20 anos para amortização.
- O modelo de pagamento utilizado é o SAC – Sistema de Amortizações Constantes.

O Sistema de Amortização Constante (SAC) é uma forma de amortização de um empréstimo por prestações que incluem os juros e diminuindo assim partes iguais do valor total do empréstimo. Desta forma, no sistema SAC o valor das prestações é decrescente, já que os juros diminuem a cada prestação. O valor da amortização é calculado dividindo-se o valor do principal pelo número de períodos de pagamento, ou seja, de parcelas. A principal característica do SAC é que ele amortiza um percentual fixo do saldo devedor desde o início do financiamento. Esse percentual de amortização é sempre o mesmo, o que faz com que a parcela de amortização da dívida seja maior no início do financiamento, fazendo com que o saldo devedor caia mais rapidamente do que em outros mecanismos de amortização.

4.1.3

Receita

A receita da concessionária é proveniente da cobrança da tarifa dos passageiros e de outras receitas não tarifárias, tais como atividades de comércio e publicidade nas estações.

Visando a análise do projeto, aplicar-se-á a tarifa de remuneração por passageiro transportado, fixada em R\$ 3,00, esta tarifa foi estimada levando em consideração a tarifa atual do cartão unitário das Linhas 1 e 2 do metrô do Rio de Janeiro¹⁵ (a chamada de tarifa de remuneração, que atualmente esta em R\$3,20) e um possível subsidio que a Petrobras deve realizar a linha 3 em função do COMPERJ. Esse valor seria reajustado pelo IGP-M¹⁶, mas para efeito prático da modelagem foi considerado o valor real constante até o final da concessão, uma vez que já se descontou a inflação da taxa livre de risco¹⁷. A concessionária teria o direito de receber 100% do valor da tarifa de remuneração vigente e o Estado tem por obrigação fazer o ressarcimento à concessionária das gratuidades, que será fixada em 100% do valor destas. Para manter a boa qualidade dos serviços prestados e de manutenção, foi considerado uma perda de 2% da receita ao longo do prazo de concessão, que neste estudo trata-se como custo de manutenção.

A receita foi determinada levando-se em conta a demanda de passageiros, o preço da passagem. Para efeito da análise do projeto, será seguido o estipulado no artigo de Brandão et al (2012), onde a concessionária tem o direito de explorar fontes de receitas alternativas não tarifárias, que neste estudo foram assumidas como 1% da receita tarifária total, estas receitas são provenientes de publicidade, propaganda e quiosques.

Para esse estudo foram considerados os impostos incidentes sobre a receita tarifária (0,65% PIS e 3% Cofins, 2% ISS), receita não tarifária (1,65% PIS e 7,6% Cofins), além de Imposto de Renda e Contribuição Social sobre o Lucro na alíquota de 25% conforme o demonstrado na figura 3.

¹⁵ http://www.metrorio.com.br/METRO_unitario.htm - Consulta realizada em 05/11/13 as 21:22.

¹⁶ <http://noticias.terra.com.br/brasil/cidades/rio-agencia-autoriza-reajuste-para-r-320-da-tarifa-do-metro,446b4cb8511da310VgnCLD200000bbccceb0aRCRD.html> Consulta realizada em 05/11/13 as 21:30.

¹⁷ Será explicado o valor calculado da taxa livre de risco no tópico que se refere ao Fluxo de Caixa.

2.11. Tributação

Impostos sobre vendas e serviços

As receitas de vendas e serviços estão sujeitas aos seguintes impostos e contribuições, pelas seguintes alíquotas básicas:

Nome do tributo	Sigla	Alíquota	
		Receitas acessórias	Receita com venda de passagens
Contribuição para o Programa de Integração Social	PIS	1,65%	0,65%
Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social	COFINS	7,60%	3,00%
Imposto sobre serviço de qualquer natureza	ISS	—	2,00%

Figura 3: Tributação.

Fonte: Relatório de Administração e as Demonstrações Financeiras Concessão Metroviária do Rio de Janeiro relativas 31/12/2012¹⁸.

O metro irá operar durante o ano todo, sendo assim, será adotado que o número de dias de operação ao longo do ano é 365.

As receitas começam a ser auferidas apenas do partir de ano “3” da concessão, dado que os investimentos iniciais são realizados nos anos “0”, “1” e “2”.

4.1.4

Demanda Esperada

A demanda projetada foi estimada com base no crescimento dos últimos quatros anos da cidade de São Gonçalo (principal beneficiária do Metro da linha 3), de acordo com as informações do IBGE¹⁹ das Cidades assumindo-se assim que haverá um crescimento²⁰ de 1% ao ano até o final da concessão.

¹⁸ http://www.metrorio.com.br/imagens/demonstracoes_2012.pdf Consulta realizada em 05/11/13 as 20:40. Abaixo do quadro na demonstração de resultado temos a informação que o imposto de renda foi calculado com a alíquota de 25%, portanto, também adotaremos esta premissa.

¹⁹ Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais. <http://cod.ibge.gov.br/1X2> - Acessado em 12/11/2013 as 12:20. Para análise foram retiradas do site informações dos anos de 2010 a 2012.

²⁰ Manteremos o crescimento de 1% até o final da concessão em função do crescimento esperado com os inícios das atividades no COMPERJ.

Tabela 3: Valores esperados para o tráfego a cada ano.

Ano Previsto ▾	Ano ▾	Demanda Prevista ▾
2014	0	170.000
2015	1	171.700
2016	2	173.417
2017	3	175.151
2018	4	176.902
2019	5	178.671
2020	6	180.457
2021	7	182.261
2022	8	184.083
2023	9	185.923
2024	10	187.782
2025	11	189.659
2026	12	191.555
2027	13	193.470
2028	14	195.404
2029	15	197.358
2030	16	199.331
2031	17	201.324
2032	18	203.337
2033	19	205.370
2034	20	207.423
2035	21	209.497
2036	22	211.591
2037	23	213.706
2038	24	215.843
2039	25	218.001

4.1.4.1

Limitação da Capacidade de Demanda (Oferta anual)

Conforme verificado na literatura de Brandão et al (2012) e Blank (2008), é necessário determinar a limitação da capacidade de demanda (uma espécie de limitação da oferta anual) pois a partir de um determinado limite seria necessário uma opção de expansão, e essa expansão não se daria de uma hora para outra, pois demandaria materiais específicos como o investimento em material rodante ou aumento da infraestrutura das estações.

Somado a isso, foi considerado também que nos primeiros anos não se chegará à capacidade máxima das estações em função de que um dos maiores

demandantes do projeto, o COMPERJ, ainda esta em fase de obras. Portanto, utilizou-se a seguinte distribuição de demanda máxima esperada para os anos de concessão:

Tabela 4: Limitação da Capacidade de Demanda.

Ano ▼	Demanda Máxima ▼
0	200.000
1	200.000
2	205.000
3	210.000
4	215.000
5	220.000
6	225.000
7	230.000
8	235.000
9	240.000
10	245.000
11	250.000
12	255.000
13	260.000
14	265.000
15	270.000
16	275.000
17	280.000
18	285.000
19	290.000
20	295.000
21	300.000
22	305.000
23	310.000
24	315.000
25	320.000

4.2

Fluxo de Caixa e Taxa Livre de Risco

O lucro do acionista e o fluxo de caixa (FC) ao acionista a cada período são calculados com base nos investimentos, nas receitas, nos custos e no custo da dívida:

$$\text{Lucro Líquido} = (\text{Receita Líquida} - \text{Custos Operacionais} - \text{Juros} - \text{Depreciação}) (1 - \text{IR})$$

$$\text{FC} = \text{Lucro Líquido} + \text{Deprec.} - \text{Amortização} - \text{Manutenção}^{21}$$

onde IR²² é a alíquota de imposto de renda, considerada no projeto como 25% sobre o lucro líquido, incidindo somente no caso de um valor positivo.

Será utilizada a simulação neutra ao risco para cálculo do VPL (Valor Presente Líquido), a taxa livre de risco por simplificação adotada para esta modelagem será de 5% a.a, uma vez que a taxa Selic²³ para o período é 9,5% a.a., descontado da inflação²⁴ esperada de 4,5% a.a..

Abaixo, seguem as principais linhas do fluxo de caixa do estudo de caso apresentado:

Demanda
FLUXO DE CAIXA PARA O AÇIONISTA (R\$ 1.000,00)
Ano de Concessão
Investimentos:
Investimento inicial
Financiamento BNDES
Investimento líquido
VP do invest. Líquido
Receita Tarifário
Imposto sobre Tarifário
Receita Não Tarifário
Imposto sobre Não Tarifário
Receita líquida
Custos Operacionais
Juros
Depreciação
Total Custos
LAIR
IR
Lucro Líquido
+ Depreciação
- Amortização
-Manutenção
FCLA

Figura 4: Fluxo de Caixa

²¹ Como mencionado no texto acima, para manter a boa qualidade dos serviços prestados e de manutenção, foram considerados como uma perda de 2% da receita ao longo do prazo de concessão, conforme proposto por Brandão e Saraiva (2007).

²² http://www.metrório.com.br/imagens/demonstracoes_2012.pdf Consulta realizada em 05/11/13 as 20:40. Abaixo do quadro na demonstração de resultado temos a informação que o imposto de renda foi calculado com a alíquota de 25%, portanto, também adotaremos esta premissa.

²³ <http://www.bcb.gov.br/?COPOM178> acessado em 10/11/13 as 20:30: o Copom decidiu, por unanimidade, elevar a taxa Selic para 9,50% ao ano, sem viés.

²⁴ <http://www.bcb.gov.br/Pec/metad/TabelaMetadResultados.pdf> - acessado em 10/11/13 as 20:30 - Meta de inflação para o período de 4,5% a.a.

4.3

Garantias da Demanda

Conforme adotado no Metro da Linha 4 de São Paulo, e evidenciado no artigo de Brandão et al (2012), e pela dissertação de Blank (2008), na ocorrência das receitas permanecerem bem abaixo das perspectivas, o projeto recebe um auxílio governamental proporcional à redução na demanda prevista, visando manter o equilíbrio econômico financeiro do contrato. A mitigação estabelece que o concessionário receberia uma compensação (M) sempre que a demanda real (D_R) ficasse abaixo de 90% da demanda projetada para o período (D_P), até o limite de 60%. Da mesma forma, caso $D_R > 110\% D_P$, o concessionário repassaria parte desse ganho para o Governo.

Será adotado de forma a simplificar o estudo, a mesma tarifa para todos os usuários, para isso, serão utilizadas as fórmulas de mitigação do risco de demanda que constam no edital da linha 4 de São Paulo (2006). Foram criadas as seguintes denominações:

D_{Ri} - a demanda real do período i ;

D_{Pi} - a demanda projetada para o período i ;

p - a tarifa única por usuário.

Na primeira premissa, não haverá nenhum ajuste nas receitas caso a demanda real esteja contabilizada entre 90% e 110%, ou seja, na faixa de 10% a mais ou a menos da demanda, será uma banda sem proteção. Na segunda premissa, uma vez que a demanda real fique na faixa entre 80% e 90% da demanda prevista para um determinado tempo, o ressarcimento será de 60%, assim, o governo reconstitui 60% do valor que faltar para 90% da demanda projetada, desta forma se aplicará a seguinte fórmula:

$$M = [0,6. (0,9D_{Pi} - D_{Ri})] . p$$

Aplicar-se-á para a terceira premissa as demandas reais inferiores a 80% (inclusive) da demanda estimada para definida temporada, nesta faixa, a cobertura é de 90%, tendo assim o governo a obrigação de repor 90% do valor que faltar

para chegar a 80% da demanda projetada, ponderando também a faixa anterior. Portanto, as receitas serão acertadas para mais com a utilização da expressão:

$$M = \{0,06D_{Pi} + [0,9. (0,8D_{Pi} - D_{Ri})]\} . p$$

Já no caso a demanda real ser contabilizada a maior, estando na faixa entre 110% e 120% (inclusive) da demanda cogitada para o ano estudado, as receitas serão reajustadas para menos e a proteção é de 60%, devendo o concessionário repassar para ao governo 60% do valor que exceder 110% da demanda prevista. Desta forma, temos a seguinte expressão:

$$M = [0,6. (D_{Ri} - 1,1D_{Pi})] . p$$

Outra faixa de excesso de demanda é no caso da demanda real estar acima de 120% (inclusive) da demanda preestabelecida para a temporada, as receitas serão reajustadas e a cobertura é de 90%, sendo que o concessionário deve recompensar o governo 90% do valor que exceder 120% da demanda prevista, devendo-se considerar o a faixa anterior, traduzindo-se na seguinte fórmula:

$$M = \{0,06D_{Pi} + [0,9. (D_{Ri} - 1,2D_{Pi})]\} . p$$

Tabela 5: Faixas de Mitigação.

Demanda Real (D_R)	Valor da Mitigação (M)	Favorecido
$80\% D_p < D_R \leq 90\% D_p$	$M = [0,6. (0,9D_{Pi} - D_{Ri})] . p$	Concessionário
$60\% D_p < D_R \leq 80\% D_p$	$M = \{0,06D_{Pi} + [0,9. (0,8D_{Pi} - D_{Ri})]\} . p$	Concessionário
$90\% D_p < D_R \leq 110\% D_p$	$M = 0$	-
$110\% D_p < D_R \leq 120\% D_p$	$M = [0,6. (D_{Ri} - 1,1D_{Pi})] . p$	Governo
$120\% D_p < D_R \leq 140\% D_p$	$M = \{0,06D_{Pi} + [0,9. (D_{Ri} - 1,2D_{Pi})]\} . p$	Governo

Fonte: Brandão et al (2012) e Blank (2008) – Faixas de Mitigação

Com base nas demonstrações pode-se observar que para cada faixa de demanda, o governo recompõe um percentual determinado da receita, pagando a diferença ao concessionário ou o concessionário repassa um percentual da receita, pagando a diferença para o governo.

4.4

Modelagem da Demanda

A principal incerteza no projeto está relacionada com o número de usuários que irão demandar seus serviços. Para a modelagem dessa incerteza, como é padrão na literatura, assume-se que o tráfego projetado varia de maneira estocástica, seguindo o Movimento Geométrico Browniano (MGB). O que pode ser representado pela seguinte equação (Dixit e Pindyck, 1994):

$$dS = \mu S dt + \sigma S dz$$

onde:

dS = variação incremental do tráfego no intervalo de tempo Δt

μ = taxa de crescimento esperado de tráfego

σ = volatilidade do tráfego

$dz = \varepsilon \sqrt{dt}$ é o incremento de Wiener padrão

O movimento geométrico browniano (MGB) é um caso particular do processo de Itô, e é utilizado para modelar preço de ações, taxas de juros, preço de produtos e outras variáveis financeiras e econômicas.

Para modelar o tráfego inicial do projeto será utilizada uma distribuição triangular com valores mínimo e máximo e esperado, em virtude da incerteza que tange esta variável. Assim, o nível de tráfego inicial do projeto foi modelado com a seguinte distribuição triangular:

Tabela 6: Distribuição Triangular.

Distribuição Triangular Tráfego Inicial	
Mínimo	50.000
Esperado	100.000
Máximo	200.000

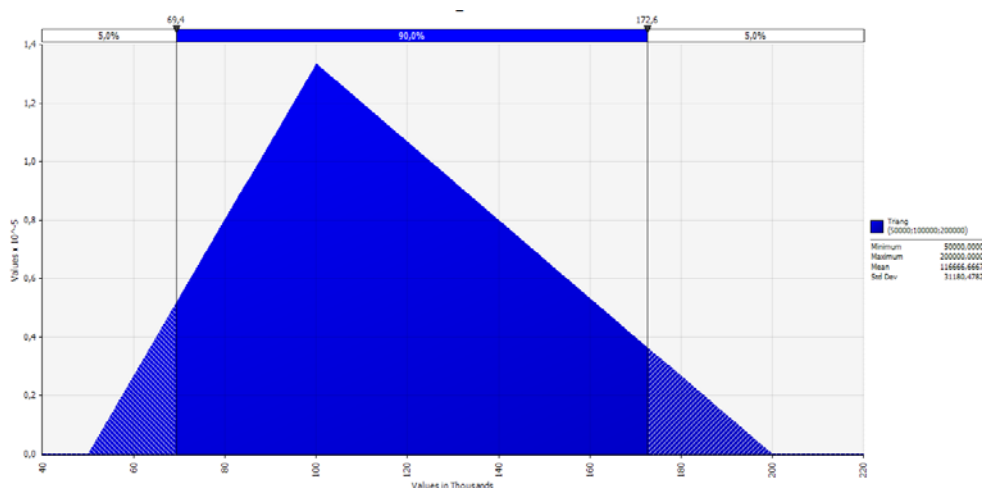


Figura 5: Distribuição triangular

Fonte: @Risk – Distribuição Triangular estimativa para trafego inicial

A taxa esperada de crescimento²⁵ do tráfego ao longo da vida do projeto é de 1% ao ano conforme mencionado anteriormente e foi utilizada no cálculo do VPL.

Para a determinação do parâmetro da volatilidade é utilizado o desvio padrão da serie histórica dos logaritmos dos retornos do Produto Interno Bruto (PIB) regional, já que o crescimento da utilização destas vias tem forte correlação com o crescimento econômico, o que propicia uma forte influência do transporte de carga, mas este já não exerce a mesma influencia sobre o estudo de caso proposto já que está sendo falado de passageiros, para isso, Brandão et al (2012) emprega a série histórica de viagens de Metrô em direção ao Centro em São Paulo (que possui uma volatilidade muito maior que a do PIB) para calcular uma volatilidade intermediária, comparando os indicadores com valores tão distintos resolve adotar um taxa intermediária de 8% ao ano, que será a mesma aplicada para o estudo aqui proposto, uma vez que os dois estudos tange a linhas de metro.

Para este estudo será adotada uma periodicidade anual, sendo assim, eventuais pagamentos do Estado ao concessionário ocorrerão apenas ao final de cada ano, o mesmo raciocínio ocorre aos pagamentos do concessionário para o Governo.

²⁵ <http://cod.ibge.gov.br/1X2> - Acessado em 12/11/2013 as 12:20. a taxa foi estimada com base no crescimento dos últimos quatros anos da cidade de São Gonçalo.

4.5

Modelagem das Opções

As garantias de demanda serão analisadas como uma sequência de opções europeias com vencimentos em cada ano do projeto, uma vez que são independentes entre si (Charoenpornpattana, Minato, Nakahama, 2003 apud Brandão et al (2012)).

As garantias de demanda mínima são modeladas como opções de venda (*Put*) em favor do concessionário, em que o concessionário tem o direito de receber a diferença entre a demanda real e a demanda garantida, caso esta seja maior. Os exercícios de uma opção de garantia e de uma opção de repasse a cada período são mutuamente excludentes, de forma que as opções nunca serão exercidas ao mesmo tempo. Será utilizado neste trabalho a modelagem adotada por Brandão et al (2012) onde a opção do concessionário é modelada como uma opção de venda (*Put*) europeia:

$$D(t) = \text{Max} [D_R(t), D_R(t) + M(t)]$$

sendo $D(t)$ a demanda final recebida no ano t , $D_R(t)$ é a demanda real observada e $M(t)$ é o valor da mitigação devida no ano.

No caso da demanda realizada for muito superior da prevista inicialmente para o período observado, o excesso deve ser repassado para o Governo, essa obrigação é modelada como uma opção de compra (*Call*), ou seja, o favorecido é o Governo que recebe o excedente de demanda.

As opções (*Call e Put*) serão modeladas concomitantemente, uma vez que ambas são exercidas sobre o mesmo ativo básico, como neste caso, de opções compostas sobre o mesmo ativo, a demanda de tráfego. Vale lembrar, que os exercícios de uma opção de garantia e de uma opção de repasse a cada período são mutuamente excludentes, de forma que as opções nunca serão exercidas ao mesmo tempo.

Assim, a regra do valor ótimo do projeto:

$$D(t) = \text{Min} \{ \text{Max} [D_R(t), D_R(t) + M(t)], D_R(t) - M(t) \}$$

4.6

Simulação de Monte Carlo

De acordo com Blank (2008) no que tange a opções reais, a utilização da Simulação de Monte Carlo é conveniente, pois facilita problemas de maior complexidade, uma vez que, não necessita fazer o uso de equações diferenciais realizando a simulação direta dos processos estocásticos de múltiplas fontes de incerteza no mesmo momento. Empregando o método conjuntamente com o conceito de neutralidade ao risco, se obtêm o valor da opção a partir de uma norma de exercício definida.

Simulam-se em seguida inúmeras formas que possam conceber trajetórias neutras ao risco desta variável, para opções europeias (exercício no vencimento), para cada caminho calcula-se o valor da opção na data de expiração. O valor na data inicial será justamente este *payoff* medido no vencimento descontado pela taxa livre de risco, visto que a simulação avaliada é a neutra ao risco (Hull, 2006; <http://www.puc-rio.br/marco.ind> uped Blank 2008).

Blank (2008) calcula o valor das opções, utilizando a simulação de Monte Carlo, calculando o valor total de garantias e repasses, com uma modelagem diferenciada, utilizando o conceito de VPL expandido proposto por Trigeorgis (1996). Nesta visão, ao simular os fluxos de caixa com e sem a presença destas opções, serão obtidos os VPL esperados em cada caso, de forma que o valor total de garantias e repasses será dado pela diferença entre os dois VPLs.

Na metodologia proposta por Blank (2008), a receita adicional ou repassada é somada ou subtraída a partir da receita original, antes do cálculo do lucro líquido do período correspondente, e antes da incidência do imposto de renda.

Agora considerando o Lucro líquido com a seguinte abertura de receita:

$$\text{Lucro Líquido} = \text{Receita Original} + \text{Receita Adicional} - \text{Receita Repassada} - \text{Custos Oper.} - \text{Custos de Manut.} - \text{Depreciação} - \text{Juros } (1 - IR)$$

$$FC = \text{Lucro Líquido} + \text{Deprec.} - \text{Amortização}$$

Considerar-se-á como Receita Adicional ou Receita Repassada o *payoff* das opções definidas em cada período.

Portanto o valor das garantias é expresso por:

$$\text{Valor das Garantias} = \text{VPL com Garantias} - \text{VPL sem opções}$$

Como o lucro líquido é calculado após considerar a diferença de receita proveniente da existência das opções, o imposto de renda incide já sobre esta receita total e apenas se o lucro for positivo.

No presente estudo, será calculado o valor das opções conforme o proposto por Blank (2008).

4.6.1

Neutro ao Risco

Alguns autores como Irwin (2007), modelam uma garantia de receita mínima, que não é um ativo, muito menos um ativo comercializado, este tipo de garantia expõe características de opção, sendo indispensável considerar o processo neutro ao risco para a receita.

A avaliação neutra ao risco é um artifício para obtenção do valor de um derivativo; portanto, os preços calculados são corretos sempre, e não apenas no mundo neutro ao risco. Para resultado prático de cálculo é correta a hipótese de que os investidores são neutros ao risco. Deste modo, supondo a neutralidade ao risco o valor esperado do *payoff* do derivativo é avaliado e descontado no tempo à taxa livre de risco, tornando este o retorno esperado para todos os ativos (Blank, 2008).

No caso da variável ser um ativo, poder-se-ia utilizar o método sugerido por Copeland e Antikarov (2001). Entretanto, ao avaliar um projeto, onde este não é um ativo negociável, deve-se usar o seu próprio valor sem flexibilidades como estimativa do seu valor de mercado.

O projeto será analisado por meio de uma avaliação neutra a risco com simulação de Monte Carlo, as flexibilidades gerenciais representadas pelos mecanismos de mitigação de risco.

4.7

Resultados

4.7.1

Análise do Projeto Sem Garantias

Para análise deste estudo de caso utilizou-se simulação neutra ao risco para avaliar o VPL sem a presença de opções.

Para o início do estudo, foi utilizado as seguintes premissas:

- Simulação de Monte Carlo através do programa @RISK;
- Para aplicação do método foram realizadas 100.000 interações nas simulações;

Assim, o VPL esperado sem a presença de opções na simulação (com 100.000 interações) foi de R\$ - 108.054 mil.

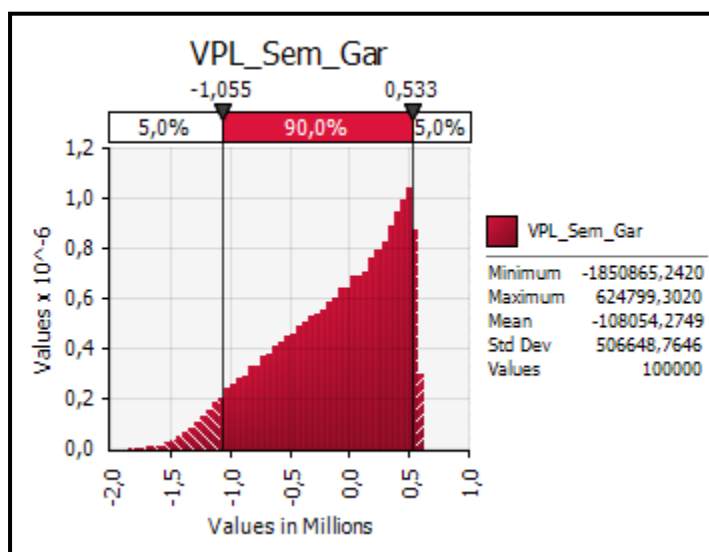


Figura 6: VPL Sem o uso de Garantias

Observa-se a grande variabilidade da distribuição de VPL esperado e o alto risco associado ao projeto, o fator que muito influencia este parâmetro, é a dificuldade na dimensão da demanda esperada, o desvio padrão esperado é de R\$ 506.648 mil. O risco associado ao projeto de um possível VPL negativo, justifica a utilização das garantias de demanda, visando tornar o projeto mais atrativo ao setor privado.

4.7.2

Projeto com Opções de Garantia de Demanda Mínima e Repasse por Demanda Máximo

Neste presente estudo de caso foi avaliado o projeto com a presença de opções de garantia de demanda mínima e repasse por demanda máxima, ou seja, o governo paga uma receita adicional ao concessionário caso a demanda real seja inferior a demanda esperada ou o concessionário repassa a receita adicional ao governo no caso de uma demanda superior a esperada.

Isso porque, caso fosse considerado somente a garantia de demanda mínima limitar-se-ia a perda do concessionário, mas permitir-se-ia um ganho ilimitado, visando um maior equilíbrio, utilizou-se também o repasse da demanda extra limitando assim tanto as perdas como os ganhos do concessionário e tornando interessante também para o governo.

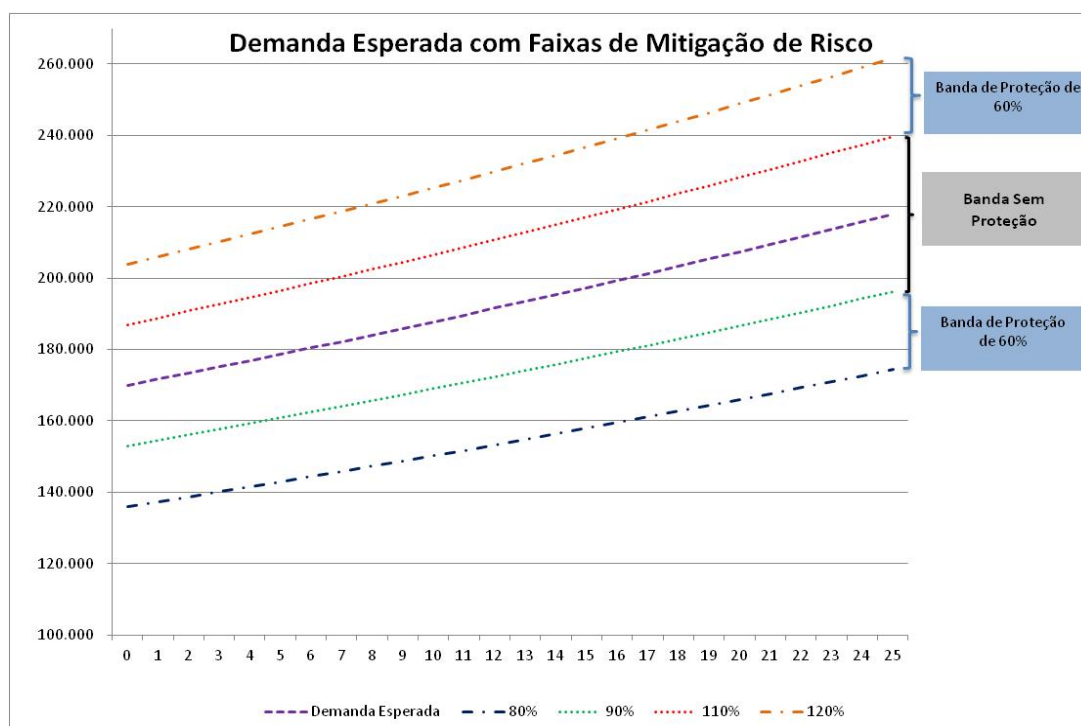


Figura 7: Demanda esperada com nível de Piso e Teto

Assim, conclui-se que o desembolso pode até ser alto com as quedas de tráfego, mas também pode haver uma boa arrecadação caso o crescimento de demanda seja superior ao estimado.

Por Simulação de Monte Carlo neutra ao risco, o Fluxo de Caixa é feito de forma que a diferença de receita recebida ou repassada impacta no lucro. O valor adicionado pela presença de opções foi calculado subtraindo o VPL esperado sem opções reais do VPL com a presença de garantias de demanda mínima e máxima.

Com a SMC pode-se avaliar o comportamento do VPL e da TIR. Com a presença das garantias de demanda aumentou-se o VPL esperado, diminui-se o risco do projeto e diminui-se o desvio padrão. Assim, o VPL com a presença de opções esperado na simulação (com 100.000 interações) foi de R\$ 517.248 mil.

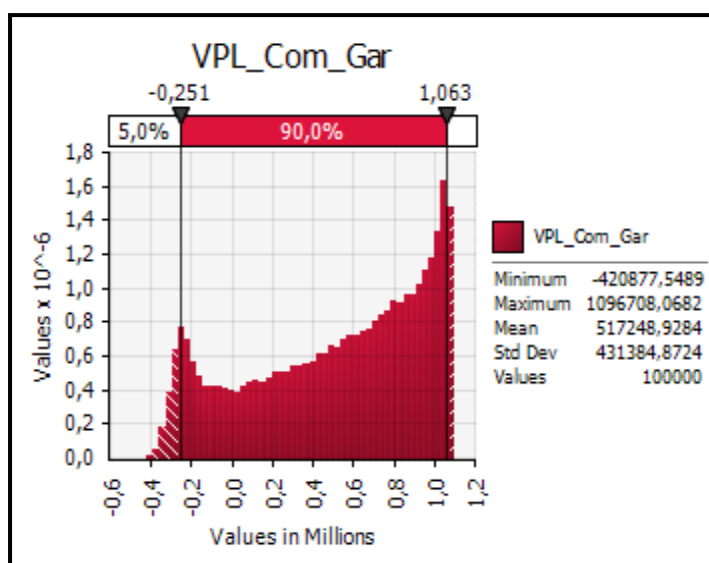


Figura 8: VPL Com o uso de Garantias.

O VPL esperado foi aumentado com a presença das garantias de demanda mínima e máxima, além de diminuir o risco do projeto com um desvio padrão menor do que o VPL sem garantias.

Com a garantia de demanda e o repasse de receita assim combinados, acabam por ter um VPL esperado mais estável, em alguns cenários até menor do que sem a presença de opções uma vez que se fixa limites superior e inferior para oscilações de demanda, diminuindo o desvio padrão.

Pode-se calcular o valor das garantias através da fórmula proposta por Blank (2008): *Valor das Garantias = VPL com Garantias – VPL sem opções*

Assim, se tem:

$$\text{Valor das Garantias} = 517.248 - (-108.054) = 625.302 \text{ mil}$$

4.8

Análise de sensibilidade

Para a análise de sensibilidade será alterado o prazo de vigência de mitigação de risco, conforme verificado por Brandão et al (2012) onde detectou-se que o projeto é bastante sensível ao prazo de vigência das garantias.

Conforme indicado no quadro abaixo, verificou-se que com o aumento dos anos de garantias de mitigação de risco diminui-se o intervalo de confiança do VPL previsto do projeto, trazendo uma maior previsibilidade dos fluxos de caixa, beneficiando o projeto. Apesar de ocorrer uma queda no VPL médio esperado do projeto, reduz-se e muito o risco associado à demanda esperada.

Tabela 7: Análise de Sensibilidade – Anos de Mitigação de Risco.

VPL \ Anos de Garantia	10 anos	15 anos	23 anos
Máximo	1.607.097	1.446.474	1.097.041
Esperado	682.810	664.780	516.651
Mínimo	(1.976.376)	(1.385.374)	(422.746)
Desvio Padrão	722.879	603.072	432.058

Pode-se dizer que quanto mais futuro maior a incerteza atrelada à demanda, por isso, a garantia torna-se mais valiosa, pois diminui o desvio padrão dos VPLs, aumentando a previsibilidade do fluxo de caixa.

4.8.1

Análise de sensibilidade do VPL do esperado

Pode-se também realizar a análise de sensibilidade através da alteração de outras variáveis, como por exemplo, o aumento da tarifa que acaba por alterar o VPL esperado proporcionando um aumento deste.

Tabela 8: Análise de Sensibilidade – Alteração na Tarifa Sem Garantia.

Sem Garantia	Tarifa R\$3,00	Tarifa R\$3,10	Tarifa R\$3,20
Máximo	624.799	712.713	797.249
Esperado	(108.054)	(37.814)	32.651
Mínimo	(1.850.865)	(1.803.105)	(1.805.709)

Tabela 9: Análise de Sensibilidade – Alteração na Tarifa Com Garantia.

Com Garantia	Tarifa R\$3,00	Tarifa R\$3,10	Tarifa R\$3,20
Máximo	1.096.708	1.249.935	1.399.130
Esperado	517.249	656.015	794.130
Mínimo	(420.878)	(295.931)	(176.848)

Conforme demonstrado nas tabelas acima, o VPL é bem sensível as variações das tarifas, quanto maior a tarifa cobrada maior o VPL.

Outro fator importante já mencionada é a demanda, por se tratar de uma variável muito incerta é um dos principais riscos associados ao projeto. Isso se caracteriza ainda mais quando tratamos da demanda inicial do projeto, na intenção de verificar o quanto a previsão de demanda inicial afeta o projeto foi realizada uma SMC determinando que a demanda inicial é de 170.000. Assim temos que:

Tabela 10: Análise de Sensibilidade – Demanda Inicial Fixa.

Demanda Inicial fixa em 170.000	Sem Garantia	Com Garantia
Máximo	412.547	1.097.099
Esperado	625.052	960.849
Mínimo	(1.350.624)	(333.577)

No quadro acima, verifica-se o quanto a demanda inicial de passageiros altera o VPL do projeto, uma vez que torna o projeto muito mais atrativo ao setor privado, sendo assim, comprova-se a grande sensibilidade do VPL a demanda, por isso a importância de um estudo detalhado da demanda esperada para o projeto.

Conclusão

A Parceria Público-Privada visa suprir a demanda de investimento do Estado, dado que o poder público já não dispunha de recursos financeiros suficientes para o atendimento de necessidades cada vez maiores, principalmente, para implantação de infraestrutura. Na maioria dos países, as PPPs representam uma nova forma de prover, de maneira mais rápida, serviços públicos de melhor qualidade.

No caso do transporte metroviário há várias experiências internacionais e algumas nacionais da utilização da parceria público-privada. Não existe um único modelo de PPP aplicável ao setor metroviário, neste trabalho foi utilizado a metodologia adotada ao metro da linha 4 de São Paulo pois identificou-se a necessidade de desenhar mecanismos ótimos de mitigação de risco e definir o custo desses mecanismos para o Governo para linha 3 do metro do Rio de Janeiro.

Através das análises realizadas, o VPL esperado foi aumentado com a presença das garantias de demanda mínima e máxima, além de diminuir o risco do projeto com um desvio padrão menor do que o VPL sem garantias, inicialmente sem a presença de opções o VPL esperado era negativo com um grande desvio padrão, já com a presença de garantias o VPL esperado tornou-se positivo e diminuiu-se o desvio padrão do projeto trazendo uma maior previsibilidade do fluxo de caixa. Com a garantia de demanda e o repasse de receita assim combinados, acabaram por ter um VPL esperado mais estável, em alguns cenários até menor do que sem a presença de opções uma vez que se fixa limites superior e inferior para oscilações de demanda, diminuindo o desvio padrão.

Portanto, foi identificado através deste trabalho, que análise de casos como este permite tanto o governo como o setor privado desenvolverem uma maior análise crítica referente a sensibilidade do projeto perante suas variáveis, como melhor entendimento dos riscos, tarifas, tributações e custos envolvidos na concessão de garantias contratuais, e principalmente de quando elas se fazem

indispensáveis ou não para a viabilidade de projetos de infraestrutura de interesse comum a sociedade.

Esse resultado sugere que, para um determinado nível de redução de risco desejado para o projeto, a alternativa de menor custo para o Estado pode ser utilizar a garantia de demanda.

As principais limitações desse trabalho dizem respeito à determinação da demanda inicial esperada, que pode provocar grandes alterações no VPL, e como já identificado em Brandão et al (2012) volatilidade do projeto, cujo valor real somente poderá ser determinado depois do projeto implantado.

Extensões deste trabalho poderiam incluir o estudo ótimo da demanda esperada e incentivos de aversão a risco do Governo.

Referências bibliográficas

ASSAF NETO, A. Finanças Corporativas e Valor, São Paulo: Atlas 2003.

_____. Mercado Financeiro, São Paulo: Atlas 2006, 7^a Edição.

BARBEDO, C. Mercado de Derivativos no Brasil: conceitos, operações e estratégias, Rio de Janeiro: Record, 2005.

BASTIANI, I.C.R. Estrutura e Custo de Capital: Um Estudo Sobre a Realidade das Cooperativas Agropecuárias do Paraná. I Congresso Brasileiro de Finanças, São Paulo, 2001.

BLACK, F.; SCHOLES, M. The pricing of options and corporate liabilities. **The Journal of Political Economy**, v. 81, n. 3, p. 637-654, 1973.

BLANK, F.F. Teoria de Opções Reais em Project Finance e Parceria Público-Privada: Uma Aplicação em Concessões Rodoviárias . Rio de Janeiro, 2008. 200 p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

BOWE, M.; LEE, D.L. Project evaluation in the presence of multiple embedded real options: evidence from the Taiwan High-Speed Rail Project. **Journal of Asian Economics**, v. 15, n. 1, p. 71-98, 2004.

BRANDÃO, L.; PINTO, C.; GOMES, I.; SALGADO, M. Incentivos Governamentais em PPP: Uma análise por opções reais; **RAF**, São Paulo, 2012;.

BRANDÃO, L.; SARAIVA, E. The option value of government guarantees in infrastructure projects.

_____. Garantias governamentais em projetos de PPP: Uma avaliação por opções reais, 2008.

_____. Risco privado em infraestrutura pública: uma análise quantitativa de risco como ferramenta de modelagem de contratos; **RAP**, Rio de Janeiro, 2007.

BRANDÃO, L. Uma aplicação da teoria das opções reais para avaliação de uma concessão rodoviária no Brasil. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

BRENNAN, M.J.; SCHWARTZ, E.S. Evaluating natural resource investments. **The Journal of Business**, v. 58, n. 2, p. 135-157, 1985.

BRUNI, A.L. Risco, retorno e equilíbrio: Uma análise do modelo de precificação de ativos financeiros na avaliação de ações negociadas na Bovespa (1988-1996). São Paulo, 1998.

CHAROENPORNATTANA, S.; MINATO, T.; NAKAHAMA, S. Government supports as bundle of real options in built -operate-transfer highways projects. 7th Annual International Conference on Real Options. Washington D.C: Real Options Group, 2003.

CHEAH, C.Y.J.; LIU, J. Valuing governmental support in infrastructure projects as real options using Monte Carlo simulation. **Construction Management and Economics**, v. 24, n. 5, p. 545-554, 2006.

CHIARA, N.S.M.; GARVIN, J.; VECER, J. Valuing simple multiple- exercise real options in infrastructure projects. **Journal of Infrastructure Systems**, v. 13, n. 2, p. 97-104, 2007.

COPELAND, T.; ANTIKAROV, A. Real Options: A Practitioner's Guide; Texere, New York, 2003.

COPELAND, T.; ANTIKAROV, A. Real Options: A Practitioner's Guide. Texere, New York, **Construction Management and Economics**, v. 26, n. 11, 2001.

COPELAND, T.; KOLLER, T. and MURRIN, J. Valuation: Measuring and Managing the Value of Companies. 3rd ed., Wiley, New York, 2000.

CUI, Q. e outros. Use of warranties on highway projects: a real option perspective. **Journal of Management in Engineering**, v. 20, n. 3, p. 118-126, 2004.

DAMODARAN, A. Avaliação de Investimentos - Ferramentas e Técnicas para Determinação do Valor de Qualquer Ativo. Rio de Janeiro: QualityMark Editora, 2003.

_____. Avaliação de Investimentos; 2 edição, São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

_____. An Introduction to Valuation (2001). Disponível em: <http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>

_____. The Promise and Peril of Real Options. Stern School of Business (1997). Disponível em: <http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>

_____. Investment Valuation, 2 a edição. Disponível em: <http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>

DIAS, M.A.G. Investimento sob incerteza em exploração & produção de petróleo. Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado . PUC-Rio, 1996.

_____. Real Option Evaluation: Optimization under Uncertainty with Genetic Algorithms and Monte Carlo Simulation, Working paper, Dept. of Electrical Engineering, PUC-Rio, Brazil, July 2000.

_____. Investment in Information for Oil Field Development Using Evolutionary Approach with Monte Carlo Simulation, 5th Annual International Conference on Real Options – Theory Meets Practice, UCLA, Los Angeles, USA, July 13-14, 2001.

DIXIT, A.K.; PINDYCK, R.S. Investment under uncertainty. New Jersey: Princeton University, 2000.

_____. Investment under uncertainty. Princeton: Princeton University Press, 1994.

EITEMAN, D.K. Administração Financeira Internacional; Porto Alegre: Bookman, 2002, 9^a. Edição.

ENDLER, L. Avaliação de empresas pelo método fluxo de caixa descontado e desvios causados pela utilização de taxas de desconto inadequadas. **Contexto**, Porto Alegre, v. 4, n° 6, 2004.

FREITAS, A.; BRANDÃO, L. Real options valuation of e-learning projects. **International Journal on E-Learning**, 2010.

GALERA, A.L.L.; SOLINO, A.S. A Real options approach for the valuation of highway concessions. **Transportation Science**, v. 44, n. 3, p. 416-427, 2010.

GRAHAM, J.R.; HARVEY, C.R. How do CFOs make capital budgeting and capital structure decisions. **Journal of Applied Corporate Finance**, v. 15, n. 1, p. 8-23, 2003.

HAMMERSLEY, J.M.; HANDSCOMB, D.C. Monte Carlo Methods; Editora Wiley, 1964.

HUANG, Y.L.; CHOU, S.P. Valuation of the minimum revenue guarantee and the option to abandon in BOT infrastructure projects. **Construction Management and Economics**, v. 24, n. 5, p. 379-389, 2006.

HULL, J.C. Options, Futures, and Other Derivative Securities (5th edition), Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall. 2002.

IRWIN, T.C. Government guarantees: allocating and valuing risk in privately financed infrastructure projects. Washington D.C.: The World Bank, 2007. (Directions in development).

LAZO, J.G.L. Determinação do Valor de Opções Reais por Simulação Monte Carlo com Aproximação por Números Fuzzy e Algoritmos Genéticos, PhD. Thesis Doutoral Department of Electrical Engineering of Pontifical Catholic University of Rio de Janeiro - PUC-Rio, 2004.

LAZO, J.G.L.; PACHECO, M.A.C.; VELLASCO, M.M.R.; DIAS, M.A.G. Real

Option Decision Rules for Oil Field Development Under Market Uncertainty Using Genetic Algorithms and Monte Carlo Simulation, Proceedings 7th Annual International Conference on Real Options – Theory Meets Practice, Washington DC, USA, July 10-12, 2003.

LONGSTAFF, F.A.; SCHWARTZ, E.S. Valuing American options by simulation: a simple least-squares approach. **Review of Financial Studies**, v. 14, n. 1, p. 113-147, 2001.

LUERHRMAN, T.A. Strategy as Portfolio of Real Options. **Harvard Business Review**; Sep/Oct., p. 89-99, 1998.

MACEDO, M.A. DA S.; NARDELLI, P.M. Teoria de Opções Reais e Viabilidade Econômico-financeira de Projetos. Agroindustriais: o caso da opção de Abandono; Organizações Rurais & Agroindustriais, vol. 13, núm. 1, 2011. Universidade Federal de Lavras, Brasil.

MCDONALD, R.; SIEGEL, D. The value of waiting to invest. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 101, n. 4, 1986.

MEIRELLES, J.L.F.; REBELATTO, D.A.N. Incerteza, Irreversibilidade e Possibilidade de Adiar os Investimentos: Uma abordagem do ponto de vista da Teoria de Opções Reais. XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção Curitiba – PR, ENEGEP 2002.

MERTON, R.C. Theory of rational option pricing. **Bell Journal of Economics and Management Science**, v.4 (1), 1973.

METCALF, G. & HASSETT, K.A. Investment under alternative return assumptions Comparing random walks and mean reversion. **Journal of Economic Dynamics and Control**, Elsevier, vol. 19(8), pages 1471-1488, November, 1995.

MODIGLIANI, F.; MILLER, M.H. The cost of capital, corporation finance and the theory of investment - Reply. **American Economic Review**, sept. 1958.

OZORIO, L.M. Opções reais na siderurgia: o caso brasileiro. Rio de Janeiro, 2010.

PIONER, H. Regulação de transporte. Estudo de caso: PPP da Linha 4 do Metrô de São Paulo. Portal de gestão de conteúdo do programa de parceria público-privada de Minas Gerais. Curso de regulação econômica aplicado a permissões, concessões tradicionais, concessões patrocinadas & administrativas. Belo Horizonte: 25.1.2011. 2010. (Apresentação).

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

ROSE, S. Valuation of interacting real options in a tollroad infrastructure project. **The Quarterly Review of economics and Finance**, v. 38, n. 3, Part 2, p. 711-723, 1998.

ROSS, W.J. Administração Financeira, São Paulo: Atlas, 2007, 2^a. Edição.

_____. Princípios de Administração Financeira, São Paulo: Atlas 2000, 2^a. Edição

RUS, G.D.; NOMBELA, G. Variable-term concessions for road construction and operation. Munich: University Library of Munich, 2003. (Unpublished work).

SANTOS, EM.; PAMPLONA, E. O. Teoria das Opções Reais: Aplicação em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). 2º Encontro Brasileiro de Finanças, Ibmec, Rio de Janeiro, RJ, julho de 2002.

SANTOS, E.M.; PAMPLONA, E. O. Captando o Valor da Flexibilidade Gerencial Através da Teoria das Opções Reais. XXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Salvador, Bahia, Out/2001 A.

SANTOS, E.M.; PAMPLONA, E.O. Teoria das opções reais: uma abordagem estratégica para análise de investimentos. XXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Salvador, Bahia, Out/2001 B.

SILVA, C.M. A Parceria Público- Privada em Sistemas Metroviários; Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados; Setembro/2009 <http://bd.camara.gov.br>

TEIXEIRA; J.P.; ROCHA, K.M.C.; BATISTA, F.R.; SIQUEIRA, R.; NETO SIMÃO, M. Avaliação de opções de expansão em projetos de petróleo através da teoria de opções reais – PUC-Rio, Rio de Janeiro <http://bibliotecadigital.fgv.br/ocs/index.php/ebf/1EBF/paper/viewFile/1719/830>

TOURINHO, O.A.F. The valuation of reserves of natural resources: an option pricing approach. 1979. 103p. Tese de Doutorado em Economia. University of California, Berkeley, 1979.

TRIGEORGIS, L. Real options, managerial flexibility and strategy in resources allocation. Cambridge: MIT Press, 1996.

VASSALO, J. Traffic Risk Mitigation in Highway Concession Projects – The Experience of Chile. Journal of Transport Economics and Policy, v.40, n.3, p.359 - 381, set.2006

Links e Acessos:

<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2012/04/parceria-publico-privada-ppp> Consulta realizada em 17/08/13 as 14:22.

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/111079.htm
Consulta realizada em 17/08/13 as 15:00.

http://www.planejamento.gov.br/hotsites/ppp/conteudo/projetos/nacionais/projetos_Datacenter.html consulta realizada em 17/08/13 as 16:20.

http://www.sefaz.ba.gov.br/administracao/ppp/projeto_emissariosub.htm consulta realizada em 17/08/13 as 16:20.

<http://www.slideshare.net/priromanopinheiro/apresentacao-ppp-hospital-do-subrbio-maio2010> consulta realizada em 17/08/13 as 17:20.

http://www.ppp.mg.gov.br/pppemminas/projetos-ppp/mg-050/rodovia-mg-050/view?set_language=pt-br consulta realizada em 17/08/13 as 12:20.

<http://www.ppp.mg.gov.br/projetos-ppp/projetos-celebrados/complexo%20penal/noticias/projeto-ppp-no-sistema-penal-cerca-de-3000-vagas-prisionais> consulta realizada em 17/08/13 as 11:20.

<http://www.portaltransparencia.gov.br/copa2014/cidades/execucao.seam.jsessionid=4F09364E5AD13384D254BC096191E069.portalcopa?empreendimento=1> consulta realizada em 17/08/13 as 15:20.

<http://www.viaquatro.com.br/linha-4-amarela> consulta realizada em 18/08/13 as 16:00.

<http://www.viaquatro.com.br/imprensa/noticias/linha-4-e-escolhida-melhor-ppp-da-america-latina?releaseid=12490> Consulta realizada em 18/08/13 as 16:00.

<http://www2.ppp.segov.pe.gov.br/web/portal-ppp/projetos-ppp> Consulta realizada em 17/08/13 as 15:00.

http://pt.wikipedia.org/wiki/Linha_3_do_Metr%C3%B4_do_Rio_de_Janeiro#Hist%C3%B3rico consulta realizada em 20/08/13 as 19:00.

<http://marcoagd.usuarios.rdc.puc-rio.br/stochast.html#gbm> Consulta realizada em 18/10/13 as 18:00.

http://www.metrorio.com.br/METRO_unitario.htm Consulta realizada em 05/11/13 as 21:22;

<http://noticias.terra.com.br/brasil/cidades/rio-agencia-autoriza-reajuste-para-r-320-da-tarifa-do-metro,446b4cb8511da310VgnCLD200000bbcceb0aRCRD.html> Consulta realizada em 05/11/13 as 21:30;

http://www.metrorio.com.br/imagens/demonstracoes_2012.pdf Consulta realizada em 05/11/13 as 20:40.

<http://cod.ibge.gov.br/1X2> - Acessado em 12/11/2013 as 12:20

http://www.metrorio.com.br/imagens/demonstracoes_2012.pdf Consulta realizada em 05/11/13 as 20:40.

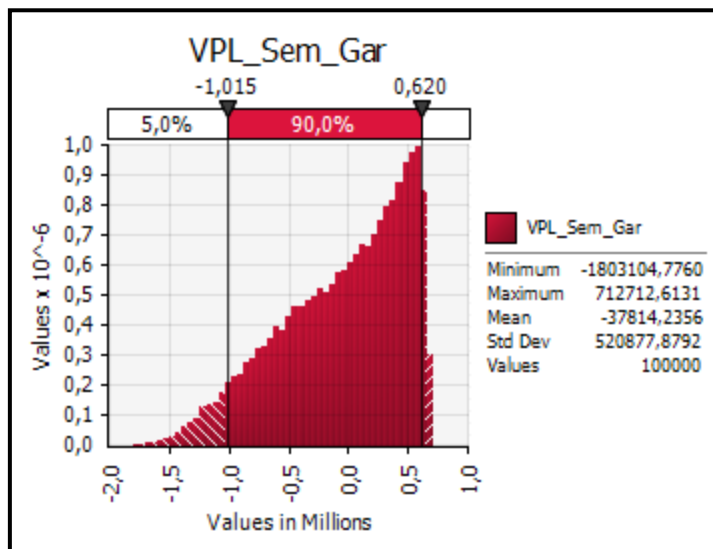
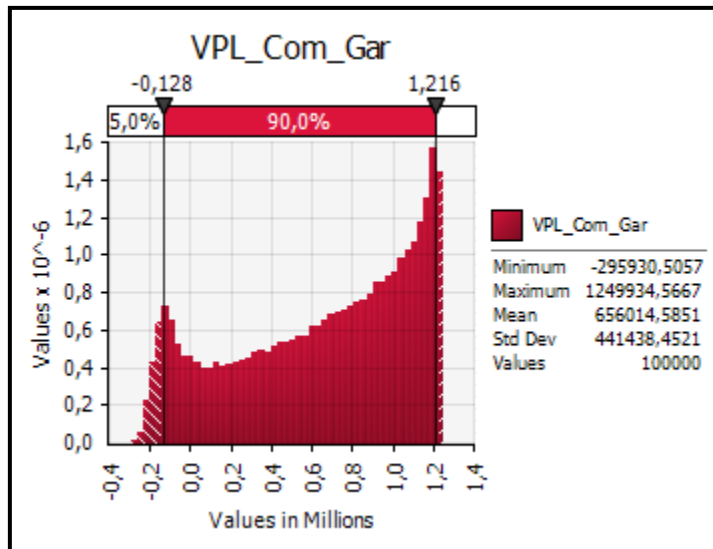
<http://www.bcb.gov.br/?COPOM178> acessado em 10/11/13 as 20:30

<http://www.bcb.gov.br/Pec/metast/TabelaMetastResultados.pdf> - acessado em 10/11/13 as 20:30.

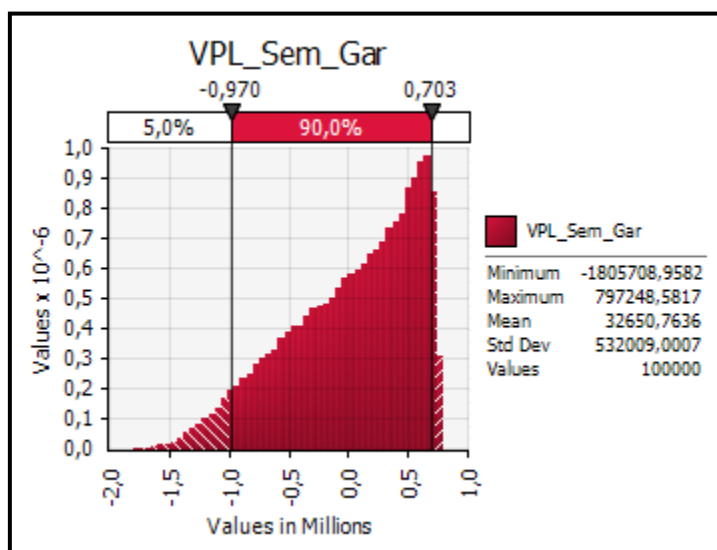
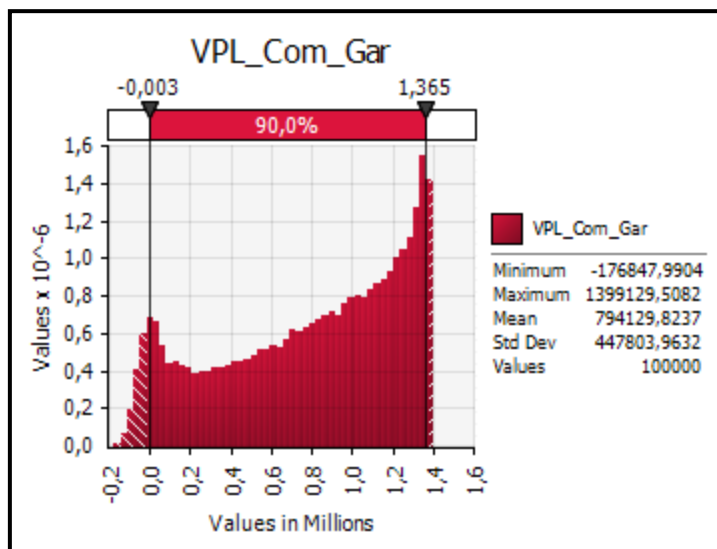
<http://cod.ibge.gov.br/1X2> - Acessado em 12/11/2013 as 12:20.

Anexos

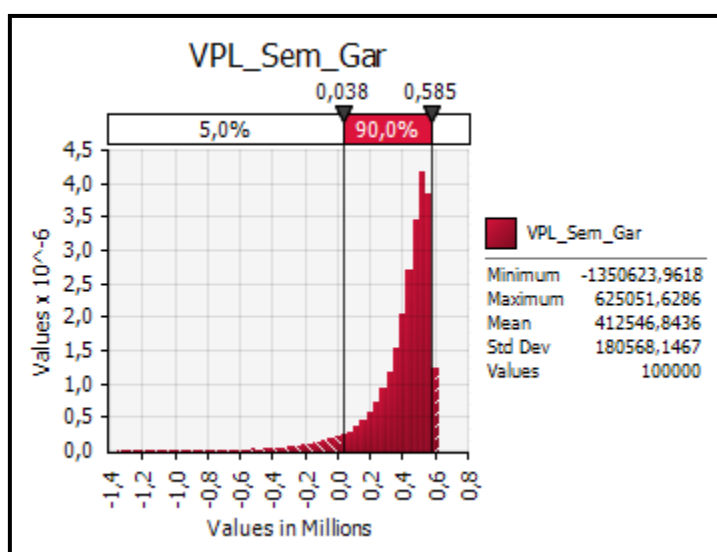
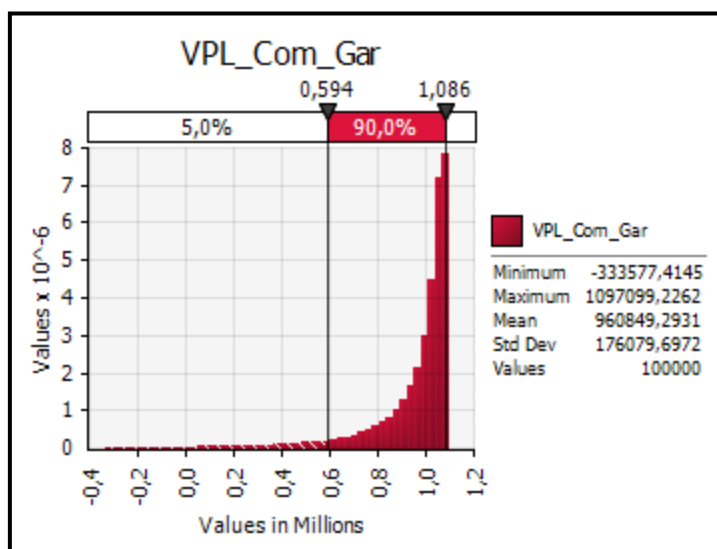
Resultado da Análise de Sensibilidade com tarifa a R\$3,10 gráficos @risk:
















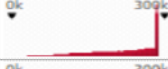












Resultado da Análise de Sensibilidade com tarifa a R\$3,20 gráficos @risk:



Resultado da Análise de Sensibilidade com demanda inicial fixa em 170 mil, gráficos @risk:



Resultado apresentados na análise do projeto:

Name	Worksheet	Cell	Graph	Min	Mean	Max
P_1	Principal	D11		42301,03	122464,10	200000,00
P_2	Principal	E11		40001,10	128368,30	205000,00
P_3	Principal	F11		37652,95	134361,70	210000,00
P_4	Principal	G11		35105,93	140466,10	215000,00
P_5	Principal	H11		36967,95	146674,10	220000,00
P_6	Principal	I11		34487,26	152964,70	225000,00
P_7	Principal	J11		37009,90	159338,00	230000,00
P_8	Principal	K11		36963,69	165782,00	235000,00
P_9	Principal	L11		37962,12	172277,50	240000,00
P_10	Principal	M11		38550,88	178817,20	245000,00
P_11	Principal	N11		40555,60	185420,10	250000,00
P_12	Principal	O11		42794,27	192047,20	255000,00
P_13	Principal	P11		43037,16	198681,90	260000,00
P_14	Principal	Q11		43414,15	205350,00	265000,00
P_15	Principal	R11		41132,64	211994,10	270000,00
P_16	Principal	S11		37818,94	218658,60	275000,00
P_17	Principal	T11		40924,73	225287,90	280000,00
P_18	Principal	U11		36550,82	231908,20	285000,00
P_19	Principal	V11		38260,12	238495,00	290000,00
P_20	Principal	W11		36633,88	245060,80	295000,00
P_21	Principal	X11		38179,11	251551,80	300000,00
P_22	Principal	Y11		43671,23	258030,50	305000,00
P_23	Principal	Z11		41040,48	264482,30	310000,00
P_24	Principal	AA11		37760,78	270860,90	315000,00
P_25	Principal	AB11		35442,08	277208,80	320000,00
P_De	Principal	AC11		49518,12	407099,10	2688287,00

Name	Worksheet	Cell	Graph	Min	Mean	Max
FCLA_Sem_0	FC L3 SEM Garant	B33		-380707,10	-380707,10	-380707,10
VPL_Sem_Gar	FC L3 SEM Garant	B37		-1872550,00	-107868,70	623170,10
TIR_S_Gar	FC L3 SEM Garant	B39		0,03	0,07	0,12
FCLA_Sem_1	FC L3 SEM Garant	C33		28095,69	28095,69	28095,69
FCLA_Sem_2	FC L3 SEM Garant	D33		-46826,15	-46826,15	-46826,15
FCLA_Sem_3	FC L3 SEM Garant	E33		100541,40	1785,46	75454,13
FCLA_Sem_4	FC L3 SEM Garant	F33		149968,50	42377,88	33733,83
FCLA_Sem_5	FC L3 SEM Garant	G33		-145725,80	-33697,16	41180,98
FCLA_Sem_6	FC L3 SEM Garant	H33		-145917,70	-24932,16	48628,14
FCLA_Sem_7	FC L3 SEM Garant	I33		-141000,30	-16082,54	56075,30
FCLA_Sem_8	FC L3 SEM Garant	J33		-138706,20	-7160,91	63522,45
FCLA_Sem_9	FC L3 SEM Garant	K33		-135345,30	1808,56	70928,45
FCLA_Sem_10	FC L3 SEM Garant	L33		-132402,80	10538,12	76486,44
FCLA_Sem_11	FC L3 SEM Garant	M33		-128014,30	19197,78	82044,43
FCLA_Sem_12	FC L3 SEM Garant	N33		-123387,00	27721,54	87602,42
FCLA_Sem_13	FC L3 SEM Garant	O33		-120797,60	36097,91	93160,41
FCLA_Sem_14	FC L3 SEM Garant	P33		-118071,40	44354,36	98718,41
FCLA_Sem_15	FC L3 SEM Garant	Q33		-118059,90	52435,73	104276,40
FCLA_Sem_16	FC L3 SEM Garant	R33		-119102,40	60390,98	109834,40
FCLA_Sem_17	FC L3 SEM Garant	S33		-113589,50	68197,86	115392,40
FCLA_Sem_18	FC L3 SEM Garant	T33		-115714,80	75856,97	120950,40
FCLA_Sem_19	FC L3 SEM Garant	U33		-111628,00	83368,82	126508,40
FCLA_Sem_20	FC L3 SEM Garant	V33		-110947,30	90768,38	132066,40
FCLA_Sem_21	FC L3 SEM Garant	W33		-107028,10	98022,21	137624,30
FCLA_Sem_22	FC L3 SEM Garant	X33		-99078,37	105182,60	143182,30
FCLA_Sem_23	FC L3 SEM Garant	Y33		-99423,50	83397,38	118018,60
FCLA_Sem_24	FC L3 SEM Garant	Z33		-53605,18	136832,90	170402,70
FCLA_Sem_25	FC L3 SEM Garant	AA33		-55972,97	141661,00	174204,70

Name	Worksheet	Cell	Graph	Min	Mean	Max
VPL_Com_Gar_10 anos	FC I3 COM Garant 10 anos	B39		-1976044,00	683457,10	1605365,00
TIR_Com_Gar_10 anos	FC I3 COM Garant 10 anos	B41		0,04	0,06	0,11
FCIA_C10a_0	FC I3 COM Garant 10 anos	B35		-380707,10	-380707,10	-380707,10
FCIA_C10a_1	FC I3 COM Garant 10 anos	C35		-28095,69	-28095,69	-28095,69
FCIA_C10a_2	FC I3 COM Garant 10 anos	D35		-46826,15	-46826,15	-46826,15
FCIA_C10a_3	FC I3 COM Garant 10 anos	E35		4363,44	22163,19	64833,62
FCIA_C10a_4	FC I3 COM Garant 10 anos	F35		-41328,11	20872,38	20397,39
FCIA_C10a_5	FC I3 COM Garant 10 anos	G35		-37387,63	-14654,21	25091,87
FCIA_C10a_6	FC I3 COM Garant 10 anos	H35		-33877,07	-8378,09	29804,04
FCIA_C10a_7	FC I3 COM Garant 10 anos	I35		-29841,25	-2006,76	34534,97
FCIA_C10a_8	FC I3 COM Garant 10 anos	J35		-26053,42	4392,39	39284,64
FCIA_C10a_9	FC I3 COM Garant 10 anos	K35		-22144,57	10828,71	44053,07
FCIA_C10a_10	FC I3 COM Garant 10 anos	L35		-18262,42	17238,23	48841,28
FCIA_C10a_11	FC I3 COM Garant 10 anos	M35		-14221,35	23702,50	53648,24
FCIA_C10a_12	FC I3 COM Garant 10 anos	N35		-10141,24	30105,26	58475,00
FCIA_C10a_13	FC I3 COM Garant 10 anos	O35		-120797,60	36097,91	93160,41
FCIA_C10a_14	FC I3 COM Garant 10 anos	P35		-118071,40	44354,36	98718,41
FCIA_C10a_15	FC I3 COM Garant 10 anos	Q35		-118059,90	52435,73	104276,40
FCIA_C10a_16	FC I3 COM Garant 10 anos	R35		-119102,40	60390,98	109834,40
FCIA_C10a_17	FC I3 COM Garant 10 anos	S35		-113589,50	68197,86	115392,40
FCIA_C10a_18	FC I3 COM Garant 10 anos	T35		-115714,80	75856,97	120950,40
FCIA_C10a_19	FC I3 COM Garant 10 anos	U35		-111628,00	83368,82	126508,40
FCIA_C10a_20	FC I3 COM Garant 10 anos	V35		-110947,30	90768,38	132066,40
FCIA_C10a_21	FC I3 COM Garant 10 anos	W35		-107028,10	98022,21	137624,30
FCIA_C10a_22	FC I3 COM Garant 10 anos	X35		-99078,37	105182,60	143182,30
FCIA_C10a_23	FC I3 COM Garant 10 anos	Y35		-99423,50	83397,38	118018,60
FCIA_C10a_24	FC I3 COM Garant 10 anos	Z35		-53605,18	136832,90	170402,70
FCIA_C10a_25	FC I3 COM Garant 10 anos	AA35		-55972,97	141661,00	174204,70

Name	Worksheet	Cell	Graph	Min	Mean	Max
VPL_Com_Gar_15 anos	FC L3 COM Garant 15 anos	B39		-1398528,00	665445,90	1446141,00
IIR_Com_Gar_15 anos	FC L3 COM Garant 15 anos	B41		-0,06	0,06	0,10
FCLA_C15a_0	FC L3 COM Garant 15 anos	B35		-380707,10	-380707,10	-380707,10
FCLA_C15a_1	FC L3 COM Garant 15 anos	C35		-28095,69	28095,69	-28095,69
FCLA_C15a_2	FC L3 COM Garant 15 anos	D35		-46826,15	-46826,15	-46826,15
FCLA_C15a_3	FC L3 COM Garant 15 anos	E35		4363,44	22163,19	64833,62
FCLA_C15a_4	FC L3 COM Garant 15 anos	F35		-41328,11	20872,38	20397,39
FCLA_C15a_5	FC L3 COM Garant 15 anos	G35		-37387,63	-14654,21	25091,87
FCLA_C15a_6	FC L3 COM Garant 15 anos	H35		-33877,07	-8378,09	29804,04
FCLA_C15a_7	FC L3 COM Garant 15 anos	I35		-29841,25	-2006,76	34534,97
FCLA_C15a_8	FC L3 COM Garant 15 anos	J35		-26053,42	4392,39	39284,64
FCLA_C15a_9	FC L3 COM Garant 15 anos	K35		22144,57	10828,71	44053,07
FCLA_C15a_10	FC L3 COM Garant 15 anos	L35		-18262,42	17238,23	48841,28
FCLA_C15a_11	FC L3 COM Garant 15 anos	M35		-14221,35	23702,50	53648,24
FCLA_C15a_12	FC L3 COM Garant 15 anos	N35		-10141,24	30105,26	58475,00
FCLA_C15a_13	FC L3 COM Garant 15 anos	O35		-6249,81	36485,26	63321,54
FCLA_C15a_14	FC L3 COM Garant 15 anos	P35		2329,55	42864,21	68187,88
FCLA_C15a_15	FC L3 COM Garant 15 anos	Q35		1335,16	49044,32	72571,55
FCLA_C15a_16	FC L3 COM Garant 15 anos	R35		4909,60	54765,33	76238,01
FCLA_C15a_17	FC L3 COM Garant 15 anos	S35		9155,51	60306,52	79919,98
FCLA_C15a_18	FC L3 COM Garant 15 anos	T35		-115714,80	75856,97	120950,40
FCLA_C15a_19	FC L3 COM Garant 15 anos	U35		-111628,00	83368,82	126508,40
FCLA_C15a_20	FC L3 COM Garant 15 anos	V35		-110947,30	90768,38	132066,40
FCLA_C15a_21	FC L3 COM Garant 15 anos	W35		-107028,10	98022,21	137624,30
FCLA_C15a_22	FC L3 COM Garant 15 anos	X35		-99078,37	105182,60	143182,30
FCLA_C15a_23	FC L3 COM Garant 15 anos	Y35		-99423,50	83397,38	118018,60
FCLA_C15a_24	FC L3 COM Garant 15 anos	Z35		-53605,18	136832,90	170402,70
FCLA_C15a_25	FC L3 COM Garant 15 anos	AA35		-55972,97	141661,00	174204,70

Name	Worksheet	Cell	Graph	Min	Mean	Max
MPL_Com_Gar	FC L3 COM Garant 23 anos	B39		-420877,60	517248,90	1096708,00
TIR_Com_Gar	FC L3 COM Garant 23 anos	B41		-0,03	0,05	0,09
FCLA_C23a_0	FC L3 COM Garant 23 anos	B35		-380707,10	-380707,10	-380707,10
FCLA_C23a_1	FC L3 COM Garant 23 anos	C35		-28095,69	-28095,69	-28095,69
FCLA_C23a_2	FC L3 COM Garant 23 anos	D35		-46826,15	-46826,15	-46826,15
FCLA_C23a_3	FC L3 COM Garant 23 anos	E35		4363,44	22163,19	64833,62
FCLA_C23a_4	FC L3 COM Garant 23 anos	F35		41328,11	-20872,38	20397,39
FCLA_C23a_5	FC L3 COM Garant 23 anos	G35		-37387,63	-14654,21	25091,87
FCLA_C23a_6	FC L3 COM Garant 23 anos	H35		-33877,07	-8378,09	29804,04
FCLA_C23a_7	FC L3 COM Garant 23 anos	I35		29841,25	-2006,76	34534,97
FCLA_C23a_8	FC L3 COM Garant 23 anos	J35		-26053,42	4392,39	39284,64
FCLA_C23a_9	FC L3 COM Garant 23 anos	K35		-22144,57	10828,71	44053,07
FCLA_C23a_10	FC L3 COM Garant 23 anos	L35		18262,42	17238,23	48841,28
FCLA_C23a_11	FC L3 COM Garant 23 anos	M35		14221,35	23702,50	53648,24
FCLA_C23a_12	FC L3 COM Garant 23 anos	N35		10141,24	30105,26	58475,00
FCLA_C23a_13	FC L3 COM Garant 23 anos	O35		6249,81	36485,26	63321,54
FCLA_C23a_14	FC L3 COM Garant 23 anos	P35		-2329,55	42864,21	68187,88
FCLA_C23a_15	FC L3 COM Garant 23 anos	Q35		1335,16	49044,32	72571,55
FCLA_C23a_16	FC L3 COM Garant 23 anos	R35		4909,60	54765,33	76238,01
FCLA_C23a_17	FC L3 COM Garant 23 anos	S35		9155,51	60306,52	79919,98
FCLA_C23a_18	FC L3 COM Garant 23 anos	T35		12653,55	65650,46	83617,47
FCLA_C23a_19	FC L3 COM Garant 23 anos	U35		16788,71	70867,52	87330,47
FCLA_C23a_20	FC L3 COM Garant 23 anos	V35		20599,19	75982,24	91058,98
FCLA_C23a_21	FC L3 COM Garant 23 anos	W35		24750,26	80948,11	94803,77
FCLA_C23a_22	FC L3 COM Garant 23 anos	X35		29320,30	85816,90	98564,09
FCLA_C23a_23	FC L3 COM Garant 23 anos	Y35		12166,55	60808,88	71618,90
FCLA_C23a_24	FC L3 COM Garant 23 anos	Z35		61766,78	112074,70	122238,70
FCLA_C23a_25	FC L3 COM Garant 23 anos	AA35		62870,41	114744,50	124292,70