

GESTÃO.Org Revista Eletrônica de
Gestão Organizacional

ISSN 1679-1827

www.gestaoorg.dca.ufpe.br

Volume 4, Número 2, mai./ago. 2006

MODELAGEM HÍBRIDA PARA CONCESSÕES RODOVIÁRIAS COM O USO DA TEORIA DAS OPÇÕES REAIS: O CASO DA RODOVIA BR-163

Luiz Eduardo Teixeira Brandão

IAG/PUC-Rio

Marcus Vinicius Quintella Cury

(Instituto Militar de Engenharia)

Sumário: 1. Introdução; 2. Modelagem tradicional de concessões rodoviárias; 3. Modelagem híbrida proposta; 4. Teoria das opções reais - TOR; 5. Procedimentos metodológicos; 6. O poder disciplinar oculto nas práticas de gestão de pessoas da MLS; 7. Avaliação da modelagem híbrida com o uso da tor; Como distribuir os indivíduos espacialmente; 8. Conclusões e recomendações

RESUMO

Este trabalho apresenta uma proposta para a viabilização das concessões rodoviárias localizadas em regiões pouco exploradas ou com histórico de tráfego desconhecido, como é o caso da rodovia federal BR-163, através de projetos de Parcerias Público-Privadas (PPP). Sugerimos uma modelagem híbrida para essas concessões privadas pioneiras que engloba os fundamentos das concessões convencionais, das parcerias público-privadas e do project finance, do qual o poder público participa como elemento redutor do risco através do aporte de garantias contratuais. Apresentamos um modelo analítico que pode auxiliar o poder público a determinar o nível ótimo das garantias oferecidas, através da utilização da metodologia das opções reais considerando o fluxo de caixa do projeto como ativo básico para quantificar os efeitos tanto de uma garantia de tráfego mínimo quanto de um teto de tráfego sobre a viabilidade da concessão. Concluimos que rodovias que apresentam alto grau de risco podem ser tornadas atraentes para o setor privado ao menor custo para sociedade, através da concessão de garantias condicionais do tipo aqui apresentado, contanto que essas garantias ofertadas sejam adequadamente valoradas.

Palavras chave: PPP, garantias, opções reais, rodovias pedagiadas.

ABSTRACT

We propose a model under which toll road concessions located in sparsely explored regions or in areas with high traffic uncertainty can be made economically feasible, as is the case of the federal highway BR-163, through the Public Private Partnerships (PPP) project framework. We suggest a hybrid approach for these pioneer private concessions that incorporates aspects of conventional toll road concessions, of public-private partnerships and project finance, where the government participates as a stakeholder in order to reduce the risk by granting a certain level of project guarantees. We develop an analytical model that can assist policy makers in determining the optimal level of such guarantees, by applying option pricing models to quantify the effects of government supports such as traffic guarantees and consider a minimum traffic guarantee as well as a traffic ceiling, assuming that the project cash flows are the underlying asset. We conclude that pioneer projects that offer a high level of risk can greatly benefit from this type of government support and can be made attractive to private investment at optimal cost for society, as long as the value of such guarantees are adequately assessed.

Keywords: PPP, guarantees, real options, toll roads

1. INTRODUÇÃO

Durante a fase de grande crescimento econômico ocorrido durante a década de 70, verificou-se um significativo aumento nos investimentos em infra-estrutura no Brasil. Esses investimentos, no entanto, não foram suficientes para atender a demanda por novas estradas ou o problema da deterioração das rodovias existentes. Nas décadas seguintes, com a redução da capacidade de investimento do setor público, a questão da expansão e manutenção da rede viária agravou-se sensivelmente.

Para tentar amenizar o problema rodoviário do país, a partir de meados da década de 90, foram lançados os primeiros contratos de concessão privada de rodovias, que, por sua vez, passaram a assumir a responsabilidade pelos investimentos necessários, em troca do direito de exploração dos serviços concedidos através da cobrança de pedágio. (Persad et al., 2003).

Segundo Mascarenhas (2005), os investimentos em infra-estrutura exigem longo prazo de retorno, e, conseqüentemente, maiores prazos de financiamento para as obras. Não existem, ainda, no Brasil, condições para a concessão de financiamento privado com prazos acima de 10 anos e, dessa forma, o financiamento de projetos de infra-estrutura exigirá acesso a instituições de fomento governamentais e/ou agências internacionais. Tais financiadores irão buscar as garantias dentro do ordenamento jurídico do país onde, somente recentemente, as discussões em torno dos marcos regulatórios modernos foram intensificadas, e não há ainda consenso sobre a qualidade dos instrumentos existentes e sua adequação aos padrões internacionais.

Segundo a ANTT (2005), as opções para a área de transportes são o orçamento da União, as parcerias público-privadas (PPPs) e as concessões. Na primeira opção, o Governo Federal reconheceu as necessidades de investir na infra-estrutura para reduzir os problemas, embora os recursos da União tivessem sido os únicos efetivamente disponíveis para o atendimento das demandas em 2005. Por outro lado, esbarra em problemas de cunho financeiro e político e, dessa forma, havendo demora nas decisões e na escolha dos projetos prioritários não se realiza com a celeridade necessária. No caso das PPPs, existe a intenção

de se atraírem investimentos privados para as obras de infra-estrutura, especialmente em transportes, sempre que houver prestação de serviços, vedada a sua utilização para a realização de obra pública. A última opção, as concessões, pode ser considerada o mecanismo mais simples de todos, visto que usa os recursos e a capacidade de endividamento do setor privado, para a realização das obras que o Governo seleciona para exploração concedida, durante determinado período, e retorno posterior à propriedade pública.

Nesse sentido, a concessão à iniciativa privada dos serviços rodoviários parece ser um processo bem sucedido e sem volta, pelo menos se for analisado do ponto de vista do benefício público proporcionado. É desejável que esse processo se mostre sustentável, isto é, consistente ao longo do tempo. Para que isso ocorra, é necessário garantir que as concessionárias sejam remuneradas adequadamente através de uma remuneração suficiente para gerar um retorno adequado sobre o capital, acrescido de uma compensação para o risco do investimento. O principal problema com que o setor privado se defronta diante dessa equação é a avaliação dos riscos visando à determinação da remuneração adequada, especialmente no que diz respeito àquelas com alto risco potencial do tráfego futuro. Dentro dessa categoria se incluem as rodovias pioneiras, sem histórico de tráfego, situadas em regiões pouco desenvolvidas economicamente e dentro de áreas sujeitas a restrições ambientais.

A construção da rodovia BR-163, objeto deste trabalho, com uma extensão de 1.569,63 km em pista simples é um exemplo desses projetos pioneiros, que se pretende que seja implantada e pavimentada sob responsabilidade integral da iniciativa privada. O cenário de estudo considera a concessão se estendendo de Nova Mutum-MT a Santarém-PA, incluindo o trecho da BR-230, que dá acesso ao porto de Miritituba-PA. Nessa rodovia, implantada inicialmente pelo Exército Brasileiro na década de 1970, não há registro confiável do tráfego histórico nem existem estudos sócio-econômicos suficientes que assegurem o nível de tráfego futuro necessário, tratando-se, por conseguinte, de uma rodovia pioneira. Dessa forma, dados os riscos envolvidos num projeto desta envergadura, é pouco provável que a iniciativa privada realize os investimentos necessários na construção da rodovia sem que haja uma garantia por parte do poder concedente.

A principal preocupação do poder público é a viabilização das concessões rodoviárias de forma a atrair o capital privado sem causar um ônus excessivo ao Estado. No caso da BR-163, por se tratar de uma rodovia pioneira, onde os riscos de tráfego são significativos, alguma forma de mitigação de riscos por parte do Governo torna-se necessária. Dentre as diversas alternativas existentes para mitigação de risco, optou-se por modelar os efeitos sobre a concessão de uma garantia de tráfego mínimo e, possivelmente, determinar qual seria o nível ótimo dessa garantia. Essa garantia dará ao concessionário a opção de recorrer ao poder público para se ressarcir de perdas de receita toda vez que o tráfego observado na rodovia for menor do que um nível pré-determinado. Dado que essas garantias têm características de um seguro, ou opção para o investidor, o seu valor não pode ser determinado através dos métodos tradicionais de avaliação de projetos; torna-se necessário recorrer a ferramentas de valoração de opções como a avaliação pela Teoria das Opções Reais.

O objetivo deste trabalho é utilizar a análise por opções reais para determinar os instrumentos mais adequados para a redução dos riscos do projeto, assim como sugerir uma modelagem híbrida para a concessão privada da rodovia. Para tanto, propomos a utilização dos fundamentos das concessões convencionais, das parcerias público-privadas, do project finance e das metodologias recentes de avaliação de opções com o intuito de viabilizar a execução da rodovia pela iniciativa privada sem ônus excessivo para o Estado. A escolha da BR-163 deve-se ao fato de que existe um consenso quanto à sua importância estratégica para a economia brasileira como via de escoamento da produção da soja e para o desenvolvimento desta região do país. Os dados utilizados no presente trabalho foram retirados do relatório final do Estudo de Viabilidade Técnica-Econômica – EVTE da BR-163, Nova Mutum-MT – Santarém-PA, desenvolvido pelo Instituto Militar de Engenharia – IME em convênio com o Departamento Nacional de Infra-estrutura em Transportes – DNIT, disponível na Internet no endereço eletrônico http://dnit.ime.br/proj_anda_04.htm.

Este trabalho está organizado da seguinte forma: No primeiro capítulo, apresentamos o problema básico e o objetivo do trabalho. No capítulo dois, discutimos a modelagem tradicionalmente utilizada, os seus

resultados e limitações. No capítulo três, introduzimos a modelagem híbrida proposta e, em seguida, fazemos uma introdução à metodologia das opções reais. No capítulo cinco, aplicamos os conceitos propostos ao projeto da BR-163 e, no capítulo seguinte, concluímos.

2. MODELAGEM TRADICIONAL DE CONCESSÕES RODOVIÁRIAS

Concessão e privatização são conceitos cujos cernes possuem um aspecto comum, que é a transferência de bens públicos a agentes da iniciativa privada. Na privatização, o bem público é vendido e transferido em caráter definitivo para a iniciativa privada, enquanto a concessão implica a transferência do bem por tempo determinado, após o qual o bem público volta a ser responsabilidade do poder público. Ele continua sendo um patrimônio público, mas sob a responsabilidade da iniciativa privada durante esse período. (Cury e Veiga, 2003).

Na modelagem tradicional de concessões rodoviárias, quaisquer variações em torno do valor esperado do tráfego futuro são de responsabilidade e devem ser integralmente arcados pelo concessionário. Embora isso possa representar um nível de risco aceitável para rodovias que atravessam áreas relativamente já desenvolvidas e, portanto, de estimativa mais simples, para o caso de rodovias pioneiras ou estratégicas, como a BR-163, o risco de tráfego pode ser tornar excessivo a ponto de inviabilizar a participação da iniciativa privada. Nesse caso, a participação do estado como parceiro do ente privado e elemento de redução de risco através de alguma forma de garantia de receita torna-se imprescindível, assim como uma modelagem apropriada que leve em consideração o fato de que a operação da concessão num ambiente de incerteza pode ser realizada com alguma flexibilidade operacional que possa afetar significativamente o valor do projeto e a necessidade de garantias do poder público.

De um modo geral, existem três possibilidades de se financiar a construção e a operação de rodovias no país, que sempre envolvem a associação entre a iniciativa privada e o Estado. As três formas de financiamento citadas são as concessões privadas, as PPPs e o project finance.

As concessões podem existir sob diferentes desenhos, desde aquelas que envolvem a concessão total, ou seja, o bem não retorna à propriedade do Estado, até os contratos de concessão para o ente privado atuar em nome do Poder Público, sendo por ele remunerado, sem cobrança de tarifas. No Brasil, em quase todas as concessões, o Estado concede um ativo existente ao setor privado, exige a realização de melhorias e investimentos, em geral de recuperação e firma um contrato de operação privada. Em alguns casos, o concessionário fica com a responsabilidade de construir trechos novos ou ampliar os existentes.

As concessões podem ser gratuitas, subsidiadas ou onerosas. Nas gratuitas, não haverá cobrança de outorga ao concessionário privado, mas haverá a cobrança de pedágio. Nas subsidiadas, o poder concedente complementa um valor ao pedágio cobrado pelo concessionário, para tornar viável a concessão, visto que o fluxo de tráfego não é suficiente. No último tipo, o oneroso, o concessionário privado cobra pedágio e paga ao poder concedente uma outorga pela utilização da concessão. Existe ainda um quarto tipo, não utilizado no Brasil, que é a concessão sem custo para o utilizador, ou seja, não há cobrança de pedágio, mas o concessionário privado recebe do poder concedente um subsídio para operar a rodovia.

No Brasil, para regulamentar as concessões privadas, existe a Lei 8.987, de 13/02/1995, que trata da concessão de serviço público, precedida da execução de obra pública, ou seja, construção, total ou parcial, conservação, reforma, ampliação ou melhoramento de quaisquer obras de interesse público, delegada pelo poder concedente, mediante licitação à pessoa jurídica ou consórcio de empresas que demonstre capacidade para a sua realização, por sua conta e risco, de forma que o investimento da concessionária seja remunerado e amortizado mediante a exploração do serviço ou da obra por prazo determinado. Existe também a modelagem por parcerias público-privadas (PPPs), na qual o poder público define o que quer em termos de serviços públicos, e o parceiro privado diz como e a que preço poderá atuar. As PPPs podem ser consideradas uma forma de se compartilhar riscos de forma economicamente mais eficiente e possuem amparo legal por meio da Lei 11.079, de 30/12/04.

Por definição, parceria público-privada é o contrato administrativo de concessão, na modalidade patrocinada ou administrativa. Concessão patrocinada é a concessão de serviços públicos ou de obras públicas de que trata a Lei das Concessões, quando envolver, adicionalmente à tarifa cobrada dos usuários, contraprestação pecuniária do parceiro público ao parceiro privado. Concessão administrativa é o contrato de prestação de serviços de que a Administração Pública seja a usuária direta ou indireta, ainda que envolva execução de obra ou fornecimento e instalação de bens. Não constitui parceria público-privada a concessão comum, assim entendida a concessão de serviços públicos ou de obras públicas de que trata a Lei das Concessões, quando não envolver contraprestação pecuniária do parceiro público ao parceiro privado.

A Lei das PPPs permite que o contrato preveja o pagamento ao parceiro privado de remuneração variável vinculada ao seu desempenho, conforme metas e padrões de qualidade e disponibilidade definidos no contrato. A Lei das PPPs impõe a constituição de uma sociedade de propósito específico (SPE), incumbida de implantar e gerir o objeto da parceria, e permite a contratação de projetos de interesse público, que não teriam atratividade para a iniciativa privada, sem uma complementação tarifária ou sem um apoio do governo para a obtenção do financiamento. Com isso, haverá sustentação jurídica para o subsídio.

A última forma de financiamento é o project finance, que pode ser definido como a captação de recursos para financiar um projeto de investimento de capital economicamente separável, também com a necessidade de uma SPE, em que os provedores de recursos vêem o fluxo de caixa vindo do projeto como fonte primária de recursos para atender ao serviço de seus empréstimos e fornecer o retorno sobre seu capital investido no projeto (Finnerty, 1998). O project finance é uma forma de engenharia financeira que como base de sustentação o fluxo de caixa de um projeto, cujos ativos futuros e os recebíveis ao longo da operação servem como garantia contratual. No caso das concessões rodoviárias, a sustentação do fluxo de caixa do projeto seria dada pela demanda de usuários atual, futuro e gerado pela rodovia, e os recebíveis seriam as receitas de pedágio. (Cury, 1999)

Um projeto de concessão rodoviária normalmente envolve investimentos de grande

monta, e seus patrocinadores devem avaliar os fluxos de caixa futuros esperados para que possam conhecer sua viabilidade financeira. Para isso, existe a consensual técnica do Fluxo de Caixa Descontado - FCD para facilitar o processo de avaliação. O objetivo é encontrar projetos que valham mais para os patrocinadores do que custam, ou seja, projetos que tenham um Valor Presente Líquido - VPL positivo. (Cury, 1997)

A análise do FCD desempenha um papel importante em todos os mecanismos citados anteriormente. No Brasil, as principais concessões rodoviárias celebradas na última década têm sido analisadas exclusivamente através da metodologia tradicional de FCD, tanto por parte do poder concedente quanto por parte das concessionárias privadas. Dessa forma, os riscos do projeto são levados em consideração na forma de uma taxa de desconto mais elevada, e o valor da flexibilidade das principais variáveis do projeto são desconsideradas, tais como o valor da tarifa e a demanda de tráfego. Além disso, o FCD não captura o valor das flexibilidades inerentes a alguns tipos de projetos, pois considera que os dados do projeto são determinísticos e, por conseguinte, ignora, por exemplo, a opção que o concessionário tem para expandir o projeto, caso o fluxo de tráfego seja significativamente maior do que o esperado (Brandão, 2002).

A avaliação financeira clássica da BR-163, ou seja, a avaliação determinística da concessão pelo método do FCD, foi realizada na EVTE do IME, em reais constantes, de dezembro de 2004, sem qualquer consideração de inflação, como é comum neste tipo de avaliação. Os resultados encontrados pela EVTE do IME indicam a viabilidade da concessão, para uma TMA de 15% a.a., visto que o projeto oferece um VPL de R\$332,7 milhões e uma TIR de 22,2% a.a.

Em adição à EVTE do IME, devido às incertezas a respeito das variáveis do projeto, foi analisada a sensibilidade da concessão em relação às duas variáveis mais críticas. A primeira variável de interesse é a tarifa básica do pedágio de R\$ 7,60, por veículo equivalente, cuja análise de sensibilidade produziu uma tarifa de equilíbrio de R\$ 5,79, por veículo equivalente. Pode-se observar que a concessão é bastante sensível à tarifa do pedágio, já que o projeto suporta uma redução tarifária máxima de 24%. A outra variável de interesse é o tráfego diário na BR-163, em veículos

equivalentes. A análise de sensibilidade para esta variável também mostra que a concessão é bastante sensível a erros na estimativa do tráfego inicial, podendo suportar uma redução de 24%, no máximo, assim como a tarifa do pedágio.

Os resultados acima não são suficientes, entretanto, para que o concessionário possa tomar sua decisão, pois não refletem os riscos envolvidos na implantação e operação do projeto da BR-163. Além disso, essa análise não incorpora o valor e os impactos sobre o projeto de possíveis garantias que o Governo pode oferecer para tornar o projeto mais atrativo para a iniciativa privada. Essa análise será tratada adiante com a proposição de uma modelagem híbrida para a concessão e com o uso da metodologia das opções reais para a análise dos riscos e incertezas do tráfego da BR-163.

3. MODELAGEM HÍBRIDA PROPOSTA

Com base nas legislações e conceituações relativas às formas de exploração de rodovias pela iniciativa privada, pode-se verificar que existem semelhanças e partes comuns entre os mecanismos das concessões privadas (Lei 8.957/95), parcerias público-privadas (Lei 11.079/04) e project finance. Desse modo, é possível a criação de um mecanismo híbrido que seja interessante tanto para a iniciativa privada como para o Estado, quando tratarmos de rodovias com grandes incertezas do tráfego futuro.

No caso da pioneira rodovia BR-163, o mecanismo mais conveniente para atrair a iniciativa privada e satisfazer o Estado será aquele que garanta um tráfego mínimo pagante de pedágio, independentemente de sua ocorrência efetiva, e, por conseguinte, minimize os riscos do parceiro privado quanto ao fluxo de caixa da concessão da rodovia.

O modelo híbrido aqui proposto para a BR-163 é uma parceria público-privada, que tem por base o conceito de concessão privada preconizado na Lei 8.967/95 e impõe, previamente, a execução das obras de construção e/ou melhoramentos da rodovia, bem como as obras de conservação. A remuneração e amortização desses investimentos ocorrerão por meio das receitas de pedágio. Trata-se da modalidade BFOT (Build, Finance, Operate and Transfer), na

qual o ente privado constrói, financia, opera a estrada e, no final do contrato, devolve a rodovia ao Governo. Quanto aos riscos de tráfego futuro, será utilizada a parte da Lei 11.079/04, que permite remuneração variável vinculada ao desempenho, conforme metas e padrão de qualidade pré-determinado, bem como a contraprestação pecuniária do parceiro público, até 70% da receita do concessionário. Dessa forma, sugere-se uma faixa mínima de tráfego a ser garantida ao parceiro privado, independentemente de sua ocorrência efetiva, que será coberta pelo parceiro público, com base no valor da tarifa básica de pedágio. Ainda fundamentado na Lei 11.079/04 e no mecanismo do project finance, o modelo híbrido prevê a constituição de uma sociedade de propósito específico – SPE, juridicamente independente, e a instituição de um fundo garantidor para as contraprestações do parceiro público, além da criação de uma conta especial, denominada de Escrow Account, que servirá para concentrar as receitas operacionais de pedágio da rodovia e as contraprestações do parceiro público.

Como recomenda o project finance, a distribuição dos fluxos de caixa da concessão ocorrerá entre os investidores, os operadores e os credores, ou seja, a receita operacional de pedágio garantida deverá ser direcionada aos players que participam diretamente da operação da rodovia, de forma a garantir a continuidade dos serviços mínimos necessários. Por outro lado, quando a receita operacional ultrapassar a faixa mínima garantida, haverá um ganho adicional, ou um lucro incremental, que deverá ser dividido entre os parceiros público e privado. A parte do parceiro público poderá ser paga na forma de outorga, transformando a concessão em onerosa, a partir de uma determinada faixa de tráfego. Os riscos de construção serão totalmente assumidos pelo parceiro privado, da mesma forma que determina a Lei 11.079/04, mas os riscos de solução de problemas relativos ao meio-ambiente e às desapropriações, porventura necessárias, antes da construção, são assumidos pelo Estado.

O modelo híbrido tem precedentes pelo mundo afora, como relata Reis (1996). No México, o Governo fixa os valores iniciais dos pedágios, que passam a ser reajustados pela variação dos índices de preços ao consumidor, mas, ao contrário do modelo brasileiro, há a garantia para um volume de tráfego pré-determinado. No caso de esse volume não ser atingindo, o prazo da concessão é prorrogado

e, do contrário, se o volume for ultrapassado, a receita excedente é repartida entre o Governo e a concessionária. O processo de licitação adotado no Chile é bastante semelhante ao brasileiro. As concessionárias são empresas privadas, mas as concessões contam com garantia de tráfego mínimo, cujo eventual excesso é também repartido com o Governo, como ocorre no México.

No Governo britânico, a concessionária é remunerada por um “pedágio-sombra”, enquanto o pedágio real destina-se à constituição de um fundo e, em alguns contratos, adotam o regime DBFOT (Draw, Build, Operate, Finance and Transfer), no qual o ente privado projeta, constrói, opera, financia a estrada e, no final do contrato, devolve a rodovia ao Governo. O Estado, além de ser o poder concedente, atuará como a fonte orçamentária das contraprestações que serão destinadas à concessão, no caso do não-atingimento do tráfego mínimo contratual. Para isso, antes da assinatura do contrato de concessão, como reza na Lei das PPPs, deverá haver a garantia legal, por meio do Fundo Garantidor, da dotação orçamentária para cobrir as referidas contraprestações, caso sejam necessárias.

Dessa forma, o método híbrido de concessão tem os seguintes pontos principais:

- a) modalidade BFOT (Built, Finance, Operate e Transfer);
- b) receita garantida, a partir de tráfego mínimo pré-determinado;
- c) receita incremental, proveniente do tráfego excedente ao mínimo, repartida com o Governo, sob a forma de outorga.

O esquema da Figura 1 ilustra o mecanismo híbrido proposto.

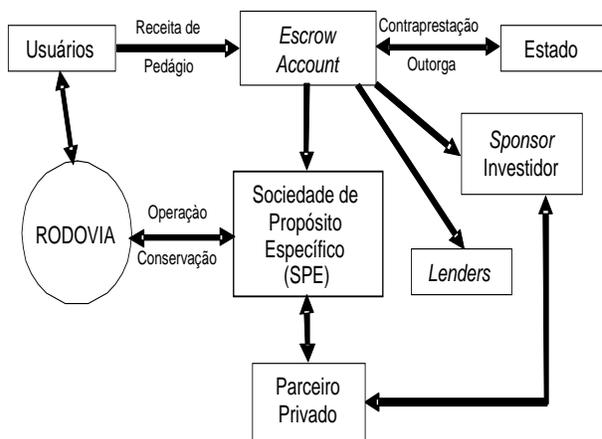


Figura 1: Modelo híbrido de concessão rodoviária

A modelagem híbrida aqui sugerida depende da garantia regulatória, que é a verdadeira garantia de funcionamento correto desse tipo de mecanismo. Para isso, o Governo deverá assegurar as garantias contratuais de receita mínima. Pode ser considerada também uma PPP, que servirá como instrumento viabilizador de investimentos necessários na área de infra-estrutura rodoviária, proporcionando boa dose de previsibilidade para o fluxo de caixa do ente privado e, conseqüentemente, garantia de retorno ao investidor. Além disso, a modelagem permite a repartição dos riscos do projeto entre ambos os parceiros, já que existe uma forma legal e contratual de complementação de remuneração, por parte do Estado, com seus próprios recursos orçamentários, em caso de retorno insatisfatório da concessão. Para isso, haverá a garantia de pagamento da receita mínima por meio dos fundos garantidores previstos na Lei das PPPs, que terão ativos como ações, bens móveis e imóveis, além da dotação do orçamento da União. A modelagem híbrida servirá de base para a aplicação da TOR na avaliação da viabilidade da concessão da BR-163, em virtude da possibilidade de utilização das flexibilidades de tráfego e de prazo.

4. TEORIA DAS OPÇÕES REAIS – TOR

A partir do trabalho pioneiro de Black, Scholes e Merton (1973) para a avaliação de opções financeiras, surgiu a idéia de se aplicarem estes métodos ao problema do

investimento sob condições de incerteza. Eles visam agregar o valor da flexibilidade gerencial à metodologia de valoração tradicional do FCD e passaram a ter denominação geral de Teoria das Opções Reais – TOR.

Diversos trabalhos abriram o caminho para a aplicação a ativos reais desses conceitos. Tourinho (1979) utilizou o conceito de opção para avaliar uma reserva de recursos naturais não renováveis com incerteza de preço; Brenann & Schwartz (1985) analisaram a política operacional ótima de uma mina de cobre; McDonald e Siegel (1986) determinaram o timing ótimo para se investir num projeto que demande investimentos irreversíveis e cujos custos e benefícios sejam representados por processos estocásticos de tempo contínuo. Nesse trabalho, verificaram que este custo de oportunidade, não capturado pelo método do FCD, pode assumir valores significativamente maiores que o investimento original no projeto. Dixit e Pindyck (1994) e Trigeorgis (1995) foram os primeiros a consolidarem muitas dessas idéias em um único texto abrangente. Dessa forma, quando existem significativas flexibilidades gerenciais como a de adiar, abandonar, expandir, suspender ou retomar um projeto com investimento irreversível em condições de incerteza, o método das opções reais pode levar a valores substancialmente maiores que os determinados pelo método do FCD. A implicação disso é que o método do FCD tende a subestimar projetos que apresentem valor de opção.

Por outro lado, o método das opções reais requer uma modelagem matemática mais complexa do que as dos modelos tradicionais. No caso de mercados incompletos, como é o caso de rodovias, por exemplo, a modelagem pode ser feita utilizando programação dinâmica, em que se adota uma taxa de desconto exógena ρ , e o problema de valoração é dividido em duas partes: a decisão imediata e uma função de valoração que engloba as conseqüências de todas as decisões subseqüentes. A solução do problema é obtida a partir da otimização estática do último período e, voltando-se deste ponto final até o instante inicial, considerando-se que sempre serão tomadas decisões ótimas em cada período a partir das informações existentes naquele instante. A programação dinâmica pode ser expressa através da Equação Geral de Bellman, onde ut é a variável de controle utilizada para maximizar o valor do projeto, e $Ct(xt, ut)$ é o fluxo de lucros no instante t .

$$F_t(x_t) = \max_{u_t} C_t(x_t, u_t) - \frac{1}{1+r} E_t [F_{t+1}(x_{t+1})]$$

No entanto, apesar de representar uma importante evolução sobre o método do FCD, devido a sua complexidade teórica e matemática avançada, o seu uso mais difundido na indústria tem sido limitado. Um dos motivos é a complexidade adicional que decorre do uso de opções reais. As opções financeiras têm como ativo básico os ativos financeiros ou commodities, que possuem determinadas características que facilitam o seu tratamento, como preço de mercado, séries históricas, divisibilidade e razoável conhecimento das suas distribuições probabilísticas, que permitem modelar as suas distribuições futuras com alguma facilidade. Já o mesmo não ocorre com as opções reais, em que o ativo básico geralmente não possui essas características necessárias. Outro motivo é o alto grau de complexidade matemática exigido para a modelagem em tempo contínuo, geralmente acima das qualificações dos gerentes tradicionais. Mas, da mesma forma com o que ocorreu com o método do FCD, a contínua evolução das ferramentas computacionais disponíveis para automatizar as partes trabalhosas do processo e alguns avanços teóricos tendem a tornar o seu uso cada vez mais difundido.

As limitações do método do FCD podem ser superadas também com o uso de modelos de árvore de decisão. Com a Decision Tree Analysis (DTA), a flexibilidade gerencial é modelada em tempo discreto através de instantes de decisão futuros que permitem ao gerente maximizar o valor do projeto, condicionado às informações disponíveis naquele instante, quando diversas incertezas possivelmente já foram resolvidas. Dessa forma, a presença da flexibilidade gerencial embutida nos nós de decisões futuras permite a modelagem de um processo de gerenciamento ativo do projeto. Essa modelagem, no entanto, altera os fluxos de caixa futuros esperados e, conseqüentemente, as características de risco do projeto. Isso faz com que a taxa de desconto ajustada ao risco original não possa ser utilizada para a determinação do valor do projeto com opções reais.

5. AVALIAÇÃO DA MODELAGEM HÍBRIDA COM O USO DA TOR

A literatura a respeito da modelagem de concessões rodoviárias e estradas pedagiadas utilizando a metodologia das opções reais é escassa. Por outro lado, a modelagem desses riscos como um processo estocástico, bem como a determinação dos seus parâmetros, geralmente não é discutida (CHAROENPORNATTANA et.al, 2002).

Brandão (2002) apresenta uma modelagem da concessão da Rodovia Presidente Dutra através da metodologia das opções reais, que incorpora o valor da opção de expansão, de abandono e os efeitos do risco político, e conclui que essas flexibilidades gerenciais aumentam substancialmente o valor do projeto em relação à modelagem tradicional. Ng e Björnsson (2004) apresentam argumentos a favor do uso da teoria das opções reais para a análise de um projeto de concessão rodoviária, em comparação com os métodos tradicionais de análise de decisão. A garantia de tráfego mínimo, como proposta na modelagem híbrida é uma forma comum de apoio governamental. Nessa modalidade, o Governo compensa o concessionário se o nível de tráfego ou a receita do projeto cair abaixo de um valor mínimo pré-estabelecido. Da mesma forma, o Governo pode também exigir uma contrapartida para o estabelecimento de um piso na forma de um teto de tráfego ou receita, acima do qual o concessionário repassa todo ou parte da receita excedente.

Conforme visto anteriormente, sem a consideração das opções reais, o valor do projeto básico, sem os investimentos de capital próprio, é de R\$ 689,4 milhões, e o seu VPL determinístico é de R\$ 332,7 milhões, conforme ilustrado no Anexo I. Para a análise de opções reais do projeto, foi considerado que o valor da concessão varia estocasticamente no tempo, seguindo um Movimento Geométrico Browniano (MGB), na forma:

$$dV = \mu V dt + \sigma V dz$$

(1)

onde V é o Valor Presente do projeto
 μ é a taxa de retorno esperada
 σ é a volatilidade do processo e
 $dz = \epsilon dt$ e $N(0,1)$ é um processo de Wiener padrão.

A taxa de crescimento equivale ao retorno esperado do projeto de 15% a.a., exigido pelos acionistas, e a volatilidade σ será determinada através de uma Simulação Monte Carlo realizada sobre o fluxo de caixa estocástico do projeto. O valor inicial do projeto é dado pelo valor presente esperado do seu fluxo de caixa descontado tradicional, sem os investimentos de capital próprio, no caso, R\$ 689,47 milhões. A única fonte de incerteza considerada para essa análise é aquela respeito do nível de tráfego futuro na rodovia. Foi considerada uma taxa livre de risco de 7% a.a., em termos reais, uma vez que os valores do fluxo de caixa do projeto também foram

cotados em valores nominais. O nível de tráfego futuro foi modelado estocasticamente como um Movimento Geométrico Browniano (MGB), assumindo-se uma volatilidade de 6% a.a., compatível com a volatilidade do PIB regional. A sua discretização foi feita utilizando-se períodos anuais com a equação **Error! Reference source not found.**, onde S é o nível de tráfego médio diário anual:

$$S_{t+1} = S_t e^{\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)t} \sqrt{t}$$

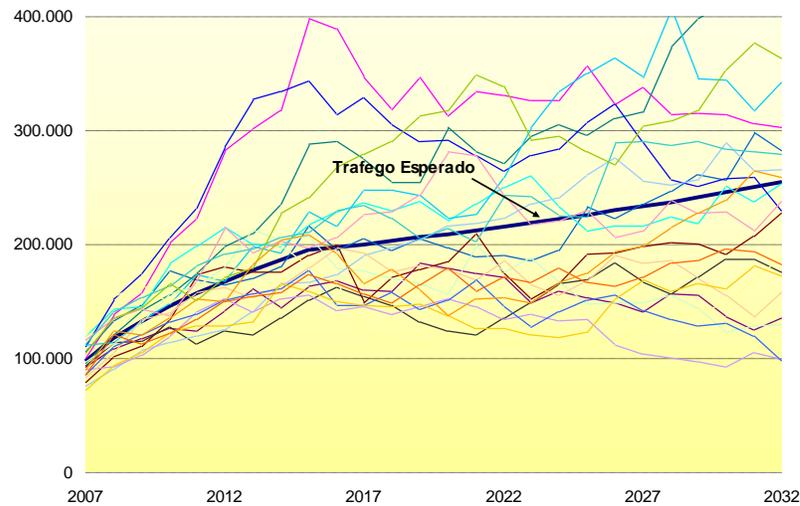


Figura 2: Modelagem estocástica do tráfego

A Figura 2 mostra alguns dos possíveis caminhos da evolução do tráfego com tais parâmetros. O modelo de simulação foi aplicado ao fluxo de caixa do projeto, utilizando-se 10.000 iterações. Os resultados indicam que o VPL do projeto apresenta um desvio padrão de R\$254,9 milhões, para um

valor esperado de R\$332,7 milhões, isso indica que o projeto apresenta um grau significativo de risco, e a volatilidade medida pela simulação de $\sigma = 40,65\%$ a.a. confirma essa conclusão. Esse resultado confirma e quantifica a indicação de risco obtida quando da realização da análise de sensibilidade.

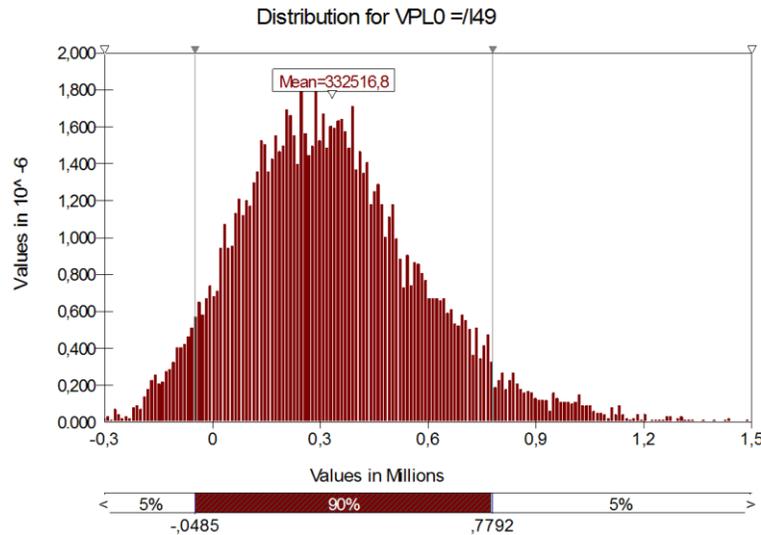


Figura 3: Distribuição do VPL do projeto

Na Figura 3, está apresentada a distribuição do VPL do projeto, incluindo o seu intervalo de confiança de 90%, onde se pode observar que essa distribuição segue aproximadamente uma lognormal deslocada, conforme previsto pelo modelo teórico apresentado anteriormente. Com esses dados, é possível, então, modelar o valor do projeto estocasticamente seguindo o modelo binomial de Cox, Ross e Rubinstein (1979). Nesse modelo, o valor do projeto no período anterior é multiplicado por uma variável aleatória que pode tomar dois valores, u ou d . (Figura 4)

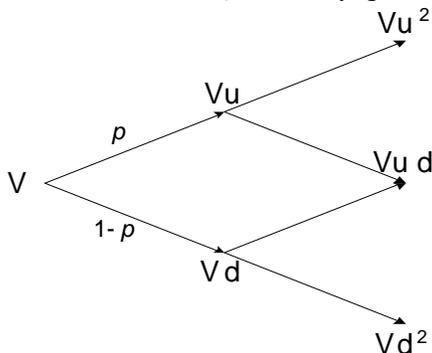


Figura 4: Modelo de Cox, Ross e Rubinstein

Para que esse modelo represente fielmente um processo de difusão geométrico browniano, é necessário que u , d e a probabilidade p assumam valores específicos, de forma que a média (μ) e a variância (σ^2) dos retornos de V sejam os mesmos que os parâmetros do MGB de V definidos pela Equação (1). Um conjunto de parâmetros que

satisfaz essa exigência é $u = e^{\sqrt{t}}$, $d = e^{-\sqrt{t}}$ e $p = \frac{(1+r)d}{u+d}$.

Conforme estabelecido na modelagem híbrida, assume-se que a ação governamental adotada para a redução de risco e a conseqüente viabilização econômica e financeira do projeto serão o estabelecimento de um piso de receitas vinculadas a um nível de tráfego mínimo. Dessa forma, sempre que o nível de tráfego acarretar uma redução no fluxo de caixa abaixo deste mínimo, o poder público deverá aportar recursos para a concessionária, visando manter o equilíbrio econômico-financeiro do contrato de concessão. Embora o mercado seja incompleto para este projeto, ao adotarmos uma taxa de retorno exógena como foi feito para a análise tradicional, estamos assumindo que o seu Valor Presente é uma estimativa não tendenciosa do seu valor de mercado, seguindo Copeland e Antikarov (2001), e com essa premissa, o mercado torna-se completo para projeto.

Por outro lado, a modelagem das opções é mais facilmente implantada determinando-se o seu impacto sobre os fluxos de caixa do que sobre o valor do projeto. Dessa forma, fazemos uma transformação algébrica para explicitar o valor do projeto em função dos fluxos de caixa em cada estado de forma a garantir que o processo estocástico seguido pela função valor do projeto siga o mesmo Movimento Geométrico Browniano estabelecido anteriormente. Esses fluxos serão função dos fluxos determinísticos do projeto C_i ($i = 1, 2, \dots, m$), do drift μ e dos parâmetros u e d do

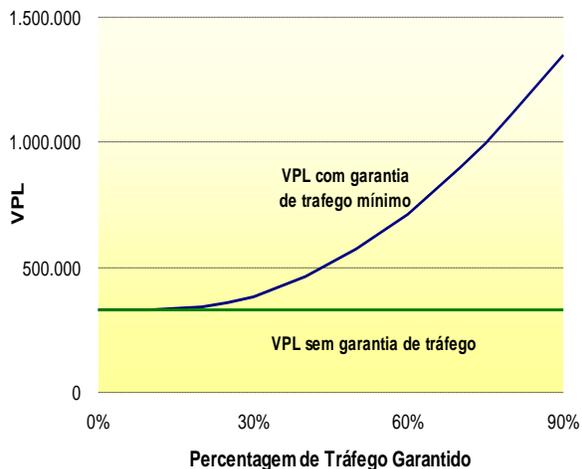
modelo binomial, e são descontados à taxa livre de risco utilizando a probabilidade neutra a risco p , definidos anteriormente. O valor do projeto obtido através da aproximação binomial é idêntico ao valor obtido pela análise clássica de fluxo de caixa descontado, e é dado por:

$$V_{t,j} = C_{t,j} \frac{pV_{t+1,j} + (1-p)V_{t+1,j-1}}{1+r} \quad (2)$$

onde $C_{t,j}$ é o fluxo de caixa no tempo t e período j , e r é a taxa livre de risco. A incorporação de opções ao valor do projeto é então realizada, expandindo-se a equação (2) para refletir o valor das opções disponíveis num dado período, obtendo-se, então, a equação (3). Dessa forma, fica-se com:

$$V_{t,j} = \max \left\{ C_{t,j} \frac{pV_{t+1,j} + (1-p)V_{t+1,j-1}}{1+r}, P_t \frac{pV_{t+1,j} + (1-p)V_{t+1,j-1}}{1+r} \right\}$$

onde P_t é o fluxo de caixa referente ao piso de tráfego estabelecido para o período t . Com os parâmetros já determinados anteriormente, o modelo binomial do projeto foi elaborado em planilha, obtendo-se o novo valor do projeto para cada nível de garantia analisado. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 1. No Anexo 2, apresentamos detalhes da metodologia e dos cálculos efetuados.



Garantia	VP	VPL
0%	689.473	332.776
10%	689.473	332.776
20%	701.113	344.416
25%	716.612	359.915
30%	741.038	384.342
40%	820.441	463.745
50%	928.667	571.970
60%	1.069.622	712.925
70%	1.251.761	895.064
75%	1.353.714	997.017
80%	1.468.127	1.111.430
90%	1.707.354	1.350.657

Tabela 1 – Valor do Projeto em Função do Nível da Garantia

Analisando os resultados obtidos, observa-se que o valor do projeto aumenta consideravelmente mesmo para valores baixos de garantia. Esse aumento deve-se a dois motivos: primeiro, porque a garantia de tráfego complementa o fluxo de caixa do concessionário sempre que ocorrerem situações de tráfego adversas; segundo, porque esta opção tem a característica de um seguro contra baixos volumes de tráfego, o que contribui para a redução do risco do projeto e que é capturado pela análise de opções reais. Na Figura 5, pode-se observar como esse aumento de valor ocorre à medida que o nível mínimo de garantia de tráfego aumenta. Para um nível de garantia de apenas 60% do tráfego esperado, por exemplo, o VPL do projeto aumenta de R\$332,8 milhões para R\$712,9 milhões.

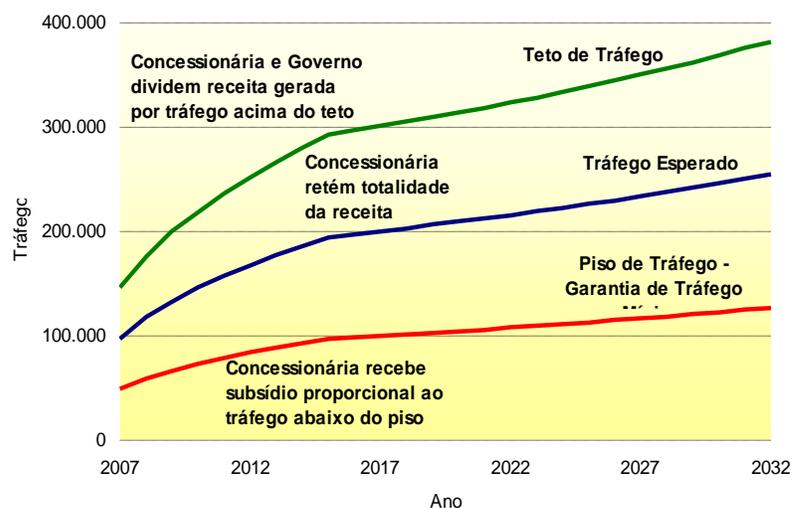


Figura 5: Valor esperado do projeto em função do nível de garantia de tráfego

Uma contrapartida que tem sido adotada em outros projetos é o estabelecimento de um limite de tráfego, acima do qual as receitas ou

os fluxos líquidos são transferidos, em todo ou em parte, para o poder público. Esse modelo é ilustrado na Figura 6.

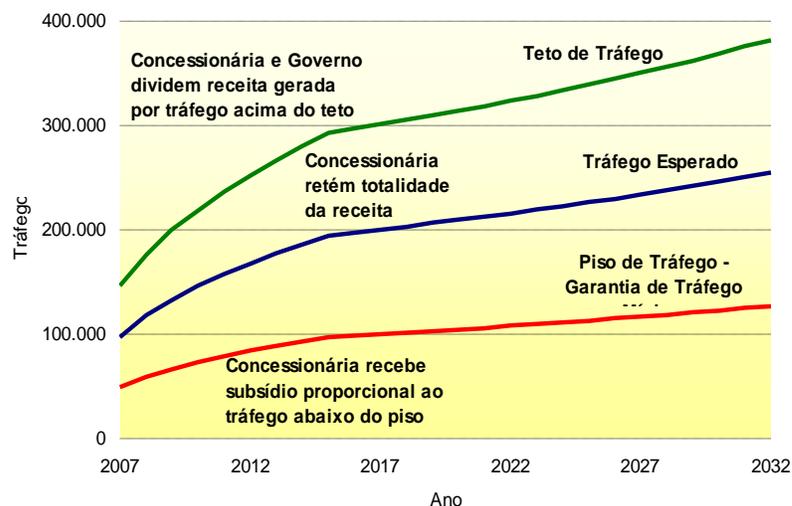
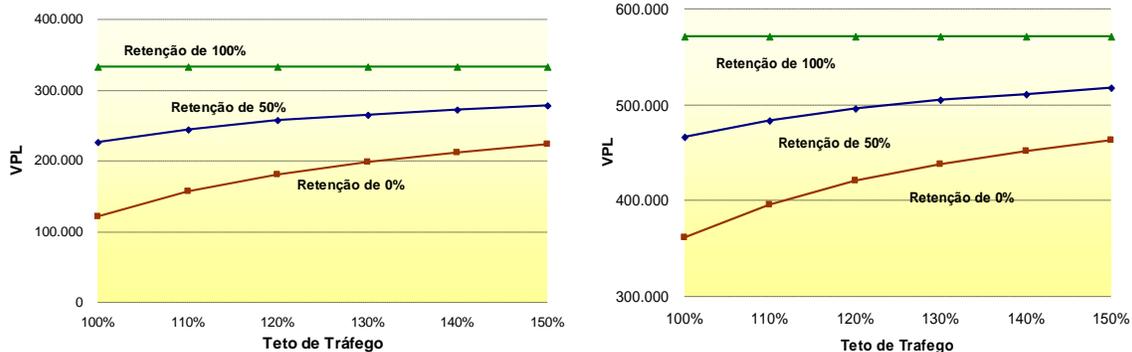


Figura 6: Modelagem do piso e teto de tráfego

Pode-se observar como o VPL do projeto é afetado pelo teto de tráfego estabelecido e pelo fator de retenção adotado. Para isolar os efeitos do teto de tráfego neste gráfico, foi considerado que não existe garantia de tráfego

mínimo. Na Figura 6, podemos observar que o VPL do projeto aumenta à medida que o teto de tráfego aumenta e também à medida que é permitido ao concessionário reter parcelas maiores do fluxo excedente.



(Tráfego mínimo = 0)

(Tráfego mínimo = 50%)

Figura 7: VPL esperado em função do Limite de tráfego máximo

Considerando-se a interação do limite de tráfego com a garantia de piso mínimo, estabelecido no nível de 50% do tráfego esperado, a análise mostra que o efeito da

criação de um limite superior de tráfego tem um efeito reduzido sobre o valor esperado do projeto e que a opção de maior impacto é a de garantia de tráfego mínima.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A modelagem híbrida proposta e o uso da metodologia das opções reais mostram que as garantias que o poder público pode dar ao concessionário têm um forte impacto sobre o risco, o valor e viabilidade financeira do projeto. Neste trabalho, foi apresentada a modelagem de uma garantia de tráfego mínimo e limite de tráfego máximo, donde se conclui que uma garantia de tráfego mínimo, mesmo em níveis modestos, é suficiente para viabilizar a implantação do projeto de concessão da BR-163, dentro das premissas adotadas. Dado que as modalidades de apoio governamental a projetos de infra-estrutura do tipo BFOT (Build, Finance, Operate, Transfer) são importantes para o sucesso do empreendimento, o desenho e implementação de garantias deve ser objeto de estudo minucioso para que se possa obter o máximo de impacto ao menor custo para o Governo. Para isso, no entanto, torna-se necessária uma ferramenta analítica que auxilie os formuladores de políticas públicas na determinação do nível ótimo dessas garantias, ferramenta esta que somente é possível criar através da aplicação de metodologias de avaliação de opções.

Cabe ressaltar que a modelagem adotada foi baseada no fluxo de caixa do projeto gerado pelo nível desejado de garantia de tráfego, em que o ativo básico sobre o qual

a opção de garantia é exercida é o valor do projeto, embora o ativo básico sobre a qual a opção de garantia é exercida é o nível de tráfego. Essa modelagem justifica-se uma vez que o tráfego na rodovia não é um ativo de mercado, e, portanto, o seu prêmio de risco não pode ser observado diretamente, ao contrário do valor do projeto. Por outro lado, pode-se observar que uma modelagem na qual o ativo básico seja o nível de tráfego pode levar a resultados diferentes. A escolha do ativo básico a ser modelado é uma opção do analista, e, neste caso, entende-se que o ativo escolhido reflete bem os fatores que influenciam a tomada de decisão do investidor.

A modelagem híbrida é flexível e permite incorporar outros modelos de garantia, conforme as necessidades do projeto ou interesses do poder público e do concessionário. Dado que projetos de concessão rodoviária têm características próprias, que são dificilmente replicáveis em outros projetos, essa flexibilidade torna-se importante para efeito da customização da análise. Pode-se constatar que, para ser atrativo para a iniciativa privada e para os lenders envolvidos, o projeto da BR-163 deve adotar a modelagem híbrida para a concessão na modalidade BFOT, com nível de tráfego garantido pelo poder concedente de forma a minimizar os riscos da concessão. Sem a garantia de tráfego mínimo, os riscos para o concessionário privado podem ser considerados excessivamente altos devido à grande

sensibilidade a erros nas previsões de tráfego originais. Dessa forma, a modelagem da concessão da BR-163, com utilização da

modelagem híbrida proposta, pode ser considerada como uma PPP financeiramente viável.

REFERÊNCIAS

-
- BLACK, F.; SCHOLES, M. The Pricing of Options and Corporate Liabilities, **Journal of Political Economy**, 81 (1973), 637-59.
- BRANDÃO, L. Uma aplicação da teoria das opções reais em tempo discreto para a valoração de uma concessão rodoviária. Tese de Doutorado, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.
- BRANDÃO, L.; DYER, J.; HAHN, W.; "Using Binomial Decision Trees to Solve Real Option Valuation Problems". **Decision Analysis**. Vol. 2, No. 2, June 2005, pp. 69–88. (a)
- CHAROENPORNPATTANA S.; MINATO T., NAKAHAMA S. Government Supports as bundle of Real Options in Built-Operate-Transfer Highways Projects. **Dissertação de Mestrado**. The University of Tokyo, 2002
- COPELAND, T.; ANTIKAROV, V., **Real Options**. Texere LLC, New York, 2001.
- COX, J., ROSS, S. AND RUBINSTEIN, M. Option Pricing: A Simplified Approach. **Journal of Financial Economics**, 7, 229-263, 1979.
- CURY, M.V.Q. Análise de Projetos de Investimentos. **Apostila da Fundação Getúlio Vargas**, Rio de Janeiro, 1997.
- CURY, M.V.Q Project Finance. **Apostila da Fundação Getúlio Vargas**, Rio de Janeiro, 1999.
- CURY, M.V.Q. e Veiga, J.F.P. Método para Avaliação do Desempenho de Rodovias Concedidas sob a Ótica do Usuário. Anais do XII Congresso Panamericano de Transportes, Universidad de Chile, Santiago, Chile. 2003.
- DIXIT, A., and PINDYCK, R. Investment under Uncertainty. **Princeton University Press**, Princeton, NJ , 1994.
- DNIT/IME (2005) Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica – EVTE da BR-163/MT/PA. Convênio Departamento Nacional de Infraestrutura Terrestres – DNIT / Instituto Militar de Engenharia - IME. Disponível em: <http://dnit.ime.eb.br/br163.htm>. Acesso em maio de 2005.
- FINNERTY, J. D. Project Finance: **Engenharia Financeira Baseada em Ativos**. Editora Qualitymark, Rio de Janeiro, 1998.
- MASCARENHAS, J. A Infra-estrutura no Brasil. **Confederação Nacional dos Transportes CNI/SESI/SENAI/IEL**, Brasília, DF, 2005.
- NG F.G.; BJÖRNSSON H.C., Using Real Option and Decision Analysis to Evaluate Investments In **The Architecture, Construction And Engineering Industry**, Construction Management and Economics, (June 2004) 22, 471–482
- PERSAD K., BANSAL S., MAZUMDAR D., BOMBA M., MACHEMEHL R. Trans Texas Corridor Right of Way Royalty Payment Feasibility. Report by Center for Transportation Research, The University of Texas at Austin, 2003.
- REIS, N. G. **Um livro a favor do pedágio**. Editora da Associação Nacional do Transporte de Cargas – NTC, São Paulo, 1996.
- TRIGEORGIS, L., Real Options - **Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation**, MIT Press, 1995.

Anexo 1 – Fluxo de Caixa Estático do Projeto

Fluxo de Caixa para o Acionista (R\$ 1.000,00)

Ano da Concessão Ano Calendário	0 2007	1 2008	2 2009	3 2010	4 2011	5 2012	6 2013	7 2014	8 2015	9 2016	10 2017	11 2018	12 2019
Investimentos:													
Investimento Inicial	(307.852)	(359.161)	(359.160)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Financiamento BNDES	184.711	215.496	215.496										
Investimento Líquido	(123.141)	(143.664)	(143.664)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VP do Invest Líquido	(356.697)												
Receita de Pedágio		0	84.839	93.136	436.936	465.931	492.685	517.522	540.861	548.496	556.335	564.458	572.648
Imposto sobre pedágio		0	(11.903)	(13.067)	(61.302)	(65.370)	(69.124)	(72.608)	(75.883)	(76.954)	(78.054)	(79.193)	(80.343)
Receita Líquida		0	72.936	80.069	375.633	400.561	423.561	444.913	464.978	471.542	478.282	485.264	492.305
Custos Operacionais		10.604	19.867	33.250	56.878	63.655	66.388	66.388	66.388	66.388	66.388	66.388	66.388
Juros		18.471	40.021	61.570	61.570	57.466	53.361	49.256	45.152	41.047	36.942	32.838	28.733
Depreciação		10.311	25.706	41.991	42.731	42.788	44.948	47.838	50.741	56.234	61.196	66.430	71.636
Total Custos		39.386	85.594	136.811	161.179	163.909	164.698	163.483	162.281	163.669	164.527	165.656	166.757
LAIR		(39.386)	(12.657)	(56.742)	214.455	236.652	258.863	281.431	302.697	307.873	313.755	319.609	325.548
IR		0	0	0	(72.915)	(80.462)	(88.014)	(95.686)	(102.917)	(104.677)	(106.677)	(108.667)	(110.686)
Lucro Líquido		(39.386)	(12.657)	(56.742)	141.540	156.190	170.850	185.744	199.780	203.196	207.078	210.942	214.862
+ Depreciação		10.311	25.706	41.991	42.731	42.788	44.948	47.838	50.741	56.234	61.196	66.430	71.636
- Amortizações		0	0	0	(41.047)	(41.047)	(41.047)	(41.047)	(41.047)	(41.047)	(41.047)	(41.047)	(41.047)
- Manutenção		0	0	0	0	(42.209)	(42.209)	(42.209)	(42.209)	(62.329)	(62.329)	(62.329)	(62.329)
- Melhorias		0	0	0	(463)	(933)	(10.539)	(7.146)	(48.266)	(11.579)	(11.215)	(5.322)	0
FCLA	(356.697)	(29.075)	13.048	(14.752)	142.761	114.789	122.003	143.180	118.999	144.475	153.684	168.673	183.122
Ks =	15%		TIR =	22,2%		TIRM =	17,9%						
VP ₀ =	689.473		Investim =	(356.697)		VPL ₀ =	332.776						

Anexo 1

Fluxo de Caixa para o Acionista

Ano da Concessão Ano Calendário	13 2020	14 2021	15 2022	16 2023	17 2024	18 2025	19 2026	20 2027	21 2028	22 2029	23 2030	24 2031	25 2032
Investimentos:													
Investimento Inicial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Financiamento BNDES													
Investimento Líquido	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VP do Invest Líquido													
Receita de Pedágio	580.950	589.765	598.704	608.029	617.576	627.526	637.659	648.395	659.098	670.467	682.250	694.406	707.039
Imposto sobre pedágio	(81.507)	(82.744)	(83.998)	(85.306)	(86.646)	(88.042)	(89.464)	(90.970)	(92.471)	(94.067)	(95.720)	(97.425)	(99.198)
Receita Líquida	499.443	507.021	514.706	522.722	530.930	539.484	548.196	557.425	566.627	576.401	586.530	596.981	607.841
Custos Operacionais													
Juros	66.388	66.388	66.388	66.388	66.388	66.388	66.388	66.388	66.388	66.388	66.388	66.388	66.388
Depreciação	76.831	82.458	84.933	87.341	87.608	87.641	87.647	87.647	87.647	118.042	168.700	254.818	329.276
Total Custos	167.847	169.370	167.740	166.043	162.206	158.134	154.035	154.035	154.035	184.430	235.088	321.206	395.664
LAIR	331.596	337.651	346.966	356.680	368.724	381.350	394.161	403.390	412.591	391.971	351.442	275.774	212.177
IR	(112.743)	(114.801)	(117.968)	(121.271)	(125.366)	(129.659)	(134.015)	(137.152)	(140.281)	(133.270)	(119.490)	(93.763)	(72.140)
Lucro Líquido	218.853	222.850	228.997	235.409	243.358	251.691	260.146	266.237	272.310	258.701	231.952	182.011	140.037
+ Depreciação	76.831	82.458	84.933	87.341	87.608	87.641	87.646	87.647	87.647	118.042	168.700	254.818	329.276
- Amortizações	(41.047)	(41.047)	(41.047)	(41.047)	(41.047)	(41.047)	0	0	0	0	0	0	0
- Manutenção	(62.329)	(21.600)	(21.600)	0	0	0	0	0	(121.579)	(121.579)	(121.579)	(121.579)	(121.579)
- Melhorias	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FCLA	192.308	242.661	251.284	281.702	289.919	298.285	347.793	353.884	238.379	255.164	279.073	315.250	347.734

Anexo 2 – Modelo Binomial do Projeto e Cálculo das Opções

A modelagem binomial do projeto pode ser feita através da aplicação do modelo de Cox, Ross e Rubinstein (1979), adotando-se os parâmetros já determinados anteriormente para o projeto, a saber:

V_0	689,47M	n	25 anos	u	$e^{\sqrt{t}}$	1,501
	40,65%	r	7% a.a.	d	$e^{-\sqrt{t}}$	0,666
t	1			p	$\frac{(1-r)d}{u-d}$	0,48352

A

Figura 8 ilustra o processo de difusão do valor do projeto nos primeiros sete anos, ainda sem nenhuma consideração das garantias:

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
	0	1	2	3	4	5	6	7
0	689.473	1.035.288	1.611.555	2.386.449	3.632.713	4.831.681	6.600.932	9.003.918
1		459.170	714.756	1.058.436	1.611.178	2.142.944	2.927.641	3.993.411
2			317.008	469.437	714.589	950.437	1.298.465	1.771.155
3				208.204	316.934	421.537	575.894	785.541
4					140.566	186.960	255.420	348.403
5						82.920	113.284	154.523
6							50.244	68.534
7								30.396

Figura 8: Modelo Binomial do Valor do Projeto

Conforme Copeland e Antikarov (2001), os fluxos de caixa em cada período e estado são determinados pela taxa de distribuição dos fluxos de caixa obtido do fluxo de caixa estático do projeto, assumindo que estes fluxos são uma proporção constante do valor do projeto em cada período/estado. (Figura 9)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	(37.964)	22.246	(32.838)	414.947	435.642	604.571	926.413
1		(16.838)	9.866	(14.564)	184.037	193.216	268.139	410.882
2			4.376	(6.460)	81.624	85.695	118.925	182.234
3				(2.865)	36.202	38.007	52.745	80.824
4					16.056	16.857	23.394	35.847
5						7.476	10.376	15.899
6							4.602	7.051
7								3.127
Taxa de Distribuicao dos Fluxos de Caixa								
		-0,0367	0,0138	-0,0138	0,1142	0,0902	0,0916	0,1029

Figura 9: Fluxo de Caixa Dinâmico do Projeto

O efeito de uma garantia de trafego é o de estabelecer um fluxo de caixa mínimo para o projeto em cada período, de acordo com o nível de garantia acordado e o tráfego previsto em cada ano.

A Figura 10 apresenta estes novos valores de fluxo de caixa considerando-se um nível de garantia de tráfego hipotético de 70%.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	(37.964)	22.246	(32.838)	414.947	435.642	604.571	926.413
1		(16.838)	9.866	(14.564)	184.037	193.216	268.139	410.882
2			4.376	(6.460)	81.624	85.695	118.925	182.234
3				(2.865)	68.385	38.007	52.745	80.824
4					68.385	35.478	38.138	55.088
5						35.478	38.138	55.088
6							38.138	55.088
7								55.088

Figura 10: Fluxo de Caixa com Opção de Tráfego Mínimo de 70%

O valor do projeto considerando as garantias contratuais pode ser determinado descontando-se os fluxos de caixa esperados ao instante inicial pela taxa livre de risco e adotando-se as probabilidades neutras a risco p , conforme apresentado na Figura 11. Cabe ressaltar que o uso da taxa livre de risco não implica que o projeto não tenha risco, apenas significa que o risco já está considerado na probabilidade neutra a risco p .

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
	0	1	2	3	4	5	6	7
0	1.251.761	1.561.294	2.092.813	2.817.663	4.006.435	5.142.880	6.847.726	9.188.803
1		1.131.633	1.353.948	1.651.771	2.154.660	2.625.851	3.341.314	4.331.612
2			1.111.761	1.238.192	1.435.013	1.624.288	1.911.639	2.311.551
3				1.135.011	1.235.130	1.283.203	1.397.882	1.549.955
4					1.201.049	1.215.849	1.271.019	1.335.697
5						1.208.300	1.255.486	1.303.721
6							1.254.389	1.301.477
7								1.301.305

Figura 11: Valor do Projeto com Opção de Tráfego Mínimo de 70%

Para maiores detalhes desta metodologia, referimos o leitor a Copeland e Antikarov (2001) e também a Brandão, Dyer e Hahn (2005).

i Versão deste artigo apresentado e publicado nos anais da XIX ANPET, Recife. Novembro de 2005

ii Os autores agradecem ao CNPq, representado pelo pesquisador Alexandre Gavriloff, pelo apoio para a elaboração deste trabalho, e a Eduardo Saraiva, do BNDES, pelos comentários e sugestões.

Luiz E. T. Brandão

Doutor em Finanças pela DEI/PUC-Rio
e-mail: brandao@iag.puc-rio.br
Rua Marquês de São Vicente, 225, Gávea
CEP 22453-900 Rio de Janeiro, RJ – Brasil

Marcus Vinicius Quintella Cury

Doutor em Engenharia de Produção pela COPPE/UFRJ
Professor do Instituto Militar de Engenharia - IME
e-mail: mvqc@uol.com.br
Avenida Nossa Senhora de Copacabana, 1.088 / 902, Copacabana
22.060-002 – Rio de Janeiro, RJ – Brasil