



Revista Base (Administração e Contabilidade)

da UNISINOS

E-ISSN: 1984-8196

cd@unisinos.br

Universidade do Vale do Rio dos Sinos

Brasil

CABRAL, SANDRO; SILVA JÚNIOR, ANTONIO FRANCISCO  
ESCOLHAS ESTRATÉGICAS PARA EXPANSÃO DE UMA MALHA FERROVIÁRIA: UMA ANÁLISE  
BASEADA EM OPÇÕES REAIS

Revista Base (Administração e Contabilidade) da UNISINOS, vol. 8, núm. 1, enero-marzo, 2011, pp.  
78-90

Universidade do Vale do Rio dos Sinos  
São Leopoldo, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337228645007>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe , Espanha e Portugal  
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

# ESCOLHAS ESTRATÉGICAS PARA EXPANSÃO DE UMA MALHA FERROVIÁRIA: UMA ANÁLISE BASEADA EM OPÇÕES REAIS

*STRATEGIC CHOICES FOR RAILROAD EXPANSION: AN ANALYSIS BASED ON REAL OPTIONS*

**SANDRO CABRAL**  
scabral@ufba.br  
**ANTONIO FRANCISCO**  
**SILVA JÚNIOR**  
afranc13@hotmail.com

## RESUMO

O presente artigo tem por objetivo analisar as escolhas para a determinação das estruturas de governança necessárias à construção e à operacionalização de serviços de infraestrutura logística. Para tal, são tomadas como exemplo ilustrativo as alternativas de expansão da malha ferroviária do Estado da Bahia, a partir da construção de uma ferrovia que interligue o oeste baiano à costa atlântica. Em função das incertezas envolvidas, o processo de escolha das estruturas de governança é auxiliado pela teoria das opções reais, por conta da existência de interdependência entre as decisões de potenciais investidores e as da atual concessionária de um trecho já existente que pode ser incorporado, ou não, à nova ferrovia. Sob o ponto de vista metodológico, foi construída uma árvore de decisão binomial a partir do valor presente líquido determinístico do investimento. Complementarmente às análises quantitativas, foram efetuadas entrevistas semiestruturadas como forma de se compreender o contexto do setor, incluindo atores públicos e privados. As análises realizadas demonstram que as relações de interdependência entre os atores envolvidos – concessionária atual de um dos trechos existentes, novos investidores e governo – têm um papel importante nas decisões a serem tomadas. Assim, a partir de ações estratégicas, há a possibilidade de alterações nos padrões de oferta e demanda que permeiam o investimento. No final, são discutidas as possíveis estruturas de governança que podem ser invocadas para a viabilização da expansão em exame. Em todos os cenários, o governo ocupa um papel preponderante na realização dos investimentos, na medida em que as incertezas existentes podem não ser atrativas à inversão realizada única e exclusivamente por grupos privados.

*Palavras-chave:* ferrovias, opções reais, Parcerias Público-Privadas (PPP).

## ABSTRACT

This paper aims to analyze the strategic choices concerning the proper governance structures for building and operating logistical infrastructures. In order to illustrate our arguments, we use as an empirical example the alternatives for expanding the rail network in Bahia State, Brazil. The new railroad considered in our exercise is about to connect the Bahia Western

region to the Atlantic Ocean. The presence of uncertainty surrounding the investment requires the use of real-options theory. The uncertainty is boosted by the interdependencies between potential investor's decisions and the choices of the current operator of an existing railroad that might or not be incorporated to the new venture. From the methodological point of view, we built a binomial decision tree upon the deterministic present value of the investment. We also run semi-structured interviews with the public and private actors involved. Such interviews provided us with the understanding of context-relevant aspects. Our analysis show that the interdependencies among actors – current operator of an existing track, potential investors and government – play a leading role in the decisions to be made, once strategic actions may shift supply and demand standards. Last, we discuss some governance structures, which might make viable the studied railroad expansion. We conclude that the government still remains playing a leading role in railroad expansion. In fact, the existing hazards may undermine those investments exclusively performed by private actors.

*Key words:* railroads, real options, PPP.

## INTRODUÇÃO

A falta de investimentos em infraestrutura logística tem sido apontada como um dos principais entraves ao crescimento econômico de forma sustentada no Brasil. De fato, estradas, ferrovias, portos e aeroportos, além de viabilizarem o escoamento da produção, podem induzir novos investimentos, potencializando futuros ciclos de expansão. Podem ainda contribuir para a melhoria nos indicadores sociais, por meio da geração de externalidades positivas à sociedade de maneira mais ampla (Froes, 1999).

Demandando grandes volumes de recursos, os investimentos em infraestrutura são caracterizados por externalidades de rede, ou seja, são marcados pela necessidade de expressiva utilização dos ativos, tanto para viabilizar a operação e a manutenção dos equipamentos quanto para que os montantes empregados em sua construção produzam algum tipo de retorno financeiro aos investidores (Cabral, 2006). Serviços de infraestrutura circunscrevem-se, via de regra, dentro de estruturas de mercado conhecidas como monopólios naturais (Guasch, 2004). As possibilidades concretas de abuso do poder de mercado e/ou a falta de atratividade para investimentos por atores privados historicamente tem suscitado a intervenção dos entes governamentais na provisão direta ou na regulamentação desses serviços, como maneira de resguardar o bem-estar coletivo (Pigou, 1932).

No caso do Brasil, em particular, conforme lembram Brandão e Cury (2006), a falta de investimentos do setor público em infraestrutura, além de não atender às demandas de crescimento também contribuiu para a degradação da malha existente. Como forma de contornar tais limitações, Cabral (2006) acrescenta que foram criados mecanismos institucionais para legitimar a participação de atores não estatais na construção e operação de serviços de infraestrutura, por meio da Lei de Concessões em 1995 e, em 2004, por meio das PPPs (Parcerias Público-Privadas). Apesar desses

esforços, novos investimentos ainda não foram materializados, muito em função das dificuldades para atração de investidores privados, decorrentes dos diversos riscos associados a esse tipo de investimento (Bernardo, 2005).

A viabilização da construção e da própria operação dos ativos de infraestrutura é marcada pelo envolvimento de múltiplos atores públicos – representantes políticos, órgãos técnicos do poder executivo, agências reguladoras, organismos de gestão ambiental e instâncias do poder judiciário – e privado – membros dos consórcios, empresas subcontratadas, construtoras e bancos de investimento, por exemplo. Tais interfaces contribuem para o aumento dos pontos de intersecção de interesses, logo, para a potencialização de uma ampla gama de conflitos. Assim, a conciliação da miríade de necessidades que se apresentam requer o estabelecimento de padrões de relacionamento para nortear as interações entre os diversos agentes envolvidos, materializados em arranjos organizacionais ou em estruturas de governança (Williamson, 1999) desenhados para essa finalidade.

Dentro desse espírito, objetiva-se, no presente trabalho, prover subsídios que auxiliem nas escolhas estratégicas de arranjos organizacionais mais adequados à construção e à operacionalização de equipamentos de infraestrutura logística. Para este fim, toma-se como exemplo ilustrativo as alternativas de expansão da malha ferroviária do Estado da Bahia, a partir da construção de uma ferrovia que interligue o oeste baiano à costa atlântica. Para tanto, primeiramente tecem-se algumas considerações sobre as estruturas de governança existentes na provisão de serviços de utilidade pública e de infraestrutura.

A amplitude de combinações, tanto para a realização do investimento quanto para a operação dos equipamentos ferroviários, além das incertezas geradas pelos riscos associados à demanda, a fatores políticos, regulatórios e ao inter-relacionamento com concessionárias de outros

ramais, faz com que os métodos tradicionais de avaliação de investimentos não sejam suficientes para resolver o problema. A fim de avaliar essa situação, marcada por graus elevados de incerteza, recorre-se à teoria das opções reais. Assim, conciliam-se nesse trabalho elementos das áreas de estratégia e finanças e da literatura de provisão de serviços de gestão pública, utilizados para a análise de um problema bastante corriqueiro no setor governamental.

Apesar de relativamente conhecida na área de finanças e estratégia, a teoria de opções reais vem sendo pouco utilizada na tomada de decisões em situações de expansão de infraestrutura logística. Reside nessa linha a principal contribuição do artigo, que, se por um lado, não aporta em significativas contribuições teóricas, por outro, busca prover aos gestores uma alternativa analítica para o enfrentamento do problema aqui abordado.

Uma vez desenvolvida a revisão dos conceitos teóricos que lastreiam essa análise, apresenta-se o caso empírico e, em seguida, um modelo de auxílio à decisão estratégica, que contempla alguns dos cenários possíveis.

## REFERENCIAL TEÓRICO

Na presente seção, os referenciais teóricos que lastreiam essa análise são apresentados. Primeiramente, discute-se a respeito das modalidades de provisão de infraestrutura logística para, na sequência, debater-se sobre as teorias de opções reais, instrumental utilizado para lidar com situações de incerteza.

### AS FORMAS DE PROVISÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS E EQUIPAMENTOS DE INFRAESTRUTURA

Os serviços de utilidade pública podem ser entendidos como aqueles que contribuem para o desenvolvimento de fluxos crescentes de bens e serviços, demandando, para tal, equipamentos de infraestrutura. Por seus impactos nas relações econômicas e sociais, tais serviços são denominados públicos, independentemente de serem fornecidos pelo governo ou pela iniciativa privada (Froes, 1999). Dessa forma, portos, estradas, ferrovias e aeroportos enquadram-se dentro dessa categoria.

Em meio a esse debate, uma questão é frequentemente colocada: qual a forma de provisão mais adequada para serviços públicos que envolvem infraestrutura logística?

As respostas a essa questão variam ao sabor da corrente teórica invocada ou das convicções ideológicas do respondente. Com efeito, a ortodoxia ligada à Economia do Bem-Estar (Pigou, 1932) postula que os governos devem ser invocados na presença de falhas de mercado. Por outro lado, adeptos das teorias dos direitos de propriedade (Hart, 1995) defendem que os governos são preferíveis em relação aos atores privados quando os investimentos em redução de custos são fortes e suficiente para engendrar deteriorações nos níveis de qualidade dos serviços. Desrieux (2006) ainda vai além e afirma que há

sempre algum tipo de arranjo com a participação de atores privados que apresenta desempenho igual ao superior em relação à provisão governamental tradicional.

Apesar dos debates entre defensores de intervenção governamental direta e advogados da iniciativa privada na provisão de serviços públicos e de infraestrutura, ao longo dos últimos anos, podem-se observar mudanças nas formas de contratação de serviços públicos. Se antes das reformas os governos estavam à frente do investimento, da construção e da operação dos ativos, o que se observou foi o esforço dos governos nacionais e locais, em diversas partes do mundo, no sentido de promoverem o ingresso de atores privados na provisão desses serviços. Ocorre que, apesar da *rationale* das reformas liberalizantes, calcadas nas restrições orçamentárias dos governos e em fatores de cunho político e ideológico, fundamentados na crença de que os atores privados possuem uma intrínseca superioridade em termos de eficiência (Boycko et al., 1996; Osborne e Gaebler, 1997; Savas, 2000), a saída de cena dos entes governamentais na provisão de serviços de utilidade pública é pouco provável. Com efeito, muitos desses serviços são fundamentais para a redução dos índices de pobreza. Em alguns casos, requerem até a oferta para localidades remotas e para estratos da população sem condições de arcar com o custo dos serviços.

Diante desse quadro, os atores privados tendem a não possuir incentivos para oferecer os serviços, o que demanda a participação dos governos na forma de subsídios ou intervenções diretas (Kessler e Alexander, 2004). Com isso, o Estado não sai de cena, continuando a arcar com parte significativa dos investimentos em serviços de infraestrutura, incluindo seus riscos associados. Engendram-se, assim, estruturas de governança que mesclam a participação conjunta de entes governamentais e de atores privados, voltadas à determinação de formas específicas de alocação de direitos de propriedade dos ativos e das regras básicas contratuais que regulam as relações entre os agentes envolvidos. Isso inclui regras para o usufruto dos equipamentos, as modalidades para distribuição das rendas geradas e os instrumentos de premiação e punição utilizados (Silveira et al., 1999). Entre as formas polares corporificadas pela gestão integralmente pública e a privatização completa, verificam-se alguns arranjos híbridos (Ménard, 2004). Esses arranjos espelham diferentes graus de direitos de controle e de decisão exercidos pelos agentes privados (ou pelos entes governamentais) sobre os ativos e as informações necessárias à provisão do serviço (Cabral e Saussier, 2006). Em diversos países, as necessidades de recuperação da infraestrutura logística existente foram supridas por meio de concessões que garantiram a empresas privadas o direito de operar os ativos construídos pela autoridade pública, normalmente por tempo determinado e seguindo critérios especificados pelas autoridades governamentais. No Brasil, durante a década de 90, foi emblemática, nesse sentido, a entrada de

entes privados para a provisão de rodovias e de ferrovias, por meio de concessões, embora erroneamente denominados de processos de privatização<sup>1</sup>.

Com o esgotamento de estoques de ativos passíveis de transferência, por meio dos mecanismos de concessão e com a crescente necessidade de inversões em novos equipamentos de infraestrutura, em meio a um contexto de restrições orçamentárias, foram desenvolvidas novas possibilidades para viabilização de serviços de infraestrutura (Brandão e Cury, 2007). Certos projetos, no entanto, por envolverem também a construção dos ativos e, consequentemente, investimentos expressivos, demandam aportes governamentais, abrindo espaço para a criação dos mecanismos de Parcerias Público-Privadas (PPP). Através destas, os governos, além de poderem participar como investidores nos projetos, possuem o papel preponderante de serem o agente capaz de prover as salvaguardas necessárias aos investimentos privados.

Na prática, as PPPs possibilitam uma pléiade de estruturas de governança possíveis, com diferentes graus de intervenção dos atores privados. Conforme lembram Peci e Sobral (2007), consórcios privados, usualmente envolvendo grandes construtoras, são contratados para projetar, construir e, em alguns casos, operar novos projetos. Nessa linha, a definição das estruturas de governança adequadas a cada tipo de empreendimento passa pelo exame sobre a alocação dos riscos entre as partes (Oudot, 2006). Materializados por problemas de agência (Jensen e Meckling, 1976), os riscos em PPPs são relacionados a incertezas sobre a construção e sobre a demanda futura, bem como os riscos decorrentes de fatores políticos e regulatórios (Brandão e Cury, 2006; Guasch, 2004).

Presentes no caso a ser analisado adiante, os riscos correlatos a arranjos híbridos envolvem entes públicos e privados que necessitam ser incorporados às análises de alternativas de expansão de infraestrutura logística, como forma de conciliar a atratividade ao investimento privado à preservação do interesse público. Para ajudar nessa empreitada, utiliza-se nesse artigo o auxílio da teoria de opções reais, cujos conteúdos podem ser úteis na análise de investimentos em condições de incerteza.

## **TEORIA DAS OPÇÕES REAIS**

A análise quantitativa de opções reais deriva dos trabalhos de Black e Scholes (1973) e Merton (1973) na precificação de opções do mercado financeiro. O termo opções reais é aplicado na precificação de investimentos ou projetos das firmas em ativos reais (não financeiros). Dias (2005) apresenta detalhada revisão da literatura e de aplicações da teoria de opções reais, destacando que os primeiros artigos em revistas de finanças com modelos de opções reais surgem na década de 80.

Destaca-se nessa seara o trabalho de Cox et al. (1979), marcado pela apresentação de um modelo simplificado para a precificação de opções em tempo discreto. Na década de 90, surgem os livros textos de Dixit e Pindyck (1994) e Trigeorgis (1995), com aplicações da teoria de opções para ativos reais. No Brasil, o uso de opções reais na análise de investimentos com alto grau de incerteza e com flexibilidade gerencial vem se difundindo recentemente, como pode ser observado nos trabalhos de Monteiro (2003), Ferreira (2003), Silva e Martins (2004), Dias (2005) e Postali (2007).

Luehrman (2004) afirma que, em termos financeiros, uma estratégia de negócios assemelha-se a uma série de opções. Nesse sentido, a execução de uma estratégia quase sempre envolve a tomada de uma sequência de decisões. Algumas ações são tomadas imediatamente, enquanto outras são deliberadamente postergadas, e assim os gerentes podem otimizar o processo à medida que as circunstâncias evoluem. Dias (2005) discute o uso de opções reais em teoria dos jogos, em particular, em estratégias na área de petróleo.

Schwartz e Trigeorgis (2004) destacam a aplicação da teoria de opções reais em uma série de decisões de competição e de estratégias que envolvem o ambiente de negócios com opções de crescimento e de projetos com inter-relação – característica marcante em projetos de infraestrutura logística. Outro ponto marcante nesses serviços de utilidade pública é a presença de investimentos específicos e irrecuperáveis (Guasch, 2004), nos quais, uma vez realizado o investimento, as chances de reversão e recuperação do valor aplicado são bastante diminutas.

Dixit e Pindyck (1994) discutem as diferentes abordagens para a solução de problemas em opções reais. Projetos de investimentos podem ter diferentes janelas de oportunidades, e os vários aspectos do futuro podem conter inúmeras fontes de incertezas. O uso de modelos de processos estocásticos é bastante útil na análise de opções reais, uma vez que há uma combinação de dinâmica e incerteza na análise. Em um modelo dinâmico sem incerteza, o estado atual de um sistema determina o estado futuro. Quando se adiciona a incerteza, o estado atual determina apenas a distribuição de probabilidade de estados futuros, e não os valores reais. Dixit e Pindyck (1994) apresentam duas abordagens para a solução de problemas de avaliação de oportunidades de investimento, baseadas em modelos de processos estocásticos: a programação dinâmica e a análise de ativos contingentes. Outra abordagem adotada para a solução de problemas de opções reais, discutida de forma breve pelos autores, é a utilização de modelos baseados em árvores binomiais. Essa última técnica é bastante difundida em aplicações práticas, pela sua facilidade de implementação e de interpretação, prescindindo da utilização de modelos estocásticos em tempo contínuo, que conduzem ao uso de técnicas matemáticas mais complexas.

<sup>1</sup> Conforme lembra Cabral (2006), a questão da propriedade do ativo por parte do Estado talvez seja o principal elemento que diferencia as concessões das privatizações. Nestas últimas, verifica-se efetivamente a transferência da propriedade para o ator privado, ao passo que, nas concessões, a propriedade do ativo permanece com o governo.

Mais próximo do objeto deste trabalho, Brandão e Cury (2006, 2007) discutem aplicações da teoria de opções reais em concessões rodoviárias, analisando o caso da BR 163. Nesse artigo, os autores utilizam o modelo binomial para avaliar alternativas de redução de riscos para o investidor privado em investimentos com condições de incertezas na área de infraestrutura, no caso, em uma concessão rodoviária. Assim, na análise de investimentos em ambientes com elevados graus de incerteza, cujo retorno futuro pode ser o desejado ou não, a decisão deve ser resultado de um problema de otimização dinâmica. Em muitas situações, pode ser conveniente adiar a decisão de investir até que o cenário seja substancialmente favorável. Na próxima seção, apresenta-se uma abordagem baseada no modelo binomial para precificação de opções, com o intuito de discutir-se o uso da teoria de opções reais na análise de alternativas de investimento em infraestrutura ferroviária.

## DADOS E MÉTODO

Para analisar as escolhas relativas à expansão de serviços públicos, escolheu-se o caso relativo à ferrovia de interligação entre o oeste baiano e a costa atlântica, anunciada em 2007 pelo Governo Federal no âmbito do PAC (Programa de Aceleração de Crescimento). Trata-se, em verdade, de um projeto antigo que remonta à década de 50 (Azevedo Neto, 2004), para o qual alguns estudos de pré-viabilidade foram elaborados. Nessa linha, para a análise das diversas configurações, no âmbito do presente trabalho, tomam-se como referência dados de um estudo de viabilidade econômica do trecho ferroviário que liga Luis Eduardo Magalhães à Região Metropolitana de Salvador, realizado pelo Departamento de Infraestrutura de Transportes do Estado da Bahia (DERBA).

Os dados relativos aos custos, às estimativas de demanda e às receitas permitiram o cálculo do valor presente líquido (VPL) do trecho em questão, baseado apenas no fluxo operacional líquido. Vale destacar que os dados de fluxo operacional líquido refletem estimativas realizadas pelo DERBA em 2004. Não foi realizada nenhuma revisão ou atualização dos dados, uma vez que este artigo não tem o objetivo de prescrever ações baseadas em casos numéricos, mas sim de lançar novas luzes ao processo de escolha de estruturas de governança em serviços de infraestrutura logística. Nesse contexto, os dados foram utilizados apenas para que o exercício se aproximasse da realidade. Por esse motivo, o VPL estático do investimento na construção do trecho ferroviário que liga o município de Luis Eduardo Magalhães ao município de Brumado, a ser discutido adiante, foi normalizado para a base 100. A partir do VPL estático, foi construída uma árvore de decisão para o comportamento do VPL, de acordo com o modelo

binomial para precificação de opções apresentado em Cox et al. (1979). O modelo foi implementado utilizando-se o pacote computacional *Matlab*.

Além de análises quantitativas, sob o ponto de vista metodológico, recorreu-se a ferramentas qualitativas, como forma de compreender o contexto e as características do setor ferroviário, as peculiaridades que envolvem o projeto de expansão em epígrafe e a complexa teia de interesses envolvida. Para tal, realizaram-se entrevistas em profundidade semiestruturadas (Malhotra, 2001) e de caráter informal (Gil, 1995), dependendo do interlocutor abordado. Assim, foram entrevistados o Superintendente de Transportes da Secretaria de Infraestrutura do Estado da Bahia, o Chefe de Gabinete da Secretaria de Planejamento do mesmo estado, dois produtores rurais da região de Luis Eduardo Magalhães – região produtora de grãos no oeste baiano – e dois executivos de empresas que utilizam o modal ferroviário para escoar a produção e garantir o abastecimento de suas operações.

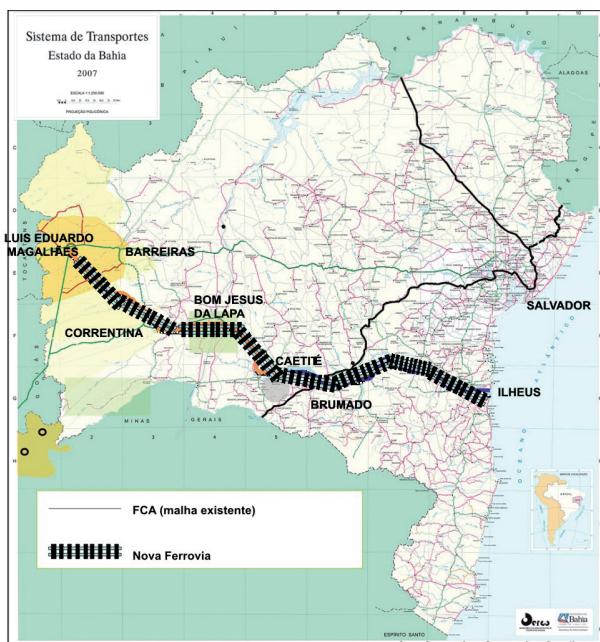
## DESCRÍÇÃO DAS ALTERNATIVAS PARA LIGAÇÃO DO OESTE BAIANO AO OCEANO ATLÂNTICO POR FERROVIAS

Em que pese sua vastidão geográfica, a Bahia apresenta uma malha ferroviária pequena, face as suas demandas, contando com apenas 1582 km (Peltbahia, 2004). A título de comparação, o estado de São Paulo, com menos da metade da superfície da Bahia, possui 5100 km de vias férreas (Investe São Paulo, 2008).

Por ser rota de passagem entre os estados do Nordeste setentrional e do Sul-Sudeste do Brasil, por muito tempo as atenções dos formuladores de políticas públicas foram voltadas a esse eixo (Alban, 2003). De fato, na direção Norte-Sul encontram-se importantes rodovias, como a BR-101, a BR-116 e a Ferrovia Centro Atlântica (FCA). No entanto, o crescimento da produção agrícola no oeste baiano suscitou o direcionamento dos olhares para a ligação no eixo transversal. De fato, a produção de soja e milho no oeste baiano chegou a 3 milhões de toneladas em 2006, conforme dados do IBGE (2008). Apesar de representar, atualmente, cerca de 3% da produção nacional, segundo produtores rurais entrevistados, as altas taxas de rendimento médio da soja (produção/área plantada) têm despertado o interesse pela região, o que é comprovado pela presença de grandes empresas do agronegócio com operações na área (Bunge, Cargill, entre outras). Com a produção sendo escoada para os portos baianos (Ilhéus, Salvador e Aratu), por meio de rodovias em estágio de conservação inadequado, nada mais natural que o pleito para a interligação entre o Oeste baiano e Oceano Atlântico por meio do modal ferroviário<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Conforme entrevista realizada em janeiro de 2008 junto ao Assessor Especial do Secretário de Planejamento do Governo do estado da Bahia, a intenção do governo local com essa ferrovia é procurar consolidar a Bahia como um eixo nacional de conexão, por meio de uma ligação transversal, abarcando o escoamento da produção do oeste baiano e também do centro-oeste. A ferrovia reveste-se de importância sob o ponto de vista da unidade geopolítica da Bahia, uma vez que representa o esforço de conexão entre o oeste baiano e as demais localidades do estado, podendo atenuar os efeitos dos movimentos separatistas que, em 2007, clamavam pela separação da região, por meio da criação do estado do São Francisco.

Nesse contexto, a construção da ferrovia seria, por um lado, viabilizada pelo transporte da produção de soja, farelo e milho e, por outro, pelos fretes de retorno obtidos com a movimentação de cargas de insumos, como as de fertilizantes e de combustíveis (Alban, 2003). Além disso, a descoberta recente de uma jazida de minério nas proximidades de Caetité, região sudoeste da Bahia, criou novas expectativas de demanda pelo transporte ferroviário. Sobretudo, pelo fato de a região produtora de minério encontrar-se a cerca de 100 km da linha da Ferrovia Centro-Atlântica (FCA), controlada pela Companhia Vale do Rio Doce, conforme pode ser melhor observado na Figura 1.



**Figura 1 – Mapa de alternativa para a ferrovia a ser construída.**  
**Figure 1 – Map of alternative for the railroad to be built.**

Fonte: SEINFRA-BA

A partir do mapa apresentado na Figura 1, percebe-se que há várias possibilidades de ligação entre o Oeste baiano e o litoral. Uma delas é a alternativa de Azevedo Neto (2004), por meio de uma rota otimizada sob o ponto de vista de engenharia<sup>3</sup>. No âmbito do presente trabalho, no entanto, centram-se as atenções sobre dois possíveis caminhos, cada um com vantagens e desvantagens. O primeiro consiste na ligação entre um trecho a ser construído entre Luís Eduardo Magalhães e Brumado, onde haveria uma conexão com a malha operada pela FCA, viabilizando, assim, a ligação com o Porto de Aratu, na Região Metropolitana de Salvador. A segunda alternativa consiste na ligação direta entre o município de Luis Eduardo Magalhães e a cidade de Ilhéus, no litoral sul do Estado.

A primeira alternativa, expressa em Peltbahia (2004),

apresenta como traço marcante o pragmatismo, na medida em que a interligação com a malha existente mitigaria, em tese, as inversões a serem realizadas. Nesse cenário, além da construção do novo trecho até Brumado, no sudoeste do Estado, haveria a necessidade de requalificação da malha da FCA e da escolha pela bitola métrica, que, embora propicie uma menor velocidade de rodagem, possibilita de maneira mais fácil a integração com a malha ferroviária atual. Além de restrições de demanda, por conta da largura dos trilhos, o escoamento da produção utilizando a estrutura da FCA encontra outros óbices, na medida em que requer o consentimento e o investimento por parte da atual concessionária, detentora da concessão até 2026 (ANTT, 2006).

A falta de uma estrutura regulatória efetiva que, ao tempo em que resguarde o interesse público, assegure o cumprimento dos contratos firmados entre os atores atuantes no sistema, constitui-se em entrave adicional à viabilização dessa alternativa. De fato, a ANTT (Associação Nacional de Transportes Terrestres), responsável pela regulação das concessões ferroviárias, tem sido pauta de cobiça de grupos de interesse, o que aumenta as possibilidades de captura da agência, sobretudo por parte de atores mais bem posicionados para se fazerem ouvir, utilizando a expressão cunhada por Abrucio (1998)<sup>4</sup>.

Conforme apreendido durante as entrevistas, as possibilidades de interconexão tendem a ser diminuídas também em função de fatores mercadológicos. O que ocorre é que o detentor dos direitos de exploração do minério de ferro na região de Caetité, o grupo BML, de origem indiana, é concorrente direto da Companhia Vale do Rio Doce (controladora da FCA) no mercado internacional. Naturalmente, isso mitiga as possibilidades de colaboração, sobretudo em função da execução de investimentos por parte da FCA poderem auxiliar diretamente o concorrente de sua controladora.

A segunda alternativa, em estudo pelo Ministério dos Transportes à época da confecção desse artigo, consiste na construção da ferrovia em duas etapas: (i) entre Luís Eduardo Magalhães e Caetité; e (ii) entre Caetité e Ilhéus, onde será construída uma unidade siderúrgica e um porto pela BML, como forma de possibilitar o processamento e a exportação do minério de ferro extraído.

Passando por Brumado, percebe-se que, se, por um lado, essa alternativa engendra a competição no setor, uma vez que os clientes teriam, a partir dessa cidade, a opção de seguir por uma ou outra ferrovia, por outro, há que se considerar o volume de investimentos em infraestrutura (limpeza dos sítios das obras, desmatamento, terraplanagem, drenagem, construção de pontes, aterros, obras complementares e aquisição de terras) e em superestrutura. Tais investimentos, que têm por finalidade permitir o tráfego dos trens, envolvem inversões em

<sup>3</sup> Interligando Salvador ao litoral peruano, passando pelo centro-oeste brasileiro, pela Amazônia e pela Bolívia, a rota proposta por Vasco Neto preconiza um traçado com rampa de no máximo 1,5%, ou seja, uma elevação de 1,5 metros a cada 100 m percorridos.

<sup>4</sup> O ex-diretor da ANTT, entre 2002 e 2008, José Alexandre Resende, é filho de Eliseu Resende, senador pelo DEM-MG e relator do projeto de criação da ANTT. Em sua eleição em 2006, o senador teve como principal doador privado de sua campanha justamente a Cia. Vale do Rio Doce, participante atuante no setor ferroviário (Dados disponíveis em [www.transparencia.org.br](http://www.transparencia.org.br)).

trilhos, dormentes, lastro e acessórios metálicos, entre outros, conforme lembra um dos entrevistados. Outro item importante para o projeto, em virtude do volume financeiro envolvido, é a aquisição de material para reposição da via permanente. Além disso, são necessários investimentos para aquisição da frota de locomotivas e vagões, chamada de material rodante.

A partir do exposto, destacam-se diversos elementos fundamentais para a decisão de investimentos na ferrovia para ligação do oeste ao leste da Bahia. O primeiro elemento é a existência de possíveis restrições de operação no trecho atualmente operado pela FCA, seja pelo não atendimento, em face de um possível crescimento de demanda, ou mesmo por conta de interesses deliberados da própria concessionária em utilizar a opção de restringir a oferta de serviços. Tais restrições deixam de existir com a construção do trecho entre os municípios de Brumado e Ilhéus. Logo, um elemento importante na decisão é a participação ou não da FCA nos investimentos de expansão do trecho, sobre o qual a empresa detém os direitos de concessão. Outro aspecto que envolve a FCA é a sua participação, ou não, nos investimentos e na concessão do novo trecho a ser construído.

Em meio ao processo de escolha das estruturas de governança mais adequadas, deve-se naturalmente levar em conta o papel do Estado e seu grau de participação para a viabilização do projeto, concomitantemente à preservação do interesse público, como é usual em serviços de infraestrutura logística. Esse aspecto é, sobretudo, importante em função dos riscos de demanda de utilização da linha, de caráter estocástico, e dependente de variáveis como crescimento do PIB, da produção agrícola e da fatia de mercado escoada pela linha férrea, além dos outros riscos anteriormente mencionados.

Sob o ponto de vista microeconômico, hipoteticamente, a viabilização do projeto de investimentos pode dar-se por meio de etapas escalonadas no tempo. Isso porque é possível implantar, inicialmente, o trecho que liga Luis Eduardo Magalhães a Caetité/Brumado e decidir pela interligação ou não entre Brumado e Ilhéus, e/ou pela requalificação do trecho Brumado-RMS (Região Metropolitana de Salvador), a partir dos resultados da primeira etapa.

Dessa forma, percebe-se que todos os aspectos abordados acima tornam difícil a escolha das estruturas de governança por meio de uma avaliação econômico-financeira do projeto, utilizando-se apenas ferramentas tradicionais, como o cálculo do valor presente líquido, a taxa interna de retorno e o *payback*, entre outros. Nesse sentido, a seção seguinte discute esses aspectos com base no modelo de opções reais, uma vez que esse tipo de modelagem permite avaliar as alternativas e as flexibilidades gerenciais presentes em um projeto.

## **ANÁLISE DAS ALTERNATIVAS POR MEIO DE UM MODELO DE AUXÍLIO À DECISÃO BASEADO EM OPÇÕES REAIS**

Nessa seção, aplica-se a teoria de opções reais ao projeto de construção de uma ligação férrea do oeste ao leste da Bahia,

entre as cidades de Luis Eduardo Magalhães e Brumado, entre Brumado e a RMS, e/ou entre Brumado e Ilhéus. Com o auxílio de uma árvore de decisões, é possível considerar na modelagem as incertezas associadas a esse tipo de empreendimento. Antes, porém apresentam-se alguns aspectos que lastreiam o trabalho.

### **PREMISSAS E ASPECTOS DA MODELAGEM**

Primeiro, postula-se que a amortização e a remuneração dos investimentos realizados pelos atores privados serão feitas com as receitas oriundas da concessão governamental, por prazo determinado. Segundo, considera-se que as receitas pela exploração da ferrovia pelo ente privado são auferidas pela prestação de serviços de transporte, nos moldes de uma concessão patrocinada (Cabral, 2006; Brandão e Cury, 2006). Em terceiro lugar, destaca-se que não há ruptura contratual, ou seja, considera-se a ausência de expropriação por parte do governo, que somente reabsorve os direitos residuais de controle sobre os ativos (Hart, 1995) após o final da concessão. Ainda, os recursos financeiros necessários ao investimento podem ser obtidos pelo ente privado via financiamento externo junto a bancos de fomento ou outras fontes. Nesse caso, enquadraria o empreendimento na modalidade *project finance*, no qual o fluxo de caixa futuro do projeto serve como garantia contratual do financiamento.

O modelo discutido nesta seção tem como objetivo auxiliar a decisão sobre as possíveis configurações de investimento e de operação da linha entre os atores envolvidos, notadamente o Estado, a FCA, que opera o trecho existente entre Brumado e a RMS, e uma nova concessionária a ser constituída, chamada neste trabalho de NCO (Nova Concessão Oeste).

O modelo de investimento a ser analisado pressupõe a condução do projeto em duas etapas. Na primeira etapa, o trecho que liga as cidades de Luis Eduardo Magalhães ao município de Brumado é construído e são realizados investimentos no trecho que liga Brumado a Salvador ( $I_1$ ), sem que, com isso, toda a demanda a ser atendida pela linha seja necessariamente garantida. Dessa forma, a FCA, atual concessionária do trecho que liga Brumado a RMS, tem a opção de restringir a oferta de serviços. Em um segundo momento, existe a opção de ampliar-se a capacidade de oferta do trecho que liga Brumado a RMS, ou de construir-se uma nova linha, ligando a cidade de Brumado a um porto a ser construído em Ilhéus (com investimento  $I_2$ ). Além disso, há a opção de realizar os dois investimentos.

Assume-se que todos os fluxos de caixa futuros da NCO tenham valor presente igual a  $V$  e que os da FCA, com a demanda adicional obtida pela conexão à nova linha, tenham valor igual a  $F$ . Evidentemente, a FCA e a NCO só irão aderir ao investimento  $I_1$ , se suas parcelas de recursos a serem desembolsados forem inferiores aos valores de  $V$  e  $F$ . Nota-se que, enquanto  $I_2$  não for realizado, a FCA tem a opção de não oferecer o serviço de transporte de forma integral. Isso significa que a NCO está vendida na opção da FCA, enquanto a segunda etapa do projeto não for implantada. Por outro lado, após a realização da primeira etapa, a NCO está comprada na

opção de ampliar a linha férrea interligando os municípios de Brumado a Ilhéus. O problema, assim definido, apresenta uma interdependência entre as opções. Para a NCO, o valor presente real dos seus fluxos de caixa descontados é dado por:

$$V = \max (VP_{LH} - \varphi_{NCO, I_2}, \min (VP_{LB}, VP_{LB\_restrito})) \quad (1)$$

Conforme a equação em (1),  $VP_{LH}$  é o valor presente dos fluxos de caixa do trecho entre Luis Eduardo Magalhães e Ilhéus;  $\varphi_{NCO, I_2}$  é a parcela do investimento que a NCO deverá fazer para compor  $I_2$ ;  $VP_{LH}$  é o valor presente das receitas auferidas com a operação do trecho entre Luis Eduardo Magalhães e Brumado; e  $VP_{LB\_restrito}$  é o valor presente dos fluxos de caixa com restrição operacional imposta pela FCA.

### O MODELO BINOMIAL E A ÁRVORE DE DECISÃO

A avaliação de opções é feita, tipicamente, utilizando-se variantes do modelo de Black e Scholes (1973) ou do modelo binomial. Para avaliar as opções descritas, foi utilizado o modelo binomial. Os fundamentos do procedimento adotado para a modelagem binomial de opções podem ser encontrados em Hull (1996, 1998) e Silva Neto (1996). Esses fundamentos derivam do trabalho de Cox et al. (1979).

Dessa forma, foi considerado que o valor presente dos fluxos de caixa do trecho que liga Luis Eduardo a Brumado pode crescer em um primeiro momento de  $VP_{LB}$  para  $VP_{LBu}$  ou decrescer para  $VP_{LBd}$ . Em um segundo momento, o valor presente dos fluxos de caixa pode assumir três valores:  $VP_{LBuu}$ ,  $VP_{LBud}$  (ou  $VP_{LBdu}$ ) e  $VP_{LBdd}$ , conforme pode ser observado na Figura 2.

A teoria de opções reais fundamenta-se na hipótese de que os mercados são completos e, assim, é possível encontrar um ativo no mercado financeiro que apresente um comportamento estocástico. A partir disso, espera-se que tal comportamento permita elaborar estratégias de arbitragem que forneçam a precificação de opções em um determinado valor presente de um fluxo de caixa,  $VP$ , uma vez conhecida a volatilidade do ativo-base, o tempo de maturidade, o valor no acordado no vencimento e a taxa livre de risco. Essa precificação é relacionada ao princípio de avaliação neutra em relação ao risco (Cox et al., 1979). Se for considerado que  $VP$  no instante seguinte ao atual possa assumir dois valores  $VP \times u$  ou  $VP \times d$ , com  $u > 1$ ;  $d < 1$ , pode-se mostrar que:

$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}}, \quad d = 1/u, \quad \text{e que} \quad p = \frac{e^{r\Delta t} - d}{u - d} \quad (2)$$

onde  $\sigma$  é a volatilidade do processo estocástico  $VP$ ,  $r$  é a taxa livre de risco e  $p$  é a probabilidade neutra a risco de ocorrer  $VP \times u$  no instante  $\Delta t$ , enquanto  $(1-p)$  é a probabilidade de ocorrer  $VP \times d$ . O valor esperado de  $VP$ , após ocorrido o período  $T$ , é dado por:

$$E[VP_T] = p \times u \times VP + (1-p) \times d \times VP = VP e^{rT} \quad (3)$$

A expressão acima mostra que  $VP$  cresce, em média, à taxa livre de risco.

Considera-se agora que os preços dos serviços de transporte ferroviário não variem, ou que suas mudanças sejam pequenas consideradas às variações de demanda. Assim, a volatilidade de  $VP_{LB}$  é função da demanda de utilização da linha. Se  $VP_{LB}$  cresce, é sinal de que a demanda de utilização também cresce, e a FCA pode impor uma restrição de operação, conforme discutido. Sabe-se que, para obter o valor presente, uma série de fluxo de caixa,  $C_k$ , é descontada pela taxa de desconto  $i$ :

$$VP = \sum_{k=1}^N \frac{C_k}{(1+i)^k} \quad (4)$$

Nota-se, também, que cada fluxo de caixa, descontado o valor presente, tem um peso,  $\omega_k$ , na formação de  $VP$ , chamado de taxa de distribuição do fluxo de caixa, conforme se observa em (5):

$$\omega_k = \frac{C_k / (1+i)^k}{VP} \quad (5)$$

De acordo com o modelo,  $VP_{LB}$  tem um comportamento estocástico definido pela árvore binomial. Da mesma forma que Copeland e Antikarov (2001), pode-se considerar que os fluxos de caixa em cada período e estado são obtidos pela aplicação da taxa de distribuição do fluxo de caixa estático no valor de  $VP_{LB}$ , que é dinâmico. Esse procedimento foi utilizado por Brandão e Cury (2006) na modelagem para concessões rodoviárias utilizando opções reais.

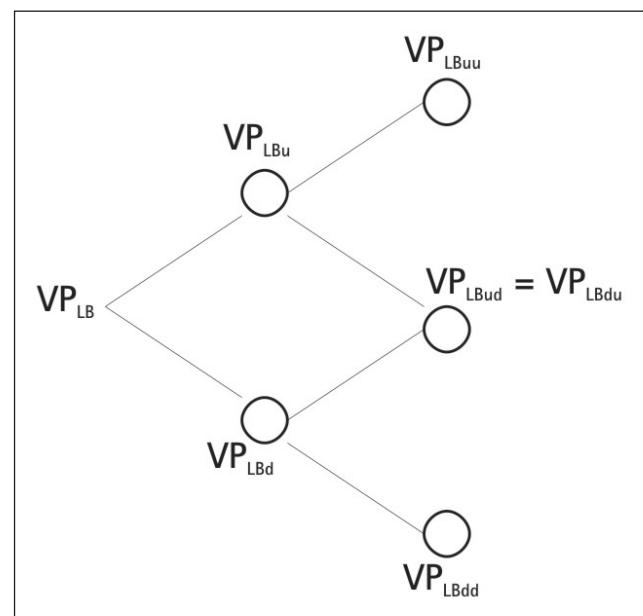


Figura 2 - Árvore binomial do VPLB do trecho Luis Eduardo - Brumado.

Figure 2 - VPLB binomial tree of the passage Luis Eduardo - Brumado.

Dessa forma, a partir de alguns dados preliminares para o estudo de viabilidade econômica do trecho ferroviário que liga Luis Eduardo Magalhães a Brumado, fornecido pela Secretaria de Infraestrutura do Governo do Estado da Bahia, o valor de  $VPLB$  foi calculado e normalizado para base 100. Com base nesses dados, foi obtida a taxa de distribuição do fluxo de caixa estático. Com o auxílio do modelo binomial, foi estabelecida a dinâmica do  $VPLB$  e foram projetados os diversos fluxos de caixa correspondentes para cada período. Em seguida, foi imposta uma restrição ao fluxo de caixa, como forma de sintetizar o exercício da opção da FCA. Isso significa que o fluxo de caixa não pode ultrapassar o limite estabelecido, já que isso ocorre em função de um aumento da demanda de serviços de transporte na linha. Caso isso ocorra, a FCA pode exercer o direito de limitar a operação da linha – ou não – em função de uma eventual necessidade de utilizar o trecho que liga Brumado à RMS no transporte de outras mercadorias, com uma probabilidade  $\pi$ . Uma vez redefinido o fluxo de caixa para cada nó da árvore binomial, o novo VPLB é calculado a partir da equação:

$$VPLB_{t-1} = (p \times VPLB_{Bu,t} + (p-1) VPLB_{Bd,t}) \times e^{-r\Delta t} + FC_{t-1} \quad (6)$$

Em (6),  $VPLB_{Bu,t}$  e  $VPLB_{Bd,t}$  são os valores presentes dos fluxos do trecho Luis Eduardo Magalhães – Brumado, no período  $t$ , com um passo superior ( $u$ ) e inferior ( $d$ ), respectivamente.  $FC_{t-1}$  é o fluxo de caixa em  $t - 1$ , que pode ser o fluxo original ou o fluxo restrito pela FCA, caso ela limite a operação na linha, com probabilidade  $\pi$ . É evidente que quanto menor for o valor limite de operação, menor será o VPLB no instante inicial.

O valor presente dos fluxos de caixa operacionais obtidos pela operação dos 575 Km da linha que liga Luis Eduardo Magalhães à cidade de Brumado representa o valor máximo do investimento que o concessionário faria para obter a concessão. Isso significa que o investidor privado, denominado aqui de NCO, não estará disposto a desembolsar mais do que o valor presente dos fluxos operacionais como parte do investimento necessário para a construção da nova linha, caso a análise seja realizada pelo método convencional do VPL. No entanto, a presença da opção de restrição operacional da FCA faz com que o valor presente esperado do fluxo de caixa operacional seja menor que o valor obtido com a metodologia tradicional.

Com base nas equações anteriormente apresentadas, o Gráfico 1 apresenta, no eixo vertical, os valores do VPLB calculados para diferentes níveis de restrição operacional, apresentados no eixo horizontal. A figura mostra as curvas para diferentes probabilidades de exercício da opção de restrição por parte da FCA. Nesse caso, quanto maior a probabilidade da FCA exercer a opção de restringir a oferta de serviços à NCO, menor é o valor do VPLB esperado dessa última concessionária. Uma restrição de fluxo de caixa não superior a 10% do valor do VPLB estático faz com que o novo VPLB, depois de aplicada a restrição, caia para 50% do seu valor original, caso a probabilidade de exercício da opção da FCA seja elevada.

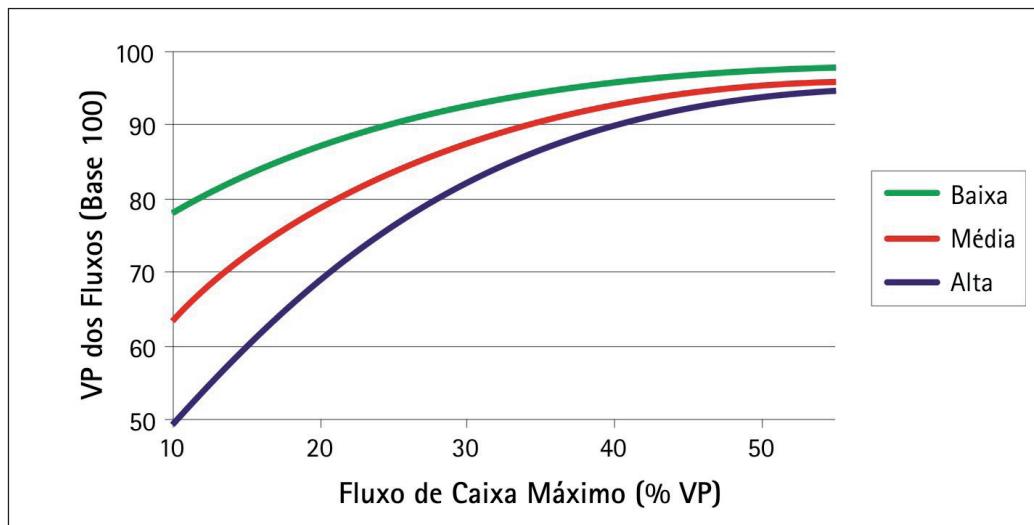
Para uma baixa probabilidade de exercício da opção, o valor do VPLB cai para 78% do seu valor original. Dessa forma, o ideal para a NCO é que a probabilidade de exercício da opção da FCA seja baixa. Destaca-se que os valores apresentados no gráfico são apenas ilustrativos, pois, como mencionado, uma análise prescritiva com base nesses dados necessitaria de atualização dos dados do fluxo de caixa operacional do investimento, do estabelecimento da volatilidade do valor presente, da taxa de desconto a ser utilizada e do valor da taxa livre de risco. Ao realizar esse exercício, pode-se argumentar que diferentes estruturas de governança e de garantias por parte do Estado podem aumentar a atratividade do investimento. Com essas restrições em mente, pode-se inferir, a partir do Gráfico 1, que, baseado na teoria de opções, a NCO está vendida em uma opção para a FCA. Além disso, o nível de exercício dessa opção e a probabilidade de a FCA exercer a opção influem no valor do negócio para a NCO. Assim, o ideal seria buscarem-se arranjos organizacionais capazes de suavizar os conflitos de interesse.

Para minimizar o problema da opção de imposição de restrições operacionais por parte da FCA, existem algumas alternativas. Uma delas é fazer com que a FCA participe de forma integral ou parcial da nova concessão, fazendo parte, por exemplo, da composição da NCO, ou dividindo a concessão com a mesma. O tamanho ideal de participação da FCA é aquele que torna compatíveis os ganhos que a FCA pode ter, aplicando as restrições (disponibilizando a linha para outros serviços) com as perdas geradas pela queda de receita no trecho Luis Eduardo Magalhães a Brumado, que são proporcionais à sua participação na composição da nova concessão.

A outra forma de minimizar o problema da imposição de restrições por parte da FCA é a existência da opção de expandir a concessão da NCO, com a construção de um trecho adicional que liga a cidade de Brumado a Ilhéus. Considera-se, assim, que, com o trecho Brumado – Ilhéus, a nova concessionária teria ampliado sua receita total de transporte dos produtos. Evidentemente, a nova concessionária só participará do investimento no novo trecho,  $I_2$ , se  $VPLH - wP_{LH} - w_{NCO,I_2} I_2 > \min(VPLB, VPLB_{restrito})$ .

Além disso, pode-se considerar que haverá uma otimização dos recursos investidos em material rodante por parte da NCO, uma vez que, com a ampliação do trecho sob sua concessão, serão aproveitados os mesmos vagões e locomotivas e haverá aquisição de novos equipamentos.

A partir de uma estimativa de investimento no trecho entre Brumado e Ilhéus, em estrutura permanente e material rodante de magnitude similar à do investimento no trecho entre Luis Eduardo Magalhães e Brumado, a participação máxima da NCO nesse novo investimento pode ser estimada a partir da metodologia de opções reais. O Gráfico 2, a seguir, apresenta a mesma estrutura de investimento, com a opção de restrição da FCA e com a opção de ampliação do investimento. Sua inspeção revela que o valor presente mínimo dos fluxos de caixa estimados pode ser garantido independente da opção



**Gráfico 1 – VP do Trecho Luis Eduardo Magalhães – Brumado, com Restrição da FCA para diferentes níveis de probabilidade de exercício.**

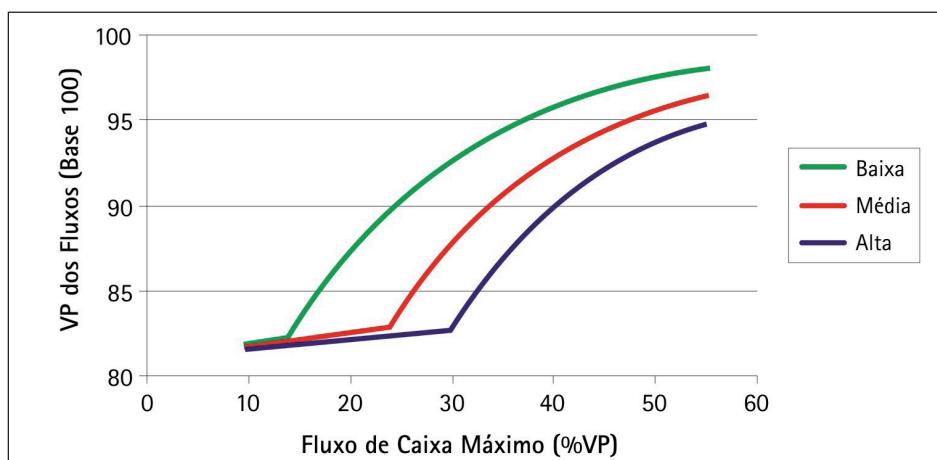
**Graph 1 – VP of Luis Eduardo Magalhães excerpt – Brumado with FCA restriction for different levels of probability of the exercise.**

Fonte: elaborado pelos autores a partir dos cálculos realizados.

de exercício da FCA, caso a nova concessionária tenha a opção de expansão da linha.

No mercado de opções, o resultado da estratégia de investimento sintetizado no Gráfico 2 assemelha-se, guardadas as particularidades, à estratégia de *spread* de alta, operação marcada por risco e potencial de lucros limitados (Bessada, 2005). Nota-se que a comparação só é válida se considerar o nível de demanda que a FCA utilizará para restringir a operação na linha. Assim, a NCO está comprada em um nível de exercício baixo e vendida em um nível de exercício alto. Com a opção de expansão da malha auxiliada de forma mais contundente pelo governo, a NCO trava o risco de perdas em função do exercício da opção da FCA.

A partir do exposto, percebe-se que, no caso de a FCA não participar da nova concessão, as incertezas estariam fundamentalmente ligadas à possibilidade de exercício da opção de restrição operacional, discutida a partir da teoria de opções reais. Dessa forma, fica evidente que, se a FCA não participar da nova concessão, e na hipótese de ser construído apenas o trecho Luis Eduardo Magalhães a Brumado, faz-se necessário discutir *ex-ante* os aspectos ligados ao direito de passagem, a fim de reduzirem-se as incertezas para a NCO. Assim, considerando-se a possibilidade de a FCA não participar do investimento e, além disso, assumindo-se as dificuldades no estabelecimento adequado de direitos de passagem para a NCO, a forma de eliminar a incerteza de restrição operacional



**Gráfico 2 – VP do investimento com restrição da FCA para diferentes níveis de probabilidade de exercício e opção de expansão da NCO.**

**Graph 2 – VP of the investment with FCA restriction for different levels of probability of the exercise, and option of expansion of the NCI.**

Fonte: elaborado pelos autores a partir dos cálculos realizados.

seria a construção integral da linha que ligaria o município de Luis Eduardo Magalhães a Ilhéus. Dessa forma, mantém-se a independência dos negócios, o que, por outro lado, implicaria maiores investimentos e em maior incerteza quanto à rentabilidade do projeto (Brandão e Cury, 2006).

Salienta-se que, na ampliação de malhas férreas, questões associadas à permeabilidade das linhas e a interconexões tendem a emergir (Yvrande-Billon, 2002). Este artigo, portanto, deixa claro que uma forma de avaliar a flexibilidade gerencial, intrínseca aos investimentos em linhas férreas, é o uso da teoria das opções reais, aplicada também a negócios com alto grau de incerteza. Conforme se pode observar, a participação do Estado envolve a identificação de rotas importantes na ampliação da capacidade logística do país. Além disso, tal participação faz-se necessária para a realização de parte substancial dos investimentos, em função das incertezas e do volume de recursos necessários e, sobretudo, para a conformação de um ambiente institucional favorável à mitigação dos riscos associados aos negócios (World Bank, 1995). Utilizando-se a acepção de North (1990), pode-se afirmar que instituições políticas, regulatórias, judiciais e informais realmente importam, sobretudo quando se trata de investimentos em infraestrutura (Shirley e Ménard, 2002; Guasch, 2004), devendo, por isso, ser levadas em consideração no processo de escolhas estratégicas dos atores públicos e privados.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises realizadas permitem algumas considerações sobre as estratégias de escolha de arranjos organizacionais (ou estruturas de governança) para a viabilização de equipamentos de infraestrutura ferroviária.

Uma característica comum do investimento em ferrovias é a necessidade de participação do Estado, em função do elevado volume de recursos necessários e das incertezas associadas à demanda. Reforça-se, nesse sentido, a importância da aplicação da teoria de opções reais em análises de investimentos envolvendo relações de interdependência, seja entre o Estado em parceria com a iniciativa privada ou entre os próprios entes privados, sem uma intervenção governamental mais efetiva. Comparado à metodologia tradicional de análise de fluxo de caixa descontados, o estudo baseado em opções reais fornece elementos adicionais para a tomada de decisão no setor de infraestrutura logística, na medida em que permite avaliar as alternativas e flexibilidades gerenciais presentes em um projeto. Apesar de conhecida a vantagem do modelo de opções reais sobre a abordagem tradicional de análise de investimentos, a falta de um amplo leque de exemplos de aplicações e a maior complexidade no uso das opções reais em comparação com a abordagem tradicional limita seu uso. Assim, este trabalho contribui para a apresentação de mais uma aplicação prática da teoria de opções reais.

A partir das análises efetuadas, é possível verificar que as relações de interdependência entre os atores envolvidos

– concessionária atual de um dos trechos existentes, novos investidores e governo –, além de jogarem um papel importante nas decisões a serem tomadas, podem afetar os padrões de oferta e demanda que permeiam o investimento. Devem, por isso, ser levados em conta nas barganhas estratégicas.

Uma vez que a FCA é a atual concessionária de um dos trechos da ferrovia que liga Brumado, no sudoeste do Estado, à região metropolitana de Salvador, ela pode exercer o direito de limitar a operação em sua linha. Como forma de minimizar esse risco para a nova concessionária, uma estrutura de governança factível poderia contemplar a participação da FCA como acionista do consórcio do novo trecho. Nesse caso, a participação do Estado como provedor de recursos poderia ser mitigada. Outra alternativa é a nova concessionária, em conjunto com o Estado, manter a opção de extensão da ferrovia, com a construção de um trecho ligando os municípios de Brumado e Ilhéus, requerendo, naturalmente, maiores montantes provenientes do erário. Dessa forma, as peculiaridades do sistema ferroviário, somadas às incertezas existentes no arranjo, sinalizam a necessidade de uma participação mais efetiva do Estado no investimento de construção da ferrovia. Isso, de certa maneira, mina as esperanças daqueles que acreditam que a iniciativa privada pode assumir o papel de capitanejar inversões no setor ferroviário.

As possíveis estruturas de governança do presente caso poderiam ser, na verdade, bastante similares às adotadas pelo governo do Estado de São Paulo para a viabilização da Linha 4 do Metrô: obras de engenharia sob responsabilidade do poder público e investimentos em material rodante, equivalentes a menos de 20% do total da empreitada, por parte do ator privado, o qual seria, também, o responsável pela operação dos equipamentos.

Assim, dentro da modalidade *unbundling* (Hart, 2003), haveria dois contratos: um para a construção e outro para a operação da ferrovia. Em adição, as incertezas de demanda existentes sinalizam a necessidade de garantia de níveis mínimos de tráfego por parte do Estado, como forma de assegurar a atratividade do empreendimento, o que pode ser viabilizado por meio do fundo garantidor de PPP.

O papel do Estado na área de infraestrutura ferroviária, no entanto, não se limita apenas à realização de parcelas dos investimentos e de atenuador das incertezas de demanda. Mais que isso, o Estado segue como articulador no desdobramento dos jogos entre as diferentes empresas interessadas nas concessões dos trechos ferroviários, sobretudo quando fatores relacionados às interconexões estão presentes. Pode, assim, induzir comportamentos por meio da sinalização dos incentivos adequados e pela estruturação de marcos regulatórios que garantam tanto a atratividade ao investimento privado quanto a preservação do interesse da coletividade (Lazzarini e Cabral, 2008). Na prática, uma adequada regulamentação dos direitos de passagem faz-se necessária para permitir a competição no setor e a redução dos conflitos entre os atores. Desta maneira, pelo que se pode prever, das análises efetuadas,

os governos não saem de cena, colocando em xeque crenças sobre a preponderância de atores privados em investimentos de infraestrutura.

Dentre as principais limitações desse estudo, além da falta de dados atualizados sobre os montantes efetivamente necessários ao investimento na ferrovia nos trechos analisados, figura também a ausência de entrevistas com profissionais da FCA e do Ministério dos Transportes, impossibilitadas pela indisponibilidade desses atores. Acredita-se, porém, que tais fatores não comprometem a validade dos achados dessa pesquisa. Por fim, dentre as várias avenidas de investigação que o tema enseja, espera-se que estudos adicionais poçam focalizar os níveis ótimos de participação de atores estatais em condições de incerteza e de interdependência entre governos e empresas, na linha do que foi recentemente clamado por McGahan (2007).

## REFERÊNCIAS

- ABRUCIO, F. 1998. Os avanços e os dilemas recentes do modelo pós-burocrático: a reforma da administração pública à luz da experiência internacional recente. In: L.C. BRESSER PEREIRA; P. SPINK, *Reforma do Estado e Administração Pública Gerencial*. Rio de Janeiro, Ed. FGV, p. 173-200
- ALBAN, M. 2003. *Transportes e Logística: os modais e os desafios da multimodalidade*. Salvador, FLEM - Fundação Luís Eduardo Magalhães, 125 p.
- ANTT - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. 2006. Evolução Recente do Transporte Ferroviário, jun.
- AZEVEDO NETO, V. 2004. *Transportes na América do Sul: desenvolvimento e integração continental: ligação ferroviária Atlântico-Pacífico*. Salvador, Helvécia, 128 p.
- BERNARDO, P. 2005. Parcerias Público-Privadas. In: FÓRUM NACIONAL CHINA E ÍNDIA COMO DESAFIO E EXEMPLO E A REAÇÃO DO BRASIL... PARA CIMA, XVII, Rio de Janeiro, 2005. Anais... Rio de Janeiro.
- BESSADA, O. 2005. *Mercado de Derivativos no Brasil – Conceitos, Operações e Estratégias*. Rio de Janeiro, Editora Record, 368 p.
- BLACK, F.; SCHOLES, M. 1973. The pricing of options and corporate liabilities. *Journal of Political Economy*, 81:637-659.  
<http://dx.doi.org/10.1086/260062>
- BRANDÃO, L.; CURY, M. 2006. Modelagem híbrida para concessões rodoviárias com o uso da teoria das opções reais: o caso da rodovia BR-163. *Revista Eletrônica de Gestão Organizacional*, 4(2):121-140. Disponível em: <http://www.ufpe.br/gestao/org/index.php/gestao/article/view/152/134>. Acesso em: 20/12/2010.
- BRANDÃO, L.; CURY, M. 2007. Risco privado em infraestrutura pública: uma análise quantitativa de risco como ferramenta de modelagem de contratos. *Revista de Administração Pública*, 41:1035-1067.
- CABRAL, S. 2006. *Além das grades: uma análise comparada das modalidades de gestão do sistema prisional*. Salvador, BA. Tese de Doutorado. Universidade Federal da Bahia (NPGA-UFGA), 292 p.
- CABRAL, S.; SAUSSIER, S. 2006. Are prisons good candidates for public and private agreements?. *ATOM working paper*. W-P 2006-2. Univ Paris 1 (Sorbonne).
- COPELAND, T.; ANTIKAROV, V. 2001. *Real options*. New York, Texere LLC, 372 p.
- COX, J.; ROSS, S.; RUBINSTEIN. 1979. Option pricing: A simplified approach. *Journal of Financial Economics*, 7: 229-264.  
[http://dx.doi.org/10.1016/0304-405X\(79\)90015-1](http://dx.doi.org/10.1016/0304-405X(79)90015-1)
- DESRIUEX, C. 2006. Le rôle de l'autorité publique dans la gestion déléguée des services publics locaux: une approche par la théorie des contrats incomplets. *Revue économique*, 57(3):529-540.
- DIAS, M.A. 2005. *Opções Reais híbridas com aplicações em petróleo*. Rio de Janeiro, RJ. Tese de Doutorado. PUC-RJ.
- DIXIT, A.; PINDYCK, R.S. 1994. *Investment under uncertainty*. New Jersey, Princeton University Press, 468 p.
- FERREIRA, J.C.G. 2003. *Abordagem sobre o uso das opções reais na análise de projetos de investimentos*. Florianópolis, SC. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina.
- FROES, F. 1999. *Infra-estrutura: privatização, regulação e financiamento*. Belo Horizonte, Una, 509 p.
- GIL, A.C. 2002. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4ª ed., São Paulo, Atlas, 175 p.
- GUASCH, J.L. 2004. *Granting and renegotiating infrastructure concessions: Doing it right*. Washington DC, World Bank Institute, 194 p. <http://dx.doi.org/10.1596/0-8213-5792-1>
- HART, O. 1995. *Firms contracts and financial structure*. New York, Oxford University Press, 228 p.  
<http://dx.doi.org/10.1093/019828816.001.0001>
- HART, O. 2003. Incomplete contracts and public ownership: Remarks and application to public-private-partnerships. *The Economic Journal*, 113:C69-C76.  
<http://dx.doi.org/10.1111/1468-0297.00119>
- HULL, J. 1996. *Introdução aos mercados futuros e de opções*. 2ª ed., São Paulo, BM&F, 448 p.
- HULL, J. 1998. *Opções, futuros e outros derivativos*. 3ª ed., São Paulo, BM&F, 609 p.
- IBGE. 2008. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/default.shtm>. Acesso em: 17/04/2008.
- INVESTE SÃO PAULO. 2008. Disponível em: [www.investimentos.sp.gov.br](http://www.investimentos.sp.gov.br). Acesso em: 18/02/2008.
- JENSEN, M.; MECKLING W. 1976 Theory of the firm: Managerial behaviour, agency costs and ownership structure. *Journal of Financial Economics*, 3:305-360.  
[http://dx.doi.org/10.1016/0304-405X\(76\)90026-X](http://dx.doi.org/10.1016/0304-405X(76)90026-X)
- LAZZARINI, S.; CABRAL, S. 2008. As PPPs e a crise. *Jornal Valor Econômico*, 11 de dez.
- LUEHRMAN, T. 2004. Strategy as a portfolio of real options. In: E. SCHWARTZ; L. TRIGEORGIS, *Real Options and Investment under Uncertainty*. Cambridge, MIT Press, p. 385-403.
- KESSLER, T.; ALEXANDER, N. 2004. *Assessing the risks in the private provision of essential services*. Geneva, United Nations, 30 p. (G-24 Discussion Paper Series, 31).
- MALHORTA, N. 2001. *Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada*. 3ª ed., Porto Alegre, Bookman, 720 p.
- MCGAHAN, A.M. 2007. Academic research that matters to managers: on zebras, dogs, lemmings, hammers, and turnips. *Academy of Management Journal*, 50(4):748-753
- MÉNARD, C. 2004. The economics of hybrid organizations. *Journal of Institutional and Theoretical Economics*, 160(3):1-32.

- MERTON, R.C. 1973. Theory of rational option pricing. *Bell Journal of Economics and Management Science*, 4:141-183.  
<http://dx.doi.org/10.2307/3003143>
- MONTEIRO, R. 2003. *Contribuições da abordagem de avaliação de opções reais em ambientes econômicos de grande volatilidade – uma ênfase no cenário Latino-Americano*. São Paulo, SP. Dissertação de Mestrado. USP.
- OUDOT, J.M. 2006. Renegotiation of defense procurement contracts. *ATOM- Working paper*. Univ. Paris – 1, Sorbonne, WP-8.
- OSBORNE, D.; GAEBLER, T. 1997. *Reinventando o Governo: como o espírito empreendedor está transformando o setor público*. 9<sup>a</sup> ed., Brasília, MH Comunicação, 436 p.
- PECI, A.; SOBRAL, F.A. 2007. Parcerias Público-Privadas: uma análise comparativa das experiências britânica e brasileira. *Cadernos EBAPE.BR (FGV)*, 5:1-14.
- PELTBAHIA. 2004. *Programa estadual de logística de transportes: caminhos para o desenvolvimento*. Salvador, SEINFRA, 160 p.
- PIGOU, A.C. 1932. *The economics of welfare*. 4<sup>a</sup> ed., London, Macmillan, 876 p.
- POSTALI, F. 2007. The Brazilian fiscal system and the decision to invest in petroleum reserves: A real option approach. In: ANNUAL REAL OPTIONS CONFERENCE BERKELEY, 11, Berkeley, 2007. *Anais...* Berkeley.
- SAVAS, E.S. 2000. *Privatization and public-private partnerships*. New York, Seven Bridges Press, LLC, 368 p.
- SILVA, M.E.; MARTINS, G. 2004. Um modelo de opções reais, com investimento incerto, sequencial e com tempo de construção. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE FINANÇAS, 4, RIO DE JANEIRO, 2004. *Anais...* Rio de Janeiro.
- SHIRLEY, M.; MÉNARD, C. 2002. Cities awash: A synthesis of the country cases. In: M. SHIRLEY (ed.), *Thirsting for efficiency: the economics and politics of urban water system reform*. Oxford, Elsevier Science, p. 1-42.
- SCHWARTZ E.; TRIGEORGIS, L. 2004. *Real options and investment under uncertainty*. Cambridge, MIT Press, 871 p.
- SILVA NETO, L.A. 1996. *Opções do tradicional ao exótico*. 2<sup>a</sup> ed., São Paulo, Editora Atlas, 291 p.
- SILVEIRA, J.M.F.J.; BUAINAIN, A.M.; MAGALHÃES, M.M. 1999. Novas formas de reorganização fundiária: o programa cédula da terra no Brasil. In: ENCONTRO ANUAL DA ANPEC, XXVI , Belém, 1999. *Anais...* Belém.
- TRIGEORGIS, L. 1995. *Real options – managerial flexibility and strategy in resource allocation*. Cambridge, MIT Press, 427 p.
- WILLIAMSON, O. 1999. Public and private bureaucracies: a transaction cost economics perspective. *Journal of Law, Economics and Organization*. 15(1):306-342.  
<http://dx.doi.org/10.1093/jleo/15.1.306>
- WORLD BANK.1995. *Bureaucrats in business: The economics and politics of government ownership*. Washington, Oxford University Press, 345 p.
- YVRANDE-BILLON, A. 2002. *Choix contractuels et performances: les cas de chemin de fer britanniques*. Paris, França. Tese de Doutorado. Univ. Paris I (Panthéon-Sorbonne), 292 p.

Submetido em: 06/02/2009  
 Aceito em: 22/06/2010

#### **SANDRO CABRAL**

Universidade Federal da Bahia  
 Escola de Administração  
 Av. Reitor Miguel Calmon, s/n, Canela  
 40000-000, Salvador, BA, Brasil

#### **ANTONIO FRANCISCO SILVA JÚNIOR**

Universidade Federal da Bahia  
 Escola de Administração  
 Av. Reitor Miguel Calmon, s/n, Canela  
 40000-000, Salvador, BA, Brasil