

---

# Avaliação de Risco no Transporte Urbano: uma Aplicação ao Metrô do Rio de Janeiro

---

Luiz Claudio de Souza Campos  
Luiz Flavio Autran Monteiro Gomes

## RESUMO

Este artigo apresenta a análise de decisões efetuada na avaliação e na valoração monetária dos riscos existentes no processo de concessão pública do Projeto **Linha 3** do Metrô do Rio de Janeiro. Foi utilizada a metodologia de Árvore de Decisão, que permitiu a determinação do valor das conseqüências previstas, a partir dos riscos identificados. Adicionou-se o valor apurado dos riscos do Projeto ao seu valor econômico-financeiro, objetivando chegar ao novo valor monetário para o Projeto. Observou-se que, apesar de o Projeto apresentar viabilidade econômico-financeira compatível com o retorno esperado para o mercado metro-ferroviário, ele apresenta elevado grau de risco que, a partir da valoração monetária dos riscos, acaba por diminuir sensivelmente o valor final do Projeto, tornando-o, da forma como está concebido pelo Governo do Estado do Rio de Janeiro, de pouco interesse para potenciais investidores.

**Palavras-chave:** administração do transporte urbano; estudos de viabilidade; análise de decisão; tomada de decisão.

## ABSTRACT

This article presents a decision analysis for the evaluation of risks in the public concession process for the Rio de Janeiro subway **Line 3** project. The methodology that was used in the study produced the monetary value of the forecasted consequences from the identified risks. The risk value was added to the financial and economic values of the project and by this the new, aggregated monetary value of the project was determined. From the analysis it was understood that the project has a high level of risk, although it was shown to be financially and economically compatible with the expected return. This monetary valuation of risks contributes to significantly reducing the final value of the project, making it unattractive to potential investors.

**Key words:** urban transportation management; feasibility studies; decision analysis; decision-making.

## ANÁLISE CONJUNTURAL

### Aspectos Gerais

O processo de desestatização da economia brasileira delineou-se a partir de 1991, sob a confluência da necessidade de modernização produtiva do país e da expressiva fragilização das contas públicas. Segundo Pinheiro (1996), essa última manifestou-se pela incapacidade do Estado de realizar os investimentos necessários em suas empresas e pela oportunidade de obter recursos extras com a venda de ativos. Desde seu início e até hoje, o processo de privatizações brasileiro tem sido alvo de contestações ideológicas, sendo que muitos de seus marcos tiveram que ser previamente discutidos nos Tribunais de Justiça.

Segundo o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), até julho de 2002 o processo rendeu aos cofres públicos um total de US\$ 105,3 bilhões, sendo US\$ 39,7 bilhões no âmbito do Programa Nacional de Desestatização (PND, referente às privatizações federais), US\$ 30,9 bilhões com a venda e as concessões do setor de telecomunicações e US\$ 34,7 bilhões no âmbito das privatizações estaduais. A esses valores pode-se ainda somar outros US\$ 4,5 bilhões com a venda de participações e concessões no setor de petróleo, o que eleva para US\$ 109,8 bilhões o resultado financeiro total do setor público com a desestatização da economia entre 1991 e julho de 2002. Desse valor, US\$ 18,1 bilhões referem-se à transferência de dívidas para os novos acionistas e os US\$ 87,2 bilhões restantes representam receitas diretas com as vendas.

A tabela seguinte (Tabela 1) apresenta o resultado acumulado dos últimos dez anos dos diversos processos de privatização evidenciados no Brasil:

**Tabela 1: Resultados Acumulados do Processo de Privatização**

Resultados Acumulados - 1991/2002			
US\$ milhões			
Programa	Receita de Venda	Dívidas Transferidas	Resultado Geral
<i>Privatizações Federais</i>	59.273	11.326	70.599
Telecomunicações	28.793	2.125	30.918
PND	30.480	9.201	39.681
<i>Privatizações Estaduais</i>	27.949	6.750	34.699
<i>Petróleo</i>	4.487	-	4.487
Total	91.709	18.076	109.785

Fonte: BNDES.

Em termos gerais, a desestatização da economia brasileira possui momentos bem definidos. Inicialmente, ela baseou-se na venda de empresas industriais, com destaque para a privatização dos setores de siderurgia, fertilizantes e petroquímica. Em seguida, verificou-se a desestatização da malha ferroviária, que coincidiu com as primeiras vendas de distribuidoras estaduais de energia elétrica.

Posteriormente, o processo concentrou-se nas empresas e concessões de telecomunicações e, desde então, o ritmo do processo diminuiu. Mais recentemente tornaram-se destaque setorial as movimentações em torno da área de petróleo, com as concessões de exploração da ANP e a venda de participação minoritária da União na Petrobrás e na Companhia Vale do Rio Doce.

Após a fase de privatizações, que incluiu as empresas do setor ferroviário de carga, e de concessões nos setores de telecomunicações e energia, outros setores estão sendo estudados e possuem projetos em andamento, entre os quais o setor de saneamento e o de transporte público de passageiros.

## Aspectos Particulares

De acordo com Prado (1996), as primeiras concessões privadas no setor de ferrovias de passageiros foram realizadas no Estado do Rio de Janeiro, com as concessões do Metrô do Rio (linhas 1 e 2), linhas principais da Flumitrens e Linha 4, da Barra da Tijuca até o Centro.

Os dois primeiros casos são relacionados a concessões de sistemas existentes, cujos investimentos já haviam sido realizados, ficando, no caso da Flumitrens, a necessidade de modernização e melhoria das condições operacionais, sendo custeada parte pelo poder público, parte pela concessionária privada Supervia.

O caso da Linha 4 trata-se de uma linha nova, que será implantada com recursos do poder público (60%) e do concessionário (40%), ficando a condição de eficácia vinculada à viabilização de recursos por parte do Estado<sup>(1)</sup>.

Com um tratamento mais elaborado, está em andamento o processo de concessão da primeira linha de metrô da cidade de Salvador, que teve sua implantação dividida em duas partes: um contrato *turnkey*<sup>(2)</sup> para implantação das obras civis e sistema de suprimento de energia; um contrato de concessão por 25 anos, no qual o concessionário é responsável pela implantação do material rodante e dos sistemas, com recursos próprios e também com a participação do poder público, incluindo a Prefeitura Municipal de Salvador e o Governo do Estado da Bahia.

A proposta de implantação da Linha 3, por sua vez, tem como trecho previsto a

atual linha férrea operada pela Flumitrens em Niterói e São Gonçalo (trecho prioritário), considerando, ainda e posteriormente, um trecho por túnel sob a baía de Guanabara, até o Rio de Janeiro, com terminal na estação Carioca, permitindo uma respectiva integração com a Linha 1 do Metrô do Rio, com conseqüente facilitação de acesso a toda a rede de transporte de massa da Região Metropolitana do Rio de Janeiro.

Deve-se ressaltar que para o caso específico da Linha 3, foi desenvolvido o estudo, contemplando o seu Projeto Básico, visando à implantação e operação da Linha com participação ativa da iniciativa privada. Dentre os serviços realizados pelo consórcio de consultores do Projeto, devem ser destacados, para efeito de relação direta com o presente artigo, os seguintes serviços:

- . Análise econômico-financeira da Linha, com a segmentação da análise por trecho.
- . Modelagem do processo de concessão previsto.
- . Realização de *road show* internacional com apresentação do Projeto para investidores da Ásia e da Europa.

A meta fixada pela atual administração prevê a participação do poder público no Projeto, por meio de aportes relacionados às obras civis, desapropriações, urbanizações, projeto executivo/gerenciamento, ações de controle ambiental e eventuais indenizações que se façam necessárias. Segundo informações do Consórcio, o montante relativo ao investimento público totaliza R\$1,49 bilhão aproximadamente, devendo ser executado em cerca de quatro anos.

Por sua vez, para viabilizar os investimentos acima identificados, o Estado relaciona a contrapartida de tais recursos com as receitas obtidas com outorgas de demais sistemas de transporte público de sua esfera, agregação de outros empreendimentos de natureza imobiliária, baseados em *real estate development*<sup>(3)</sup>, além de recursos do próprio caixa do Estado.

Tendo em vista o cenário acima exposto, aliado ao atual quadro de crise financeira do Estado do Rio de Janeiro, verifica-se a introdução de riscos perceptíveis à eficácia do Projeto que, mesmo não sendo valorados na análise econômico-financeira, são considerados pelos potenciais interessados, o que representa, em última instância, a diminuição da sua atratividade perante os investidores.

Inserido neste contexto de introdução de riscos no empreendimento da Linha 3, o presente artigo considera em sua análise, do ponto-de-vista da outorga de concessão, além da avaliação econômico-financeira do empreendimento, uma

variável de suma importância na análise dos potenciais interessados em empreendimentos desta magnitude: a avaliação monetária dos riscos existentes.

Neste sentido, o presente artigo define, por meio de mensurações monetárias, um novo valor para o empreendimento **Linha 3**, adicionado ao valor originalmente proposto (e revisado) a valorização dos riscos existentes, de modo que os interesses dos agentes envolvidos no processo fiquem explicitados em valores, facilitando a negociação entre o poder concedente (Estado) e os agentes privados interessados.

## REVISÃO DE LITERATURA

Damodaran (1996) explana que o problema, em qualquer processo de avaliação de um negócio, não é o fato de que haja modelos suficientes para avaliar um investimento e sim de que existe uma diversidade considerável de modelos para serem escolhidos. Assim, escolher o modelo correto para utilizar na avaliação é tão crítico para se alcançar um valor **justo** de negócio quanto compreender como utilizar o modelo.

Não há fórmula ou regras definidas que possam ser utilizadas em quaisquer circunstâncias na avaliação de empresas ou empreendimentos. Acadêmicos e profissionais de mercado, entretanto, têm desenvolvido abordagens e metodologias de avaliação normalmente aceitas.

Tais formas e metodologias diferem umas das outras, de modo que cada uma se concentra em diferentes aspectos de um negócio. Ainda assim, e mesmo que formalmente corretas, quando aplicadas na prática, elas apresentam aspectos peculiares e problemas no tratamento das variáveis fundamentais de cada negócio.

As abordagens de avaliação devem ser, desta forma, criteriosamente escolhidas de acordo com a natureza e características do negócio a ser avaliado, dependendo também da finalidade do exercício de avaliação.

Segundo Copeland (1994), as principais abordagens e metodologias propostas por acadêmicos e adotadas por profissionais do mercado podem ser resumidas da seguinte forma:

- . Abordagem Financeira:
  - . Método do Fluxo de Caixa Descontado;
  - . Método do Desconto de Dividendos.

- . Abordagem de Mercado:
  - . Análise de Transações Comparáveis;
  - . Análise de Empresas Comparáveis.
- . Abordagem do Custo:
  - . Valor Contábil ou Valor Contábil Ajustado;
  - . Valor de Liquidação.
- . Abordagem Mista.

De qualquer forma, deve ser ressaltado que o Método do Fluxo de Caixa Descontado é atualmente reconhecido como o que mais apropriadamente traduz o valor econômico de um empreendimento, seja ele empresa ou negócio integrante de estrutura maior, esteja ele em fase operacional ou de projeto. Neste método o desempenho da empresa é analisado sob o enfoque operacional. O resultado não operacional (incluindo o financeiro) é avaliado à parte.

O trabalho de avaliação econômico-financeira consiste na projeção do comportamento futuro dos parâmetros econômicos básicos da empresa. O trabalho é desenvolvido em duas etapas consecutivas: a identificação de parâmetros econômicos que influenciam as operações da empresa e as projeções dos resultados esperados.

A etapa de identificação de parâmetros econômicos contempla os seguintes procedimentos: análises dos demonstrativos históricos, confrontação dos dados históricos da empresa com variáveis macroeconômicas, que consideram o ambiente econômico, social e político no qual a empresa se insere.

Na etapa seguinte, que representa a avaliação econômico-financeira propriamente dita, projeta-se um cenário que busca retratar realisticamente as expectativas futuras para a empresa.

Os resultados futuros projetados são trazidos a valor presente pelas taxas de desconto, obtendo-se os valores operacionais da empresa. A estes valores são acrescidos os ativos não operacionais e financeiros e subtraídos os passivos da mesma natureza, obtendo-se, assim, o valor econômico da empresa na data base determinada.

Esta metodologia é atualmente a mais difundida em processos de avaliação em processos de concessão pública no Brasil, sendo a base da análise do presente artigo. Nesse sentido, é analisada a capacidade operacional da

concessão e os seus respectivos negócios acessórios não-operacionais – sobretudo a incorporação de terrenos e empreendimentos imobiliários ao futuro concessionário da Linha 3.

Entretanto, conforme afirma Pollio (1999), uma das atividades primordiais para a implementação de um *project finance*<sup>(4)</sup> ou de um *green field project*<sup>(5)</sup> – como se situa a concessão da Linha 3, é conhecer e dimensionar os riscos do empreendimento e, a partir daí, procurar medi-los, a fim de estabelecer instrumentos eficazes de mitigação. Assim, por meio da mensuração das medidas mitigadoras do projeto, acredita-se ser possível apresentar um valor calculado para o total dos riscos.

É importante observar que os riscos apresentados e, portanto, passíveis de serem calculados, são, via de regra, alterados conforme a combinação dos eventos ocorridos e da própria combinação dos riscos. Em outras palavras, e conforme afirmam Nevitt e Fabozzi (2000), a consideração dos riscos não deve ater-se a uma análise estática, mas deve considerar a flexibilidade na determinação de um modelo de verificação para eles.

A partir do conceito apresentado no parágrafo anterior, o presente estudo desenvolveu a análise dos riscos da concessão da Linha 3 de modo flexível, realizando a respectiva avaliação, baseada no método da Árvore de Decisão, apresentado por Clemen e Reilly (2001). Este método permite que o avaliador determine monetariamente o valor das conseqüências previstas no processo de tomada de decisão e, nesse sentido, incorpora na análise as possíveis ações a serem verificadas, na ocorrência dos riscos e respectivas medidas mitigadoras: adiamento, expansão, correção no foco da estratégia etc. São várias as aplicações do método da Árvore de Decisão disponíveis na literatura, sendo este um dos mais populares métodos da Análise de Decisões (BUNN, 1984; COVALIU; OLIVER, 1995).

Observa-se que, a partir do acima exposto, a discussão central repousa sobre a valoração de riscos associados a um projeto, que, de modo prático e conceitual, não se apresentam mensurados na determinação do beta da taxa de desconto do respectivo projeto. Assim, o que se pretende demonstrar é que a incorporação do conceito da valoração monetária de riscos associados não representa uma sobreposição ao conceito de análise de risco expresso na determinação do beta, e sim que os dois conceitos são suplementares.

Por tal motivo, apresenta-se a seguir a discussão, com base na revisão da literatura disponível, da análise comparativa do beta com a valoração monetária de riscos associados.

## **Análise do Beta *versus* Valoração Monetária de Riscos Associados**

Segundo Butler e Isaacs (1996), o beta é um coeficiente utilizado para medir a relação de uma empresa com seu mercado correspondente. Quanto maior for o beta de uma empresa, maior é a sua volatilidade. Neste sentido, quanto mais sensível a condições de mercado é o negócio de uma empresa, mais alto é o seu beta.

Ademais, segundo Damodaran (1996), o beta ainda é determinado pelo grau de alavancagem operacional e financeira. Neste sentido, quanto mais alavancada for uma empresa, maior é o beta respectivo.

Assim, diante do acima exposto, é possível perceber que o beta corresponde ao grau de alavancagem de uma empresa em relação ao seu mercado específico.

Por sua vez, a idéia fundamental do presente artigo é a valoração monetária de riscos específicos associados a um projeto passível de concessão que, em virtude de suas características particulares, não se apresentam diretamente relacionados ao comportamento histórico de projetos similares com seu mercado respectivo.

Deve-se atentar, assim, que a diferenciação básica existente entre o beta e valoração monetária dos riscos associados corresponde à amplitude de cada um dos elementos: enquanto o beta engloba os riscos historicamente verificáveis de uma empresa/negócio, a valoração monetária de riscos associados corresponde a determinados riscos particulares de um projeto que se verificam, mediante condições específicas.

### **METODOLOGIA PROPOSTA**

Neste estudo, a abordagem metodológica escolhida é segmentada em dois elementos, a saber:

- . Método do Fluxo de Caixa Descontado, para a revisão do estudo de viabilidade econômico-financeira do Projeto; e
- . Método da Árvore de Decisão, para a valoração monetária dos riscos associados do Projeto.

Segundo Brealey e Myers (2000), o estudo de viabilidade econômico-financeira consiste na projeção do comportamento futuro dos parâmetros econômicos básicos

de uma empresa ou de um negócio. A análise é elaborada então em duas etapas consecutivas: a identificação de parâmetros econômicos que influenciam na operação da empresa/negócio e a projeção dos resultados esperados.

Neste sentido, o valor de um empreendimento pode ser determinado pela fórmula apresentada na tabela a seguir (Tabela 2):

**Tabela 2: Fórmula de Apuração do Valor de um Negócio**

---

$V_N = VP_{FOP} \pm V_{PP} \pm V_{NOP}$	
$V_N$	⇒ Valor do empreendimento ou Valor do negócio;
$VP_{FOP}$	⇒ Valor presente dos fluxos de caixa operacionais no horizonte de projeção;
$V_{PP}$	⇒ Valor presente do valor residual;
$V_{NOP}$	⇒ Valor dos ativos e passivos não operacionais expressos na data base.

---

Fonte: Brealey e Myers (2000).

A partir do acima exposto, o presente artigo teve sua abrangência de análise, no que diz respeito à análise econômico-financeira da Linha 3, limitada à revisão dos seguintes componentes do estudo desenvolvido pelo Consórcio de consultores:

- . Consistência metodológica do modelo aplicado;
- . Análise das principais diretrizes apresentadas no fluxo de caixa do empreendimento; e
- . Análise das premissas utilizadas para a apuração da taxa de desconto do Projeto.

Por fim, como resultado da revisão econômico-financeira, foi obtido um novo valor de negócio para a Linha 3, bem como novos valores correspondentes à Taxa Interna de Retorno (TIR) e ao *payback*<sup>(6)</sup> do Projeto.

Conforme mencionado anteriormente, a valoração monetária dos riscos associados do Projeto foi elaborada por meio da utilização do método da Árvore de Decisão. Segundo Clemen e Reilly (2001), este método é reconhecidamente eficaz na estruturação de decisões mais complexas, como se admite ser a valoração proposta pelo artigo.

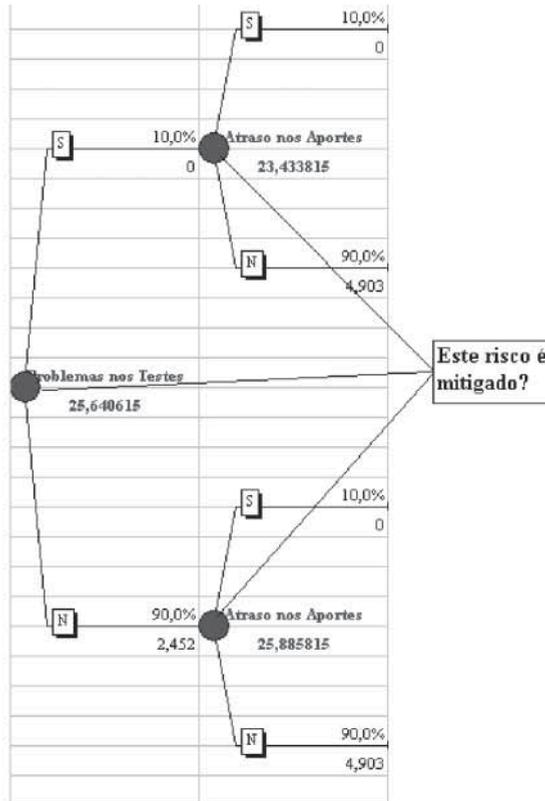
Nesse sentido, são estruturadas três árvores de decisão dos três grupos de risco apresentados na Matriz de Risco do Projeto, quais sejam:

- . Risco de Construção;
- . Risco de Fornecimento; e
- . Risco de Operação.

Para as três árvores, a decisão de cada uma das ações é precedida da seguinte pergunta: **Este risco é mitigado?**. Assim, limita-se a ação de cada nóculo de cada árvore ao **Sim** ou ao **Não**, com seus respectivos valores.

A título ilustrativo, apresenta-se a seguir (Figura 1) o exemplo da estrutura de tomada de decisão observada nas árvores elaboradas para o presente estudo:

**Figura 1: Estrutura Proposta de Árvore de Decisão**



O processo anteriormente ilustrado foi então repetido para todos os riscos dos três grupos listados anteriormente, possibilitando, assim, efetuar o seu cálculo. A soma de cada um dos grupos de risco passou a representar o valor total do risco associado do Projeto que, adicionado ao valor do negócio devidamente revisado, proporcionou a apuração do valor final do empreendimento **Linha 3**. Para que esses riscos pudessem ser somados, bem como para que se pudesse construir três árvores de decisão separadas para a valoração monetária do risco total, fez-se necessário testar a hipótese da aditividade deles, garantindo-se, assim, a independência, ou uma aproximação considerada adequada à mesma (CAMPOS, 2003). O Apêndice 1 apresenta uma síntese dos conceitos subjacentes à adoção

da hipótese da aditividade dos riscos, sendo que a sua fundamentação teórica poderá ser encontrada no capítulo 5 de Fishburn (1970).

Desta forma, o presente estudo pretende demonstrar que o procedimento de valoração monetária dos riscos de um projeto é útil na complementação do valor econômico-financeiro identificado, para o aperfeiçoamento de métodos de avaliação de concessões públicas.

## Desenvolvimento da Metodologia

Para a realização do presente estudo, a matriz de risco do Projeto, devidamente caracterizada pelo Consórcio de Consultores, apresentou-se atualizada, em um primeiro momento, e avaliada de modo completo (ou seja, considerando todos seus subitens) pelo método da Árvore de Decisão, onde foram especificados os valores correspondentes dos riscos a serem incorridos pelo concessionário, deduzidos dos valores e/ou benefícios concedidos pelo poder concedente – também especificados na matriz de risco avaliada.

Para cada item da Matriz de Risco foi definido um valor e um percentual específico de ocorrência, de acordo com o risco associado, a fim de apresentar as informações necessárias para o cálculo do valor monetário da Matriz, realizado pelo método de Árvore de Decisão.

O valor líquido resultante do cálculo gerado pela Árvore de Decisão da Matriz de Risco da **Linha 3** foi, de fato, o montante incorporado no processo de avaliação econômico-financeira do empreendimento, sendo este valor global expresso pela seguinte fórmula:

$$\text{Valor do Negócio} = \text{Valor da Avaliação Econômico-Financeira} + \text{Valor da Avaliação da Matriz de Risco}$$

Deve-se ressaltar que cada um dos valores obtidos nas avaliações que compõem o valor total do negócio são importantes na nova abordagem ora proposta, não havendo preponderância de qualquer um dos valores sobre os demais. Na verdade, o novo componente da abordagem proposta tem o papel de confirmar ou rejeitar os riscos inerentes ao negócio proposto, tanto pelo lado do concessionário privado, quanto pelo lado do poder concedente. Assim, a idéia fundamental é, na hipótese de haver um empreendimento com resultados positivos no aspecto econômico-financeiro, mas com elevado grau de risco (como implantação do projeto, por exemplo), o mesmo atua diminuindo o valor do negócio e, conseqüentemente, a atratividade do Projeto – expressa em termos monetários. Da mesma forma, o oposto pode-se verificar, aumentando a atratividade final do Projeto.

## MÉTODOS UTILIZADOS

### Fluxo de Caixa Descontado

No estudo de viabilidade econômico-financeira do empreendimento Linha 3 foi utilizado, pelo Consórcio de Consultores do Projeto, o método do Fluxo de Caixa Descontado. Corretamente, por se tratar de concessão de um projeto do tipo *green field*, o empreendimento foi analisado sob o enfoque operacional, uma vez que naturalmente não se verificam ativos e passivos não-operacionais históricos a serem adicionados ao valor do Projeto.

O estudo de viabilidade econômico-financeira consistiu na projeção do comportamento futuro dos parâmetros econômicos básicos da Sociedade de Propósito Específico (SPE), alvo da concessão.

Os resultados futuros da SPE projetados foram trazidos a valor presente pela taxa de desconto, obtendo-se, assim, o valor operacional do empreendimento Linha 3, incluindo os respectivos investimentos previstos para o concessionário privado, visto que a abordagem da avaliação, neste caso, tem como objetivo principal a determinação de um valor referencial para a outorga da concessão.

A partir do fundamento teórico, efetuou-se a análise da consistência da metodologia do modelo desenvolvido pelo consórcio de consultores do Projeto. A análise realizada, por conta do presente estudo, apontou que o referido modelo se mostrou correto e adequado em sua estrutura metodológica, em face das regras e objetivos delineados no método do Fluxo de Caixa Descontado.

De fato, a fim de aproximar a taxa de desconto do Projeto aos indicadores macroeconômicos em vigência, trazendo, conseqüentemente, o Projeto a valores mais próximos daqueles que poderiam ser praticados em um procedimento de concessão na atualidade, optou-se pela revisão das premissas utilizadas na taxa de desconto do Projeto, que se apresentam descritas a seguir.

### Atualização das Premissas da Taxa de Desconto

Nas duas tabelas seguintes (Tabelas 3 e 4) apresentam-se descritas as premissas da taxa de desconto do Projeto, atualizadas de forma a refletir, da maneira mais próxima das condições vigentes, o funcionamento da SPE, proposta para a Linha 3:

**Tabela 3: Parâmetros Macroeconômicos Utilizados**

Parâmetros	Valores
$R_{F(EUA)}$	4,34%
$\pi_{USA}$ – Inflação EUA	2,63%
$\alpha_{BR}$ – Risco Brasil	9,84%
$\beta$ - Beta Desalavancado	0,55
$[E(R_M) - R_F]$ - Retorno de Mercado sobre $R_F$	4,68%
$R_B$	10,05%
T – Imposto Incidente	34,00%

Fonte: Consórcio / Autor.

**Tabela 4: Relação *Debt/Equity* Considerada**

Parâmetros	Valores
D – <i>Debt</i>	50,00%
E – <i>Equity</i>	50,00%

Fonte: Consórcio.

Dispondo dos dados acima, foi efetuado o cálculo da taxa de desconto da SPE, obtendo-se uma taxa de 12,55%, conforme descrito nas duas tabelas a seguir (Tabelas 5 e 6):

**Tabela 5: Custo do Capital**

Cálculo do Custo de Capital Próprio	Valores
$R_F$	14,18%
$\beta$ Realavancado	0,91
$[E(R_M) - R_F]$	4,68%
$R_E$	18,46%
Cálculo do Custo de Capital de Terceiros	Valores
$R_B$	10,05%
T – Imposto Incidente	34,00%
$R_D$	6,63%

**Tabela 6: Cálculo da Taxa de Desconto**

Cálculo da $WACC^{(7)}$	Valores
$R_E$	18,46%
$R_D$	6,63%
E	50,00%
D	50,00%
WACC	12,55%

A título ilustrativo e para efeitos de comparação, deve se ressaltar que a taxa de desconto obtida, de 12,55%, é ligeiramente inferior àquela calculada pelo

consórcio de consultores do Projeto, de 13,18%, em função do fato de, mesmo tendo sido verificado um aumento do fundamento Risco Brasil no período de atualização da Taxa, observou-se uma redução mais significativa da Taxa Real da Dívida, que acabou por reduzir de forma geral a taxa de desconto do Projeto.

## Árvore de Decisão

Para a valoração dos riscos associados à concessão da Linha 3 foi utilizado no presente trabalho o método da Árvore de Decisão. Este método, segundo Gama (2002), possibilita a representação simples do conhecimento, sendo um meio eficiente na construção de classificadores que predizem classes baseadas em valores de atributos de um conjunto de dados.

No método da Árvore de Decisão, cada ação/alternativa é representada por um ramo da árvore. Considerando seu valor e respectivo percentual de ocorrência, o *software Precision Tree* efetua o cálculo de cada ramo. Assim, observa-se a consolidação do valor da árvore, pela soma ponderada de cada ramo, na raiz, ou no ponto-de-partida, da árvore.

Deve-se ainda observar, conforme já mencionado no presente artigo, que as premissas componentes de cada ramo do estudo de caso, ora analisado, foram fornecidas pelo consórcio de consultores do Projeto, podendo significar, assim, dados com considerável grau de subjetividade. Uma vez que não faz parte do escopo do presente trabalho a verificação da factibilidade de ocorrência deles, faz-se importante destacar que as conclusões resultantes desse trabalho têm seu limite respeitado nas premissas consideradas.

Portanto, considerando o arcabouço metodológico acima descrito e as informações disponibilizadas pelo consórcio de consultores do Projeto, foram calculados os riscos associados da concessão da Linha 3, repartindo-os em três classes de riscos, a saber: Riscos de Construção, Riscos de Fornecimento e Riscos de Operação.

São apresentadas a seguir as premissas utilizadas para cada uma das classes de risco do Projeto, a fim de possibilitar os dados necessários para o respectivo cálculo de cada uma das árvores de decisão. Deve-se deixar claro que as premissas consideradas, a partir das informações do consórcio de consultores do Projeto, foram utilizadas em sua integralidade como *inputs* para o cálculo das árvores de decisão do presente trabalho.

## Premissas dos Riscos de Construção

O modelo de concessão da Linha 3 pressupõe, conforme já mencionado neste trabalho, a responsabilidade pelas obras civis do Projeto como ônus do poder

público, colocando, dessa maneira, o concessionário privado dependente da consecução dessas intervenções para o início de suas atividades, o que acaba por determinar riscos específicos para o concessionário. Tais riscos, calculados a partir do método da Árvore de Decisão, foram os seguintes: obtenção de autorizações, falta de recursos do Governo, *cost over run*<sup>(8)</sup> e disputas entre o poder público e a construtora responsável pela construção.

## **Premissas dos Riscos de Fornecimento**

Com relação ao fornecimento, considerando a responsabilidade do concessionário privado para a Linha 3 nos investimentos relativos a sistemas e material rodante, este se depara com riscos associados à montagem e aos testes dos equipamentos/ produtos contratados, que também podem impactar negativamente o fluxo de caixa do Concessionário. Assim, os riscos de fornecimento, calculados a partir do método da Árvore de Decisão, foram os seguintes: problemas de projeto, capacidade de prazos, problemas nos testes dos equipamentos, atraso nos aportes de recursos e dificuldades na contratação dos financiamentos relativos aos investimentos correspondentes.

## **Premissas dos Riscos de Operação**

Além dos riscos de construção e fornecimento, são ainda previstos, tomando como base a Matriz de Risco do Projeto, riscos relacionados à operação da concessão que, não estando relacionados ao grau de alavancagem da SPE, podem representar dispêndios por parte do concessionário privado. Assim, os riscos de operação, calculados a partir do método da Árvore de Decisão, foram os seguintes: custos mais elevados que os previstos, demanda menor, tarifa insuficiente por não haver atualização adequada, verificação de nível de gratuidade superior ao originalmente projetado e desvalorização cambial.

## **RESULTADOS ENCONTRADOS**

### **Avaliação Econômico-Financeira da Linha 3**

De acordo com as metodologias e premissas descritas no presente artigo, o resultado da análise de viabilidade econômico-financeira da Linha 3, tendo como data base o início da concessão proposta, foi de R\$278,9 milhões (duzentos e setenta e oito milhões, novecentos mil reais) aproximadamente, conforme pode ser observado na tabela seguinte (Tabela 7):

**Tabela 7: Valor Econômico-Financeiro da Linha 3**

Valor Presente Fluxos de Caixa Operacionais – R\$ 000	Valor Presente Valor Residual – R\$ 000	Valor Econômico-Financeiro – R\$ 000	TIR (%)	PAYBACK
296.819	(17.948)	278.872	19,85 %	8 anos

Fonte: Consórcio / Autor.

## Valoração Monetária de Riscos Associados

Por sua vez, considerando as premissas descritas anteriormente, bem como o método da Árvore de Decisão, o resultado da valoração monetária dos riscos associados da Linha 3 foi negativo em R\$159,9 milhões (cento e cinquenta e nove milhões, novecentos mil reais) aproximadamente, conforme pode ser observado na tabela abaixo (Tabela 8):

**Tabela 8: Valor dos Riscos Associados da Linha 3**

Valor dos Riscos de Construção – R\$ 000	Valor dos Riscos de Fornecimento – R\$ 000	Valor dos Riscos de Operação – R\$ 000	Valor Total dos Riscos Associados – R\$ 000
(63.947)	(31.671)	(64.321)	(159.939)

Fonte: autor.

## Valor Global da Concessão

Por fim, tomando como base o somatório dos valores observados nos dois itens anteriores, entende-se que o valor global da concessão da Linha 3 corresponde a R\$118,9 milhões (cento e dezoito milhões, novecentos mil reais) aproximadamente, conforme pode ser observado na tabela a seguir (Tabela 9):

**Tabela 9: Valor Global da Concessão da Linha 3**

Valor Econômico-Financeiro – R\$ 000	Valor dos Riscos Associados – R\$ 000	Valor Global da Concessão – R\$ 000
278.872	(159.939)	118.933

Fonte: autor.

Deve-se ainda destacar que, a partir dos valores acima apresentados, a concessão da Linha 3 passa a observar uma TIR de 15,12% (uma redução

de aproximadamente 5% reais na rentabilidade do Projeto) e um *payback* de 9 anos.

## CONCLUSÕES E SUGESTÕES

A partir das premissas fornecidas pelo consórcio de consultores do Projeto, buscou-se mensurar, em termos monetários, os riscos associados à concessão da Linha 3 do Metrô do Rio de Janeiro, por intermédio de árvores de decisão dos riscos apresentados na Matriz de Risco do Projeto, quais sejam: Construção, Fornecimento e Operação.

A primeira observação relevante que o presente trabalho possibilitou relacionar-se com a importância, em termos de impacto financeiro no Projeto, de cada um dos riscos analisados. Verificou-se que, levando em consideração as premissas apontadas pelo consórcio de consultores do Projeto, os riscos de construção praticamente possuem o mesmo peso que os riscos de operação na composição do valor global do risco da concessão da Linha 3. Assim, tão importante quanto uma operação bem sucedida, com riscos minimizados, acredita-se que se faz necessário um planejamento muito bem estruturado da fase de construção, na qual a não observância de mitigação de riscos pode inviabilizar um projeto como um todo.

Ademais, observa-se que, para o cálculo dos riscos globais da concessão da Linha 3, os riscos de construção e operação possuem um peso relativo equivalente ao dobro daquele verificado com os riscos de fornecimento. Assim, tal observação pode ser de extrema utilidade para agentes estruturadores de processos de concessão pública, na medida em que eles possam atentar, de modo mais intenso, para medidas mitigadoras de riscos de construção e operação em seus modelos de concessão. Nesse sentido, entende-se que concessões com medidas mitigadoras mais concentradas nos riscos de construção e operação possuem uma atratividade maior para investidores privados do que aquelas que concentrem às ações de mitigação nos riscos de fornecimento.

De qualquer modo, constatou-se que, utilizando as metodologias descritas e as premissas de risco, o Projeto sofreu uma redução de aproximadamente 5% em sua rentabilidade real. Considerando a conjuntura do mercado metroferroviário, onde os investimentos apresentam-se de modo intensivo, acredita-se que uma redução desta magnitude é determinante na decisão de um investidor em avançar e **comprar** o Projeto.

Acredita-se ainda que o ponto crucial na redução de motivação de investidores

em empreendimentos como o caso apresentado se relaciona com a destruição de valor para o acionista. Constata-se pelo estudo de caso aqui apresentado uma redução de 57% de valor para o concessionário privado, quando considerados os riscos associados. Assim, o Projeto deixa de ter um valor de quase R\$280 milhões e passa a ter um valor inferior a R\$120 milhões.

Por fim, a partir da análise elaborada no presente estudo, observou-se que, apesar de o Projeto apresentar viabilidade econômico-financeira compatível com o retorno esperado para o mercado metroferroviário, isto é, 19,85% ao ano, o mesmo apresenta elevado grau de risco que, a partir da valoração monetária dos riscos associados, acaba por diminuir sensivelmente o valor final do Projeto, tornando-o, da forma como está concebido pelo Governo do Estado do Rio de Janeiro, de pouco interesse para potenciais investidores privados. Enfim, apesar de não inviabilizar o Projeto, acredita-se que os riscos associados nele reduzem, em muito, o interesse de investidores privados.

De qualquer maneira, conforme já mencionado no presente trabalho, acredita-se que este estudo de caso contribui para processos de análise de decisão, como podem ser analisados os projetos de concessão pública, ao apontar uma nova abordagem metodológica de apuração de valor, fomentando a transparência de determinação de riscos e valores de negociação entre o poder público concedente e potenciais investidores privados.

Tendo em vista que as conclusões deste estudo apontam possibilidades concretas de valoração monetária de riscos associados em projetos de concessão pública, são sugeridas algumas linhas de pesquisa que não puderam ser realizadas no âmbito do presente trabalho, mas que podem servir de orientações para estudos futuros.

- . Estudar formas objetivas de determinar o valor de medidas mitigadoras e o seu respectivo percentual, a fim de estabelecer padrões de mais fácil compreensão e utilização pelos usuários da metodologia aqui proposta.
- . Uso deste suporte metodológico também para a priorização de ações de modelagem de concessões, quando analisadas as respectivas medidas mitigadoras de risco.

Reitera-se, portanto, o seguinte: embora o presente artigo possua limitação acadêmica, o suporte metodológico ora proposto possui abrangência alternativa no estudo de valoração monetária de riscos associados a projetos de concessão pública que, uma vez bem aceito no mercado metroferroviário, por meio de projetos e casos práticos, pode ser expandido e adaptado aos

demais setores passíveis de concessões públicas, sempre observando as peculiaridades de cada setor.

**Artigo recebido em 21.07.2003. Aprovado em 21.06.2004.**

## NOTAS

<sup>1</sup> Encontra-se em fase de discussão a transferência parcial da responsabilidade pública do Projeto, saindo da esfera estadual e passando para a alçada municipal.

<sup>2</sup> Esta modalidade caracteriza-se pela entrega de um pacote de atividades contratado, onde a contratada assume a responsabilidade completa do projeto até a efetiva entrega das atividades contratadas.

<sup>3</sup> Também conhecido como desenvolvimento baseado em aproveitamento imobiliário. No caso específico, o Governo do Estado do Rio de Janeiro concede áreas de sua propriedade para a iniciativa privada explorar os demais serviços de seu interesse.

<sup>4</sup> Segundo Moreira(1999), o *Project Finance* pode ser definido como a implantação de um empreendimento, em que os emprestadores se baseiam, como fonte para repagamento de seus empréstimos, nos ganhos econômicos e financeiros do empreendimento pelo fluxo de caixa. Assim, os contratos, por suas abrangências, mais que os ativos do empreendimento, se constituem como a verdadeira garantia colateral dos tomadores de empréstimo.

<sup>5</sup> Segundo Bonomi (2001), um projeto do tipo *green field* pode ser caracterizado como um empreendimento completamente novo, que ainda se encontra em fase pré-operacional de estudo/desenvolvimento.

<sup>6</sup> Correspondente ao período de recuperação do investimento atualizado.

<sup>7</sup> Expressão normalmente utilizada para designar a taxa de desconto de um empreendimento.

<sup>8</sup> Relacionados aos custos excedentes em relação ao orçado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

BONOMI, C. A.

**Conferência proferida no Instituto Brasileiro de Executivos Financeiros.**  
*Project Finance* – A experiência de empresas brasileiras. Conferência sobre modelos viáveis de *project finance* em concessões públicas de serviços. São Paulo, 2001.

BREALEY, R. A.;

MYERS, S. C.

**Principles of corporate finance.** Nova Iorque: Mc Graw Hill/Irwin, 2000.

BUNN, D.

**Applied decision analysis.** Nova Iorque: McGraw-Hill, 1984.

BUTLER, B.;  
ISAACS, A.

**A dictionary of finance.** Oxford:  
Oxford University Press, 1996.

CAMPOS, L. C. S.

**Valoração monetária de riscos: o caso  
“Linha 3”.** 2003. Dissertação  
(Mestrado Profissional em  
Administração) - Faculdades Ibmec,  
Rio de Janeiro.

CLEMEN, R. T.;  
REILLY, T.

**Making hard decisions with decision  
tools.** Pacific Grove: Duxbury, 2001.

COPELAND, T. E.

**Valuation: measuring and managing  
the value of companies.** Nova Iorque:  
John Wiley & Sons, Inc., 1994.

COVALIU, Z.;  
OLIVER, R.

**Representation and solution of  
decision problems using sequential  
decision diagrams.** Management  
Science, 41, p. 27-42.

DAMODARAN, A.

**Investment valuation.** Nova Iorque:  
John Wiley & Sons, Inc., 1996.

FISHBURN, P.

**Utility theory for decision making.**  
Nova Iorque: John Wiley & Sons,  
1970.

GAMA, J.

**Árvores de Decisão.** Palestra  
ministrada no Núcleo da Ciência de  
Computação da Universidade do  
Porto, Porto, 2002.

MOREIRA, H. C.

**Project Finance.** Palestra ministrada  
na Escola de Pós-Graduação em  
Economia da Fundação Getúlio  
Vargas, Rio de Janeiro, 1999.

NEVITT;

FABOZZI, F.

**Project financing.** Washington:  
American Educational Systems, 2000.

POLLIO, G.

**International project analysis and  
financing.** Ann Harbor: University of  
Michigan Press, 1999.

PINHEIRO, A. C.

O setor privado na infra-estrutura  
brasileira. **Revista do BNDES**, n. 5, p.  
34-42, jun. 1996.

PRADO, M.

Concessão pública: um empreen-  
dimento público comercial. **Revista do  
BNDES**, n. 5, p. 43-50, jun. 1996.

## APÊNDICE 1

Seja  $F$  uma família de riscos. Para que estes possam ser somados, permitindo-se a construção de árvores de decisão separadas para a valoração monetária do risco total, faz-se necessário testar a hipótese da aditividade dos riscos, garantindo-se, assim, a independência deles. Observe-se aqui que a noção de independência está relacionada a três aspectos distintos. O primeiro diz respeito à isolabilidade de cada risco (independência no sentido de dispersão), hipótese esta que já deve ser atendida na própria definição do risco. A segunda diz respeito à separabilidade de cada subfamília de  $F$  (independência no sentido de preferência). A terceira diz respeito à ausência de fatores que influenciam conjuntamente vários riscos (independência de ordem estrutural), que é uma hipótese ideal, porém muito difícil de ser obtida na prática. A seguir, são enunciados os três aspectos de independência descritos:

- . Isolabilidade de cada risco (independência no sentido de dispersão).

Raramente a *performance* de uma ação mitigadora  $a$ , segundo um risco  $r$ ,  $p_k(a)$ , é proveniente do conhecimento de uma única característica. Na verdade, a *performance*  $p_k(a)$  constitui, na maioria das vezes, uma síntese de informações mais ou menos complexas. Entretanto a comparação entre duas ações quaisquer  $a$  e  $b$ , segundo o risco  $r$ , deve ser feita considerando-se apenas suas respectivas *performances*  $p_k(a)$  e  $p_k(b)$ . Isto é, nenhum outro fator que não tenha sido incluído na definição de  $r$  deve influenciar o resultado dessa comparação.

Formalmente, tem-se:  $p_k(b) \geq p_k(a) \Rightarrow b S a$ , desde que  $p_j(b) = p_j(a)$ ,  $\forall j \in F \setminus \{k\}$ , que traduz o fato de o eixo de significância do risco  $p_k$  ser isolável dentro da família  $F$ .

- . Separabilidade de cada subfamília de riscos (independência no sentido de preferência).

Seja  $F$  a família de riscos,  $M$  um subconjunto de  $F$  e  $M'$  o subconjunto complementar. Diz-se que  $M$  é uma subfamília de riscos separável (ou  $M$  é preferencialmente independente em  $F$ ), se dadas quatro ações mitigadoras  $a$ ,  $b$ ,  $c$  e  $d$  tais que:

$$g_j(a) = g_j(b), \forall j \in M'$$

$$g_j(c) = g_j(d), \forall j \in M'$$

$$g_j(a) = g_j(c), \forall j \in M$$

$$g_j(b) = g_j(d), \forall j \in M$$

tem-se que:  $a P b \Leftrightarrow c P d$ , onde  $P$  é a relação de preferência global que leva em conta todos os riscos.

Dito de outra forma,  $M$  é preferencialmente independente em  $F$ , se as preferências entre as ações mitigadoras que não diferem a não ser por suas *performances*, segundo os riscos de  $M$  independem das *performances* segundo os riscos de  $M'$ .

- . Ausência de fatores que influenciam conjuntamente vários riscos (independência de ordem estrutural).

Freqüentemente, numa família  $F$ , dois ou mais riscos formam uma subfamília  $J$  tal que os riscos de  $J$  apresentam uma ligação de ordem estrutural. Essa ligação pode ser devida à presença de fatores (explícitos e/ou implícitos) suscetíveis de influenciar conjuntamente as *performances* dos riscos de  $J$ , ocasionando certa redundância. Entretanto, em muitas situações reais, nenhum dos critérios de  $J$  pode ser eliminado, já que cada um deles veicula algumas informações adicionais indispensáveis para a obtenção das relações de preferência globais. Caso esse tipo de interdependência ocorra, alguns aspectos poderão ser considerados supervalorizados (ou computados mais de uma vez) num modelo de preferência global estabelecido a partir da família  $F$ . Nesse caso, é necessária uma análise da adequabilidade do modelo utilizado à situação real que ele pretende representar.

Por conseguinte, procurar trabalhar com uma família  $F$  de riscos estruturalmente independentes parece ser uma orientação recomendável. Por outro lado, não devemos adotar riscos artificiais, medidos de forma obscura e que, por essas razões, se mostrem de difícil compreensão para os atores do processo decisório.