

6

Aplicação do modelo proposto ao caso do TAV

6.1.

Modelo financeiro

Definidos os parâmetros da evolução do número de passageiros do TAV, projetamos os níveis de tráfego anuais para o período da concessão. Os dados do tráfego são dados em unidades, sem fazer distinção entre passageiros dos diversos trechos de viagem ou da classe da passagem, econômica ou executiva. Por isso houve a necessidade de se estimar uma tarifa média. A receita de passageiros no ano t é dada pela fórmula abaixo.

$$R_t = S_t \times T \quad (33)$$

Onde S_t é o número de passageiro do TAV no ano t e;

T é a tarifa média.

O modelo do fluxo de caixa está apresentado na Tabela 8:

Tabela 8 - Fluxo de Caixa do Acionista

Fluxo de Caixa	
(+)	Receita de venda de passagens
(+)	Receita extraordinária
(=)	Receita Bruta Total
(-)	Custos operacionais
(-)	Reinvestimentos/ <i>Leasing</i>
(-)	Depreciação
(=)	Resultado do Serviço
(+/-)	Resultado financeiro
(=)	LAIR
(-)	Imposto de Renda
(-)	Contribuição Social
(+)	Juros sobre o capital próprio
(=)	Lucro/Prejuízo líquido do exercício
(+)	Depreciação
(+)	Financiamentos
(-)	Investimentos
(-)	Amortizações
(+/-)	Variação do capital de giro
(+)	Aporte da União
(+/-)	Juros Capitalizados - Financiamentos
(+/-)	Conta Reserva
(=)	Fluxo de Caixa do Acionista

Fonte: Elaboração Própria.

Na Tabela 9 temos os principais dados utilizados na modelagem financeira do projeto.

Tabela 9 - Dados do projeto

Variável	Valor	Unidade
Dados Técnicos		
Período da concessão	40	anos
Demanda no 1º ano de operação	33.953.100	nº passageiros ao ano
Capacidade máxima		
2016 a 2019	50.125.450	nº passageiros ao ano
2020 a 2033	109.010.900	nº passageiros ao ano
a partir de 2033	139.222.680	nº passageiros ao ano
Início da operação	Jan/1016	
Dados financeiros		
Ano-base do preços	2008	
Investimento	34.627.841	R\$ mil
Recursos Próprios	6.998.454	R\$ mil
Aporte da União	3.390.000	R\$ mil
Financiamento Principal	20.868.806	R\$ mil
Taxa de Juros	TJLP + 1%	a.a.
Carência	5	anos
Amortização	Price	30 anos
Outros Financiamentos	3.370.581	R\$ mil
Taxa de Juros	3% + var. cambial	a.a.
Carência	5,5	anos
Amortização	SAC	21 anos
Tarifa média	78,72	R\$
Contribuição Social	9,0%	percentual sobre LAIR
Imposto de Renda	25,0%	percentual sobre LAIR
Taxa ajustada ao risco do acionista	12,0%	a.a.
Taxa livre de risco	7,1%	a.a.

Fonte: Estudos de viabilidade do TAV Brasil.

6.2.

Análise de Risco

Neste trabalho foi considerada a demanda como a única fonte de incerteza do projeto TAV Brasil. Projetos de sistemas de Trens de Alta Velocidade apresentam diversas fontes de risco para o investidor como os riscos de construção, políticos e de taxa de câmbio. Contudo, a literatura existente apresenta os riscos de demanda e receita como aqueles de maior importância em projetos ferroviários pioneiros. Isso ocorre devido à dificuldade de se estimar o nível de tráfego futuro. Segundo levantamento realizado por Flyvbjerg (2007), o tráfego efetivo em projetos ferroviários (*high speed* e ferrovias convencionais) ficou, em média, 39,5% abaixo do previsto. Ainda segundo o autor, 84% da amostra de

projetos ferroviários apresentaram um desvio do tráfego real de mais de 20% em relação às projeções iniciais.

Um exemplo de superestimação de demanda foi o projeto ferroviário de alta velocidade que liga as cidades de Londres e Paris, o *Eurostar*, concluído em 1994, para o qual foi estimada demanda de 15,9 milhões de passageiros para o primeiro ano de operação, volume que atingiu apenas 2,9 milhões. Após 12 anos de operação a demanda realizada atingiu 50% da prevista. Seus custos de implantação foram também muito elevados, 9,5 bilhões de libras contra 4,7 bilhões previstos, e apenas a partir de 2007 o *Eurostar* passou a registrar lucro operacional.

No caso de ferrovias já existentes, a volatilidade do crescimento da demanda pode ser observada através de séries históricas. Para ferrovias pioneiras, como o TAV Rio - Campinas, a volatilidade pode ser estimada a partir da premissa da correlação positiva entre o número de passageiros e o PIB da área de influencia do projeto. O crescimento do PIB gera novas oportunidades, elevando a demanda por viagens de negócios e também por viagens de lazer, uma vez que há aumento na capacidade de pagamento dos residentes do país.

Utilizando dados históricos do PIB da região sudeste (Figura 3) para o período de 1985 a 2007, obtemos a volatilidade de $\sigma_s=4,8\%$ a.a..

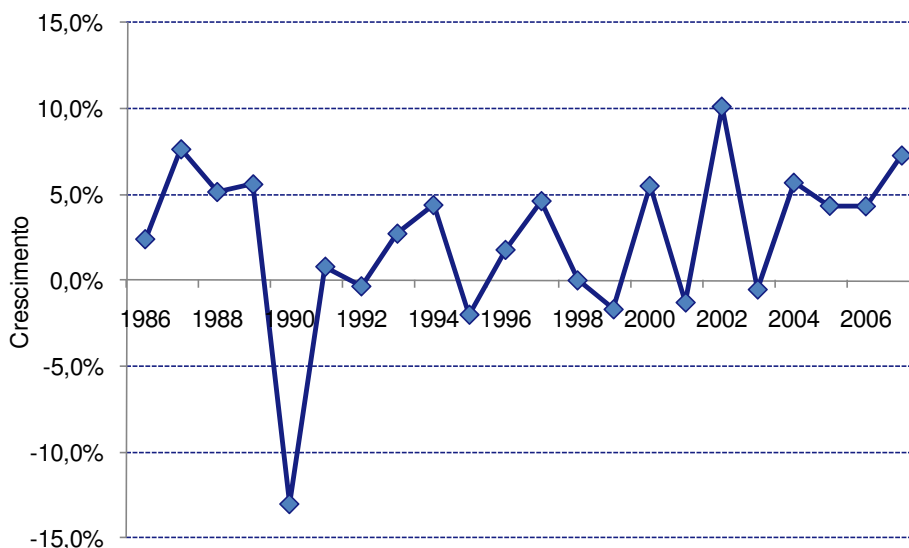


Figura 3 - Variação anual do PIB da região sudeste (1985 – 2007)
Fonte: IPEAdata.

6.3.

Mitigação do risco de demanda

Como mencionado no capítulo 3, o projeto do TAV Brasil será regido pela Lei nº 8.987, se constituindo, portanto, de uma concessão de serviço público procedida por execução de obra pública. Isso significa que cabe à concessionária a construção, financiamento e operação da infra-estrutura. A remuneração da concessionária se dará através da cobrança de tarifas do público, do aproveitamento comercial das estações e do serviço de encomendas leves.

Apesar de ser uma concessão como rege a Lei nº 8987, haverá participação pública no projeto através de aporte direto da União, no montante de R\$1,13 bilhão, e participação do governo nos subitens de investimento referentes às atividades de desapropriação e reassentamento das áreas do traçado, estações, oficinas e pátios do TAV.

Mesmo com a participação pública, o projeto ainda apresenta elevados riscos, como será demonstrado na próxima seção. Isso torna o projeto menos atrativo para os investidores privados, podendo até comprometer a implantação do mesmo.

Como forma de reduzir esse risco o governo pode oferecer algum tipo de garantia ou contraprestação pecuniária ao parceiro privado. Outras formas de mitigação de risco seriam a existência de flexibilidade no prazo da concessão ou a possibilidade de adiar pagamentos devidos ao governo.

Nessa dissertação é proposto um modelo de concessão híbrido utilizando os fundamentos das concessões tradicionais e das parcerias público-privadas onde o governo oferece garantias de tráfego mínimo. Ou seja, o governo será obrigado a realizar contraprestações pecuniárias ao parceiro privado sempre que a demanda realizada for inferior a um piso pré-estabelecido. Assim, os riscos de demanda do projeto são mitigados, tornando-o mais atrativo para a iniciativa privada.

6.3.1.

Piso de tráfego

As garantias contratuais de tráfego mínimo são compostas por 35 opções de venda (*put*) européias independentes, com prazos de maturidade variando entre 6

e 40 anos. Nesta dissertação as garantias serão valoradas através da simulação de Monte Carlo, como sugerido por Brandão e Saraiva (2007).

Para precificar as garantias é preciso modelar o tráfego a partir do seu processo estocástico neutro ao risco. As *puts* serão exercidas sempre que a demanda do ano t for inferior ao piso pré-estabelecido para o mesmo ano. O piso de tráfego é obtido aplicando-se o percentual pré-definido sobre a demanda estimada no estudo de viabilidade do TAV. Dessa forma, a receita do ano t será dada pela fórmula abaixo:

$$\tilde{R}_t = \max\{Sn_t \times T; Smin_t \times T\} \quad (34)$$

onde Sn_t é o tráfego neutro ao risco do ano t ;

T é a tarifa média e;

$Smin_t$ é o piso de tráfego pré-estabelecido para o ano t .

O valor da Put no ano t será dado pela fórmula a seguir:

$$Put_t = \max\{(Smin_t \times T) - (Sn_t \times T); 0\} \quad (35)$$

Após ter calculado os valores das *puts* para cada ano da concessão, deve-se descontá-los à taxa livre de risco para obter os valores presentes das garantias, calculando em seguida o somatório dos mesmos, como pode ser visto na fórmula abaixo.

$$\text{Valor da Garantia} = \sum_{t=6}^{40} \frac{Put_t}{(1+r)^t} \quad (36)$$

O valor esperado da garantia será obtido após se realizar uma simulação de Monte Carlo com 10.000 iterações, cuja variável de resultado é o somatório dos valores presentes das *puts*.

6.3.2.

Teto de tráfego

Além do piso de tráfego, o governo pode estipular um teto para evitar que a concessionária obtenha lucros excessivos à custa do público quando ocorrer um cenário muito favorável.

O teto de tráfego pode ser visto como 35 opções de compra (*Call*) europeias independentes, com prazos de maturidade variando de 6 a 40 anos. Vale ressaltar que a concessionária tem a obrigação, e não o direito, de realizar os pagamentos caso a demanda seja maior do que o teto pré-estabelecido. Dessa forma, pode-se dizer que a concessionária está vendida na *call*. O valor da *call* no ano t pode ser obtido a partir da fórmula a seguir:

$$Call_t = \max\{(S_n \times T) - (S_{\max_t} \times T); 0\} \quad (37)$$

onde S_{\max_t} é o teto de tráfego pré-estabelecido para o ano t .

O valor do teto de tráfego é dado por:

$$Valor\ do\ teto = \sum_{t=5}^{40} \frac{Call_t}{(1+r)^t} \quad (38)$$

Nesta dissertação foi considerado um nível simétrico de garantia entre o piso e o teto, ou seja, uma garantia de tráfego mínimo de 80% corresponde a um teto de demanda de 120%.

Para efeitos de ilustração, consideramos duas hipóteses para o piso de tráfego, embora outras premissas possam ser também adotadas sem maiores dificuldades. A primeira hipótese é de um piso de 60% e teto de 140% e a segunda é de um piso de 80% e teto de 120%.

6.4.

Solução

6.4.1.

Fluxo de caixa determinístico

Inicialmente foi calculado o valor do projeto em condições de certeza sem a inclusão de nenhum tipo de opção de flexibilidade gerencial. Para tanto, foi adotada a taxa de custo de capital próprio de 12%⁶, que foi considerada como a taxa de desconto ajustada ao risco do projeto. Os fluxos de caixa estimados do projeto foram descontados a valor presente obtendo-se o montante de R\$5,136 bilhões. Uma vez que o valor presente do investimento dos acionistas é de R\$5,087 bilhões, o Valor Presente Líquido (VPL) do projeto para o acionista é de R\$49 milhões.

Entretanto, como mencionado na seção 6.2, projetos de ferrovias de alta velocidade apresentam diversas fontes de incerteza, dentre as quais a demanda é apontada pela literatura como a de maior importância. Para considerar as incertezas e flexibilidades gerenciais inerentes ao projeto, deve-se realizar uma nova análise através do método das opções reais.

6.4.2.

Modelagem do tráfego de passageiros

Como mencionado no capítulo 5, foi considerado neste trabalho que o processo estocástico de difusão do tráfego ao longo do tempo segue um Movimento Geométrico Browniano (MGB), como é sugerido pela literatura. O processo estocástico do tráfego pode ser modelado em tempo discreto de acordo com:

$$S_{t+1} = S_t \exp\left(\alpha_t - \frac{\sigma_s^2}{2} + \sigma_s \varepsilon\right) \quad (39)$$

onde S_t é o tráfego no ano t ;

α_t é a taxa instantânea de crescimento do tráfego entre os anos t e $t+1$;

⁶ Custo de capital próprio utilizado nos estudos de viabilidade do TAV Brasil.

σ_S é a volatilidade do tráfego e;

$\varepsilon\sqrt{\Delta t}$, com $\varepsilon \sim N(0,1)$ e $\Delta t = 1$ ano, é o processo de Wiener padrão.

Uma vez que não há dados históricos para o tráfego do TAV, a volatilidade da demanda (σ_S) foi estimada a partir do crescimento anual do PIB da região Sudeste de 1986 a 2007, obtendo-se um valor de $\sigma_S = 4,8\%$.

As taxas de crescimento anual do tráfego (α_t) foram extraídas do estudo de viabilidade do TAV e são as mesmas que foram utilizadas para o cálculo do VPL do projeto através do método do FCD tradicional.

Uma vez que a demanda inicial⁷ é incerta, consideramos que essa variável apresenta uma distribuição triangular, cujo valor mais provável é o valor estimado pelo estudo de viabilidade do TAV igual a 32.608.000 de passageiros. Os valores máximos e mínimos utilizados foram respectivamente, 45.325.120 e 19.890.880, que correspondem a uma variação de 39% em relação à previsão inicial, como apontado no levantamento de Flyvbjerg (2007).

6.4.3.

Fluxo de caixa dinâmico

Definido o processo estocástico do tráfego, podemos incorporar essa incerteza na modelagem do projeto. Obtemos então um fluxo de caixa dinâmico, cuja variabilidade advém da natureza estocástica da variável aleatória $\varepsilon \sim N(0,1)$ no Movimento Geométrico Browniano.

Como visto na seção 3.4.7 existe uma capacidade máxima anual de passageiros limitada pelos investimentos previstos no projeto. Aplicamos então barreiras aos níveis de demanda para que os valores obtidos, para cada ano, nas iterações da simulação não ultrapassem a capacidade máxima anual do número de passageiros. Isso significa que, para cada ano de concessão, se em alguma iteração a demanda modelada for superior à capacidade máxima, o valor computado passa a ser igual ao teto projetado⁸, respeitando assim o número máximo de passageiros por ano.

⁷ Projeção realizada para o ano de 2015.

⁸ Os valores das barreiras de tráfego podem ser vistos na Tabela 7.

Utilizamos então o *software* @Risk para realizar uma simulação de Monte Carlo com 10.000 interações para verificar o comportamento do valor presente líquido do projeto base, sem a inclusão das opções, como pode ser visto na Figura 4.

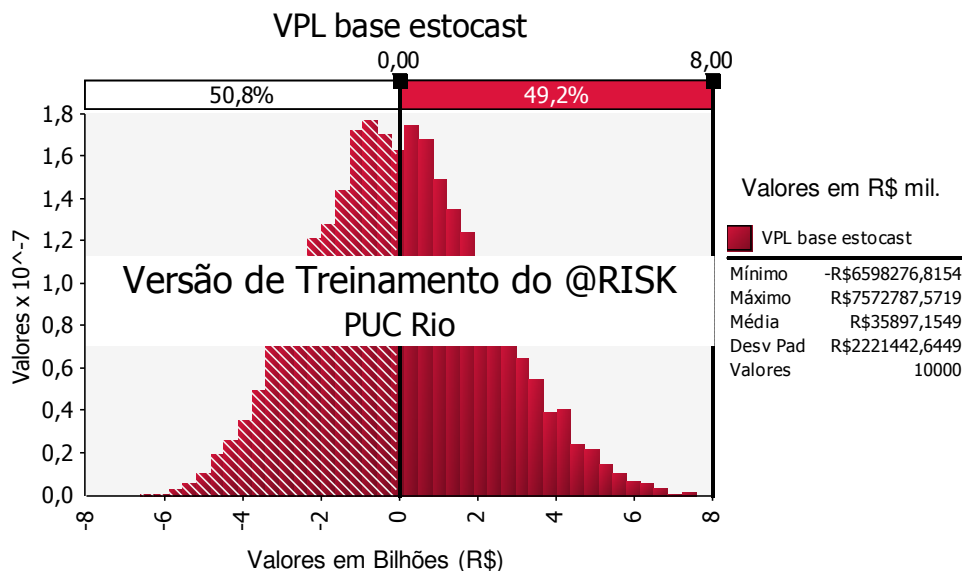


Figura 4 - Distribuição do Valor Presente Líquido do Projeto Base
Fonte: Elaboração Própria.

Quando é realizado um número elevado de iterações é esperado que a distribuição do VPL do projeto apresente uma média próxima ao valor do VPL do projeto base determinístico, como pode ser constatado na Figura 4 acima.

Ao analisar o resultado da simulação de Monte Carlo percebemos que apesar do VPL estático do projeto apresentar um valor positivo de R\$49 milhões, o projeto apresenta uma probabilidade de 50,8% de possuir um VPL negativo. Essa probabilidade pode ser considerada alta pelos investidores privados, fazendo com que o projeto se torne menos atrativo ou até não recomendável para os mesmos.

6.4.4.

Processo neutro ao risco

Para precificar as opções deve-se utilizar um processo estocástico neutro ao risco que será descontado pela taxa livre de risco. Como mencionado no capítulo 5, o processo estocástico neutro ao risco pode ser representado pela fórmula a seguir.

$$dS_t = (\alpha - \lambda\sigma_S) S dt + \sigma_S S dz \quad (40)$$

onde $\lambda\sigma_S$ é o prêmio de risco do tráfego.

Um método simples de se estimar o prêmio de risco do tráfego é baseado no fato de que o valor esperado do projeto na avaliação neutra ao risco, sem as opções, descontado pela taxa livre de risco deve ser idêntico ao valor esperado da avaliação estática tradicional onde os fluxos de caixa do projeto são descontados à taxa ajustada ao risco (μ).

Nesta dissertação adotou-se uma taxa livre de risco (r) de 7,20% ao ano. Essa taxa foi obtida a partir da média aritmética dos títulos emitidos pelo tesouro norte-americano de 30 anos (os *T-Bonds*) para o período de 1998 a 2008 igual a 7,6% ao ano⁹. Em seguida foi descontada a inflação norte-americana de 2,9% ao ano, obtida a partir do Índice de Preços ao Consumidor dos Estados Unidos para o período de 1998 a 2008, obtendo-se um valor igual a 4,6% ao ano. A esse valor foi adicionado o risco Brasil igual a 2,585% a.a., equivalente a média aritmética dos *Credit Default Swaps* (CDS) de 5 anos do Brasil para o período de jan/2004 a dez/2008.

Definida a taxa livre de risco de 7,20% (r) e o custo de capital próprio (μ) de 12%, utilizou-se a ferramenta “atingir meta” do *software* Excel para estimar um prêmio de risco ($\lambda\sigma_S$) de 2,50% para o tráfego.

6.4.5.

Valoração das garantias

A partir do processo estocástico neutro ao risco é possível precificar as garantias para diversos pisos de tráfego. Na Tabela 10 pode-se observar o impacto das garantias no valor presente do projeto¹⁰ para o acionista:

⁹ Valor obtido a partir da base de dados disponível em: <http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>.

¹⁰ Valores estimados na Tabela 10 considerando pisos e tetos de tráfego simétricos.

Tabela 10 - VP do projeto com diversos níveis de garantia

Piso	Valor do Piso	Valor do Teto	VP com piso		VP com piso e teto	
			Valor	Incremento	Valor	Incremento
0%	0	0	5.136.119	0,0%	5.136.119	0,0%
10%	0	0	5.136.119	0,0%	5.136.119	0,0%
20%	154	0	5.136.273	0,0%	5.136.273	0,0%
30%	16.181	0	5.152.300	0,3%	5.152.300	0,3%
40%	149.677	0	5.285.796	2,9%	5.285.796	2,9%
50%	574.531	0	5.710.650	11,2%	5.710.650	11,2%
60%	1.402.896	22	6.539.015	27,3%	6.538.993	27,3%
70%	2.844.036	94	7.980.155	55,4%	7.980.061	55,4%
80%	4.748.348	1.580	9.884.467	92,5%	9.882.887	92,4%
90%	7.417.831	9.774	12.553.950	144,4%	12.544.176	144,2%
100%	10.540.440	106.757	15.676.559	205,2%	15.569.802	203,1%

A preços constantes de 2008.

Fonte: Elaboração própria

Analisando a Tabela 10, percebe-se que a partir do piso de 20% a garantia passa a exibir algum valor, mas se torna mais significativa com um piso de 50%, gerando uma adição de valor de mais de meio bilhão de reais no projeto (aumento de 11,2% no VP). Nota-se ainda que um piso de 80% praticamente dobra o valor do projeto, resultando em um valor presente total de R\$9,9 bilhões.

No que tange o teto de demanda, seu impacto no valor do projeto pode ser considerado insignificante visto que reduz, no máximo, o valor em R\$106,76 milhões, frente ao VP do custo de capital dos acionistas de R\$5,087 bilhões. Centralizaremos a discussão, então, nos pisos de tráfego.

A Figura 5 relaciona o VPL do projeto com os diferentes pisos de demanda.

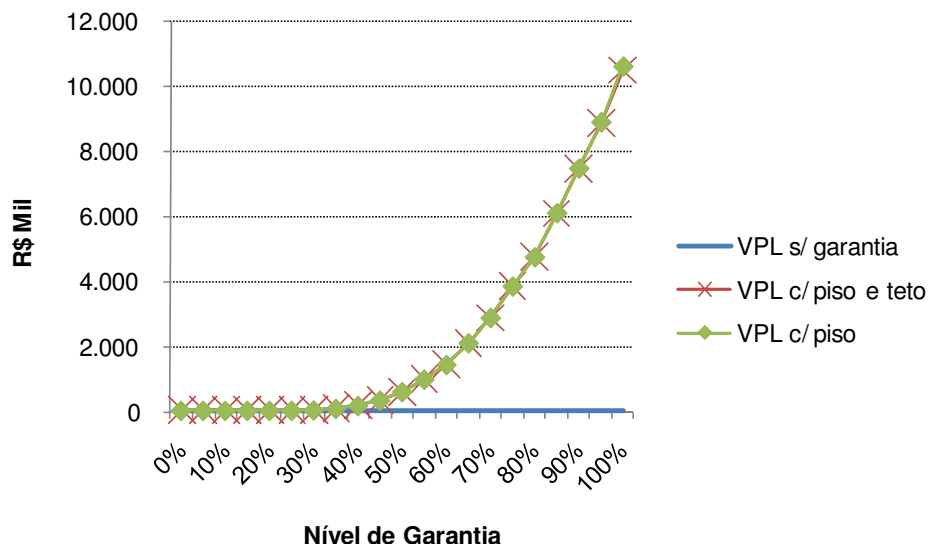


Figura 5 - Relação entre o VPL do projeto base e o nível de garantia
Fonte: Elaboração Própria

A inclusão das garantias não apenas eleva o valor do projeto, como também diminui seu risco. Isso pode ser visto nas Figuras 6 e 7, onde apresentamos a distribuição de probabilidades sobre o VPL do projeto com as garantias de 60% e 80% do tráfego, respectivamente:

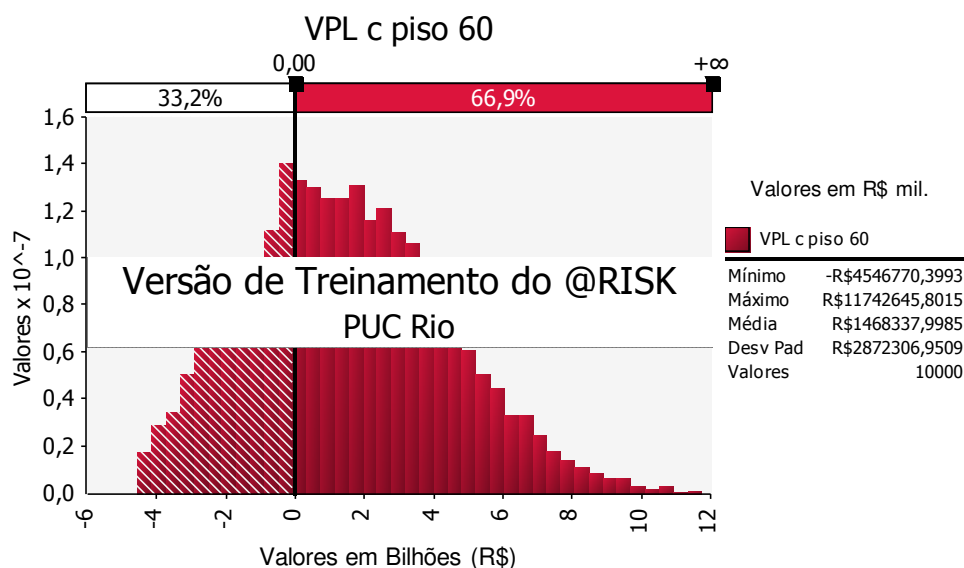


Figura 6 - Distribuição de probabilidades do VPL com piso de 60%
Fonte: Elaboração própria.

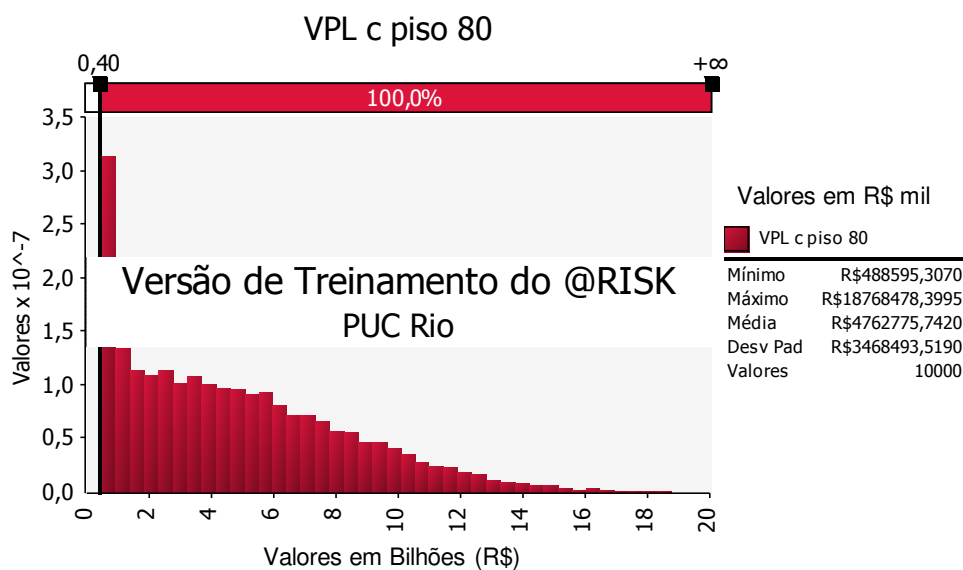


Figura 7 - Distribuição de probabilidades do VPL com piso de 80%
Fonte: Elaboração própria.

Enquanto que o VPL do projeto base, sem considerar as opções, apresenta probabilidade de 50,8% de possuir valor negativo, estimou-se que a inclusão da garantia de piso de 60% reduz essa probabilidade para 33,2%, conforme a Figura 6. No caso da garantia de piso de 80%, vê-se que a probabilidade é nula, ou seja, elimina-se a possibilidade de um retorno negativo no empreendimento.

Como os montantes apresentados são valores esperados obtidos através da simulação, é possível que o dispêndio efetivo (em valor presente) do governo seja menor ou maior que o calculado. Nas Figuras 8 e 9, pode-se observar as distribuições de probabilidades da *put* para pisos de 60% e 80%, respectivamente.

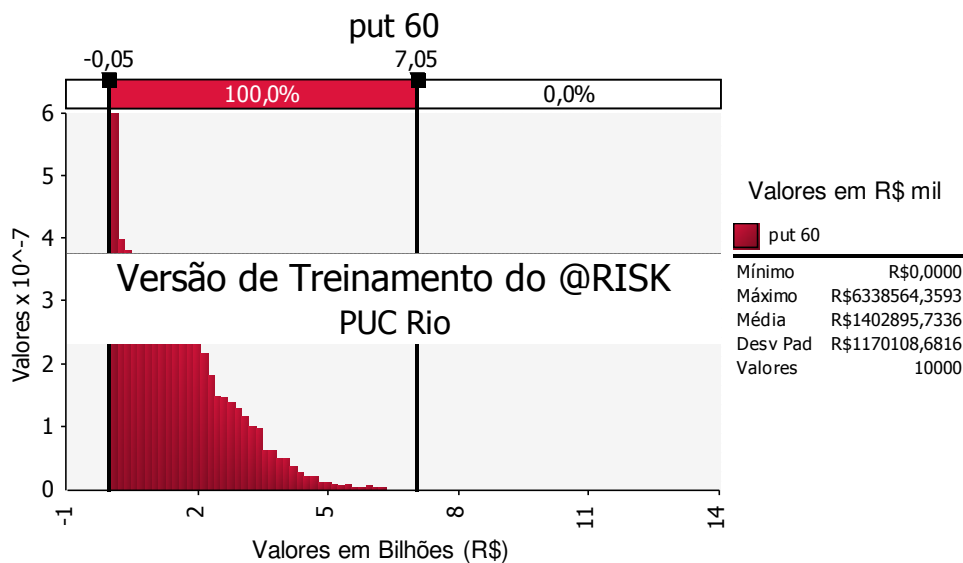


Figura 8 - Distribuição de probabilidades para piso de 60%
Fonte: Elaboração própria.

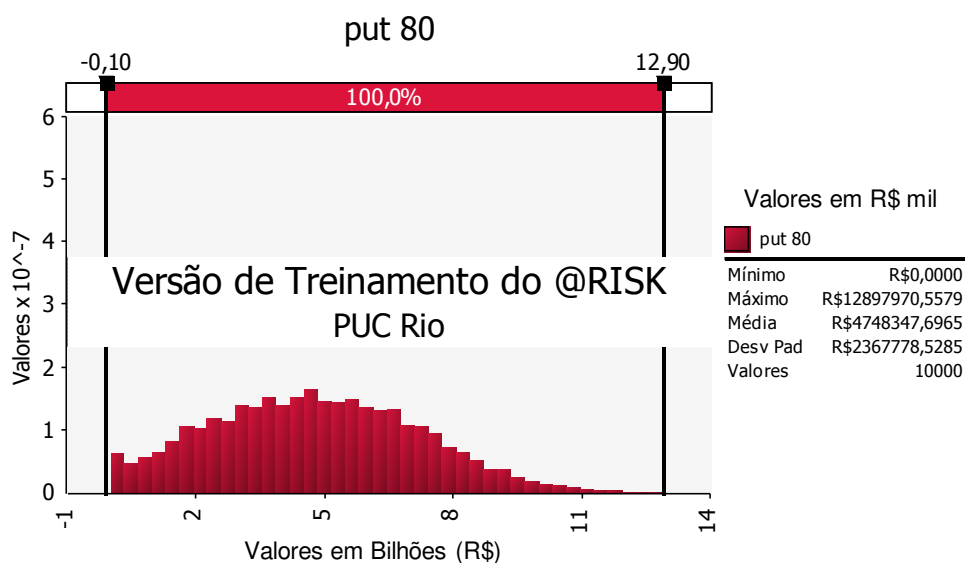


Figura 9 - Distribuição de probabilidades para piso de 80%
Fonte: Elaboração própria.

Nota-se que a *put* de 60% apresenta uma concentração em valores baixos, enquanto que a *put* de 80% apresenta uma distribuição mais simétrica, com maior probabilidade em valores medianos. Esse resultado é plausível, dada a configuração das opções analisadas. Para qualquer demanda projetada, se a *put* de 60% for exercida, então necessariamente a *put* de 80% também o seria, logo a *put* de 80% deve ser exercida com maior frequência nas simulações. Além disso, para qualquer demanda projetada, o valor da *put* de 60% seria menor que o valor da *put*

de 80%, pois esta cobriria não só o tráfego mínimo de 60%, mas também os demais 20%.

Dessa forma, as garantias de tráfego mínimo reduzem a sensibilidade do fluxo de caixa a cenários desfavoráveis de demanda, aumentando o valor presente do projeto e mitigando seu risco.