

4 Aplicação ao Caso de uma Concessão Rodoviária

4.1. Introdução

Devido à falta de capacidade de investimento do setor público no Brasil, e também seguindo uma tendência mundial, na década de 90 o governo federal e diversos governos estaduais reorganizaram as suas prioridades de investimento e passaram a leiloar concessões públicas ao setor privado, que assumiria a responsabilidade dos investimentos necessários em troca dos direitos de exploração do serviço concedidos. Uma das áreas em que isso ocorreu foi no setor de infra-estrutura, em particular, nos setores de energia e transporte.

Dado que investimentos em infra-estrutura são tipicamente de longo prazo de maturação, para o investidor privado, estes investimentos apresentam considerável risco econômico e também, político. No caso de uma concessão rodoviária, o risco econômico é decorrente da volatilidade do tráfego na rodovia, da taxa de câmbio, visto que estes projetos geralmente têm parcela significativa do investimento financiada em moeda estrangeira, e outras fontes de incerteza como taxas de juros e inflação. O risco político é decorrente da incerteza sobre o compromisso de longo prazo do setor público com a política de privatização de serviços.

Numa concessão rodoviária o risco político é relevante devido aos grandes investimentos necessários nos anos iniciais, que só passam a ser compensados por grandes fluxos de caixa para os investidores muitos anos à frente, quando o ambiente político pode estar significativamente diferente do ambiente reinando no início da concessão. Além disso, ao contrário dos Estados Unidos e principalmente da Europa, praticamente não havia no Brasil rodovias pedagiadas, sendo que o custo de implantação e operação das rodovias no país sempre foi arcado por toda a sociedade e não apenas por seus usuários. Nesse contexto, é natural que o usuário em geral fosse

avesso a um processo que passasse a lhe cobrar por um serviço que até então lhe era gratuito.

Para lidar com o risco político, o investidor tipicamente adota um prêmio de risco arbitrário, que é adicionado à taxa de desconto ajustada ao risco econômico do projeto. Essa taxa é arbitrária porque o risco político é um risco privado da empresa, isto é, não correlacionado com o mercado. Dessa forma, não é possível determinar um prêmio de risco para essa incerteza baseando-se em condições de equilíbrio de mercado. Infelizmente, o uso desta metodologia pode levar a empresa a tomar decisões não ótimas, como aumentar em demasia o valor ofertado para o pedágio para compensar o risco político percebido, e correr o risco de ser preterido no leilão da concessão por excesso de conservadorismo.

Além disso, uma concessão rodoviária apresenta flexibilidades operacionais. A operação, por exemplo, pode ser expandida através da construção de faixas de tráfego adicionais para aumentar a capacidade de escoamento da rodovia e conseqüente incremento nas receitas de pedágio, ou mesmo através do investimento em novas concessões. No caso das receitas ficarem muito aquém do esperado por qualquer motivo, o projeto também pode ser abandonado através de uma opção contratual implícita. A presença dessas opções faz com que a análise pelo método do Fluxo de Caixa Descontado tradicional leve o investidor a subestimar o real valor do empreendimento. A metodologia proposta no Capítulo 3 será aplicada a valoração de um projeto de concessão rodoviária típico em condições de incerteza de mercado, considerando suas opções reais e incorporando os efeitos do risco político.

4.2. Histórico

Em 1995, o governo brasileiro aprovou uma revisão da Lei de Concessão das estradas que permitia ao governo transferir rodovias, bem como outras instalações públicas e serviços, para concessionários particulares. Esse processo foi deflagrado com a concessão pelo Ministério dos Transportes em cerca de 856,4 km de rodovias federais, incluindo a ponte Rio-Niterói, cujos 13,2 km conectam a cidade do Rio de Janeiro ao

norte do país. O plano do governo era reduzir a rede de estradas federais de 67.000 km para cerca de 50.000km e de transferir a operação, manutenção e execução das melhorias necessárias em cerca de 10.700 km de estradas de alto volume de tráfego para concessionários particulares, que recuperariam os seus investimentos através da cobrança de pedágio. O plano do governo era composto de um programa de descentralização, elaborado com a assistência do Banco Mundial, que previa também a transferência da responsabilidade de estradas para os governos estaduais.

A malha rodoviária brasileira possui aproximadamente 1,6 milhão de km, volume esse considerado insuficiente para atender as necessidades de um país com as dimensões continentais do Brasil. Essas estradas são classificadas em três níveis administrativos:

3. Uma rede com 67.000 km sob jurisdição federal, dos quais 50.000 km são pavimentados e 17.000 km não pavimentados;
4. Redes estaduais com 200.000 km sob as jurisdições das 27 estados, dos dois territórios federais e o Distrito Federal, dos quais 87.000 km são pavimentados; e
5. Redes municipais que se estendem por mais de 1,4 milhão km, sob as jurisdições de mais de 4.000 municípios, dos quais apenas 10.000 são pavimentados.

O Ministério dos Transportes considera que 92% dessas estradas não tem o grau de segurança mínimo desejado. Na Tabela 4 podemos ver a comparação da extensão das malhas de transporte do Brasil com a de outros países⁸.

País	Rodovias (x 1.000 km)	Ferrovias (Km)
EUA	6.300	177,712
Brasil	1.700	30,277
Japão	1.100	20,251
França	811	32,574
Alemanha	636	40,398
Índia	NA	62,486

Tabela 4 – Comparação da Malha de Transporte

⁸ U. S. Department of Commerce - National Trade Data Bank, November 3, 2000

Devido à pequena extensão da sua malha ferroviária e hidroviária, e o alto custo do transporte aéreo, o transporte rodoviário representava mais de 60% do transporte de carga doméstica e 90% do movimento de passageiros no Brasil. Os gastos anuais com o transporte rodoviário eram significativos, e em 1995 eram estimados em US\$ 60 bilhões, o que correspondia a quase 15% de Produto Interno Bruto (PIB) do país. Na Figura 17 podemos ver a importância do transporte rodoviário no transporte de carga no Brasil, em relação a outros países no mundo, em toneladas por km.

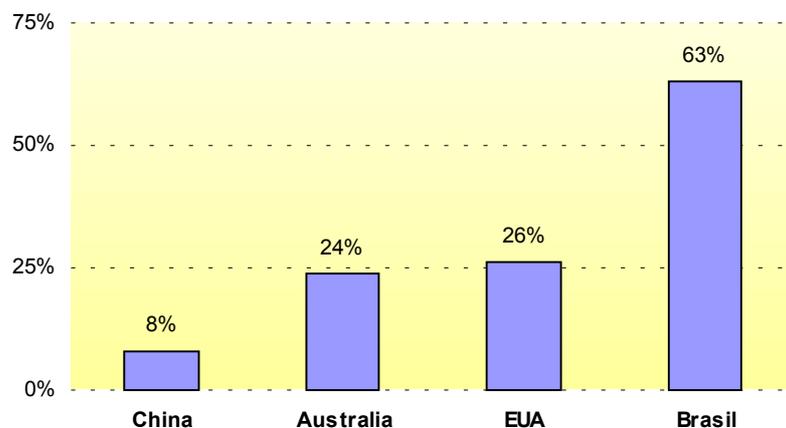


Figura 17 – Participação do Transporte Rodoviário de Carga no Total

Na Figura 18⁹ podemos observar o crescimento da importância da malha rodoviária no país, em relação aos demais meios de transporte.

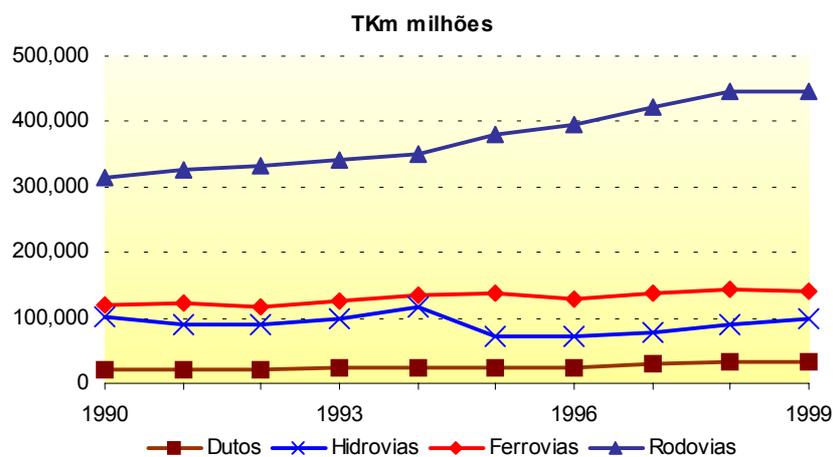


Figura 18 – Carga transportada por modalidade no Brasil (1990-1999)

⁹ Confederação Nacional dos Transportes

Até o momento cerca de 10.000 km de estradas, sendo 1.700 km federais e 8.300 km estaduais foram privatizadas (Tabela 5), envolvendo 32 empresas concessionárias e US\$ 12 bilhões de dólares de investimento previstos, sendo que a maior parte dessas concessões se localizam em cinco estados do Sul e Sudeste, onde se encontram os maiores centros urbanos e industriais. A continuação deste programa levará o Brasil a ser o país com o maior número de estradas privatizadas no mundo, seguido da Argentina com 10.000 km e Estados Unidos com 8.500 km.

Concessões	Km
Concessões federais contratadas	1.700
Concessões estaduais contratadas	8.300
Concessões em licitação ou a licitar	13.000
Total	23.000

Tabela 5 – Resumo das Concessões¹⁰

4.3. A Concessão Rodoviária

Uma concessão rodoviária é um acordo contratual entre a companhia vencedora do leilão e o governo. De um modo geral, as principais características desse tipo de concessão são a existência de um prazo definido para explorar o negócio, a necessidade de altos investimentos durante os primeiros anos da concessão e pagamento de ônus ao Estado. Uma das vantagens da concessão rodoviária em estradas de alto tráfego é que geralmente elas apresentam uma grande capacidade de geração de caixa, que no caso da concessão de rodovias já existentes podem ser estimados com razoável grau de confiabilidade a partir de dados históricos. Por outro lado, a cobrança de pedágio é uma atividade de alta visibilidade para usuários e obriga a concessionária a lidar diretamente com o público para cobrar pela prestação de serviços que até então eram gratuitos para estes usuários. Isso muitas vezes provocava conflitos de interesse com grupos

¹⁰ Fonte: ANTT - <http://www.antt.gov.br> , ABCR - <http://www.abcr.org.br>

prejudicados com algum poder de influência política ou da mídia, que exacerbavam o potencial de interferência governamental na concessão, especialmente dado o longo prazo do projeto.

A concessão da rodovia obriga a empresa vencedora a uma série de investimentos na estrada conforme estabelecido em contrato, podendo incluir ou não a exigência de construção de novos trechos, e geralmente é outorgada a empresa que ofereça o menor preço para o pedágio. O vencedor ganha então o direito de operar a rodovia durante um período de 20 anos e de cobrar o pedágio proposto, enquanto o governo retém a posse legal dos bens físicos. Depois deste período, a rodovia volta ao poder concedente livre de quaisquer obrigações. O contrato prevê também que a tarifa do pedágio seja reajustada de acordo com a inflação acumulada no período segundo fórmula preestabelecida, e tem como objetivo de manter o equilíbrio econômico-financeiro do projeto no mesmo nível daquele proposto inicialmente. Situações excepcionais, fora do controle da concessionária, e que venham a afetar o retorno do projeto, também poderão ser considerados para efeito de reajuste de tarifa. A fiscalização da concessão é responsabilidade da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT)¹¹, criada em junho de 2001 através da Lei n.º 10.233¹², a quem cabe a responsabilidade de outorgar, administrar e fiscalizar as concessões do transporte público rodoviário e ferroviário no país.

4.4. O Projeto

O projeto em questão trata de uma concessão rodoviária no Brasil de uma estrada de grande porte por um período de 20 anos. O projeto será estruturado como um Project Finance, onde será constituída uma empresa com o propósito específico de participar da licitação, e investir e operar o projeto se vencedora, nos moldes de uma SPC (Special Purpose Company). Os acionistas da empresa são privados. O capital necessário para os investimentos virá de fontes de financiamento externo, geração de caixa do

¹¹ <http://www.antt.gov.br>

¹² <http://www.antt.gov.br/Lei10233.htm>

projeto e aporte de recursos dos acionistas. Além das incertezas a respeito dos riscos de mercado e do risco privado, o projeto apresenta flexibilidades gerenciais, ou opções reais, que podem levar os gerentes a um extremo de abandonar a concessão caso o cenário futuro se mostre extremamente desfavorável, ou de expandir o negócio para outras oportunidades internas ou externas à concessão, caso os resultados iniciais do projeto sejam satisfatórios.

4.4.1. Investimento e Depreciação

A maior parte dos investimentos necessários, estimados em R\$ 300 milhões, será realizada nos primeiros cinco anos, o que é típico em projetos deste tipo. Após os primeiros cinco anos, com a rodovia já dentro dos padrões de segurança e qualidade pré-estabelecidos, o volume de investimentos se reduz e a prioridade passa a ser a sua manutenção. Nos cinco anos seguintes, considerou-se que os investimentos sejam distribuídos uniformemente ao longo desse período. Após o décimo ano da concessão não estão previstos novos investimentos, além das despesas normais de manutenção da rodovia, sendo que o contrato de concessão requer que a rodovia seja entregue em boas condições operacionais e livre de quaisquer ônus após o período de concessão. Os investimentos realizados serão depreciados pelo prazo restante, independente de quando executadas, de forma que o valor contábil dos ativos seja zero ao final da concessão.

4.4.2. Custos Operacionais

Os custos operacionais da rodovia envolvem a prestação de serviços aos motoristas, estações de primeiros socorros médicos e serviço de ambulância, veículos de emergência para reboque de veículos acidentados, recapeamento do pavimento, reparo de cercas e guard-rails, sinalização, limpeza e reparos nos muros de contenção e sistemas de drenagem, renovação estrutural, alargamento e reconstrução de pontes, viadutos e obras de arte, barreiras divisórias do canteiro central, construção de novos acessos, e a operação das estações de pesagem e das praças de pedágio e

administração. A concessionária também é responsável pelos custos adicionais referentes aos seguros a serem contratados, garantias contratuais, performance bond, taxas de inspeção e outras despesas correlatas durante todo o período da concessão. Esses valores crescem nos primeiros cinco anos e depois se mantêm constantes até o final do prazo de concessão.

4.4.3. Plano Financeiro

Os custos do projeto estão estimados em R\$ 300 milhões, sendo que R\$ 120 milhões serão financiados com capital de terceiros, e o restante com capital acionário e pela própria geração de caixa do projeto. No caso foi considerado que 50% do financiamento foi contratado internamente através de uma agencia de desenvolvimento nos moldes do BNDES, e o restante no mercado externo em moeda norte americana, na modalidade “stand by”. Ambos empréstimos tem prazo de carência e serão amortizados em 10 anos pelo sistema de amortização constante (SAC), onde o principal é pago em parcelas iguais, e os juros são calculados sobre o saldo devedor do período. Os valores ficam disponíveis para a concessionária a partir do início da concessão, e vão sendo sacados à medida das necessidades de investimento, com os juros pagos apenas sobre o saldo devedor. Considerou-se que o empréstimo local tenha um custo de TJLP + 3% a.a., e o empréstimo externo de LIBOR + 3.5% a.a.

4.5. Análise de Risco

4.5.1. Risco de tráfego

A Taxa Média Diária Anual (TMDA) de tráfego na rodovia é atualmente de 10.000 veículos. É largamente utilizado na análise de rodovias a premissa de que o volume de tráfego é correlacionado com o PIB do país, dado que o aumento de renda amplia as oportunidades das pessoas e o incremento da vontade de viajar está vinculado ao fato de que as pessoas querem tirar mais vantagem das novas oportunidades. O aumento da produção também leva a um aumento na demanda por transporte dos bens

produzidos. Utilizando dados históricos do PIB desde 1970 (Figura 19), obtemos um crescimento médio de $\mu = 4.44\%$ a.a. e volatilidade $\sigma = 4.54\%$ para o período, assumindo que tanto o PIB quanto o volume de tráfego tem distribuição lognormal. No caso de existirem séries históricas de volume de tráfego, essas séries podem ser correlacionadas com a série do PIB para estabelecer uma projeção de crescimento futura, através de uma análise de regressão. Foi estabelecido também um limite superior para o tráfego na rodovia equivalente a sua capacidade máxima de tráfego, de 20.000 veículos/dia, equivalente ao dobro da sua atual capacidade de tráfego. Este limite já considera as melhorias que serão realizadas na rodovia ao longo do período de concessão, mas não inclui futuras expansões como a construção de faixas de tráfego adicionais.

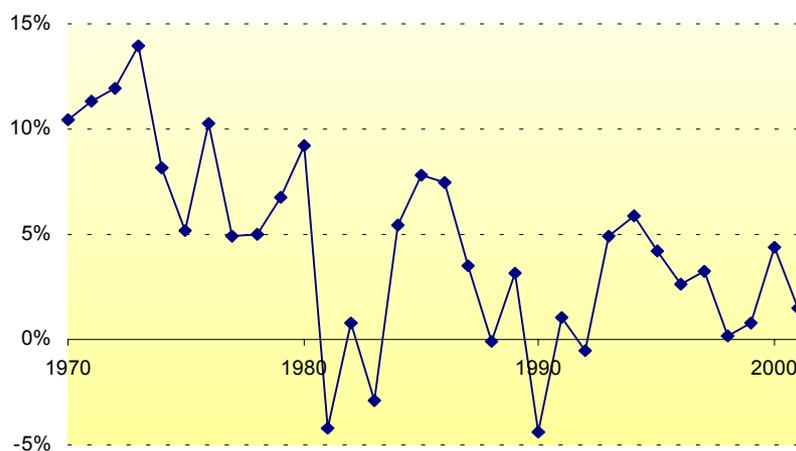


Figura 19 – Variação Anual do PIB (1970 - 2001)¹³

4.5.2. Risco Cambial

Uma parte do financiamento do projeto é denominado em moeda estrangeira (USD), enquanto que as receitas serão todas em Reais. Isso pode acarretar o risco de perdas no curto prazo no caso de desvalorização acentuada da moeda, uma vez que a periodicidade do reajuste da tarifa é anual.

A evolução recente da taxa de câmbio histórica real no Brasil pode ser dividida em duas épocas distintas, se desconsideramos o período de alta

¹³ Fonte: IPEA

inflação antes do início do Plano Real em 1994. De 1994 até janeiro de 1999, ocorre uma fase de baixa volatilidade em que o taxa de câmbio era determinada pelo Banco Central. Essa fase terminou abruptamente em meio à crise econômica mundial de 1998, que levou o Banco Central a liberar o câmbio em janeiro de 1999. Desde então, o câmbio passou a apresentar uma volatilidade significativamente maior, além de um expressivo crescimento em termos reais, da ordem de 21% a.a. (Figura 20).

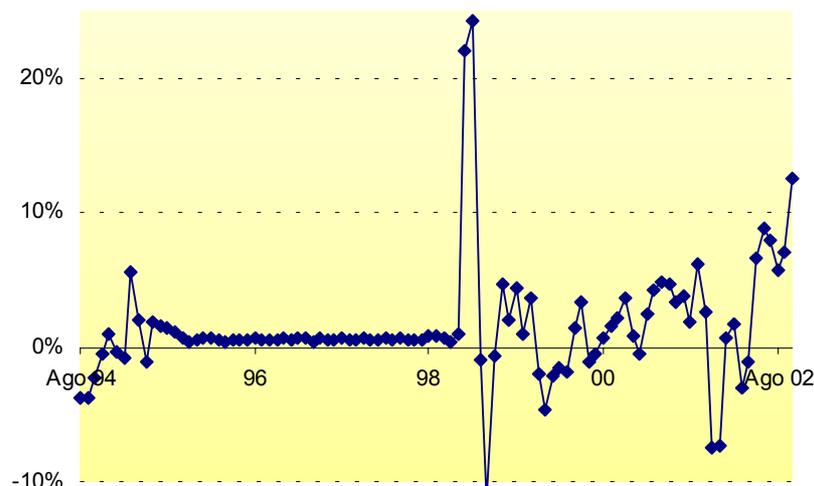


Figura 20 – Variação Mensal da Taxa de Câmbio (1994-2002)

Também não se observa um processo de reversão a média como era de se esperar para essa variável. Mesmo considerando esse valor excessivo, no segundo semestre do ano de 2002 observou-se um aumento ainda mais significativo tanto na volatilidade quanto na sua taxa de crescimento, o que nos parece insustentável no longo prazo. Dessa forma, dado que o tamanho da série histórica disponível relativa ao período de câmbio flutuante é insuficiente para que possamos determinar a partir dele o processo estocástico desta variável ou os seus parâmetros, para o crescimento foi arbitrada a taxa de $\mu = 8\%$, e para a volatilidade adotou-se a volatilidade observada no período desde 1994, obtendo $\sigma = 11.4\%$. Assumimos ainda que a variável tem distribuição lognormal.

4.5.3. Riscos de Inflação e taxa de juros

Tanto os empréstimos em moeda local quanto os empréstimos em moeda estrangeira tem taxas de juros flutuantes, portanto, o custo financeiro do projeto pode sofrer variações ao longo do prazo de concessão. Geralmente a fórmula de reajuste do contrato estabelece previsão para reajustes periódicos que levam em conta os efeitos da inflação, mas o risco de juros corre por conta da concessionária, que pode optar por fazer hedge, se necessário. O empréstimo do BNDES adota uma parcela variável que é a Taxa de Juros de Longo Prazo (TJLP), cujo valor em março/2002 era de 10% a.a., e o seu custo total de TJLP + 3% a.a.¹⁴. A [TJLP](#) reflete o custo de captação dos recursos do BNDES, e é fixada trimestralmente pelo Conselho Monetário Nacional. A TJLP é dada pelo somatório da meta de inflação, calculada *pro rata* para os doze meses seguintes ao primeiro mês de vigência da taxa, inclusive, baseada nas metas anuais fixadas pelo Conselho Monetário Nacional (CMN) e do prêmio de risco, que incorpora uma taxa de juro real internacional e um componente de risco Brasil. O empréstimo em moeda estrangeira tem um custo de LIBOR + 3.5% a.a., sendo que março de 2002 o seu valor era de 2.63% a.a.¹⁵.

Considera-se que um processo de reversão à média reflete melhor o processo estocástico da evolução da taxa de juros, e também para commodities, que um Movimento Geométrico Browniano. Assumimos que o processo da taxa de juros é o Ornstein-Uhlenbeck Geométrico, na forma:

$$dP = \eta(\bar{P} - P)Pdt + \sigma_P PdZ$$

onde η é o fator de reversão à média

\bar{P} é a taxa de juros média no longo prazo

σ_P é a volatilidade da taxa de juros

¹⁴ <http://www.bndes.gov.br/produtos/custos/juros/tjlp.asp>

¹⁵ <http://www.hsh.com/indices/libor.html>

Dado que a série da TJLP é pequena (desde 1995 apenas) e que a TJLP incorpora uma componente de juros internacional, utilizamos a série histórica mensal da LIBOR de 6 meses desde 1987 (Figura 21) para a determinação da taxa de juros de longo prazo. O valor encontrado de $\bar{P} = 5.85\%$ está coerente com Luenberger (1998), pág. 407, que considera que a taxa de juros de longo prazo do mercado é cerca de 6% a.a. A volatilidade da série foi de $\sigma_P = 6.7\%$ e o fator de reversão à média foi arbitrado em $\eta = 4.0$.



Figura 21 – LIBOR 6 meses

4.5.4. Risco Político

Dado que a operação da concessão envolve a cobrança de pedágio numa estrada até então de trânsito livre, era provável que houvesse uma reação dos usuários contra essa cobrança obrigatória. Esperava-se, no entanto, que as melhorias realizadas na rodovia servissem para mostrar aos usuários que havia uma relação custo/benefício positiva. Um dos problemas é que a cobrança de pedágio é um serviço de alta visibilidade pública, e que torna o governo sujeito a pressões políticas de usuários da rodovia, não acostumados a pagar diretamente pelos serviços recebidos. Outro, é que devido ao grande volume de investimentos necessários nos anos iniciais, a maior parte da geração de caixa do projeto só ocorre muitos anos dentro do projeto. Assim, na hora em que a concessão estiver tendo uma alta

lucratividade e com poucos investimentos sendo realizados, a concessionária fica exposta a pressões políticas visando à redução da tarifa. O próprio processo de privatização, não só das rodovias, mas como de todos os ativos em poder do governo que agora estava sendo transferido para o setor privado, tem sido alvo de críticas constantes por parte de setores da sociedade que discordam desta política, e que advogam uma participação mais extensiva do Estado na economia. Dessa forma, é possível que durante o longo prazo da concessão, possam ocorrer mudanças políticas significativas no país que levem ao poder um governo com objetivos distintos no tocante ao processo de privatização.

Considera-se que o efeito do risco político seja o de não repassar aumentos de custos não administrados para a tarifa, como variações extraordinárias na taxa de câmbio, juros ou inflação, repasse para a concessionária de ônus não previstos inicialmente no contrato, e até a intervenção na concessão resultando em sua encampação ou rescisão contratual. Para o estudo de caso, foi considerado que as intervenções mais extremas estão previstas em contrato e implicam em indenização da concessionária pelos investimentos realizados. Assim, para efeitos deste estudo de caso, considerou que o impacto do risco político é o de afetar negativamente a tarifa básica do pedágio, qualquer que seja a justificativa para isso. A maneira usual de incorporar os impactos do risco político em projetos é incluir um prêmio de risco adicional, geralmente na faixa de 2% a 3%, à taxa de mercado do projeto. No entanto, essa taxa adicional é arbitrária e não leva em conta as particularidades da diversificação de risco dos investidores. O tratamento proposto incorpora explicitamente estas características e não implica na utilização de taxas arbitrárias.

Assumimos que a distribuição de probabilidades de perda de valor no pedágio é discreta, e seus parâmetros são os da Tabela 6:

Prob	Valor da Redução
50%	0
30%	5%
20%	10%

Tabela 6 – Parâmetros do Risco Político

Na modelagem do problema considerou-se que a fase crítica de maior exposição ao risco político ocorre a partir na segunda metade da concessão, do ano 10 ao ano 15, inclusive. A justificativa para isso é que nos anos iniciais, quando a concessionária está incorrendo em pesados investimentos e a rentabilidade do projeto é baixa ou negativa, o risco de interferência externa é pequeno. Por outro lado, o risco também tenderia a diminuir à medida que se aproxima o final do período de concessão. Essas premissas têm a vantagem adicional de simplificar a parte computacional do projeto, que cresce exponencialmente com cada opção acrescentada.

4.6. Modelo Financeiro

A partir dos parâmetros estabelecidos para a evolução do volume de tráfego na rodovia, foram projetados os níveis de tráfego médios diário anuais para os próximos 20 anos. O tráfego na rodovia ocorre 365 dias no ano e é cobrado nos dois sentidos. Os dados de tráfego são dados em unidades, sem fazer distinção entre automóveis e veículos de carga. Como os veículos de carga pagam mais pedágio do que os automóveis, utiliza-se um fator multiplicador para normalizar os dados de tráfego, conhecido como Veículo Equivalente (VHE). Para o caso em questão, o VHE é de 2.2 e assumido constante durante todo o período da concessão. A receita total da concessão no ano t então é dada pela fórmula:

$$R_t = TMDA_t \cdot 365 \cdot P_t \cdot 2 \cdot VHE$$

Onde

R_t = Receita total no ano t

$TMDA_t$ = Tráfego Médio Diário Anual no ano t

P_t = Preço do Pedágio no ano t

VHE = Fator Multiplicador de Veículo Equivalente

Em toda a análise foram considerados valores reais. O modelo do fluxo de caixa adotado está apresentado Tabela 7:

Fluxo de Caixa	
	Receita de Pedágio
-	Imposto sobre pedágio
=	Receita Líquida
-	Custos Oper e de Manut
-	Seguro, Taxas e Garantias
-	Juros
-	Depreciação
=	LAIR
-	IR
=	Lucro Líquido
+	Depreciação
+	Financiamento
-	Investimentos
-	Amortizações
=	Fluxo de Caixa do Acionista

Tabela 7 – Fluxo de Caixa do Projeto

$$C_t = \{R_t(1 - IP) - CO_t - S_t - J_t - \delta_t\}(1 - IR) + D_t + F_t - I_t - AM_t \quad (4.1)$$

onde

$$D_t = \frac{Invest\ Acum}{21 - t}$$

R_t = Receita de Pedágio

IP = Alíquota do Imposto sobre Pedágio

CO_t = Custo Operacional

S_t = Seguros, taxas e garantias.

J_t = Juros

IR = Alíquota de Imposto de Renda

F_t = Financiamento

I_t = Investimento

AM_t = Amortização do Financiamento

Na Tabela 8 temos os principais dados utilizados na modelagem financeira do projeto.

Variável	Valor	Unidade
Dados Técnicos		
Período da concessão	20	anos
Tráfego Inicial	10.000	TMDA
Capacidade Máxima	20.000	TMDA
Início da Operação	Jan/2003	
VHE	2,2	Fator Veículo Equivalente
Dados Financeiros		
Investimento	300	R\$ Milhões
Financiamento Local	60	R\$ Milhões,
Cronograma Desembolso	20%	Por ano durante cinco anos
Taxa de Juros	TJLP + 3%	a.a.
Carência	3	anos
Amortização	SAC	10 anos
Financiamento Externo	60	R\$ Milhões (equivalente em USD)
Cronograma Desembolso	20%	Por ano durante cinco anos
Taxa de Juros	LIBOR + 3.5%	a.a.
Carência	5	anos
Amortização	SAC	10 anos
Tarifa Pedágio	3.75	R\$
Imposto sobre Pedágio	6%	Percentual sobre Receita Pedágio
Imposto de Renda	30%	Percentual sobre LAIR
Taxa Ajustada ao Risco Acionista	21%	a.a.
Taxa Livre de Risco	8%	a.a.
Taxa inflação	5%	Considerados valores reais.

Tabela 8 – Dados do Projeto

4.7. Flexibilidade Gerencial do Projeto: Opções Reais

Ao contrário de projetos de extração mineral como petróleo, cobre, etc., ou mesmo projetos onde a empresa detém opção de investimento com longo prazo de exercício, uma concessão rodoviária exige que o concessionário inicie os seus investimentos de imediato, dado que é um serviço público que não pode ser adiado sem prejuízo para a população. Não existe, portanto, nenhuma flexibilidade quanto à possibilidade de se adiar o investimento necessário. Por outro lado, podemos definir duas outras opções relevantes para este projeto: a opção de abandono e a opção de expansão para novos projetos.

4.7.1. Opção de Abandono

Embora não exista previsão explícita para a hipótese de abandono da concessão por parte do concessionário, ela está implícita nas cláusulas contratuais que abordam os casos de extinção do contrato. O contrato de concessão da Via Dutra, o maior projeto da rede federal, menciona: (os grifos são nossos).

“113. Nos casos de adventos do termo contratual e encampação... procederá aos levantamentos e avaliações necessários a determinação do montante de indenização que será devida a CONCESSIONARIA na forma prevista nos itens 114 e 115.

114. A reversão no advento do termo contratual far-se-á com indenização das parcelas dos investimentos que tenham sido realizados com o objetivo de garantir a continuidade e atualidade dos serviços pertinentes a concessão.

115. Considera-se encampação a retomada do serviço pelo poder concedente, durante o prazo da concessão, por motivo de interesse público, mediante lei autorizativa específica e após prévio pagamento da indenização prevista no item anterior.

116. A inexecução total ou parcial do CONTRATO de concessão acarretará, a critério do DNER, a declaração de caducidade da concessão, ou a aplicação de sanções contratuais.

117. A caducidade poderá ser declarada pelo DNER quando:

- a) O serviço estiver sendo prestado de forma inadequada ou deficiente, tendo por base as normas, critérios, indicadores e parâmetros definidores da qualidade do serviço;
- b) A CONCESSIONARIA descumprir cláusulas contratuais ou disposições legais e regulamentadoras concernentes a concessão;

- c) A CONCESSIONARIA paralisar o serviço ou concorrer para tanto, ressalvadas as hipóteses decorrentes de casos fortuitos ou força maior;
- d) A CONCESSIONÁRIA perder as condições econômicas, técnica ou operacionais para manter a adequada prestação do serviço concedido;
- e) A CONCESSIONÁRIA não cumprir as penalidades impostas por infrações, nos devidos prazos;
- f) A CONCESSIONÁRIA não atender a intimação do DNER no sentido de regularizar a prestação do serviço;
- g) A CONCESSIONÁRIA for condenada em sentença transitada em julgado por sonegação de tributos, inclusive contribuições sociais.

....

120. Instaurado o processo administrativo e comprovada a inadimplência, a caducidade será declarada por decreto do Chefe do Poder Executivo, independente da indenização prévia, calculada no decurso do processo.

121. A indenização de que trata o item acima, será devida na foram dos itens 113 e 114, descontado o valor das multas contratuais e dos danos causados pela CONCESSIONÁRIA.”

Fica claro que qualquer que seja a forma ou o motivo da rescisão contratual será devida uma indenização equivalente ao valor contábil dos investimentos já realizados, deduzidos quaisquer custos e/ou multas devidas, inclusive com execução das garantias, se for o caso. Se a empresa quiser abandonar a concessão, ela poderá fazer isso de comum acordo, ou unilateralmente, dando causa para que o DNER invoque a cláusula de caducidade da concessão. Em ambos os casos haverá custos que reduzirão o montante a ser recebido como indenização, sendo que na situação de litígio, obviamente, os custos seriam maiores. No caso, consideramos a hipótese mais conservadora de rescisão litigiosa, estimando os custos dessa opção de abandono em 30% do valor da indenização a ser recebida. Qualquer saldo devedor de financiamentos também deverá ser quitado previamente ao abandono, pois o contrato de financiamento certamente tem cláusula que resguarda os credores desse tipo de risco, e exigirão que os empréstimos sejam quitados antecipadamente. Para efeitos de simplificação, o período de exercício da opção foi limitado ao período entre o ano 4 e o ano 10 da concessão. Na Tabela 9 podemos ver um resumo da opção de abandono.

Opção de Abandono	
Preço de Exercício:	Quitação do Saldo Devedor Financiamento
Início da Opção:	Ano 4
Prazo de Expiração:	Ano 10
Benefício:	70% do Valor Contábil dos Investimentos

Tabela 9 – Parâmetros para a Opção de Abandono

A decisão ótima em cada período é tomada comparando-se o valor de continuação com o valor de abandono naquele período:

$$\max \{ \text{Valor de Continuação}, \text{Valor de Abandono} \}$$

$$\max \{ V_t, C_t + 0.70VC_t - SD_t \}$$

onde

V_t = Valor de Continuação no período t

C_t = Fluxo de Caixa do Projeto no período t

VC_t = Valor Contábil no período t

SD_t = Saldo Devedor do Financiamento no período $t+1$

Note que em tempo discreto, por convenção, consideramos que todos os eventos relativos ao projeto ocorrem ao final de cada período, quando são distribuídos os dividendos. Os valores do projeto em qualquer período são sempre valores pré-dividendos, e instante do abandono é após o recebimento dos dividendos. Dessa forma, tanto o valor de continuação quando a opção de abandono incluem o valor do dividendo do período. Podemos observar também que esta opção tem preço de exercício variável.

4.7.2. Opção de Expansão

Caso o volume de tráfego o justifique, durante a vigência da concessão a concessionária pode aumentar a escala do projeto, seja através do aumento da capacidade de escoamento da rodovia ampliando o número de faixas de tráfego dentro da sua faixa de domínio, seja através de possíveis extensões do projeto para outras localidades, aumentando a quilometragem da estrada. Essa decisão implicará no aumento da receita de pedágio e

exigirá um investimento nas obras civis que se fizerem necessárias, caracterizando, portanto, uma opção de expansão do projeto.

Uma outra forma de expandir o projeto é através de investimentos em outras concessões. O programa de privatização de estradas no Brasil ainda está na sua fase inicial, e por ser um negócio ainda novo, existem vantagens competitivas para os pioneiros. Até o momento foram privatizadas algumas estradas federais, como a Ponte Rio-Niterói, a Via Dutra, a rodovia Rio-Petrópolis-Juiz de Fora, Rio-Teresópolis, além de outras rodovias estaduais no Rio de Janeiro, São Paulo, Minas, Paraná e Rio Grande do Sul. O nível de conservação das rodovias existentes e o déficit de rodovias quando comparado a países mais desenvolvidos mostra que existem ainda grandes oportunidades e potencial para a expansão para outras concessões nesta área. Dada a falta de recursos para investimento em projetos de infraestrutura do setor público, projetos de novas rodovias também podem ser viabilizados através de esquemas de compartilhamento de riscos entre o setor público e o setor privado. As oportunidades de expansão se estendem também para além das fronteiras do país. Na América Latina, vários países estão lançando seus próprios programas de privatização de estradas, atraindo o interesse de diversas companhias multinacionais. O potencial de novos negócios não se limita apenas a concessões rodoviárias, mas também a outras concessões de infra-estrutura de transportes, como aeroportos, ferrovias e hidrovias. Por outro lado, num ambiente competitivo, a expansão para outras oportunidades de investimento em outras concessões não representa uma opção proprietária, uma vez que essa opção é compartilhada com outras empresas competidoras. No caso, dada a magnitude do investimento exigido e o grande volume de concessões ainda por serem licitadas, considerou-se que haverá oportunidades suficientes para todas as empresas habilitadas, de forma a configurar uma opção proprietária para cada uma.

Além das novas oportunidades de investimento futuro, existe a possibilidade de se alavancar o valor do negócio através da abertura de capital da concessionária (IPO) para atrair novos investidores. Um IPO tipicamente tem um grande potencial de criação de valor para os patrocinadores do projeto devido à diluição de capital que se observa nesses

casos, contanto que algumas pré-condições existam, como um bom histórico de performance do projeto e potencial de crescimento.

A estratégia necessária para exercer a opção de crescimento implica em expandir a concessão original para outras adicionais em condições de alta rentabilidade, potencial de crescimento e abertura de capital para atrair novos investidores. Consideramos que seriam necessários pelo menos 4 anos para a concessionária estabelecer um histórico de sucesso na administração do projeto e para recuperar a sua capacidade de investimento. Isso permitiria que ela estivesse preparada para aproveitar oportunidades de expansão nos anos seguintes através de opções múltiplas. Para tanto foram consideradas três novas oportunidades de concessão representando um investimento num projeto com 50% do tamanho da concessão original, nos anos 4, 7 e 10, levando-se em conta os ganhos que se traduzem num investimento 50% menor decorrente do ganho de escala, know how e experiência adquirida com o projeto original. Uma das características destas opções é que elas são pontuais, pois surgem e expiram no ato do leilão de licitação. Na Tabela 10 podemos ver um resumo das opções de crescimento.

Opção de Expansão	
Preço de Exercício:	Investimento de 25% da Concessão Original
Opção 1:	Ano 4
Opção 2:	Ano 7
Opção 3:	Ano 10
Prazo de Expiração:	Imediato
Benefício:	Aumento de 50% no Fluxo de Caixa

Tabela 10 – Parâmetros para a Opção de Expansão

A decisão ótima em cada período é tomada comparando-se o valor de continuação com o valor da opção de expansão naquele período:

$$\max \{ \text{Valor de Continuação}, \text{Valor de Expansão} \}$$

$$\max \{ V_t, C_t + 1.5V_t - 0.25I \}$$

- V_t = Valor de Continuação no período t
 C_t = Fluxo de Caixa do Projeto no período t
 I = Investimento Líquido no Projeto¹⁶

4.8. Solução

A modelagem deste projeto através dos modelos tradicionais de tempo contínuo tem formulação matemática complexa devido às suas características, que são comuns a este tipo de projetos. Essas características são as três fontes de incerteza estocásticas, o tempo finito da concessão (20 anos), o limite superior para o volume de tráfego na rodovia, e a existência de opções múltiplas ao longo de sua vida útil. Na modelagem proposta veremos que estas questões podem ser resolvidas sem maiores problemas sem ter que recorrer a simplificações exageradas na modelagem do problema.

4.8.1. Modelagem Determinística: FCD sem Opções

Foi considerado inicialmente apenas o projeto em condições de certeza, para efeito da montagem do cenário básico, sem a inclusão de nenhum tipo de opção de flexibilidade gerencial. Foi adotada a taxa de custo de capital próprio (ke) de 21%, que foi considerado como o custo de capital ajustado ao risco do projeto, e computado o valor presente do projeto através do método do Fluxo de Caixa Descontado (FCD) tradicional utilizando uma planilha, conforme dados da Tabela 8. O valor encontrado foi de R\$ 106,539 milhões. Dado que o valor presente dos investimentos líquidos é de R\$ 110,804 milhões, o Valor Presente Líquido (VPL) do projeto é negativo em R\$ 4,264 milhões, o que, de acordo como o FCD tradicional, não recomendaria o investimento. Seguindo Copeland & Antikarov, o valor do projeto de R\$ 106,539 será tomado como o valor de mercado do projeto, o que nos permitirá considerar o mercado completo e utilizar probabilidades neutras a risco para descontar o fluxo de caixa do

¹⁶ Valor Presente do investimento total no projeto menos o financiamento de terceiros

projeto à taxa livre de risco. Para tanto, precisamos apenas determinar a volatilidade do projeto para que o portfólio replicante e as probabilidades neutras a risco possam ser determinados. Isso é feito através da modelagem das incertezas de mercado do projeto. Na Figura 22 podemos observar a dinâmica do valor do projeto no modelo determinístico, notando que devido aos grandes investimentos necessários nos primeiros anos da concessão, o valor do projeto tem uma queda nos anos iniciais e tem o seu valor máximo apenas na segunda metade da concessão.

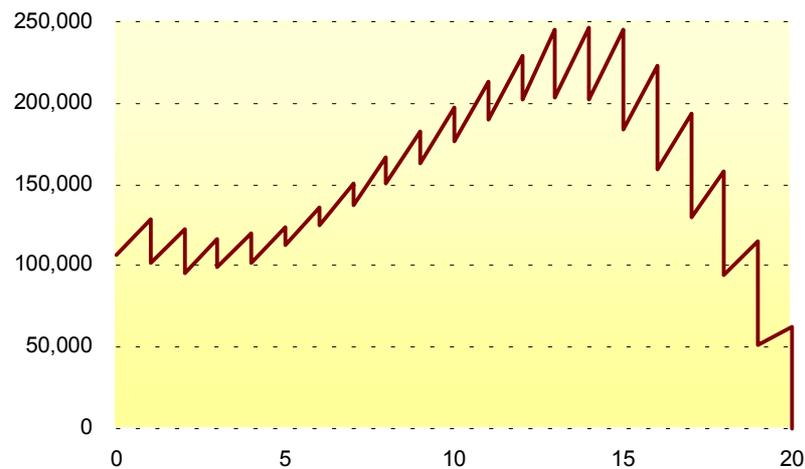


Figura 22 – Dinâmica do Valor do Projeto

4.8.2. Determinação da Volatilidade do Projeto

Dado que não utilizaremos nenhuma taxa de desconto exógena, nem adotaremos premissas a respeito do comportamento estocástico dos retornos do projeto em relação a um portfólio replicante qualquer, a volatilidade do projeto será determinada através de simulação de Monte Carlo das variáveis de risco de mercado existentes no projeto.

Uma vez determinado o valor de mercado do projeto, definimos em seguida o processo estocástico das suas incertezas de mercado, que no caso são o volume de tráfego diário, a taxa de câmbio e de juros que irão vigorar ao longo de todo o período da concessão. Essas três incertezas contribuem para a incerteza de mercado sobre o valor do projeto. Fazendo uma Simulação de Monte Carlo, e considerando os parâmetros e as distribuições estocásticas previamente determinados para cada uma dessas variáveis, a

cada iteração obtemos um novo conjunto de projeções para as variáveis estocásticas do modelo, e conseqüentemente, para o Fluxo de Caixa, para o Valor Presente e para a taxa de retorno do projeto. A variável estocástica taxa de retorno é definida como:

$$\tilde{k} = \ln\left(\frac{\tilde{V}_1}{V_0}\right)$$

onde V_0 é o Valor Presente do projeto obtido no cenário determinístico, V_1 é a variável estocástica do valor do projeto daqui a um ano, que incorpora o fluxo de caixa C_1 do projeto no ano 1. A partir dessa Simulação de Monte Carlo, com um número de iterações suficientes podemos obter a volatilidade do projeto, que será o desvio padrão anualizado da sua taxa de retorno k . Podemos verificar que a inclusão de mais fontes de incerteza na modelagem de risco do projeto é trivial, uma vez determinados os parâmetros estocásticos de cada uma das variáveis. Foram feitas duas simulações com 10.000 iterações cada e uma terceira com 50.000 iterações, cujos resultados estão apresentados na Tabela 11.

Simulação n.º	1	2	3
Retorno (k)	0.1578	0.1592	0.1583
Volatilidade (σ)	0.2047	0.2002	0.2004

Tabela 11 – Simulação de Monte Carlo

Os resultados da simulação apresentados na Tabela 11 indicam que a volatilidade do projeto é de cerca de $\sigma = 0.20$, demonstrando que a volatilidade do projeto não guarda qualquer relação com as volatilidades das suas fontes de incerteza de mercado.

4.8.3. Árvore do Projeto

Tendo determinado o Valor Presente do projeto e a sua volatilidade, podemos modelar a distribuição estocástica do projeto como um Movimento Geométrico Browniano (MGB) através de um modelo binomial. Essa

modelagem é semelhante ao de uma ação que paga uma taxa de dividendos que é constante em cada estado de um mesmo período, mas que pode variar de um período para outro, conforme solução proposta por Copeland & Antikarov (2001), pg. 251. No entanto, além de ser trabalhoso, este método apresenta o inconveniente de não ser intuitivo, pois trabalha com o Valor Presente do projeto em cada período ao invés do fluxo de caixa como é de costume, e principalmente, não permite a inclusão das opções de flexibilidade diretamente no modelo.

Neste trabalho propomos um método alternativo que utiliza uma árvore de decisão com um modelo binomial para modelar o valor do projeto em função dos seus fluxos de caixa estocásticos, de tal forma que o valor do projeto siga um MGB com os parâmetros predeterminados. Esse método tem a vantagem de ser de aplicação bem mais simples e pode ser utilizado em softwares de árvores de decisão, o que permite a modelagem das opções de flexibilidade diretamente no modelo. Além disso, ao contrário dos valores presentes, os fluxos de caixa em cada ano mantêm uma relação linear com os inputs do projeto, facilitando a análise e modelagem das opções.

Dadas as dimensões da árvore de decisão final do projeto, a sua elaboração manual e mesmo visualização por inteiro se tornam impossíveis, uma vez que a sua complexidade cresce exponencialmente com o número de períodos. Uma representação simplificada utilizada é mostrada no modelo de árvore do projeto da Figura 23, onde cada nó de incerteza indica que esta incerteza ocorre em cada um dos estados do período anterior¹⁷.

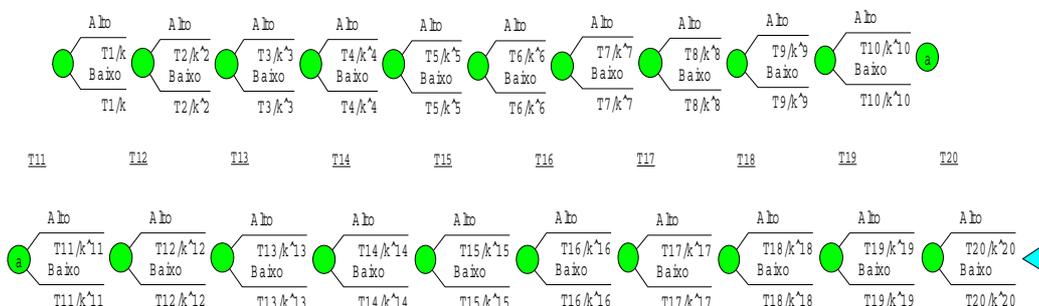


Figura 23 – Modelo Binomial do Projeto

¹⁷ No modelo binomial apresentado $k = 1+r$

Este modelo gera uma Árvore de Decisão com todas as ramificações que representam o processo estocástico do Valor do Projeto, sendo que o número de estados finais é de 2^{20} . A árvore de decisão correspondente está apresentada na Figura 24, onde são mostrados apenas os cinco primeiros períodos. Utilizando-se probabilidades neutras a risco, obtém-se um resultado de $V_0 = \text{R\$ } 106,540$ milhões, idêntico ao da planilha. Foi considerado que a taxa livre de risco é de 8% a.a.

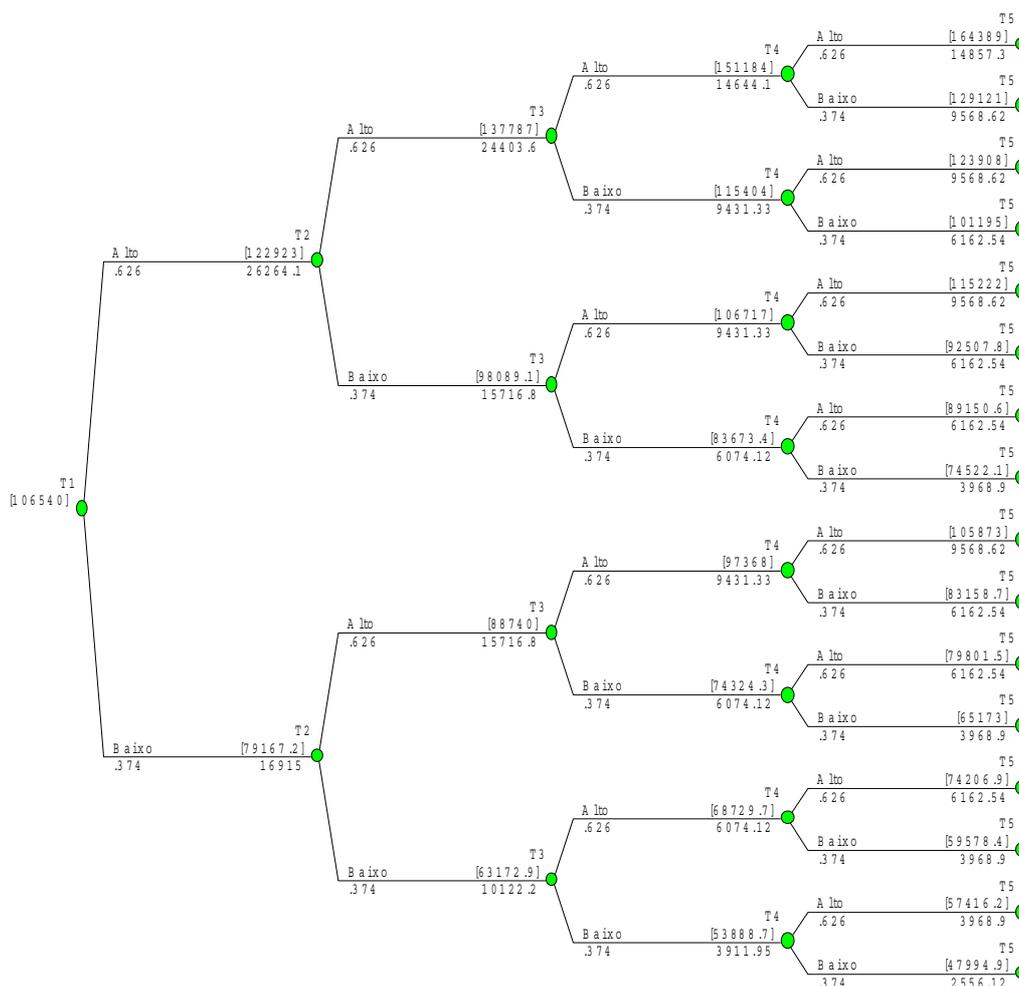


Figura 24 – Árvore de Decisão do Projeto

4.8.4. Modelo 1 - Opção de Expansão

Incorporamos três opções de expansão para esse projeto nos anos 4, 7 e 10, (Figura 25) representando oportunidades para expandir o negócio, seja

através de investimentos no aumento da capacidade de tráfego na rodovia, seja através de novas licitações que virão a ser feitas pelo Estado no futuro. Considerando o grande número de estradas ainda por privatizar e as significativas exigências de investimento de capital para as futuras concessões, considerou-se que haverá um número suficientemente grande de licitações e suficientemente reduzido de empresas habilitadas a participar, configurando-se então estas oportunidades de expansão como opções proprietárias para este projeto.

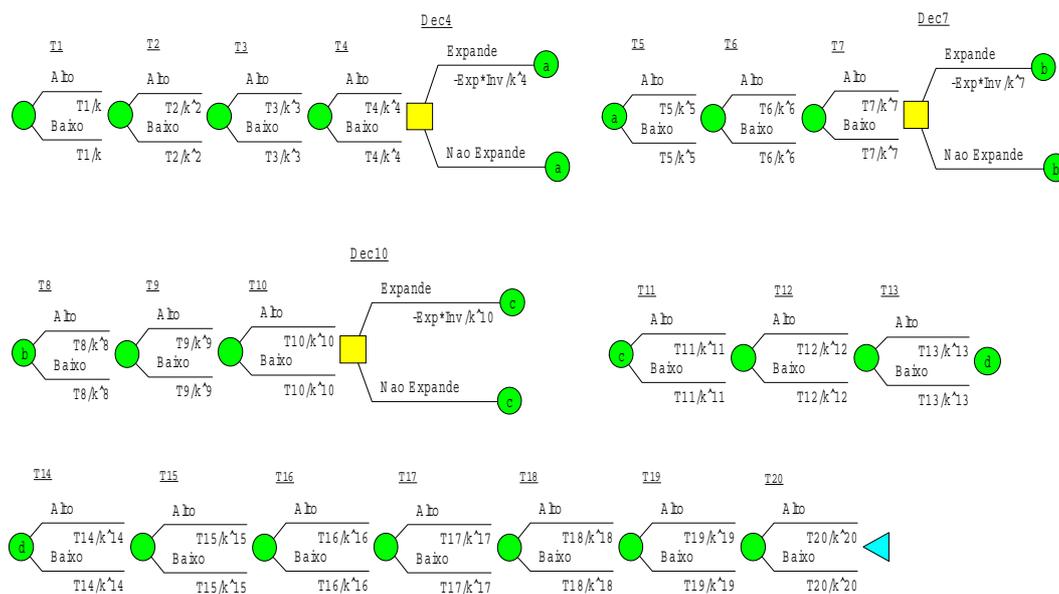


Figura 25 – Árvore de Decisão com Opção de Expansão

A análise mostra que o valor do projeto aumenta de R\$ 106,539 milhões para R\$ 139,514 milhões com a presença das opções de expansão (Figura 26), onde podemos ver os primeiros três períodos da árvore de decisão.

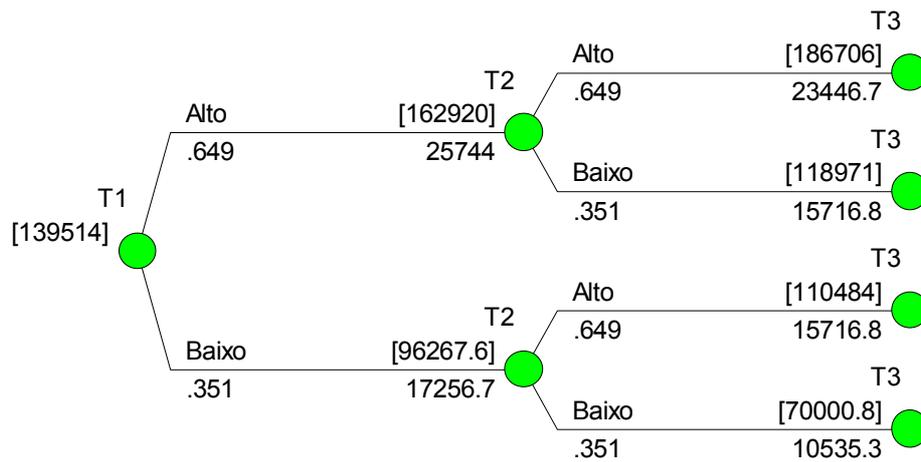


Figura 26 – Valor do Projeto com Opção de Expansão

A política ótima de investimentos é mostrada na Figura 27. Podemos ver que na grande maioria das vezes (85% para a opção do ano 4) será ótimo aproveitar as oportunidades de expansão que possam surgir no futuro.

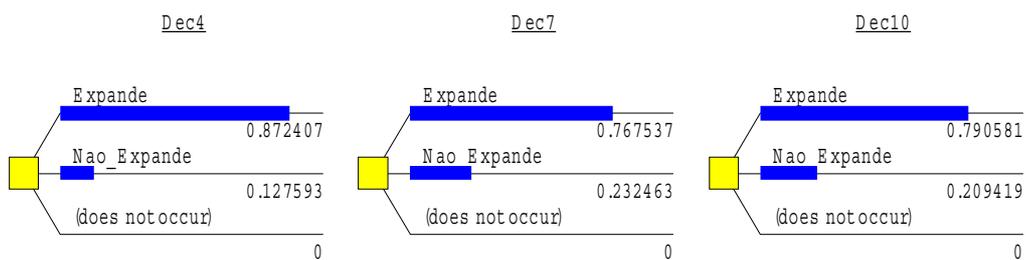


Figura 27 – Política Ótima de Investimentos

É possível que exista uma margem de erro sobre o tamanho da oportunidade de expansão. Foi feita então uma análise de sensibilidade sobre o fator de expansão, que está apresentada na Figura 28. As mudanças de cores indicam a fronteira onde ocorre uma alteração na estratégia ótima da empresa. Os resultados indicam que o valor do projeto aumenta com o tamanho da expansão, o que era de se esperar.

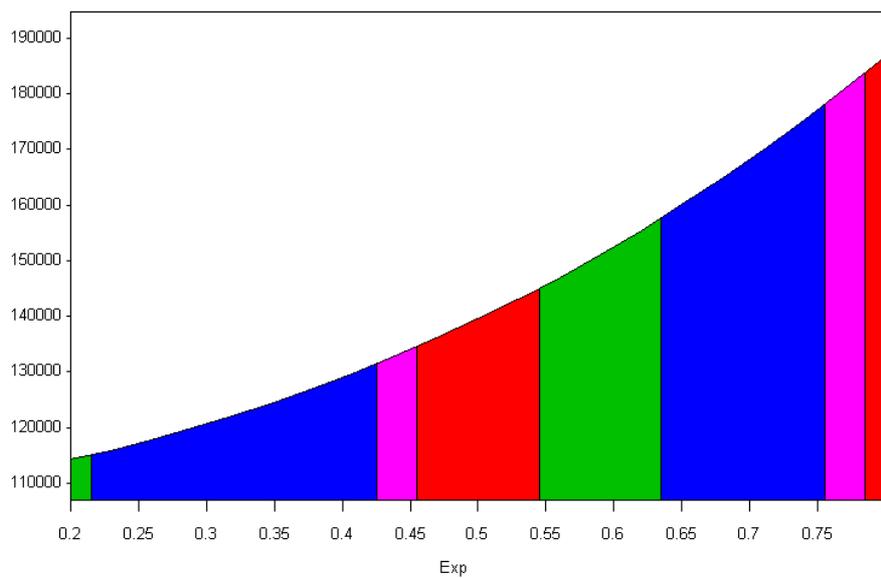


Figura 28 – Valor do Projeto: Sensibilidade ao Fator de Expansão

Foi analisada também a sensibilidade do projeto ao valor do investimento necessário para a sua expansão. Os resultados estão na Figura 29. Podemos ver que o valor da opção de expansão é bastante sensível ao valor do investimento, e é inversamente correlacionado com o volume do investimento.

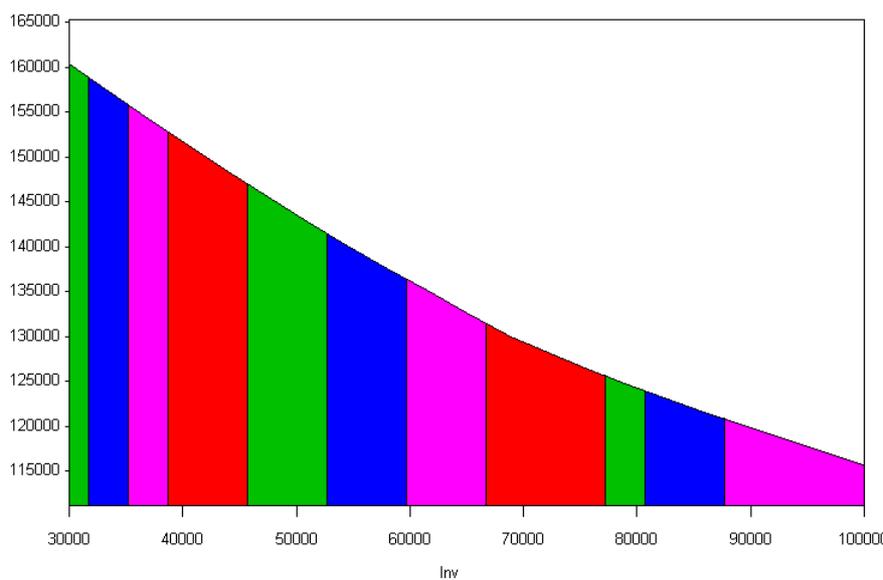


Figura 29 – Valor do Projeto: Sensibilidade ao Investimento na Expansão

4.8.5. Modelo 2 - Opção de Expansão e de Abandono

Nesta análise foi incluída a opção de abandono nos anos 4 a 10. A modelagem parcial do problema mostrando apenas o trecho do projeto com as opções entre os anos 4 e 10 pode ser observada na Figura 30, sendo que os demais períodos não sofrem nenhuma alteração. O preço de exercício da opção de abandono é o saldo entre os valores a receber pela indenização dos investimentos realizados e o custo da quitação do saldo devedor dos empréstimos.

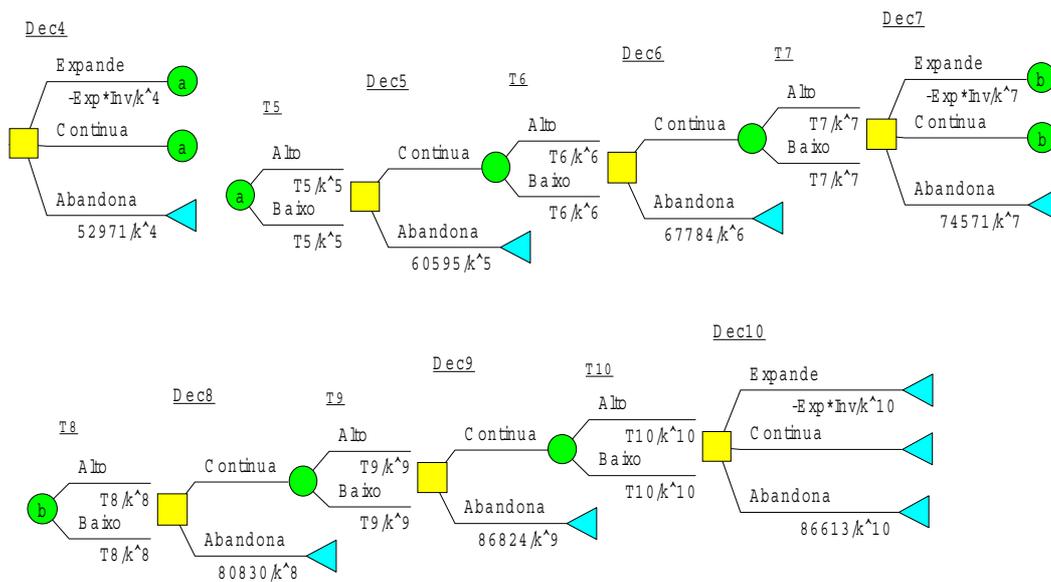


Figura 30 – Modelo Parcial com Opção de Expansão e Abandono

A Figura 31 nos mostra uma visão parcial da árvore de decisão incorporando ambas os tipos de opções. Este modelo tem cerca de 8 milhões de estados possíveis, e o Valor Presente do projeto é computado da forma usual de Programação Dinâmica, começando-se do final, utilizando-se as probabilidades neutras a risco em cada incerteza, e tomando-se a decisão ótima em cada oportunidade de decisão. Em função do valor das opções incluídas no modelo, o valor do projeto sobe agora para R\$ 147,812 milhões.

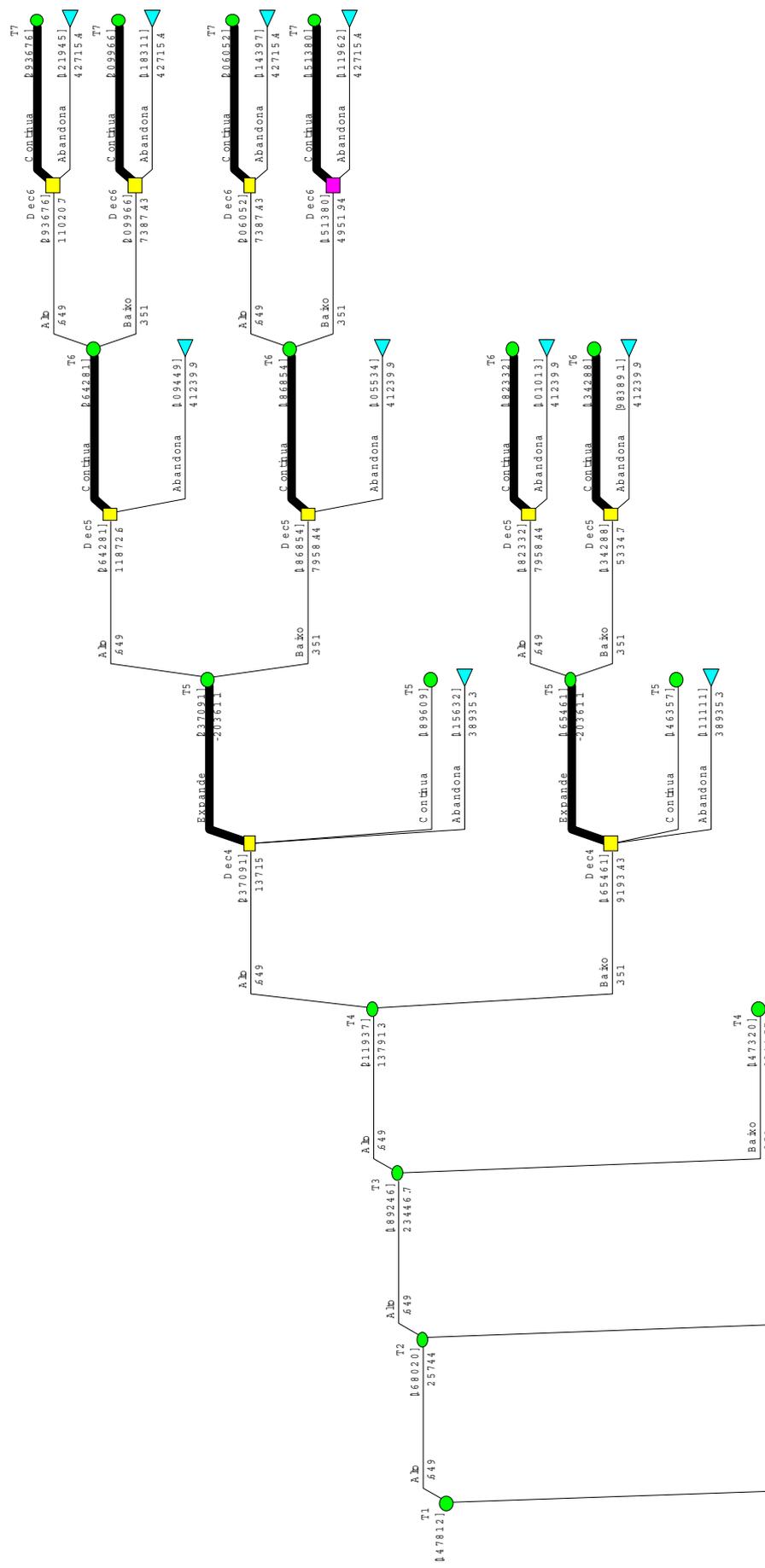


Figura 31 – Árvore de Decisão com Opção de Expansão e Abandono

A política ótima (Figura 32) mostra que a opção de abandono só será exercida a partir do ano 9, o que aparentemente é contra intuitivo, pois seria de se esperar que o seu valor fosse alto nos anos iniciais, quando existem maiores probabilidades do projeto apresentar fluxos de caixa negativos. O motivo da opção não ser exercida é que nos anos iniciais o valor de abandono é onerado pela necessidade de se quitar o saldo devedor dos empréstimos de longo prazo do projeto. Esse saldo devedor diminui à medida que esses empréstimos vão sendo quitados, o que faz com que o valor de abandono cresça com o tempo até tornar essa opção dentro do dinheiro no ano 9.



Figura 32 – Política Ótima de Investimentos

4.8.6. Modelo 3 - Opção de Expansão e de Abandono com Risco Político

O modelo adotado está apresentado em parte (apenas anos 10 a 15 da concessão) na Figura 33, e incorpora o risco de uma redução no valor do pedágio nesse período. Esse risco é modelado de forma cumulativa, o que significa que poderá haver redução do pedágio em maior ou menor grau em um, dois, ou todos os anos compreendidos neste período. Dado que o risco político da concessão é um risco privado da concessionária, no sentido de que ele não é correlacionado com o mercado, a sua presença torna o mercado incompleto para este projeto, e conseqüentemente, não teríamos mais como determinar a taxa de desconto apropriada. Ao contrário dos riscos de tráfego (PIB) e de taxa de câmbio, o risco político não pode ser hedgeado por nenhum portfólio de títulos de mercado. Analisaremos o problema de duas formas, considerando inicialmente neutralidade a risco, e posteriormente, de aversão ao risco não sistemático.

4.8.7.1. Investidor neutro ao risco não sistemático

Consideramos inicialmente que o acionista é suficientemente diversificado para apresentar comportamento neutro ao risco não sistemático, e portanto, é calculado o Valor Esperado da incerteza de risco político em cada uma das suas ocorrências. Nesse sentido, a análise demonstrou, como era de se esperar, que o risco político afeta negativamente o resultado do projeto, fazendo com que o seu valor se reduza de R\$ 147,812 milhões para R\$ 139,739 milhões.

de privatização foi um dos arranjos preferidos pelos investidores, com exemplos como os da VBC (Grupo Votorantim, Bradesco e Camargo Corrêa) no setor de energia e CCR – Companhia de Concessões Rodoviárias, formada inicialmente pela Camargo Corrêa, Andrade Gutierrez e Construtora Norberto Odebrecht, e ainda o Consórcio Brasil, que adquiriu a Companhia Vale do Rio Doce – CVRD. A justificativa mais plausível para que uma empresa reduza voluntariamente sua participação num investimento rentável seria o interesse em reduzir também a sua exposição ao risco não sistemático, o que indica um comportamento avesso a esse tipo de risco por parte dessas empresas.

Para o caso do projeto em análise, foram aplicados os parâmetros definidos por Howard (1988) para a Construtora Norberto Odebrecht (CNO) para a época da concessão da Via Dutra no ano de 1996, temos:

CNO (1996)	R\$ Milhões	Fator	Tolerância ao Risco
Vendas	4.763	0.064	304.8
Lucro	396	1.24	491.0
Patr. Líquido	3372	0.157	529.0

Tabela 12 – Determinação da Tolerância ao Risco para CNO

Com base na Tabela 12 foi feita uma análise de sensibilidade para valores de Tolerância ao Risco entre R\$ 100 milhões e R\$ 600 milhões para o cálculo do Equivalente Certo do projeto. Considerando uma função utilidade com uma TR de R\$300 milhões, o Equivalente Certo do projeto é de R\$ 133,803 milhões, o que implica numa redução de valor do projeto devido a aversão do investidor ao risco político. Para valores de TR maiores, a redução de valor diminui, uma vez que uma TR maior indica uma menor aversão ao risco privado. Na Figura 34 vemos o resultado da análise de sensibilidade do grau de Tolerância ao Risco (TR) que apresenta o Equivalente Certo do projeto para diversos níveis de TR. Cada mudança de cor indica que ocorre uma mudança na política ótima do projeto.

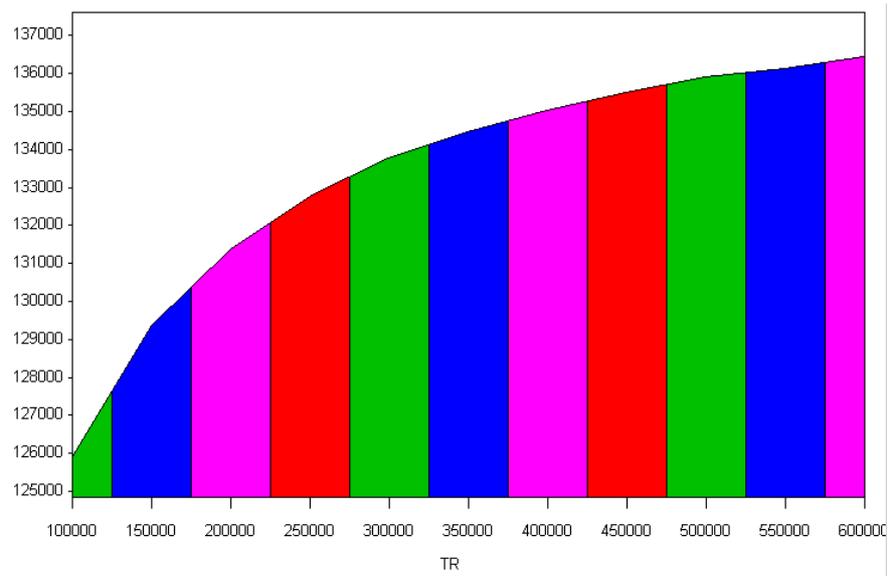


Figura 34 – Análise de Sensibilidade: Nível de Tolerância ao Risco