

Resumo

O perfil de investimento em infraestrutura vem mudando substancialmente no Brasil. Os investimentos públicos federais em infraestrutura de transporte caíram 40% entre 2010 e 2020, com crescimento de 73% de investimento privado no mesmo período. Entretanto, as concessões enfrentam incertezas relevantes, tal como a demanda de tráfego. Este estudo avalia a flexibilidade de extinção antecipada de concessões rodoviárias, prevista na regulação recente, a partir da teoria das opções reais. A extinção antecipada é modelada como uma opção de abandono (*put option*) do tipo americana, pelo método de árvore binomial. O modelo foi aplicado a um caso real de rodovia licitada no Brasil, no qual observou-se que a opção de abandono pode ser demasiadamente valiosa e pode vir a estimular concessionários a entregar antecipadamente projetos que supostamente apresentam sustentabilidade financeira a longo prazo. As principais contribuições do estudo são simular o impacto da regulação na extinção de contratos de rodovias, alertar para os seus possíveis efeitos sobre o comportamento dos concessionários e, nesse sentido, propor estudos futuros para melhor endereçamento dos riscos contratuais em concessões rodoviárias.

Palavras-chave: Opção real. Extinção antecipada. Abandono. Concessão rodoviária.

Abstract

Brazil's infrastructure investment profile has been changing. Federal public investment in transport infrastructure dropped by 40% between 2010 and 2020, with private investment growing by 73% over the same period. However, concessions face relevant issues, such as traffic demand. This study evaluates the early termination flexibility of road concessions, foreseen in the recent regulation, based on the real option theory. Early termination is modeled after an American put option using the binomial tree method. The model was applied to a real case of a Brazilian public highway, showing that the put option could be excessively valuable and encourage concessionaires to, in advance, deliver projects with supposedly long-term financial sustainability. This study contributes to simulate the impact of termination regulation of highway contracts, draw attention to its possible effects on the behavior of concessionaires and, in this regard, to propose future studies to better address contractual risks in highway concessions.

Keywords: Real option. Early termination. Put option. Road concession.

Introdução

As concessões de infraestrutura no Brasil intensificaram-se a partir da década de 1990 com a aprovação da Lei 8.987, de 13.2.1995, conhecida como Lei das Concessões (BRASIL, 1995). Em relação à infraestrutura de transportes, houve leilões de aeroportos, ferrovias, rodovias e, mais recentemente, o primeiro porto foi licitado.

No tocante aos aeroportos, segundo a Agência Nacional de Aviação Civil (Anac), houve seis rodadas de leilões de concessão para ampliação, manutenção e exploração, com o primeiro contrato assinado em janeiro de 2012, sendo os aeroportos concedidos individualmente até a quarta rodada (total de dez aeroportos) e, a partir da quinta rodada, por blocos regionais (seis blocos regionais englobaram 34 aeroportos) (ANAC, 2022).

No que tange às ferrovias, segundo dados da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), 16 concessões foram estabelecidas à iniciativa privada desde 1988 até 2021, totalizando mais de 30 mil km em 22 estados (ANTT, 2022a).

O primeiro leilão de desestatização no setor de portos foi realizado em março de 2022, objetivando a transferência de controle acionário da Companhia Docas do Espírito Santo (Codesa), associada à concessão do serviço público de administração dos portos organizados de Vitória (ES) e de Barra do Riacho (ES). De acordo com o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), no âmbito do Programa de Concessão das Autoridades Portuárias estão em andamento projetos dos portos de Santos (SP), São Sebastião (SP) e Itajaí (SC) (BNDES, 2022).

No setor de rodovias, parte considerável da malha viária nacional encontra-se sob concessão à iniciativa privada. Do total de 213.452 km de malha rodoviária pavimentada no país (CNT, 2021a), 23.230 km (ou seja, cerca de 10,9%) estavam, em dezembro de 2020, concedidos à iniciativa privada por meio de 68 concessões em operação em diferentes níveis federativos (ABCR, 2020).

Podem ser identificados diversos aspectos positivos nessa escolha, como maior nível de investimento médio por quilômetro e melhor estado geral das rodovias (CNT, 2021b), financiadas pela tarifa cobrada do usuário. Por outro lado, tal escolha apresenta desafios. Até agosto de 2022, sete projetos de concessão rodoviária federal não haviam prosperado, com os concessionários tendo apresentado pleito de devolução ao governo por meio do instrumento de relicitação. Um oitavo projeto foi encerrado por caducidade antes da criação do citado instrumento. Situação semelhante aconteceu no setor aeroportuário, com três casos de contrato nos quais foi solicitado ao governo o término antecipado da concessão, assim como no setor ferroviário, com um caso. Como motivo da interrupção, destaca-se a crise econômica vivenciada pelo país (COSTA, 2020), que afeta de forma negativa a demanda pelos serviços rodoviários privados. Nesse cenário, titulares de concessões precisaram renegociar contratos e, em certos casos, inclusive, abandoná-los.

Haja vista as dificuldades enfrentadas pelas concessionárias, em especial na década de 2010, buscou-se reduzir as barreiras de saída das empresas nos casos de dificuldades econômico-financeiras das sociedades de propósito específico (SPE). Um exemplo disso é o caso da concessão da BR-153, no qual a Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), após ter notificado a concessionária Rodovias

Galvão BR-153 S.A. em novembro de 2015, instaurou, em maio de 2016, processo administrativo para apuração das infrações da concessionária. Tal processo perdurou por um ano e três meses até a publicação do Decreto de Caducidade por inexecução contratual em agosto de 2017 (OLIVEIRA, 2018). Levaram-se adicionais dois anos para que novo processo licitatório ocorresse com a definição de novo vencedor, o Consórcio Ecovias do Araguaia, que será objeto do estudo de caso apresentado adiante.

Para reduzir a ineficiência do processo de encerramento antecipado de contratos em projetos de infraestrutura nos setores rodoviário, ferroviário e aeroportuário, o Governo Federal editou a Medida Provisória 752, de 24.11.2016 (BRASIL, 2016b), posteriormente convertida na Lei 13.448, de 5.6.2017 (BRASIL, 2017). Tal lei foi regulamentada pelo Decreto 9.957, de 6.7.2019 (BRASIL, 2019a), tendo como objetivos facilitar e flexibilizar o processo de relicitação de contratos de concessão. Dessa forma, sinalizou-se à iniciativa privada uma opção menos onerosa de abandono do contrato, com a previsão de recebimento de indenização relativa aos investimentos realizados ainda não depreciados e amortizados, conforme metodologia de cálculo estabelecida na Resolução ANTT 5.860, de 3.12.2019 (BRASIL, 2019b).

A Lei 13.448/2017, em conjunto com o Decreto 9.957/2019 e com a Resolução ANTT 5.860/2019, complementada pela Resolução ANTT 5.926, de 2.2.2021 (BRASIL, 2021a), pode ser observada como opção de abandono. Para avaliação financeira desse tipo de flexibilidade, que funciona como seguro para o concessionário, pode ser utilizada modelagem pela teoria de opções reais (TOR). A metodologia de análise de investimentos por opções reais complementa a tradicional metodologia de fluxo de caixa descontado (FCD),

incorporando em sua avaliação o valor atribuído à flexibilidade gerencial não considerada no FCD. Segundo Copeland e Antikarov (2001), o método do FCD tende a subestimar as oportunidades de investimento ao não considerar muitas das opções existentes em relação a um projeto de investimento.

O valor presente líquido (VPL) calculado pelo FDC foi desenvolvido para um ambiente de certeza, devendo sofrer correções para suas deficiências na precificação de ativos em ambientes de incertezas nos quais existam opções gerenciais (DUARTE JÚNIOR, 2013). De acordo com Duarte Júnior (2013, p. 172), as opções reais permitem “a modelagem de atitudes ativas do tomador de decisão, ao contrário das técnicas tradicionais de avaliação de projetos que supõem sempre uma atitude passiva do tomador de decisão”. Assim, a avaliação de um projeto com flexibilidade, como de expansão, contração, abandono, adiamento e de troca, inicia-se pela avaliação de um cenário base construído a partir do método tradicional do FDC e, com base nisso, precifica-se o valor da flexibilidade gerencial por meio do método da teoria das opções reais.

Este trabalho tem como objetivo precificar a opção americana de abandono, em projeto de rodovias no Brasil, por meio da metodologia de opções reais via árvore binomial. Essa opção pode ser exercida antes do término do prazo contratual, com o recebimento de indenização pelos investimentos em bens reversíveis realizados e não amortizados ou depreciados. As principais contribuições do estudo são simular o impacto da regulação na extinção de contratos de rodovias, alertar para os seus possíveis efeitos sobre o comportamento dos concessionários e, nesse sentido, propor estudos futuros para melhor endereçar os riscos contratuais em

concessões rodoviárias. Foi utilizada como estudo de caso a licitação da BR-153/414/080/TO/GO, cujo contrato foi firmado com o consórcio vencedor em outubro de 2021.

Além desta seção de introdução, a segunda parte apresenta o referencial teórico de estudo; na terceira, é explicada a metodologia adotada na pesquisa; na quarta seção, são apresentados a análise de dados e os resultados do estudo de caso da BR-153/414/080/TO/GO; por fim, na seção final, são apresentadas as conclusões.

Referencial teórico e revisão de literatura

A infraestrutura de transporte brasileira é bastante concentrada no modal rodoviário, responsável pela circulação de 64,9% de bens e de mais de 90% de pessoas no país, conforme dados da pesquisa de rodovias da Confederação Nacional do Transporte (CNT) de 2021 (CNT, 2021b). Segundo dados de tal pesquisa e do *Anuário CNT do Transporte 2021: Estatísticas Consolidadas* (CNT, 2021a), 61,9% dos trechos avaliados¹ apresentam algum tipo de problema no estado geral, 52,2% têm problemas nos pavimentos, 58,9% apresentam deficiência na sinalização e 62,1% têm falhas na geometria.

Para Moreira, Freitas Junior e Toloí (2018), as condições de mobilidade e acessibilidade dos modais de transporte para o escoamento

¹ A extensão total pesquisada foi de 109.103 km de rodovias pavimentadas, sendo 67.286 km de rodovias federais (61,7%) e 41.817 km de rodovias estaduais (38,7%). Logo, a amostra da pesquisa da CNT de 2021 abrange mais da metade das rodovias pavimentadas no país (51,1%).

da produção de mercadorias têm relação direta com o fator de crescimento econômico de um país. Nesse sentido, Trece (2020) estima que o valor dos produtos transportados pelas rodovias é de cerca de 29% do produto interno bruto (PIB) brasileiro, corroborando a importância da qualidade das rodovias para a competitividade nacional.

O histórico de concessões de rodovias privadas no Brasil remonta à década de 1990, quando passou a contar com arcabouço legal, em cenário de restrição fiscal e contínua deterioração da infraestrutura. Em um contexto de reabertura comercial e seguindo modelos internacionais de exploração da infraestrutura pela iniciativa privada, foi aprovada a Lei 8.987/1995, considerada o marco regulatório para as concessões públicas no Brasil (FERREIRA *et al.*, 2021). A evolução do Programa de Concessões Rodoviárias Federais é apresentada em diversos trabalhos (CAMPOS NETO; MOREIRA; MOTTA, 2018; COSTA, 2020; FERREIRA *et al.*, 2021).

Até outubro de 2022, segundo a ANTT (2022b), havia 25 concessões rodoviárias federais ativas, totalizando 13.163 km, além de três contratos já encerrados por advento do termo contratual e um quarto contrato encerrado por caducidade. No que diz respeito a investimentos, a pesquisa da CNT (2021b) aponta que o investimento médio por quilômetro na malha rodoviária concedida foi 134% superior ao realizado nas rodovias sob gestão pública (R\$ 381,4 mil/km contra R\$ 162,92/km). Segundo tal documento, as rodovias concedidas avaliadas apresentaram estado geral superior àquelas sob gestão pública.

Revisão bibliográfica

A despeito de concessões comuns e parcerias público-privadas (PPP) apresentarem bons resultados para a melhoria da infraestrutura (como os dados comparativamente melhores de investimento e qualidade das rodovias apresentados acima), tais projetos apresentam diversos riscos no longo prazo contratual, tendo em vista que envolvem contratos de longo prazo e investimentos robustos.

Xiong e Han (2021) pontuam que, de acordo com o banco de dados Private Participation in Infrastructure do Banco Mundial, de 1990 a 2019, 364 de 8.173 (4,5%) projetos de PPP foram encerrados antecipadamente.

Na literatura sobre análise de riscos em infraestrutura, o estudo de Chan e outros (2011) identificou 34 aspectos de riscos, incluindo o de demanda.

Flyvbjerg, Holm e Buhl (2013) estudaram 183 projetos rodoviários² entre 1969 e 1998 e constataram que em metade desses projetos a diferença entre o tráfego efetivamente verificado e o estudo de tráfego que subsidiou a estruturação do projeto é superior a 20%; em 1/4 dos casos a diferença é de 40%.

Bain (2009) pontua que existe um histórico de considerável ceticismo sobre a precisão da previsão de tráfego. Em um levantamento de mais de cem projetos internacionais de rodovias pedagiadas, o tráfego efetivo médio ficou 23% abaixo do previsto pelos estudos.

² O estudo considera, ao total, 210 projetos ferroviários e rodoviários. Os 183 projetos rodoviários estão assim distribuídos: 170 rodovias, dez pontes e três túneis, sendo eles considerados de forma agregada.

Para Song e outros (2018), a compensação é considerada uma questão central no que concerne ao término antecipado de projetos de PPP. Já Costa e Rocha (2020) realizaram uma revisão bibliométrica sobre o término antecipado de PPP.

A possibilidade de que a concessionária de uma rodovia, em um cenário de concretização do risco de demanda, possa solicitar a qualificação para a relicitação caracteriza uma flexibilidade que pode agregar valor ao projeto sob o prisma do ente privado. Tal flexibilidade pode ser precificada por meio da TOR como uma opção americana de abandono (*put option*) recebendo, como já exposto, indenização. Conforme a TOR, esse direito será exercido quando o valor esperado do fluxo de caixa livre do projeto for inferior ao valor de indenização líquida a ser recebido.

A flexibilidade pode ser benéfica tanto para o privado quanto para o poder concedente, uma vez que pode gerar uma solução mais efetiva (célere e menos custosa) do que a caducidade, quando há descumprimento contratual. O processo de caducidade, quando questionado judicialmente, pode gerar prolongamento de prazo e dificultar o processo de relicitação. Há de se considerar que a preservação de descumprimentos contratuais e baixos níveis de serviço geram impactos socioeconômicos indesejáveis.

Blank e outros (2016) realizaram avaliação por opções reais de uma concessão rodoviária hipotética no Brasil, modelando garantias de tráfego mínimo e limite de teto de tráfego com a opção implícita de abandono. O artigo concluiu que a opção de abandono impacta o nível de garantia a ser dado e que os governos devem calibrar um nível ótimo de garantias para evitar custos desnecessariamente altos, proteger os retornos do concessionário e diminuir a probabilidade de abandono.

Segundo Cabero Colín, Sánchez Soliño e Lara Galera (2017), muitos projetos de concessão enfrentaram rescisão antecipada do contrato devido ao tráfego menor do que o esperado, envolvendo, nesses casos, pagamento de indenização ao concessionário. O artigo desenvolveu metodologia baseada na abordagem de opções reais para avaliar situações de insolvência em concessões de autoestradas. Essa mesma metodologia foi, então, aplicada ao caso de uma concessão real na Espanha, em que os resultados mostram um valor significativo da opção de abandono, que representa um auxílio implícito da administração pública à concessão.

Utilizando a teoria de opções reais, Liu, Gao e Cheah (2017) desenvolveram um modelo de precificação de indenização de rescisão antecipada de projetos de PPP nos cenários de fluxo de caixa. Os autores evidenciam a importância da determinação de nível razoável de compensação por rescisão antecipada, destacando que estudos anteriores sugeriram que o mecanismo de precificação deve ser especificado no contrato e até mesmo em lei.

Regulação e projetos em relicitação no Brasil

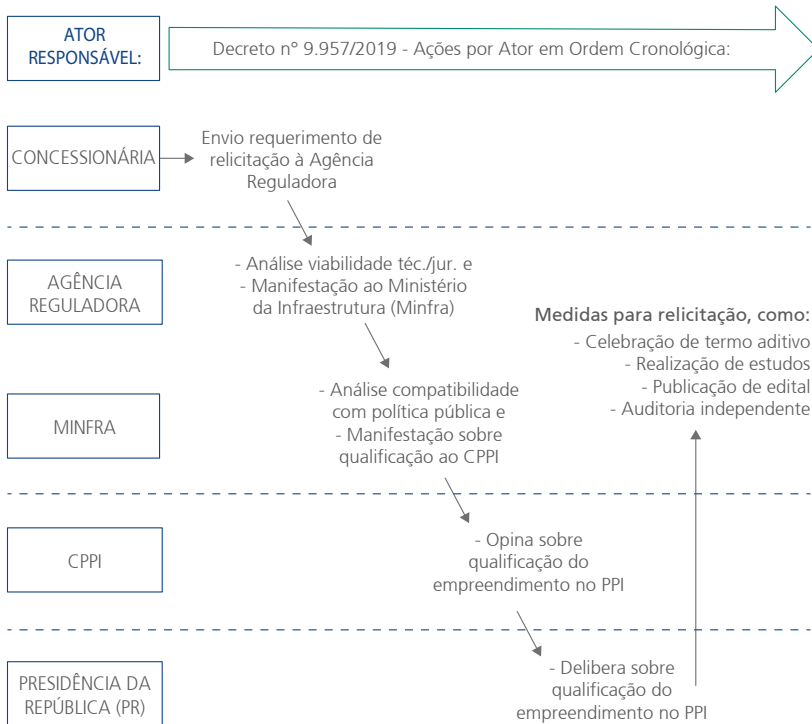
No caso brasileiro, um mecanismo de compensação por rescisão antecipada em concessões federais de infraestrutura de transporte nos setores rodoviário, ferroviário e aeroportuário foi estabelecido por um conjunto de normativos que incluem a Lei 13.448/2017, o Decreto 9.957/2019, a Resolução ANTT 5.860/2019 e a Resolução ANTT 5.926/2021, conforme será apresentado a seguir.

A Lei 13.448/2017 estabelece diretrizes gerais para prorrogação e relicitação dos contratos de parceria nos setores rodoviário,

ferroviário e aeroportuário, contemplando, exclusivamente, empreendimentos qualificados para esse fim no âmbito do Programa de Parcerias de Investimentos (PPI) do Governo Federal. Tal dispositivo define a relicitação como sendo o procedimento de extinção amigável do contrato de parceria vigente e de realização de nova licitação, sob novas condições contratuais, para seleção e nova contratação para o empreendimento. Ou seja, a lei visa facilitar a dissolução dos contratos de concessão em situações nas quais as disposições contratuais não estejam sendo atendidas ou cujos concessionários demonstrem incapacidade de adimplir suas obrigações, devendo ser avaliada a pertinência pelo poder concedente, caso a caso. A lei define que, enquanto não houver um novo contratado vencedor no processo de relicitação, a empresa deve continuar prestando serviços em condições mínimas para garantir a continuidade e a segurança dos serviços essenciais, estando dispensada da realização do plano de investimento originalmente previsto. Tal aspecto dessa regulação difere-a substancialmente da anterior, a Lei 8.987/1995, que em seu artigo 35 definia que, extinta a concessão, retornariam ao poder concedente todos os bens reversíveis, direitos e privilégios transferidos ao concessionário, havendo a imediata assunção do serviço pelo poder concedente. Nesse sentido, não havia a previsão de manutenção pela concessionária de serviços com qualidade mínima em um período de transição planejada, de forma a reduzir impactos aos usuários da infraestrutura.

A supracitada Lei 13.448/2017 foi regulamentada pelo Decreto 9.957/ 2019, o qual detalha o procedimento para relicitação dos contratos, conforme resumido na Figura 1.

Figura 1 • Resumo do procedimento para relicitação de contratos no âmbito do Decreto 9.957



Fonte: Elaboração própria.

Após a promulgação da Lei 13.448/2017 e do Decreto 9.957/2019, a ANTT, no âmbito das rodovias federais, emitiu a Resolução ANTT 5.860/2019, a qual apresenta a metodologia para o cálculo dos valores de indenização relativos aos investimentos vinculados a bens reversíveis não depreciados ou amortizados (descontados eventuais multas e outros valores a serem abatidos). Tais valores poderão ser pagos pelo novo contratado como condição para o início do contrato de parceria (BRASIL, 2017, Art. 15º, inciso III, § 1º). Vale destacar que, no caso do setor rodoviário, a Resolução ANTT 5.926/2021

complementa o marco regulatório ao estabelecer diretrizes para encerramento, relicitação e extensão dos contratos de concessão de infraestrutura rodoviária sob competência da agência reguladora.

Assim, no Brasil, já existe regulamentação referente ao nível de compensação a ser praticado em caso de término antecipado de contrato de parceria de investimentos, consoante sugerido por Liu e outros (2017).

Concessões atualmente em processo de relicitação

No que concerne a projetos federais, foram identificadas, em julho de 2022, 11 concessões de infraestrutura de transporte em diferentes etapas do processo de devolução antecipada ao poder concedente, sendo sete rodoviárias, três aeroportuárias e uma ferroviária.

No setor rodoviário, dos sete projetos,³ quatro estão com termos aditivos já firmados entre concessionária e poder concedente (Via 040 [BR-040/DF/GO/MG]; MS Via [BR-163/MS]; Concessionária das Rodovias Centrais do Brasil [Concebra] [BR-060/153/262 DF/GO/MG]; e Autopista Fluminense [BR-101/RJ]); um teve requerimento de relicitação aprovado pela ANTT, mas encontra-se em análise pelo Minfra (Rota do Oeste [BR-163/MT]); e dois estão com pedido em análise pela ANTT (Rodovia do Aço [BR-393/RJ] e ECO101 [BR-101-ES/BA]).

A Tabela 1 resume os dados das sete rodovias atualmente em processo de devolução antecipada.

3 Em julho de 2022.

Tabela 1 • Processos de relicitação no setor rodoviário

Concessão	Concessionário	Trecho objeto da concessão	Extensão (km)	Início da concessão	Prazo (anos)	Qualificação no PPI para fins de relicitação	Etapas do processo de devolução:
VIA 040	Investimentos e Participações em Infraestrutura (Invepar)	BR-040/DF/GO/MG: trecho Brasília (DF)- Juiz de Fora (MG)	936,8	22.4.2014	30	Decreto 10.248, de 18.2.2020 (BRASIL, 2020a)	Prorrogação de 18 meses no termo aditivo firmado com a ANTT (3º Termo Aditivo, de 17.2.2022).
MS VIA	Companhia de Participações em Concessões (CPC)	BR-163/MS: início na divisa com o estado do Mato Grosso e término na divisa com o Paraná (RS)	847,2	11.4.2014	30	Decreto 10.647, de 11.3.2021 (BRASIL, 2021c)	Aditivo firmado com ANTT (1º Termo Aditivo, de 10.6.2021).
Concebra	Triunfo Participações e Investimentos (TPI)	BR-060/153/262 DF/GO/MG	1176,5	5.3.2014	30	Decreto 10.864, de 19.11.2021 (BRASIL, 2021d)	Aditivo firmado com ANTT (2º Termo Aditivo, de 18.2.2022).
Autopista Fluminense	Arteris	BR-101/RJ: divisa RJ/ES-Ponte Presidente Costa e Silva	320,1	18.2.2008	25	Decreto 11.005, de 21.3.2022 (BRASIL, 2022a)	Pedido aprovado pela ANTT, aditivo firmado com ANTT (2º Termo Aditivo, de 15.6.2022).
Rota do Oeste	Odebrecht Transport (OTP)	BR-163/MT-BR-163 e MT-407 do MS até o entroncamento com a MT-220	850,9	21.3.2014	30	Decreto 11.122, de 06.7.2022 (BRASIL, 2022b)	Pedido aprovado pela ANTT, aditivo firmado com ANTT (4º Termo Aditivo, de 5.10.2022).
Rodovia do Aço	K-INFRA	BR-393/RJ-divisa MG/RJ-entroncamento BR-116 (Dutra)	200,4	28.3.2008	25	Ainda não há	Pedido de relicitação realizado em 12.11.2021, em análise pela ANTT.
ECO101	EcoRodovias Infraestrutura e Logística e SBS Engenharia e Construções	BR 101/ES/BA-entroncamento BA-698 (acesso a Mucuri)-divisa ES/RJ	475,9	10.5.2013	25	Ainda não há	Pedido de relicitação realizado em 15.7.2022, em análise pela ANTT.

Fonte: ANTT.

No setor aeroportuário, os concessionários das três primeiras rodadas de concessão solicitaram a devolução, sendo que foram firmados aditivos contratuais para relicitação nas concessões dos aeroportos de São Gonçalo do Amarante (RN) e de Viracopos (SP). Já o aeroporto do Galeão (RJ) foi qualificado no âmbito do PPI, mas até outubro de 2022 não havia sido firmado aditivo entre as partes, conforme a Tabela 2.

Tabela 2 • Processos de relicitação no setor aeroportuário

Aeroporto	Concessionária	Início da Concessão	Prazo (anos)	Qualificação no PPI para fins de relicitação	Etapas do processo de devolução:
Natal (RN): São Gonçalo do Amarante	Inframerica Concessionária do Aeroporto de São Gonçalo do Amarante	24.1.2012	28	Decreto 10.472, de 24.8.2020 (BRASIL, 2020c)	Aditivo firmado com Anac (Termo Aditivo 007, de 20.11.2020)
Campinas (SP): Viracopos	Aeroportos Brasil – Viracopos	11.7.2012	30	Decreto 10.427, de 16.7.2020 (BRASIL, 2020b)	Aditivo firmado com Anac (2º Termo Aditivo ao Contrato)
Rio de Janeiro (RJ): Galeão	Concessionária do Aeroporto Internacional de Rio de Janeiro	7.5.2014	25	Decreto 11.171, de 11.8.2022 (BRASIL, 2022c)	Qualificado no PPI. Aditivo a ser firmado.

Fonte: Anac ([2022]).

No tocante a ferrovias, a concessão da Malha Oeste SP-MS solicitou devolução, estando com aditivo firmado com a ANTT nesse sentido, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 • Processos de relicitação no setor ferroviário

Ferro- via	Concessio- nária	Extensão (km)	Início da Concessão	Prazo (anos)	Qualificação no PPI para fins de relicitação	Etapa do processo de devolução:
Malha Oeste: SP e MS	Rumo Malha Oeste	1.973,10	01.7.1996	30	Decreto 10.633, de 18.2.2021 (BRASIL, 2021b)	Aditivo firmado com a ANTT (2º Termo Aditivo de 21.5.2021).

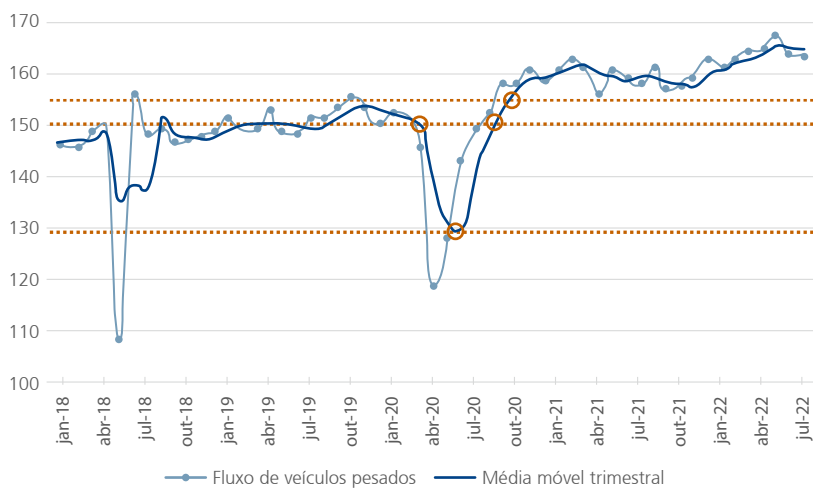
Fonte: ANTT.

Quando se analisa o histórico de pedidos de relicitação de rodovias, percebe-se que se trata de um problema mais antigo do que a crise sanitária decorrente da pandemia de Covid-19, iniciada em 2020. Por exemplo, a Via 040 e a MS Via entraram com pedido de relicitação antes mesmo de 2020.

Em relação ao primeiro caso, segundo a Via 040 (2022), desde o início da operação em 2014, a concessão vem enfrentando um quadro setorial mais desafiador do que aquele que havia quando foi realizada a modelagem que culminou no leilão de 2013. Entre os desafios, Via 040 destaca os seguintes: (i) as condições de financiamento bancário para investimentos foram modificadas; (ii) houve atrasos e fragmentação na emissão das licenças ambientais para execução de obras; e (iii) a redução significativa da atividade econômica brasileira afetou diretamente o tráfego de veículos e passageiros. Assim, em setembro de 2017, a Via 040 formalizou seu primeiro pedido de adesão à Lei 13.448/2017. Em agosto de 2019, portanto, dois anos após a promulgação da lei, esta foi regulamentada pelo Decreto 9.957/19 e, na sequência, ainda em agosto de 2019, a Via 040 apresentou novo pedido de adesão à relicitação, sendo qualificado no âmbito do PPI para fins de relicitação em 18 de fevereiro de 2020, alguns dias antes do primeiro caso oficial de Covid-19 no Brasil (RESENDE, 2022).

No tocante ao impacto da pandemia de Covid-19 no fluxo de veículos em rodovias sob concessão privada no Brasil, de acordo com o Índice ABCR⁴ (ABCR, 2022), ao final do terceiro trimestre de 2020, a quantidade de veículos pesados trafegando nas rodovias concessionadas já superava o nível pré-pandemia, sendo o maior desde o início de 2015, quando a crise econômica se agravou e o país enfrentou dois anos de variação negativa do PIB: -3,5% em 2015 e -3,3% em 2016 (PARADELLA, 2018), conforme os Gráficos 1 (dados entre os anos de 2018 e 2022) e 2 (dados entre os anos de 2000 e 2018).

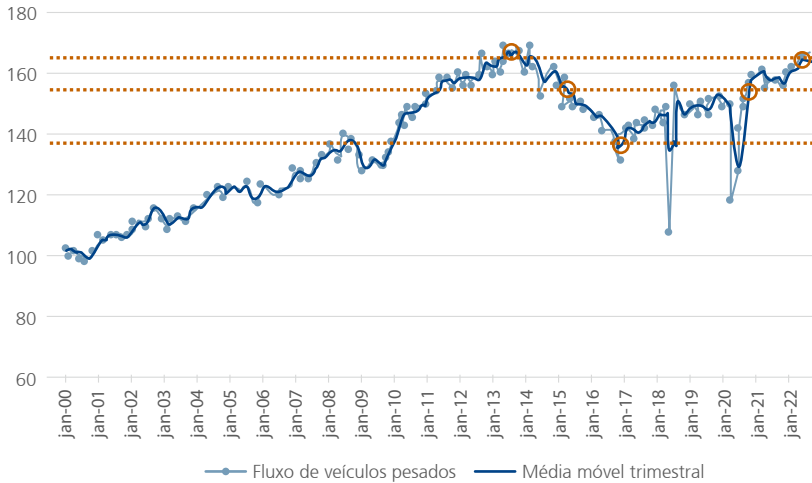
Gráfico 1 • Brasil – Índice ABCR para fluxo de veículos pesados em rodovias concessionadas (2018-2022)



Fonte: ABCR (grifo nosso na cor vermelha).

4 O Índice ABCR é calculado com base no fluxo de veículos que passam pelas praças pedagiadas. O número índice, cuja base média de 1999 = 100, foi construído com informações de fluxo pedagiado de 33 concessionárias e é composto atualmente pelas informações das praças de 51 concessionárias.

Gráfico 2 • Brasil – Índice ABCR para fluxo de veículos pesados em rodovias concessionadas (2000-2022)



Fonte: ABCR (grifo nosso na cor vermelha).

Assim, apesar de um solavanco no início de 2018 (quando ocorreu a greve dos caminhoneiros) e da própria queda devido à Covid-19 (iniciada no final do primeiro trimestre de 2020, com recuperação dos níveis pré-pandemia no terceiro trimestre do mesmo ano), o índice ABCR para veículos pesados, responsáveis pela maior parte do transporte de cargas no país, vem apresentando crescimento desde o final de 2016. No tocante aos dados do índice ABCR de veículos totais nas estradas concessionadas, os quais também incluem os veículos leves, a recuperação e o crescimento mostram-se um pouco menos incisivos, mas ainda assim muito próximos dos níveis pré-pandemia, conforme se nota nos Gráficos 3 (dados entre os anos de 2018 e 2022) e 4 (dados entre os anos de 2010 e 2022). Nesse sentido, os pedidos de relicitação nesse setor não parecem ser primordialmente decorrentes da Covid-19.

Vasconcelos (2022) pontua que os projetos que começaram a ser estruturados a partir de 2011 apresentaram, sob certa medida, premissas econômicas e de políticas públicas comuns, destacando que o cenário econômico à época se mostrava bastante otimista e que tal otimismo influenciou as premissas utilizadas nas modelagens. O autor entende que o otimismo inicial dos formuladores de políticas públicas foi compartilhado pelo mercado privado, sendo os elevados ágios ou deságios obtidos nesse período, a depender do critério dos leilões, celebrados por todos como prova do êxito dos processos licitatórios, o que, como o tempo demonstrou, não se mostrou acertado.

Nesse sentido, a exposição de motivos da Medida Provisória 752/2016, posteriormente convertida na Lei 13.448/2017, informa que se objetiva “reparar problemas e desafios históricos [...] e sanear contratos de concessão vigentes para os quais a continuidade da exploração do serviço pelos respectivos concessionários tem se mostrado inviável” (BRASIL, 2016a, p. 1).

Destaca-se que, das oito rodovias federais licitadas na terceira rodada, com início das concessões entre maio de 2013 e junho de 2015, seis apontam para desfechos de término antecipado, conforme apresentado na Tabela 1. Dessa forma, pode ser constatado que houve problemas nas concessões de rodovias federais realizadas, principalmente na terceira rodada, e que as concessionárias agora vislumbram uma porta de saída que não existia antes desse novo arcabouço legal. Essa redução na barreira de saída pode caracterizar um *upside* para as empresas, sob o prisma de que, vislumbrando receber indenização em caráter amigável pelos investimentos realizados e não depreciados ou amortizados, há um incentivo para buscarem essa solução sob eventuais dificuldades enfrentadas ao longo da concessão, sem que necessariamente tais dificuldades sejam

incontornáveis, podendo os projetos apresentarem, a longo prazo, viabilidade econômico-financeira. Desse modo, existe a expectativa de que o número de pedidos de concessionárias de relicitação continue aumentando (VASCONCELOS, 2022).

Metodologia

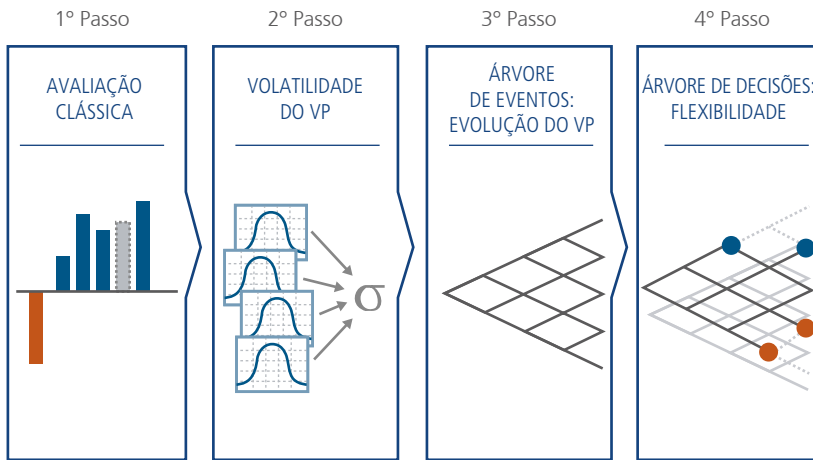
Este estudo objetiva apreçar o valor de um projeto de concessão do lote rodoviário BR-153/414/080/TO/GO,⁵ incluindo o valor agregado pela flexibilidade proporcionada pela opção de abandono do projeto ao longo do período de concessão. Para tanto, é realizada uma comparação entre: (i) o valor atribuído ao projeto pela tradicional metodologia de FCD; e (ii) o valor do projeto incluindo o cálculo da flexibilidade gerencial de abandono, realizado por meio da TOR.

O valor da opção real de abandono da concessão, que corresponde à opção de venda (*put option*) americana, será calculado em tempo discreto, por meio do método de árvore binomial recombinante, a partir do modelo originalmente desenvolvido para opções financeiras por Cox, Ross e Rubinstein (1979). Conforme apresentado em Marques, Bastian-Pinto e Brandão (2021), a despeito de o modelo de Cox, Ross e Rubinstein ser de simples implementação para opções financeiras, a modelagem para opções reais requer abordagem diferente, considerando os fluxos de caixa do projeto como dividendos, tal qual proposto por Copeland e Antikarov (2001). No tocante à estimação da volatilidade do projeto, foi utilizado o ajuste proposto por Brandão, Dyer e Hahn (2012), que corrige a superestimação da volatilidade.

5 Foram licitados 850,7 km, tendo o contrato de concessão sido assinado em 1º de outubro de 2021 entre a ANTT e a EcoRodovias.

Assim como realizado em Montezano e Bastian-Pinto (2005), a metodologia foi baseada no processo de avaliação de opções reais em quatro passos apresentada em Copeland e Antikarov (2001). A Figura 2 resume os quatro passos da metodologia, a qual será explicada na sequência.

Figura 2 • Processo de avaliação de opções reais em quatro passos



Fonte: Montezano e Bastian-Pinto (2005).

O passo 1 consiste em avaliar o valor presente do projeto por meio da tradicional metodologia de FDC. Para tanto, projetam-se os fluxos de caixa livres do projeto, os quais são reduzidos por uma taxa de desconto. Esse será o valor do projeto na ausência de flexibilidades gerenciais.

O passo 2 compreende a determinação da volatilidade do projeto, estabelecida a partir da volatilidade de uma das variáveis que compõem o fluxo de caixa. Esse passo incorporará o ajuste proposto por Brandão, Dyer e Hahn (2012) em relação à metodologia desenvolvida por Copeland e Antikarov (2001), a qual apresenta

superestimação na definição da volatilidade do projeto. A incerteza analisada será a demanda de veículos equivalentes que pagam pedágio no lote rodoviário concedido.

Após estabelecer a volatilidade do projeto, a árvore de eventos será construída no passo 3, a partir dos movimentos ascendentes e descendentes do valor inicial do projeto, proveniente do passo 1, ao longo dos 35 períodos.

O passo 4, por sua vez, envolve a modelagem e o cálculo da opção de abandono de trás para frente (*backwards*). Parte-se do último período e retrocede-se até chegar ao tempo zero, no qual será avaliado o valor expandido do projeto, definido como a soma da opção real e do valor presente do projeto sem a opção, calculado no passo 1.

A seguir, serão apresentados detalhamentos sobre cada um dos quatro passos no caso concreto do projeto da BR-153/414/080/TO/GO.

Passo 1: caso base – fluxo de caixa descontado

O caso base do projeto é definido como aquele que apresenta o valor do projeto sem apreçamento de flexibilidade gerencial, ou seja, calculado pelo tradicional método do fluxo de caixa descontado.

Neste trabalho, o modelo base foi adaptado daquele estabelecido nos Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental (EVTEA) (ANTT, [2019]), que resultaram no Edital de Concessão 1, lançado em 29.1.2021 pela União Federal, por meio da ANTT ([2021]), com critério híbrido para seleção do vencedor, ao combinar o deságio sobre a tarifa quilométrica de R\$ 0,12200/km para pista simples (sendo o deságio máximo limitado a 16,25%), tendo por referência

julho de 2019 e a maior outorga a ser paga *upfront*. Tais estudos de viabilidade, públicos e disponíveis no site da ANTT, foram desenvolvidos pela Empresa de Planejamento e Logística (EPL) em parceria com o International Finance Corporation (IFC) (EPL, 2020).

O Produto 4 do EVTEA, “Relatório de Estudos Econômico-Financeiros”, apresenta a planilha do fluxo de caixa do projeto, com projeção para os 35 anos da concessão, considerando: (i) as premissas de projeção de demanda; e (ii) os investimentos (Capex) e despesas operacionais (Opex) previstos, conforme cronologia e parâmetros de desempenho constantes no Programa de Exploração da Rodovia (PER).

Cumprе destacar que o valor da tarifa básica do pedágio apresentado no edital⁶ foi calculado como um “atingir meta”, de modo que a taxa de desconto (Weighted Average Capital Cost (WACC) regulatório, de 8,47% ao ano) fosse a taxa interna de retorno (TIR) do projeto. Ou seja, a tarifa básica do pedágio foi calculada para que o VPL do projeto fosse igual a zero naquelas condições. A partir do momento em que consideramos (i) que a tarifa para pista simples da proposta vencedora é inferior àquela constante no edital; e (ii) que foi ofertada outorga por parte do vencedor, *ceteris paribus*, o VPL do projeto passa a ser negativo, considerando o WACC regulatório.

A lógica para uma empresa apresentar (i) deságio em relação à tarifa básica e (ii) outorga, conforme citado no parágrafo anterior, é que, em seus cálculos de viabilidade, ela conseguirá obter resultados mais favoráveis do que aqueles no EVTEA apresentados junto

6 O referido estudo calculou as tarifas básicas com valores distintos para pistas simples e pistas duplas, as quais serviram de referência no leilão do lote rodoviário. Trechos com pista duplicada apresentaram tarifa quilométrica 40% superior à tarifa de pista simples.

ao edital. Tais resultados podem ser provenientes de estimativas de uma maior demanda de veículos pagantes, de um menor Capex e/ou Opex e/ou de um custo de capital inferior àquele dos estudos disponibilizados pelo estruturador do projeto. Adicionalmente, a empresa pode também ter considerado em seus cálculos o valor da opção real de abandono, o que será objeto de análise adiante.

Haja vista que a empresa vencedora do leilão apresentou em sua proposta deságio no valor das tarifas quilométricas e pagamento de outorga, o modelo financeiro base de fluxo de caixa descontado (sem valor de opção) utilizado neste trabalho será baseado no estudo de EVTEA pré-leilão, mas com algumas alterações devido à proposta vencedora, conforme será apresentado na quarta seção.

Dessa forma, será apresentado o valor do caso base em termos de VPL e valor presente (VP), sendo que este último (o qual não considera os valores pagos a título de outorga e o Capex) será utilizado para montagem da árvore de eventos (passo 3).

Conforme será apresentado no passo 2, a variável de incerteza modelada para cálculo da opção real será a demanda de veículos pagantes, tendo os valores estimados no EVTEA sido utilizados neste trabalho com um ajuste de majoração da demanda de forma linear, por simplificação (para que o VPL do projeto fosse igual a zero, após as já citadas alterações das condições do EVTEA relativas à tarifa e outorga, além da redução de 15% no Capex, conforme será explicado adiante).

Quanto ao modelo de crescimento do tráfego, o relatório informa que o PIB nacional foi utilizado como variável explicativa para estimar o crescimento do tráfego, destacando haver similaridade entre

o comportamento do PIB nacional e aquele dos estados da região de influência da BR-153.

Dada a indisponibilidade de uma série histórica de dados de tráfego de automóveis e caminhões, o EVTEA definiu, como variável *proxy* para o tráfego, dados de vendas de combustível para os estados da área de influência do lote rodoviário, cujas séries históricas a partir de 2001 estão disponíveis no *site* da Agência Nacional de Petróleo (ANP) para todos os estados. Assim, após análise econométrica, o EVTEA apresentou as projeções de demanda para o período da concessão.

Para o cálculo do valor do projeto no caso base, os valores do fluxo de caixa livre de cada período foram trazidos a valor presente utilizando-se a taxa de desconto estabelecida pela ANTT na Nota Técnica SEI 2786/2019/SUREG/DIR, chamada de WACC Regulatório, no valor de 8,47%.

Dessa forma, o VPL do projeto foi calculado ao descontar os fluxos de caixa projetados para o início do período de 35 anos de concessão utilizando-se o citado WACC regulatório.

Passo 2: cálculo da volatilidade

Conforme Copeland e Antikarov (2001), a volatilidade de um projeto não é igual à volatilidade das incertezas das variáveis-insumo que compõem o fluxo de caixa, devendo a primeira ser obtida a partir das últimas. De acordo com tais autores, as estimativas das incertezas das variáveis individuais que compõem o fluxo de caixa são obtidas a partir de dados históricos ou de estimativas subjetivas.

Neste trabalho, a variável de incerteza é a demanda (D), a qual se presume seguir um processo de difusão estocástica do tipo movimento geométrico browniano (MGB).

O MGB é um processo estocástico aleatório não estacionário,⁷ em que a variável estudada apresenta variações normalmente distribuídas e incrementos cuja variância aumenta com o tempo. Segundo Silva, Pinto e Brandão (2016), o MGB é um processo de Wiener,⁸ não estacionário, frequentemente utilizado para a modelagem de incertezas relativas a projetos de infraestrutura, descrevendo adequadamente o comportamento de tráfego em rodovias.

O movimento geométrico browniano é representado pela seguinte equação diferencial, sendo $z(t)$ um processo de Wiener (movimento browniano):

$$dD = \alpha Ddt + \sigma_D Ddz \quad (1),$$

onde D é a variável estudada, dz é incremento de Wiener, a relação entre dz e dt é dada por $dz = \varepsilon\sqrt{dt}$, ε é o processo de Wiener padrão, apresentando distribuição normal padrão ($\varepsilon \sim N(0,1)$), α é a taxa de crescimento (*drift*) e σ_D é o desvio-padrão.

Como já apresentado no passo 1, devido à indisponibilidade de dados históricos de tráfego da rodovia em estudo ou de rodovias da área de influência, utilizou-se como *proxy* a variável consumo de combustível (*diesel*) nos estados da área de influência do projeto. Dessa forma, avaliou-se a volatilidade histórica dessa variável *proxy* como sendo a volatilidade da demanda para estimar a volatilidade do projeto, conforme explicado a seguir.

7 Em processos não estacionários, a variância da variável observada não é constante no tempo, podendo o valor esperado da variável aleatória crescer indefinidamente.

8 Processo de Wiener é um caso particular do processo de Markov, em que apenas o valor presente de uma variável importa para prever o seu futuro, não sendo relevante o seu passado. No processo de Wiener, as variações são normalmente distribuídas e seus incrementos, independentes, com variância crescente ao longo do tempo.

Seguindo o modelo proposto por Brandão, Dyer e Hahn (2012) e conforme disposto em Marques, Bastian-Pinto e Brandão (2021), para modelar a variável de incerteza como seguindo um MGB, foram estimados os dois parâmetros, α e σ_D , a partir da série histórica de 2001 a 2020 ($n = 20$ eventos) do consumo de *diesel*. Para calibrar os dados, calculou-se, primeiramente, a série de log retorno $\ln(D_t/D_{t-1})$, de ($n = 1$) eventos, a partir da série de consumo de combustível. Na sequência, calculou-se a taxa de crescimento (*drift*) α pela média dessa série de log retorno, assim como o parâmetro de volatilidade σ_D pelo desvio-padrão da mesma série. Assim, foram obtidos α e σ_D para a variável de consumo de *diesel*. Como já exposto, o consumo de combustível foi utilizado como uma variável *proxy* para a demanda devido à ausência de série histórica de dados de demanda na região. Assim, foram considerados, para a demanda de tráfego nas rodovias a serem pedagiadas, os mesmos valores de taxa de crescimento (*drift*) α e volatilidade σ_D calculados para a série histórica do consumo de *diesel*.

Na sequência, para modelar a volatilidade dos fluxos de caixa do projeto (derivada da volatilidade da variável de incerteza), procedeu-se a uma simulação de Monte Carlo, considerando apenas a variável estocástica da demanda do primeiro ano com receita tarifária (ano dois). Assim, foram realizadas mil iterações para obter os valores da demanda no ano dois (\tilde{D}_2),⁹ a partir da demanda do período um (determinística e fornecida pelo EVTEA), conforme equação 2 (MARQUES; BASTIAN-PINTO; BRANDÃO, 2021):

$$\tilde{D}_2 = D_1 e^{\left[\left(\alpha - \frac{\sigma_D^2}{2} \right) \Delta t + \sigma_D N(0;1) \right]} \quad (2),$$

9 O sinal “-” indica que a variável é estocástica.

onde D_1 é a demanda determinística no ano um, α é a taxa de crescimento (*drift*) da demanda, σ_D é a volatilidade da demanda e $N(0;1)$ é a distribuição de probabilidade normal padrão, de média zero e desvio-padrão um. Destaca-se que a primeira parte do expoente da equação 2 se refere à parcela determinística, enquanto a segunda se refere à parcela estocástica.

Considerando mil iterações da simulação sobre o valor da demanda no ano dois, foram obtidos mil valores distintos para o fluxo de caixa do projeto no ano dois (\tilde{F}_2), que também é uma variável estocástica regida pelo MGB.

Se a volatilidade do projeto fosse calculada pelo modelo de Copeland e Antikarov (2001), proceder-se-ia à simulação acima para cada um dos anos subsequentes (do ano três ao ano 35). Porém, conforme Brandão, Dyer e Hahn (2012), isso levaria a um erro de superestimação da volatilidade do projeto, acarretando incorretos aprelçamentos de opções e decisões de investimentos subótimas. Assim, seguindo o modelo proposto por Brandão, Dyer e Hahn (2012), a simulação é realizada apenas no ano dois ($t = 2$), enquanto para os anos subsequentes ($t = 3$ até $t = 35$) a demanda é determinística e seu cálculo é realizado a partir da equação 3 do valor esperado da demanda D_t (a qual não contém a volatilidade σ_D , mas somente o *drift* α):

$$D_t = D_2 e^{\alpha(t-t_2)} \quad (3)$$

Assim, para cada um dos mil valores obtidos para a demanda de cada ano, conforme equações 2 e 3, foram determinados os respectivos valores de fluxo de caixa do projeto. Seguindo o modelo, realizou-se o cálculo, em $t = 2$, do valor estocástico do projeto em cada um dos mil casos, conforme a seguinte equação 4, sendo μ a taxa de desconto.

$$\widetilde{V}_2 = \widetilde{F}_2 + \sum_{t=3}^{35} \frac{F_t}{(1+\mu)^{t-1}} \quad (4)$$

Na sequência, o *output* da simulação é obtido pela variável \widetilde{Z} para cada valor de \widetilde{V}_2 proveniente das mil iterações da simulação de Monte Carlo, conforme a equação 5, na qual \overline{V}_1 é o valor determinístico do projeto calculado no ano zero (passo 1).

$$\widetilde{Z} = \text{Ln} \left(\frac{\widetilde{V}_2}{\overline{V}_1} \right) \quad (5)$$

Por fim, o desvio-padrão da série simulada da variável \widetilde{Z} é utilizado como a volatilidade (desvio-padrão) do projeto, a qual é um dos *inputs* para montagem da árvore de eventos, conforme será apresentado no passo 3.

Passo 3: construção da árvore binomial de eventos – evolução do valor do projeto

Uma vez obtida a volatilidade σ_v do projeto pelo procedimento explicado no passo 2, pode-se dar início à construção da árvore de eventos. Um dos conceitos fundamentais no uso dessa metodologia é o de neutralidade a risco para o cálculo do valor presente da opção. Dado que uma opção sobre um ativo não apresenta a mesma incerteza do respectivo ativo subjacente, para calcular o valor da opção no valor presente não poderia ser utilizada a mesma taxa de desconto do ativo básico. Conforme ponderaram Black e Scholes (1973), a taxa de desconto para a opção varia de acordo com o tempo, sendo, portanto, um problema complexo. Uma das formas de contornar essa dificuldade é por meio da mudança da medida de probabilidade (DIAS, 2014), de forma que a taxa de desconto utilizada seja a taxa livre de risco. Por tal razão, chama-se essa probabilidade “q” de probabilidade neutra ao risco.

Assim, segundo Dias (2014), para se calcular o valor do ativo de risco por esse método (método da certeza equivalente, ou da neutralidade a risco, ou ainda da mudança de medida de probabilidade), muda-se a medida de probabilidade da medida real, definindo-se novas probabilidades (q e $1-q$) para os cenários de cima e de baixo da árvore binomial, de forma que a opção passe a ter como taxa de desconto a taxa livre de risco (r_f). O método da construção da árvore binomial de eventos apresentado neste passo se baseia, desta forma, no princípio de neutralidade a risco.

Calculam-se, inicialmente, os valores múltiplos para os movimentos ascendente (conhecido pela letra “u”, de *up*) e descendente (conhecido pela letra “d”, de *down*), de maneira que a árvore binomial recombinante seja uma aproximação discreta do processo estocástico MGB em tempo contínuo usado no modelo de Black e Scholes (1973) (DIAS, 2014). Serão utilizados os valores de “u” e de “d” definidos no modelo de Cox, Ross e Rubinstein (1979), calculados pelas equações 6 e 7:

$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} \quad (6)$$

$$d = 1/u \quad (7)$$

Calcularam-se as probabilidades neutras ao risco “q” e “1-q” a partir dos valores de “u”, “d” e da taxa livre de risco “ r_f ” anual pela equação 8:

$$q = \frac{1+r_f-d}{u-d} \quad (8)$$

Assim, tendo calculado “u”, “d”, “q” e “1-q”, inicia-se a montagem da árvore binomial recombinante de eventos a partir do ano $t = 0$, com o valor determinístico do projeto, V_0 (definido no passo 1),

calculando-se os valores em $t = 1$ para os movimentos ascendentes (multiplicando-se V_0 por “u”) e descendentes (multiplicando-se V_0 por “d”). Conforme Copeland e Antikarov (2001) e Marques, Bastian-Pinto e Brandão (2021), é necessário calcular os fluxos de caixa após o desconto de dividendos. A taxa de dividendos de cada período é calculada pela divisão do fluxo de caixa livre em t (F_t) pelo valor, presente em t , do somatório dos fluxos de caixa de t (inclusive) até $t = 35$ anos ($V_{t \text{ ex ante}}$), conforme equação 9:

$$\delta_t = \frac{F_t}{V_{t \text{ ex ante}}} \quad (9)$$

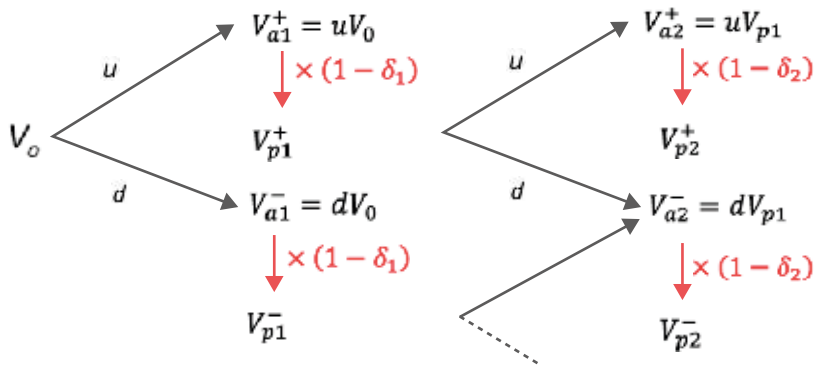
Assim, a partir do valor do projeto *ex ante* (V_a) em $t = 1$ e da taxa de dividendos do referido período, calcula-se o valor *ex post* (V_p) em $t = 1$, conforme a seguinte equação:

$$V_p = V_a(1 - \delta_t) \quad (10)$$

Obtidos os valores *ex post* em $t = 1$, esses são multiplicados por “u”, no caso da trajetória ascendente, e por “d”, no caso do caminho descendente, dessa maneira obtendo-se o valor do projeto *ex ante* no período seguinte, $t = 2$. Então, os procedimentos se repetem até o último período ($t = 35$ anos): realiza-se novamente o processo de expurgar de tal valor os dividendos do período, para então poder calcular os valores *ex ante* do período posterior.

A Figura 3 apresenta esquematicamente o procedimento de montagem da árvore binomial com pagamento de dividendos a cada nó.

Figura 3 • **Árvore binomial recombinante com pagamento de dividendos a cada nó**



Fonte: Marques, Bastian-Pinto e Brandão (2021).

Ao final desse processo, a árvore de eventos recombinante estará concluída. Proceder-se-á, então, ao cálculo do valor da opção, objeto do passo 4.

Para facilitar a execução do procedimento da Figura 3, optou-se pela construção de duas árvores de eventos em separado, a primeira *ex ante* e a segunda *ex post* dividendos, sendo importante destacar que o procedimento em duas árvores separadas trará rigorosamente o mesmo resultado se feito diretamente em uma árvore apenas. As duas árvores interagem entre si, sendo construídas de forma concomitante.

Passo 4: precificação da opção de abandono

Nesse passo, será precificada a opção de abandono do projeto por parte do concessionário antes do término da concessão, cujo prazo previsto em contrato é de 35 anos. Assim, caso o montante do fluxo de caixa futuro previsto seja inferior à eventual indenização

recebida pelos investimentos realizados, vale a pena, sob o prisma financeiro privado, exercer a opção de abandono.

O preço de exercício da opção corresponde ao valor a ser recebido pela concessionária em caso de abandono do projeto, que é, segundo a Resolução ANTT 5.860/2019, o valor dos investimentos acumulados realizados em bens reversíveis subtraído da depreciação/amortização acumulada até o ano de abandono. Nesse sentido, o preço de exercício pode ser calculado em qualquer momento no ano t do projeto por meio da equação 11.

$$\text{Preço de Exercício}_t = \text{Invest.}_{Acum.t} - (\text{Deprec.} + \text{Amort.})_{Acum.t} \quad (11)$$

Para os investimentos acumulados, considerou-se a linha de fluxo de investimentos apresentada no EVTEA, com redução de 15%, devido à previsão de um Capex otimizado apresentada em relatório de análise de renomada instituição financeira sobre o projeto, conforme será apresentado na quarta seção. Já para a depreciação e amortização, considerou-se, com base na Resolução ANTT 5.860/2019 (referente à metodologia para cálculo dos valores de indenização), a taxa de depreciação como linear entre o ano em que o investimento é realizado e o prazo final da concessão.

A montagem da árvore de cálculo do valor expandido do projeto é realizada de trás para frente (*backwards*), partindo-se dos nós em $t = 35$ anos até chegar ao nó em $t = 0$, que será o valor expandido do projeto, o qual corresponde à soma (i) do valor base do projeto (calculado no passo 1 pela metodologia tradicional do FDC) e (ii) do valor da opção de abandono. Assim, para chegar ao valor da opção de abandono basta subtrair do valor expandido do projeto o valor base do projeto calculado pelo FDC.

Da mesma forma que realizado no passo 3, neste passo também se trabalhará com duas árvores, uma *ex ante* e uma *ex post* dividendos.

Inicia-se na árvore *ex post* de cálculo do valor expandido do projeto, no período $t = 35$ anos. Para cada nó, calcula-se o máximo entre (i) o valor de indenização (equivalente ao valor do investimento acumulado subtraído pela depreciação acumulada), que é o valor obtido em caso de abandono, e (ii) o valor do projeto se a opção de abandono não tiver sido exercida (obtido pelo valor do nó da árvore de eventos *ex post* calculada no passo 3).

Na sequência, partindo-se dos nós calculados para $t = 35$ na árvore de valor expandido *ex post*, calculam-se os valores dos nós correspondentes na árvore de valor expandido *ex ante*, somando-se os dividendos, os quais correspondem à diferença (subtração) entre (i) os valores da árvore de eventos *ex ante* e (ii) os valores da árvore de eventos *ex post*. Logo, os valores da árvore de valor expandido *ex ante* para cada nó são os valores da árvore de valor expandido *ex post* mais os dividendos.

Após calcular os valores dos nós em $t = 35$ para a árvore de valor expandido *ex post* e árvore de valor expandido *ex ante*, conforme descrito acima, calculam-se os valores dos nós em $t = 34$ da árvore de valor expandido *ex post*, estando esses, no máximo, entre o valor da indenização recebida em caso de exercício da opção e o valor do projeto se a opção não for exercida. Este último será calculado trazendo a valor presente os valores dos nós da árvore de valor expandido *ex ante* acima e abaixo no período anterior (como essa árvore é construída retroindutivamente, o período anterior ao $t = 34$ é $t = 35$), ponderados pelas probabilidades neutras a risco “ q ” e “ $1-q$ ” e divididos por “ $1 + r_f$ ”, sendo “ r_f ” a taxa livre de risco.

Calculados os valores dos nós em $t = 34$ na árvore de valor expandido *ex post*, calculam-se os valores correspondentes na árvore de valor expandido *ex ante* seguindo o mesmo procedimento de somar os dividendos já explicado para $t = 35$.

Realizam-se esses mesmos passos até se chegar em $t = 0$, quando na árvore de valor expandido *ex post* constar-se-á o valor do projeto expandido. Conforme já exposto, desse valor basta subtrair o valor base do projeto calculado pelo FDC no passo 1 para se obter o valor da opção real de abandono do projeto, conforme equação a seguir.

$$VP_{EXPANDIDO} = VP_{TRADICIONAL} + VP_{OPÇÃO REAL} \quad (12)$$

Análise de dados e resultados

Estudo de caso

Esta seção apresenta um estudo de caso no qual será aplicada a metodologia descrita na seção três. Tal estudo consistirá na precificação do valor da opção real de abandono detida pelo ente privado, em um projeto de concessão rodoviária federal, à luz da recente legislação brasileira já apresentada.

Trata-se do projeto de concessão comum de 850,7 km da BR-153/414/080/TO/GO, cujo Edital de Concessão 01/2021 foi publicado em 29.1.2021 pela ANTT, conforme já exposto.

O referido projeto foi a leilão em 29.4.2021, tendo sido vencido pelo Consórcio Ecovias do Araguaia,¹⁰ com deságio máximo de tarifa e maior valor de outorga apresentado (R\$ 320 milhões).

¹⁰ O Consórcio Ecovias do Araguaia é formado pelos grupos EcoRodovias (65%) e Global Logistic Properties (GLP) (35%).

Conforme disposto na metodologia, será realizada uma comparação entre o valor atribuído ao projeto pela tradicional metodologia de FCD e o valor do projeto incluindo o cálculo da flexibilidade gerencial de abandono, realizado por meio da TOR.

Passo 1: caso base – fluxo de caixa descontado

O caso base foi adaptado do EVTEA, que trabalhou com fluxo real. Calcularam-se o VPL e o VP, sendo que este último não inclui o Capex nem outorga, tendo sido considerados os valores de tarifa apresentados na proposta vencedora do leilão.¹¹

A seguir, serão apresentadas as principais premissas adotadas, utilizadas no modelo econômico-financeiro para o caso base.

- i. Demanda: a demanda refere-se à estimativa de veículos de carga e de passeio durante 35 anos. Conforme apresentado na seção três, este trabalho calculou, com um “atingir meta”, que a demanda anual seria 42,69% linearmente superior à do EVTEA, para que o VPL seja igual a zero.
- ii. Investimentos (Capex): os valores de investimentos foram previstos no EVTEA, sendo de R\$ 3,336 milhões¹² trazidos a valor presente pelo WACC. Como já apresentado, foi considerado Capex de 15% inferior a tal valor, remontando, em termos de valor presente, a R\$ 2,836 milhões.

11 Correspondente a R\$ 0,10218/km para pista simples e R\$ 0,14305/km para pista dupla

12 O valor de investimentos divulgado foi a soma dos investimentos ao longo dos 35 anos sem trazê-los a valor presente, ou seja, sem descontá-los por nenhuma taxa de desconto. Dessa forma, chegou-se a um valor de R\$ 7,817 milhões de investimentos.

- iii. Despesas operacionais (Opex): as despesas operacionais seguiram o definido no EVTEA do projeto, porém com alterações no valor da outorga variável, uma vez que esta é um percentual aplicado à receita bruta do projeto, a qual variou devido à mudança de demanda. Trazendo as despesas operacionais a valor presente em $t = 0$ pelo WACC regulatório (8,47%), seu valor total remonta a R\$ 1,751 milhão.¹³
- iv. Outorga: o valor de outorga da proposta econômica da vencedora do leilão foi de R\$ 320 milhões. Além desse valor, segundo o contrato de concessão, a concessionária precisa desembolsar na conta de aporte o montante adicional correspondente a três vezes o valor da outorga, sendo importante destacar a disposição contratual de que não serão acrescidos à indenização, em caso de extinção antecipada (salvo em caso de encampação), os valores pagos a título de outorga para a exploração do sistema rodoviário. Dessa forma, consta no ano zero da concessão o desembolso de R\$ 1,28 bilhão, correspondente a quatro vezes o valor da outorga.
- v. Depreciação e amortização: no caso de concessões rodoviárias federais, a base do cálculo de indenização que faz jus a um concessionário em caso de extinção antecipada são os investimentos vinculados a bens reversíveis não depreciados ou amortizados, conforme disposto na Resolução 5.860/2019 da ANTT.

¹³ O valor de despesas operacionais sem trazer a valor presente, ou seja, sem descontá-los por nenhuma taxa de desconto, é de R\$ 5,910 milhões.

De acordo com a metodologia constante em tal resolução, os valores da indenização dos bens reversíveis serão calculados pelo custo histórico. O mês final utilizado para aplicação das taxas de depreciação ou amortização será o mês de extinção antecipada do contrato de concessão. As taxas de depreciação ou amortização utilizadas serão lineares, considerando o prazo entre o momento em que o ativo estiver disponível para uso e a sua vida útil. No caso da infraestrutura física do trecho rodoviário, a vida útil considerará o prazo final da concessão pelo advento do seu termo definido em contrato, ou seja, no 35º ano de concessão. Os valores dos bens indenizáveis serão reajustados pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), a partir da data em que o ativo estiver disponível para uso até a data da extinção antecipada do contrato de concessão.

Para fins de simplificação, considerar-se-á que os ativos estarão disponíveis para uso já no ano em que os investimentos forem realizados, conforme modelo econômico-financeiro, passando a depreciar nesse mesmo ano. Assim, se um investimento for realizado no ano n , a depreciação será calculada de forma linear do ano n até o ano 35, sem valor residual.

Passo 2: cálculo da volatilidade

Conforme metodologia definida na seção três, foi escolhida como variável *proxy* para a demanda de veículos a venda de combustível para os estados da área de influência do lote rodoviário, cujas séries históricas a partir de 2001 estão disponíveis no site da ANP para todos os estados (ANP, 2020), em mil metros cúbicos.

Foram estimados os parâmetros α e σ_D pela média e desvio-padrão, respectivamente, da série de log retorno $\ln(D_t/D_{t-1})$ de 19 eventos, a partir da série de consumo de combustível.

Assim, obteve-se o valor de 4,57% para o *drift* α e o valor de 6,46% para o desvio-padrão da variável consumo de combustível. Como tal variável está sendo utilizada como *proxy* para a variável de demanda de tráfego, para esta também serão considerados os mesmos *drift* α e desvio-padrão σ_D calculados para a variável consumo de combustível.

Na sequência, procedeu-se à simulação de Monte Carlo, na qual foram realizadas mil iterações para obtenção dos valores da variável estocástica demandada no ano dois (\tilde{D}_2), conforme equação 2, onde:

- D_1 = veículos equivalentes (demanda determinística no ano um, primeiro ano da concessão, quando ainda não se começou a cobrar pedágio, o que ocorrerá a partir do ano dois);
- $\alpha = 0,04566$; e
- $\sigma_D = 0,06462$.

Na sequência, a partir da simulação de Monte Carlo para ajuste da volatilidade, calculou-se a variável \tilde{Z} seguindo a equação 5, para cada valor de v_2 calculado conforme a equação 4, sendo v_1 o valor determinístico do projeto calculado no passo 1. O desvio-padrão ajustado do projeto passou a ser de 5,5%.

Passo 3: construção da árvore binomial de eventos – evolução do valor do projeto

Após obter o desvio-padrão do projeto no valor de 5,5%, inicia-se a construção da árvore de eventos. Conforme descrito na seção de metodologia, calculam-se, inicialmente, os valores múltiplos para os movimentos ascendente (“u”, de *up*) e descendente (“d”, de *down*), pelas equações 6 e 7, sendo σ_V a volatilidade do projeto

calculada no passo 2. Assim, foram obtidos os seguintes resultados: $u = 1,06$ e $d = 0,95$.

Calcularam-se as probabilidades neutras ao risco “q” e “1-q” a partir da equação 8 e dos valores de “u”, “d” e da taxa livre de risco “ r_f ” anual pela seguinte fórmula:

$$q = \frac{1+r_f-d}{u-d} \tag{13}$$

Utilizando-se como r_f o valor de 1,97%, a partir da fórmula acima, obteve-se que $q = 66,67\%$ e $1-q = 33,33\%$.

A Tabela 4 apresenta os valores de cada parâmetro utilizado na montagem da árvore de eventos.

Tabela 4 • Valores atribuídos às variáveis para montagem da árvore de eventos

VP em t=0 em R\$ (milhões)	4.116
Volatilidade=	5,50%
r_f =	1,97%
u=	1,06
d=	0,95
q=	67%
1-q=	33%

Fonte: Elaboração própria.

Assim, tendo calculado “u”, “d”, “q” e “1-q”, montaram-se duas árvores de eventos, *ex ante* e *ex post* dividendos, conforme metodologia apresentada na seção três. As árvores foram montadas a partir do VP do projeto, e não do VPL, que é zero. O VP é de R\$ 4,116 milhões, não considerando os valores de outorga e investimentos.

Ao final do processo, a árvore de eventos recombinante está concluída, apresentando, no último período, 36 nós ($n + 1$). Proceder-se-á, então, ao cálculo do valor da opção, objeto do passo 4.

Passo 4: precificação da opção de abandono

Neste passo, será precificada a opção de abandono do projeto por parte do concessionário antes do término da concessão, cujo prazo previsto em contrato é de 35 anos. Tal opção se caracteriza como uma opção de venda (*put option*) americana, quando seu proprietário pode exercê-la ao longo do projeto na hipótese de o cenário enfrentado pelo projeto se deteriorar. Assim, caso o montante do fluxo de caixa futuro previsto seja inferior à eventual indenização recebida pelos investimentos realizados, vale a pena, sob o prisma financeiro privado, exercer a opção de abandono.

Seguindo metodologia apresentada na seção três, foram montadas uma árvore *ex ante* dividendos e uma árvore *ex post* dividendos. Dessa forma, calculou-se o valor presente expandido do projeto, a partir do qual se pôde chegar ao valor da opção real de abandono pela subtração entre o valor presente do projeto expantido (R\$ 5,026 milhões) e o valor presente do projeto no caso base (R\$ 4,116 milhões), por meio da equação 12.

Dessa forma, o valor da opção real de abandono do projeto foi calculado em R\$ 910 milhões, que representa um acréscimo de 22% ao valor presente do projeto no caso base, calculado pela metodologia do FCD.

A Tabela 5 consolida os VPLs e VPs para o caso base (sem opção gerencial, calculado pelo FCD) e para o caso expandido (no qual precifica-se o valor da opção real de abandono), assim como o valor da opção real calculado neste passo.

Tabela 5 • Valores encontrados para valor presente líquido, valor presente e valor de opção real

Em R\$ (milhões)

Caso base		Projeção com opção		Valor OR
VPL	-	VPL	910	910
VP	4.116	VP	5.026	

Fonte: Elaboração própria.

O resultado aponta que a opção real de abandono do projeto apresenta valor significativo. Dessa forma, como já exposto, entende-se que o novo arcabouço legal referente à relicitação, por reduzir a barreira de saída, gera opção de abandono valiosa, caracterizando um *upside* para as empresas. Assim, sob o prisma do concessionário, tal opção pode gerar uma percepção de redução do risco do empreendimento, uma vez que, se for caracterizado o disposto no artigo 13 da Lei 13.448/2017 (ou seja, que disposições contratuais não estão sendo atendidas ou que o contratado demonstre incapacidade de adimplir as obrigações contratuais ou financeiras assumidas originalmente), ele poderá receber uma indenização e sair do projeto, permanecendo com a manutenção de serviços essenciais até que um novo concessionário assumira o negócio sob novas regras e condições.

Pelo exposto, uma opção demasiadamente valiosa pode vir a estimular concessionários a entregar antecipadamente projetos em operação, que supostamente apresentariam sustentabilidade econômico-financeira no longo prazo, ou seja, a geração de receita futura do projeto superaria as saídas de caixa com investimentos e custos operacionais. Para o caso da BR-153/414/080/TO/GO, objeto deste estudo, pressupõe-se que o valor da opção já está embutido no valor ofertado pelo ente privado no leilão, via desconto de tarifa e outorga, não constituindo um benefício concedido sem contraparte.

É razoável pensar que apenas extinguir contratos, sem buscar meios de levá-los ao seu regular termo contratual, não seja a solução ideal, principalmente diante dos custos de realizá-lo. Além da questão do pagamento de alto valor de indenização propriamente dito, outros prejuízos à economia com a interrupção de investimentos em aumento de capacidade, interrupção da geração de renda e criação de empregos podem ser uma realidade (VASCONCELOS, 2022).

Adicionalmente, como pontuado por Vasconcelos (2022), a sinalização a novos investidores de que não precisam necessariamente permanecer em um projeto em dificuldades pode vir a atrair comportamentos oportunistas dos concessionários. Por outro lado, do ponto de vista do poder concedente, a devolução antecipada pode permitir a interrupção contratual de concessões problemáticas, que já apresentam inexecução de contratos. Tal interrupção tem potencial de destravar valores para a sociedade e permitir a relicitação de infraestruturas públicas que eventualmente poderiam ser melhor geridas e, por conseguinte, entregar mais valor à sociedade.

Idealmente, seria importante, antes de caminhar no sentido de extinguir os contratos, ainda que de forma amigável, buscar meios de renegociá-los. Conforme Vasconcelos (2022), quanto aos novos contratos, deve-se necessariamente refletir sobre a efetiva adequação do atual modelo regulatório contratual do setor de transportes e de sua estrutura de compartilhamento de riscos, na busca de evitar términos antecipados de contrato. Entende-se que essa alternativa seria melhor para a infraestrutura e para o país.

Conclusão

A partir da década de 1990, o Brasil passou a contar com um crescente número de projetos de infraestrutura na modalidade de concessão comum ou PPP. Tais projetos contam com investimentos privados e apresentam, em muitos casos, resultados mais favoráveis, em termos de montante de investimento e de qualidade da infraestrutura ofertada ao usuário, do que os ofertados pelo setor público, notadamente em cenários de restrição fiscal deste último, que caracteriza atualmente o país.

Dado que envolvem contratos de longo prazo e vultosas cifras de investimento, os projetos enfrentam diversas incertezas, com riscos alocados entre o poder público e o setor privado. Em cenários em que uma ou mais incertezas potenciais se concretizam e se transformam em riscos, as concessionárias podem não conseguir recuperar os investimentos realizados e obter uma taxa de retorno esperada, ensejando devolução antecipada dos projetos. Segundo Xiong e Han (2021), entre 1990 e 2019, 4,5% dos projetos de PPP em diversos países foram encerrados antecipadamente.

Visto que a metodologia tradicional de avaliação de projetos por FCD não considera o valor existente de flexibilidades gerenciais, este trabalho buscou complementar tal análise com a precificação da opção de abandono do projeto detida pelo concessionário, utilizando como estudo de caso um projeto de rodovia federal cujo contrato de 35 anos foi firmado no final de 2021, referente a um sistema rodoviário de 850 km composto pelas BR-153/414/080/TO/GO. Tal flexibilidade pode ser precificada por meio da TOR como uma opção americana de abandono, na qual seu proprietário (a concessionária) tem o direito (mas não a obrigação) de abandonar o projeto

(respeitando, naturalmente, os termos acordados na celebração do termo aditivo) em qualquer momento antes do vencimento do contrato, recebendo uma indenização pelos investimentos em bens reversíveis realizados e não depreciados ou amortizados.

O valor da opção real de abandono da concessão foi calculado em tempo discreto, por meio do método de árvore binomial recombinante, a partir do modelo originalmente desenvolvido para opções financeiras por Cox, Ross e Rubinstein (1979). Porém, por se tratar de uma opção real, foi utilizada abordagem que considera os fluxos de caixa do projeto como dividendos, como proposto por Copeland e Antikarov (2001). Entretanto, no tocante à estimação da volatilidade do projeto, foi utilizado o ajuste proposto por Brandão, Dyer e Hahn (2012), que corrige a superestimação da volatilidade. A metodologia foi baseada no processo de avaliação de opções reais em quatro passos apresentada em Copeland e Antikarov (2001), quais sejam: (i) avaliação do caso base do projeto por fluxo de caixa descontado; (ii) determinação da volatilidade do projeto considerando a incerteza da variável demanda; (iii) montagem da árvore binomial de eventos; e (iv) cálculo da opção real na árvore de decisões.

O resultado apontou que a opção real de abandono importa um valor de R\$ 910 milhões adicionais ao valor base do projeto calculado pelo VPL via método do FCD. O valor substancial da opção de abandono traz indícios de que os custos para abandono são baixos, tornando atrativas as extinções antecipadas de contratos que apresentam incertezas significativas, pela visão do privado. Nesse sentido, o aumento do valor do projeto, pela existência da *put option*, poderia ser avaliado em estudos futuros como um indutor para redução de valor tarifário, dado que os investidores já contam com um mecanismo de redução de riscos previsto na legislação.

Algumas limitações do trabalho são apresentadas a seguir: não foi considerado na precificação da opção de abandono que, a despeito da previsão da extinção amigável do contrato com o pagamento de indenização nos moldes da Lei 13.448/2017, não basta o concessionário decidir exercer a opção, sendo necessário o poder público avaliar o caso concreto e chancelar caso entenda pertinente; e não foi considerado, no cálculo do valor da opção, o mecanismo de mitigação de risco de receita tarifária (tal como receita mínima garantida ou mecanismo de bandas de demanda) previsto em contrato, visando compensar a concessionária ou o poder concedente em razão de variações significativas do tráfego. Além disso, não considerou-se, no cálculo do valor da opção de abandono, uma estimativa para o fluxo de caixa entre o momento em que é firmado o termo aditivo entre o poder concedente e o concessionário (estabelecendo, entre outros, obrigações relativas à manutenção da prestação de serviços essenciais) até o início da vigência do novo contrato de parceria; e foi realizada uma majoração da demanda de forma linear, por simplificação, para todos os anos do projeto (para que o VPL do projeto, após as alterações das condições do EVTEA relativas a tarifa, outorga e Capex, fosse igual a zero). Ademais, a simulação da demanda utilizada no passo 2 para cálculo da volatilidade do projeto foi realizada de forma agregada, sem considerar variações individuais entre as nove praças de pedágio; para efeito do cálculo da indenização, todo investimento foi considerado como sendo em bens reversíveis, nos termos da Resolução ANTT 5.860/2019, estando disponível e começando a depreciar no ano de sua realização; foram utilizados no cálculo do modelo base dados e premissas do EVTEA, incluindo o uso do WACC regulatório de 8,47%, sem maiores críticas; e não foi escopo deste trabalho uma análise jurídica sobre o instituto da relicitação.

Uma conclusão sobre os resultados encontrados é que a opção de abandono acaba sendo muito valiosa e pode estimular os concessionários a abandonar projetos muito arriscados. A alocação de riscos contratuais poderia ser revista, por exemplo, para que não haja grande debandada e rotatividade de concessionários, o que poderia atrasar a execução de investimentos em infraestrutura no país. Atualmente, por exemplo, foram identificados 11 projetos federais (dados de julho de 2022) de infraestrutura de transporte com processo de relicitação em andamento em algum nível, ainda que nenhum tenha sido efetivamente concluído.

Por fim, enquanto recomendação para futuros estudos, sugere-se, como possibilidades:

- i. a avaliação do valor da opção de abandono em projetos de infraestrutura considerando diferentes mecanismos de mitigação do risco de variação da demanda, buscando alternativas de alocação de risco que minimizem os casos de abandono e favoreçam o sucesso dos projetos;
- ii. a avaliação do valor da opção de abandono incorporando outras variáveis de risco, como risco de custos de insumos, cambial, taxas de juros, inflação, preço do petróleo e outros riscos macroeconômicos, setoriais e/ou de construção e operação, assim como incorporando mecanismos de mitigação de tais riscos;
- iii. incorporação no cálculo de opção de abandono de expectativa de fluxo de caixa no período entre a assinatura do termo aditivo até o início da vigência do novo contrato de parceria;

- iv. cálculo do valor da opção real considerando maior detalhamento sobre quais são os investimentos em bens reversíveis, quando passam a estar disponíveis e como ocorrem sua depreciação e amortização, nos termos da Resolução ANTT 5.860/2019;
- v. cálculo do valor da opção de abandono considerando preços de exercícios decorrentes de outras metodologias de cálculo de indenização distintas daquela estabelecida pela Resolução ANTT 5.860/2019;
- vi. cálculo do valor da opção de abandono por outros métodos de solução de opções reais;
- vii. cálculo do valor da opção de abandono em projetos de outros setores abarcados pela Lei 13.448/2017 e pelo Decreto 9.957/2019 (aeroportuário e ferroviário) que apresentem peculiaridades; e
- viii. avaliação se o recente arcabouço da relicitação efetivamente impacta os valores das propostas ofertadas pelos entes privados nos leilões, dado que os investidores já contam com um mecanismo de redução de riscos, previsto na legislação.

Referências

ABCR – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CONCESSIONÁRIAS DE RODOVIAS. *Relatório Anual 2020*. São Paulo: ABCR, 2020. Disponível em: https://melhoresrodovias.org.br/wp-content/uploads/2022/08/Relatorio-Anual_2020-1.pdf. Acesso em: 7 fev. 2022.

ABCR – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CONCESSIONÁRIAS DE RODOVIAS. Índice ABCR. ABCR, São Paulo, 2022. Disponível em: <https://melhoresrodovias.org.br/indice-abcr/>. Acesso em: 7 fev. 2022.

ANAC – AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. Concessões de aeroportos. *Ministério da Infraestrutura*, Brasília, DF, [2022]. Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/concessoes>. Acesso em: 11 jun. 2022.

ANP – AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. Anuário Estatístico. *Ministério de Minas e Energia*, Brasília, DF, 27 jul. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/anuario-estatistico>. Acesso em: 14 jan. 2022.

ANTT – AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. Concessões ferroviárias. *ANTT*, Brasília, DF, [2022a]. Disponível em: <https://antt-hml.antt.gov.br/concessoes-ferroviarias>. Acesso em: 7 dez. 2022.

ANTT – AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. Concessionárias. *ANTT*, Brasília, DF, [2022b]. Disponível em: <https://www.gov.br/antt/pt-br/assuntos/rodovias/concessionarias>. Acesso em: 7 dez. 2022.

ANTT – AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. *Edital de Concessão nº 01/2021*. Brasília, DF: ANTT, [2021]. Disponível em: https://portal.antt.gov.br/documents/359170/0/Edital+BR-153-414-080_GO-TO.pdf/54dd0253-b73e-82e6-cfd0-fa21d9cd31c8?t=1611920574510. Acesso em: 7 dez. 2022.

ANTT – AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. *Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental – EVTEA para Concessão da Rodovia BR-153/414/080/TO/GO*. Brasília, DF: ANTT, [2019]. Disponível em: <https://participantt.antt.gov.br/Site/AudienciaPublica/VisualizarAvisoAudienciaPublica.aspx?CodigoAudiencia=397>. Acesso em: 7 dez. 2022.

BAIN, R. Error and optimism bias in toll road traffic forecasts. *Transportation*, New York, v. 36, n. 5, p. 469-482, 2009.

BLACK, F.; SCHOLES, M. The Pricing of Options and Corporate Liabilities. *Journal of Political Economy*, Chicago, IL, v. 81, n. 3, p. 637-654, 1973. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/1831029>. Acesso em: 7 dez. 2022.

BLANK, F. *et al.* Economic valuation of a toll road concession with traffic guarantees and the abandonment option. *Production*, São Paulo, v. 26, n. 1, p. 39-53, 2016.

BNDES – BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. Hub de Projetos. Perfis Setoriais. Portos. *BNDES*, Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://hubdeprojetos.bndes.gov.br/pt/setores/Portos>. Acesso em: 11 jun. 2022.

BRANDÃO, L. E.; DYER, J. S.; HAHN, W. J. Volatility estimation for stochastic project value models. *European Journal of Operational Research*, Amsterdam, v. 220, n. 3, p. 642-648, 2012.

BRASIL. Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995. Dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos previsto no art. 175 da Constituição Federal, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, p. 1917, 14 fev. 1995. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8987cons.htm. Acesso em: 11 jun. 2022.

BRASIL. *Legislação Informatizada* – Medida Provisória nº 752, de 24 de novembro de 2016 – Exposição de Motivos. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2016a. EMI nº 00306/2016 MP MTPA. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/medpro/2016/medidaprovisoria-752-24-novembro-2016-783938-exposicao-demotivos-151447-pe.html>. Acesso em: 9 dez. 2022.

BRASIL. Medida Provisória nº 752, de 24 de novembro de 2016. Dispõe sobre diretrizes gerais para a prorrogação e a relicitação dos contratos de parceria que especifica e dá outras providências. *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, p. 1, 25 nov. 2016b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/mpv/mpv752.htm. Acesso em: 9 dez. 2022.

BRASIL. Lei nº 13.448, de 05 de junho de 2017. Estabelece diretrizes gerais para prorrogação e relicitação dos contratos de parceria definidos nos termos da Lei nº 13.334, de 13 de setembro de 2016, nos setores rodoviário, ferroviário e aeroportuário da administração pública federal, e altera a Lei nº 10.233, de 5 de junho de 2001, e a Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995. *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, p. 1, 6 jun. 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13448.htm. Acesso em: 11 jun. 2022.

BRASIL. Decreto nº 9.957, de 06 de agosto de 2019. Regulamenta o procedimento para relicitação dos contratos de parceria nos setores rodoviário, ferroviário e aeroportuário de que trata a Lei nº 13.448, de 5 de junho de 2017. *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, p. 8, 7 ago. 2019a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D9957.htm. Acesso em: 11 jun. 2022.

BRASIL. Ministério da Infraestrutura. Agência Nacional de Transportes Terrestres. Resolução nº 5.860, de 3 de dezembro de 2019. Estabelece a metodologia para cálculo dos valores de indenização relativos aos investimentos vinculados a bens reversíveis não depreciados ou amortizados em caso de extinção antecipada de concessões rodoviárias federais. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, n. 235, p. 55, 5 dez. 2019b. Disponível em: <https://in.gov.br/web/dou/-/resolucao-n-5.860-de-3-de-dezembro-de-2019-231555799>. Acesso em: 7 dez. 2022.

BRASIL. Decreto nº 10.248 de 18 de fevereiro de 2020. Dispõe sobre a qualificação de trecho da rodovia federal BR-040/DF/GO/MG, para fins de relicitação, no âmbito do Programa de Parcerias de Investimentos da Presidência da República. *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, p. 5, 19 fev. 2020a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10248.htm. Acesso em: 9 dez. 2022.

BRASIL. Decreto nº 10.427, de 16 de julho de 2020. Dispõe sobre a qualificação de empreendimento público federal do setor aeroportuário no âmbito do Programa de Parcerias de Investimentos – PPI, para fins de relicitação. *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, p. 6, 17 jul. 2020b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10427.htm. Acesso em: 9 dez. 2022.

BRASIL. Decreto nº 10.472, de 24 de agosto de 2020. Dispõe sobre a qualificação do Aeroporto Governador Aluizio Alves no âmbito do Programa de Parcerias de Investimentos da Presidência da República – PPI para fins de relicitação. *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, p. 7, 25 ago. 2020c. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10472.htm. Acesso em: 9 dez. 2022.

BRASIL. Ministério da Infraestrutura. Agência Nacional de Transportes Terrestres. Resolução nº 5.926, de 2 de fevereiro de 2021. Estabelece diretrizes para encerramento, relicitação e extensão dos contratos de concessão de infraestrutura rodoviária sob competência da Agência Nacional de Transportes Terrestres. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, n. 23, p. 38, 3 fev. 2021a. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-n-5.926-de-2-de-fevereiro-de-2021-302052283>. Acesso em: 9 dez. 2022.

BRASIL. Decreto nº 10.633, de 18 de fevereiro de 2021. Dispõe sobre a qualificação de empreendimento público federal do setor ferroviário no âmbito do Programa de Parcerias de Investimentos da Presidência da República. *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, p. 1, 19 fev. 2021b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/decreto/D10633.htm. Acesso em: 9 dez. 2022.

BRASIL. Decreto nº 10.647, de 11 de março de 2021. Dispõe sobre a qualificação de empreendimento público federal do setor rodoviário no âmbito do Programa de Parcerias de Investimentos da Presidência da República. *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, p. 11, 12 mar. 2021c. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/decreto/d10647.htm. Acesso em: 9 dez. 2022.

BRASIL. Decreto nº 10.864, de 19 de novembro de 2021. Dispõe sobre a qualificação de empreendimento público federal do setor rodoviário no âmbito do Programa de Parcerias de Investimentos da Presidência da República. *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, p. 29, 22 nov. 2021d. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/decreto/D10864.htm. Acesso em: 9 dez. 2022.

BRASIL. Decreto nº 11.005, de 21 de março de 2022. Dispõe sobre a qualificação de empreendimento público federal do setor rodoviário no âmbito do Programa de Parcerias de Investimentos da Presidência da República. *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, p. 4, 22 mar. 2022a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/decreto/D11005.htm. Acesso em: 9 dez. 2022.

BRASIL. Decreto nº 11.122, de 6 de julho de 2022. Dispõe sobre a qualificação de empreendimento público federal do setor rodoviário no âmbito do Programa de Parcerias de Investimentos da Presidência da República. *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, p. 1, 7 jul. 2022b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/decreto/D11122.htm. Acesso em: 9 dez. 2022.

BRASIL. Decreto nº 11.171, de 11 de agosto de 2022. Dispõe sobre a qualificação de empreendimento público federal do setor aeroportuário no âmbito do Programa de Parcerias de Investimentos da Presidência da República. *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, p. 2, 12 ago. 2022c. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/decreto/d11171.htm. Acesso em: 9 dez. 2022.

CABERO COLÍN, F.; SÁNCHEZ SOLINO, A.; LARA GALERA, A. L. Default and Abandonment Option in Motorway Concessions. *Journal of Infrastructure Systems*, Reston, VA, v. 23, n. 1, 2017.

CAMPOS NETO, C. A. S.; MOREIRA, S. V.; MOTTA, L. V. *Modelos de concessão de rodovias no Brasil, no México, no Chile, na Colômbia e nos Estados Unidos*: evolução histórica e avanços regulatórios. Brasília, DF: Ipea, 2018. (Texto para Discussão, n. 2378). Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8299/1/TD_2378.PDF. Acesso em: 6 fev. 2022.

CHAN, A. P. C. *et al.* Empirical study of risk assessment and allocation of public-private partnership projects in China. *Journal of Management in Engineering*, Reston, VA, v. 27, n. 3, p. 136, 2011.

CNT – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. *Anuário CNT do transporte 2021*: estatísticas consolidadas. Brasília, DF: CNT, 2021a. Disponível em: <https://anuariodotransporte.cnt.org.br/2021/File/PrincipaisDados.pdf>. Acesso em: 6 fev. 2022.

- CNT – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. *Pesquisa CNT de Rodovias 2021*. Brasília, DF: CNT, 2021b. Disponível em: https://pesquisarodovias.cnt.org.br/downloads/ultimaversao/Pesquisa_CNT_Rodovias_2021_Web.pdf. Acesso em: 6 fev. 2022.
- COPELAND, T.; ANTIKAROV, V. *Opções reais: um novo paradigma para reinventar a avaliação de investimentos*. Rio de Janeiro: Campus, 2001.
- COSTA, F. A. *Risco de demanda e abandono contratual: uma análise por opções reais da concessão da Rodovia BR-381/262/MG/ES*. 2020. Dissertação (Mestrado em Transportes) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2020. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/40155>. Acesso em: 7 dez. 2022.
- COSTA, F. A.; ROCHA, C. H. Revisão bibliométrica sobre o término antecipado de Parcerias Público-Privadas. *Revista Estudos e Pesquisas em Administração*, Rondonópolis, v. 4, n. 1, p. 48-69, 2020.
- COX, J.; ROSS, S.; RUBINSTEIN, M. Option Pricing: A Simplified Approach. *Journal of Financial Economics*, Amsterdam, v. 7, n. 3, p. 229-263, 1979.
- DIAS, M. A. G. *Análise de investimentos com opções reais: teoria e prática com aplicações em petróleo e em outros setores – Volume 1: conceitos básicos e opções reais em tempo discreto*. Rio de Janeiro: Interciência, 2014.
- DUARTE JÚNIOR, A. M. *Análise de investimentos em projetos: viabilidade financeira e risco*. Rio de Janeiro: Saint Paul, 2013.
- EPL – EMPRESA DE PLANEJAMENTO E LOGÍSTICA. *Estudos de Viabilidade Técnica (EVTEA) – Concessão da BR 153-414-080 – Aliança (TO)-Anápolis (GO)*. Brasília, DF: EPL, 2020.
- FERREIRA, A. B. *et al.* Modelagem e regulação de projetos de concessão rodoviária sob a ótica do financiador. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, v. 27, n. 54, p. 7-82, 2021. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspu/handle/1408/21524>. Acesso em: 7 dez. 2022.
- FLYVBJERG, B.; HOLM, M. S.; BUHL, S. L. How (In)accurate Are Demand Forecasts in Public Works Projects? The Case of Transportation. *Journal of the American Planning Association*, Abingdon, v. 71, n. 2, p. 131-146, 2013.
- LIU, J.; GAO, R.; CHEAH, C. Y. J. Pricing Mechanism of Early Termination of PPP Projects Based on Real Option Theory. *Journal of Management in Engineering*, Reston, VA, v. 33, n. 6, 2017.

MARQUES, N. L.; BASTIAN-PINTO, C. L.; BRANDÃO, L. E. T. A Tutorial for Modeling Real Options Lattices from Project Cash Flows. *Revista de Administração Contemporânea*, Curitiba, v. 25, n. 1, p. 1-14, 2020.

MONTEZANO, R. M. S.; BASTIAN-PINTO, C. L. Avaliação por opções reais de projeto de sistema de informações geográficas. *Revista Eletrônica de Gestão Organizacional*, Recife, v. 3, n. 3, p. 1679-1827, 2005. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/gestaorg/article/view/21832>. Acesso em: 7 dez. 2022.

MOREIRA, M. A. L.; FREITAS JUNIOR, M.; TOLOI, R. C. O transporte rodoviário no Brasil e suas deficiências. *Revista Fatec Zona Sul*, São Paulo, v. 4, n. 4, p. 1-13, 2018. Disponível em: <https://www.revistarefas.com.br/index.php/RevFATECZS/article/view/191>. Acesso em: 7 dez. 2022.

OLIVEIRA, C. Z. A. C. *Contratos administrativos complexos e de longo prazo: a prorrogação antecipada e a relicitação na teoria dos contratos públicos*. 2018. Dissertação (Mestrado em Direito) – Fundação Getulio Vargas, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/handle/10438/27347>. Acesso em: 7 dez. 2022.

PARADELLA, R. Revisão do PIB de 2016 mostra queda de 3,3% em relação ao ano anterior. *Agência IBGE Notícias*, Rio de Janeiro, 9 nov. 2018. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/22966-revisao-do-pib-de-2016-mostra-queda-de-3-3-em-relacao-ao-ano-anterior>. Acesso em: 12 ago. 2022.

RESENDE, R. Dois anos do primeiro caso de coronavírus no Brasil. *Rádio Senado*, Brasília, DF, 23 fev. 2022. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/radio/1/noticia/2022/02/23/dois-anos-do-primeiro-caso-de-coronavirus-no-brasil>. Acesso em: 12 ago. 2022.

SONG, J. *et al.* Early termination compensation under demand uncertainty in public-private partnership projects. *International Journal of Strategic Property Management*, Vilnius, v. 22, n. 6, p. 532-543, 2018.

SILVA, R. I.; PINTO, C. L. B.; BRANDÃO, L. E. T. *Um modelo geral para tomada de decisão sob incerteza e flexibilidade em parcerias público-privadas*. [S. l.: s. n.], 2016.

TRECE, J. Dois anos após a greve, a importância dos caminhoneiros reaparece na pandemia. *Blog do IBRE*, Rio de Janeiro, 8 maio 2020. Disponível em: <https://blogdoibre.fgv.br/posts/dois-anos-apos-greve-importancia-dos-caminhoneiros-reaparece-na-pandemia>. Acesso em: 30 jan. 2020.

VASCONCELOS, A. S. O que temos a aprender com as relições? *Portal da Infra*, Brasília, DF, 14 mar. 2022. Disponível em: <https://www.agenciainfra.com/blog/o-que-temos-a-aprender-com-as-relicitacoes>. Acesso em: 12 ago. 2022

VIA 040. Vamos aos fatos – processo de relição. *Via 040*, [s. l.], 2022. Disponível em: <http://via040.com.br/pages/vamosaosfatos>. Acesso em: 12 ago. 2022.

XIONG, W.; HAN, Y. Incentives of Early Termination Compensation in Public-Private Partnership Projects. *IEEE Transactions on Engineering Management*, Piscataway, NJ, p. 1-13, 17 maio 2021.