

Costa, Felipe Amaral; Pompermayer, Fabiano Mezadre

Working Paper

Aplicação da análise por opções reais para o abandono contratual em concessões rodoviárias: Proposição de remédio regulatório sobre o valor da indenização por investimentos não amortizados

Texto para Discussão, No. 2961

Provided in Cooperation with:

Institute of Applied Economic Research (ipea), Brasília

Suggested Citation: Costa, Felipe Amaral; Pompermayer, Fabiano Mezadre (2024) : Aplicação da análise por opções reais para o abandono contratual em concessões rodoviárias: Proposição de remédio regulatório sobre o valor da indenização por investimentos não amortizados, Texto para Discussão, No. 2961, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília,
<https://doi.org/10.38116/td2961-port>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/285399>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.



<https://creativecommons.org/licenses/by/2.5/br/>

TEXTO PARA DISCUSSÃO

2961

**APLICAÇÃO DA ANÁLISE POR
OPÇÕES REAIS PARA O ABANDONO
CONTRATUAL EM CONCESSÕES
RODOVIÁRIAS: PROPOSIÇÃO DE
REMÉDIO REGULATÓRIO SOBRE
O VALOR DA INDENIZAÇÃO
POR INVESTIMENTOS
NÃO AMORTIZADOS**

**FELIPE DO AMARAL COSTA
FABIANO MEZADRE POMPERMAYER**

ipea

Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

**APLICAÇÃO DA ANÁLISE POR OPÇÕES
REAIS PARA O ABANDONO CONTRATUAL
EM CONCESSÕES RODOVIÁRIAS:
PROPOSIÇÃO DE REMÉDIO REGULATÓRIO
SOBRE O VALOR DA INDENIZAÇÃO POR
INVESTIMENTOS NÃO AMORTIZADOS¹**

**FELIPE DO AMARAL COSTA²
FABIANO MEZADRE POMPERMAYER³**

1. Este estudo foi desenvolvido no âmbito do Termo de Execução Descentralizada entre a Secretaria de Desenvolvimento da Infraestrutura e o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (TED SDI/Ipea) nº 01/2019. Gostaríamos de expressar nossos agradecimentos a todos que colaboraram com o desenvolvimento deste texto para discussão, em particular a Elvino de Carvalho Mendonça, Gabriel Godofredo Fiuza de Bragança, Marco Antônio Boareto da Silva, Raul Menezes dos Santos e, especialmente, a Edson Silveira Sobrinho, pelas produtivas discussões, valiosas contribuições e todo o apoio fornecido ao longo deste trabalho. Agradecemos também as sugestões de Edison Benedito Silva Filho e Katia Rocha, pesquisadores do Ipea.

2. Pesquisador bolsista do Subprograma de Pesquisa para o Desenvolvimento Nacional (PNPD) na Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais, de Inovação, Regulação e Infraestrutura (Diset) do Ipea. *E-mail*: felipeamaralcosta@gmail.com.

3. Técnico de planejamento e pesquisa na Diset/Ipea. *E-mail*: fabiano.pompermayer@ipea.gov.br.

Governo Federal

Ministério do Planejamento e Orçamento

Ministra Simone Nassar Tebet

ipea Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

Fundação pública vinculada ao Ministério do Planejamento e Orçamento, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiros – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

Presidenta

LUCIANA MENDES SANTOS SERVO

Diretor de Desenvolvimento Institucional

FERNANDO GAIGER SILVEIRA

**Diretora de Estudos e Políticas do Estado,
das Instituições e da Democracia**

LUSENI MARIA CORDEIRO DE AQUINO

Diretor de Estudos e Políticas Macroeconômicas

CLÁUDIO ROBERTO AMITRANO

**Diretor de Estudos e Políticas Regionais,
Urbanas e Ambientais**

ARISTIDES MONTEIRO NETO

**Diretora de Estudos e Políticas Setoriais,
de Inovação, Regulação e Infraestrutura**

FERNANDA DE NEGRI

Diretor de Estudos e Políticas Sociais

CARLOS HENRIQUE LEITE CORSEUIL

Diretor de Estudos Internacionais

FÁBIO VÉRAS SOARES

Chefe de Gabinete

ALEXANDRE DOS SANTOS CUNHA

**Coordenador-Geral de Imprensa
e Comunicação Social (substituto)**

JOÃO CLAUDIO GARCIA RODRIGUES LIMA

Ouvidoria: <http://www.ipea.gov.br/ouvidoria>

URL: <http://www.ipea.gov.br>

Texto para Discussão

Publicação seriada que divulga resultados de estudos e pesquisas em desenvolvimento pelo Ipea com o objetivo de fomentar o debate e oferecer subsídios à formulação e avaliação de políticas públicas.

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – **ipea** 2024

Costa, Felipe do Amaral

Aplicação da análise por opções reais para o abandono contratual em concessões rodoviárias : proposição de remédio regulatório sobre o valor da indenização por investimentos não amortizados / Felipe do Amaral Costa, Fabiano Mezadre Pompermayer. – Brasília, DF : Ipea, 2024. 104 p. – (Texto para Discussão ; n. 2961).

Inclui Bibliografia.

ISSN 1415-4765

1. Indenização por Investimentos em Bens Reversíveis. 2. Término Contratual Antecipado. 3. Opções Reais. 4. Concessões Rodoviárias. I. Pompermayer, Fabiano Mezadre. II. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. III. Título.

CDD 388.1

Ficha catalográfica elaborada por Elizabeth Ferreira da Silva CRB-7/6844.

Como citar:

COSTA, Felipe do Amaral; POMPERMAYER, Fabiano Mezadre. **Apliação da análise por opções reais para o abandono contratual em concessões rodoviárias** : proposição de remédio regulatório sobre o valor da indenização por investimentos não amortizados. Brasília, DF : Ipea, fev. 2024. 104 p. : il. (Texto para Discussão, n. 2961). DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/td2961-port>

JEL: H43; H54.

DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/td2961-port>

As publicações do Ipea estão disponíveis para download gratuito nos formatos PDF (todas) e ePUB (livros e periódicos).

Acesse: <http://www.ipea.gov.br/portal/publicacoes>

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou do Ministério do Planejamento e Orçamento.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

SUMÁRIO

SINOPSE	
ABSTRACT	
1 INTRODUÇÃO	6
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	8
2.1 Experiência internacional	8
2.2 Legislação brasileira	16
2.3 Teste de <i>impairment</i>	18
3 INDENIZAÇÃO POR <i>IMPAIRMENT</i> AUTOMÁTICO	18
4 OPÇÕES REAIS	24
5 TÉRMINO ANTECIPADO POR CADUCIDADE	26
5.1 Cenário base (fluxo de caixa original)	26
5.2 Comparação entre o <i>impairment</i> automático e a aplicação de multas sobre a indenização por investimentos em bens reversíveis	32
5.3 Cenário com o valor futuro estimado pelo tráfego acumulado ..	33
5.4 Cenário com Capex concentrado no ano 1 (VPL = 0)	35
5.5 Cenário com Capex concentrado nos anos 1 e 15 (VPL = 0)	37
5.6 Indenização por <i>impairment</i> tabelado	40
6 TÉRMINO POR ENCAMPAÇÃO	54
6.1 Indenização por investimentos não amortizados	55
6.2 Indenização por <i>impairment</i> automático	58
6.3 Indenização por <i>impairment</i> tabelado	59
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	65
REFERÊNCIAS	67
BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR	69
APÊNDICE A	70
APÊNDICE B	75
APÊNDICE C	80
APÊNDICE D	87
APÊNDICE E	93
APÊNDICE F	99

SINOPSE

Quando se discute o término antecipado de contratos de concessão, a indenização pelos investimentos em bens reversíveis é uma questão central, que possui efeitos diretos sobre os interesses das partes. Por um lado, sem compensação economicamente justa, além de configurar possível ato de enriquecimento ilícito por parte da administração pública e empecilho à financiabilidade do projeto, o parceiro privado fica subjugado às ações do poder concedente e, como resultado, desencorajado a adimplir com as obrigações assumidas. Por outro lado, valores excessivos também prejudicam a melhor *performance* do concessionário no cumprimento dos investimentos, prazos e níveis de serviços acordados. Com o intuito de fomentar o debate sobre a “justa compensação”, este texto para discussão propõe metodologia para calcular a indenização na hipótese de extinção antecipada de concessões rodoviárias. O modelo sugere a limitação da compensação pelo valor economicamente recuperável do ativo, com a aplicação de regras de *impairment* em função dos níveis de tráfego simulados. Utilizando a teoria das opções reais, o trabalho avalia, em um estudo de caso, o valor adicionado pela flexibilidade de extinção prematura. Os resultados mostram que o método apresentado produz melhores resultados à execução contratual, uma vez que reduz os incentivos do concessionário e do poder concedente para interromper o contrato em relação ao modelo adotado pela legislação brasileira.

Palavras-chave: indenização por investimentos em bens reversíveis; término contratual antecipado; opções reais; concessões rodoviárias.

ABSTRACT

When discussing the early termination of concession agreements, compensation for investments in reversible assets is a core issue that directly affects the parties' interests. Without fair economically compensation, in addition to representing a possible act of illicit enrichment on the public administration and an obstacle to the project's bankability, the private partner is subjugated to the actions of the granting authority and, as a result, discouraged to comply with the assumed obligations. On the other hand, excessive values also jeopardize the best performance of the concessionaire in meeting the investments, deadlines, and agreed service levels. To stimulate the debate regarding fair compensation, this Text for Discussion proposes a methodology to calculate indemnity for road concessions early termination. The model suggests limiting the compensation by applying impairment tests based on simulated traffic levels. Using the Real Options Theory, the work assesses the value added by the flexibility of early termination. The results show that the presented method produces better results when it comes to contractual execution since it reduces the incentives given to the concessionaire and to the granting authority to terminate the contract, compared to the current model adopted by Brazilian legislation.

Keywords: compensation for investments in reversible assets; early contractual termination; real options; roadway concessions.

1 INTRODUÇÃO

Concessões são contratos de longo prazo firmados para a prestação de serviços públicos que, durante a sua vigência, estão sujeitos a uma série de riscos que podem resultar na interrupção prematura de sua execução. Diante de situações de término antecipado, é devida a indenização aos concessionários pelos investimentos em bens reversíveis. A determinação do “justo valor” das compensações é uma questão delicada, regulada por procedimentos estabelecidos nos próprios contratos ou, em alguns casos, por diretrizes presentes no marco legal vigente. No entanto, alcançar um consenso sobre a abordagem mais adequada para se chegar a essa quantia não é tarefa simples em razão dos interesses antagônicos de agentes públicos e privados.

A experiência internacional em contratos de parceria cita a utilização de três modelos para se estabelecer a indenização por investimentos em bens reversíveis em casos de extinção antecipada: i) com base no valor contabilizado no custo histórico; ii) com base no valor de mercado do contrato de concessão; e iii) com base no valor da dívida financiada. Todos os métodos possuem vantagens e desvantagens, conforme será discutido adiante.

De acordo com Rocha e Marques (2023), é fundamental compreensão aprofundada de como as metodologias de indenização por término prematuro influenciam e moldam o comportamento dos agentes em um contexto permeado por incertezas. A política indenizatória – juntamente com outros incentivos – tem impacto significativo na relação risco-retorno percebida do projeto. Ela pode influenciar diretamente o interesse dos concessionários em participar de processos licitatórios; os descontos aplicados à tarifa de referência ou o valor potencial das outorgas durante os leilões; e a decisão dos concessionários de buscar a relicitação em condições adversas.

No setor de concessões rodoviárias, a Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) publicou a Resolução nº 5.860/2019 (ANTT, 2019a), que estabelece a metodologia para o cálculo da compensação atinente aos investimentos vinculados a bens reversíveis não depreciados ou amortizados em caso de extinção antecipada de concessões rodoviárias federais. O modelo proposto pela agência se aproxima daquele por valor contábil do ativo, sobre o qual recaem críticas quanto à sua utilização, devido ao potencial de acarretar pagamentos insuficientes ou excessivos.

Sobre essa última hipótese, Costa (2023) desenvolveu um modelo para quantificar o valor adicionado pela flexibilidade gerencial incorporada pela possibilidade de devolução amigável com indenização calculada segundo a metodologia da ANTT. De acordo com os resultados obtidos para a concessão rodoviária utilizada como estudo de caso, a opção de abandono agregou aproximadamente R\$ 500 milhões ao contrato. É um efeito

significativo ao considerar o valor presente líquido (VPL) sem a opção real de pouco mais de R\$ 80 milhões. A atratividade do exercício mostrou-se elevada, ocorrendo em mais de 80% das simulações realizadas. Os achados evidenciam que o atual modelo de indenização pode incentivar a adoção de estratégias hiperagressivas e o término antecipado proposital diante de condições desfavoráveis de mercado.

Adicionalmente, mesmo que tal regra de indenização esteja claramente definida antes da licitação (que não é o caso das diversas concessões rodoviárias com pedidos de devolução amigável após a promulgação da Lei nº 13.448/2017), situação em que pode se alegar que o valor da opção de abandono seria precificado em um leilão competitivo, esse mecanismo pode afetar a competitividade relativa dos licitantes. Aqueles interessados nos fluxos de caixa de todo o contrato precificariam seus lances em valores substancialmente menores que os interessados em realizar as obras e deixar o contrato tão logo quanto possível. Como consequência, os primeiros licitantes seriam praticamente eliminados da concorrência pelo contrato. Trata-se de situação semelhante à contratação de obras públicas, com o agravante de potencial menor competição que em licitações de obras públicas tradicionais, pelo, em geral, muito maior porte dos investimentos envolvidos em contratos de concessão, o que leva a uma menor quantidade de licitantes com suficiente capacidade financeira.

Costa (2023) ainda avalia a possibilidade de reduções dos valores recebidos como indenização. As simulações consideram multas contratuais na forma de desconto do valor indenizável, por exemplo, de 10% a 50%. Apesar de tais regras não estarem presentes nos atuais contratos federais de concessão rodoviária, as simulações equivalem ao desconto implícito na demora usual entre o pedido de devolução do contrato e sua efetivação, pois os ativos continuariam a ser depreciados nesse período. Pelo alto valor da opção de abandono encontrado nos exemplos analisados, mesmo com esses descontos, a probabilidade de execução da opção de abandono permaneceu alta em todas as simulações, decrescendo apenas o valor de seu exercício. Diante de tamanho incentivo, ainda que o concessionário não tenha vislumbrado tal oportunidade no momento da licitação, é esperado que a probabilidade de executar a opção de abandono seja ainda elevada.

Argumenta-se no sentido de que a indenização por valor de mercado, adotada em países como Reino Unido e Bélgica, acarreta um modelo regulatório mais eficiente, evitando incentivos adversos. Essa posição foi defendida pela Secretaria de Desenvolvimento da Infraestrutura do Ministério da Economia (SDI/ME) na Nota Técnica nº 9/2019/CGL/SRM/SDI/SEPEC-ME (Brasil, 2019). Propôs-se, no referido documento, a complementação do modelo indenizatório adotado pela ANTT com a utilização concomitante de regras de *impairment*, que determinam a avaliação contábil de um ativo limitada ao seu valor economicamente recuperável.

Este texto para discussão busca qualificar o debate sobre alternativas de aprimoramento do modelo regulatório na hipótese de término prematuro de parcerias. Para tanto, aplica-se o modelo de opções reais para analisar a metodologia alternativa para o cálculo de indenizações relativas aos investimentos em bens reversíveis no caso de extinção antecipada das concessões rodoviárias, limitadas ao valor recuperável do ativo. Além da avaliação quantitativa, propõe-se também uma metodologia para a estruturação de projetos, a qual utiliza parâmetros contratuais predeterminados para a limitação da compensação com base no desempenho do tráfego realizado em relação ao previsto. Essa metodologia serviria para predefinir em contrato as regras de *impairment* de forma automática, ao menos em relação ao efeito do volume de tráfego sobre o valor do contrato. O método pode ser utilizado tanto para extinções amigáveis como para caducidade e encampação, de modo que foi testado para esse fim.

Este texto é composto por sete seções. Esta primeira apresenta a contextualização e os objetivos. A segunda faz uma breve revisão da bibliografia sobre o término antecipado. A terceira descreve a metodologia adotada para a formulação do modelo de indenização por *impairment*, enquanto a quarta aborda a avaliação por opções reais. A quinta reserva-se à descrição das análises realizadas, bem como à apresentação e à discussão dos resultados para a extinção por caducidade. Discute-se ainda a metodologia para a aplicação de regras de *impairment ex ante* para a estruturação dos contratos. A sexta avalia os efeitos da metodologia proposta sob a perspectiva do término por encampação, e, ao final, a sétima apresentada as conclusões.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Experiência internacional

Desde meados da década de 1980, verifica-se crescente tendência mundial em direção a menos intervenção governamental na economia e maior dependência do setor privado para a prestação de uma variedade de serviços públicos (Abdeldayem e Dulaimi, 2019), mas, somente a partir da década de 1990, as concessões de infraestrutura começaram a ser aplicadas em maior escala (Liu, Gao e Cheah, 2017). Após mais de três décadas de desenvolvimento, boa parte desses projetos chegaram – ou estão em vias de atingir – ao advento do termo contratual. No entanto, durante esse caminho, alguns sofreram revezes e foram finalizados antecipadamente. No setor rodoviário, dados do Banco Mundial demonstram que, de 1990 a 2019, 4,5% dos contratos de parcerias financiados pela instituição foram encerrados prematuramente – 364 de um total de 8.173 (Xiong e Han, 2021).

TEXTO para DISCUSSÃO

Apesar do número relativamente baixo de devoluções, essa questão deve ser avaliada sob a perspectiva do *tradeoff* entre o encerramento e a renegociação contratual. Essa última opção tem sido a estratégia frequentemente adotada pelos poderes concedentes na América Latina para solucionar controvérsias entre as partes. Guasch *et al.* (2014) avaliaram que, entre 1980 e 2002, 78% de todas as parcerias público-privadas (PPPs) no setor de transportes no continente foram renegociadas. Em média, a renegociação ocorreu 0,9 ano após a sua assinatura.

Apesar da eficiência e da legitimidade das renegociações, o número elevado e a recorrência de pleitos nos mesmos projetos podem indicar tendência de comportamentos oportunistas por parte de alguns licitantes. Eles podem se sentir estimulados a ofertar lances agressivos nos leilões e reverter a estratégia com base em *claims*, o que, em última instância, compromete a eficiência e a transparência das parcerias para a prestação de serviços públicos, cenário que pode ser agravado com a ameaça de devolução.

Cardoso *et al.* (2012) avaliaram que, durante o período entre 1996 e 2006, foram realizados 144 reajustes contratuais nas concessões rodoviárias paulistas. As alterações de cronograma físico-financeiro representaram o maior número de solicitações. Bessa (2019) analisou as renegociações nas concessões federais, constatando que 59,1% dos contratos foram renegociados. Ao todo, foram 69 renegociações. Reajustes tarifários e alterações de investimentos figuraram entre os pleitos mais frequentes.

Apesar de os casos de término antecipado serem minoritários, o montante de indenização a pagar é uma das principais questões financeiras para todas as partes (United Kingdom, 2007). Os riscos que podem levar um projeto de concessão ao término antecipado são diversos, mas tipicamente as formas de extinção contratual, resumidas a seguir, são agrupadas de acordo com a parte que deu origem à rescisão (World Bank Group, 2019):

- 1) *Término por inadimplência do parceiro privado*: o poder concedente pode buscar preservar os seus interesses em função de um contrato cujo desempenho está abaixo dos padrões definidos, ou diante da constatação do inadimplemento do parceiro com as demais obrigações assumidas.
- 2) *Término voluntário*: o poder concedente pode buscar o direito de rescindir o contrato por conveniência ou interesse da administração pública.
- 3) *Término por inadimplência do poder concedente*: o parceiro privado exige a rescisão contratual – e a respectiva compensação – em virtude de violações por parte do poder concedente que afetam as condições inicialmente contratadas.

- 4) *Término por força maior*: ambas as partes podem requisitar o término contratual para preservar os próprios interesses quando o contrato não pode ser totalmente executado por motivos alheios à vontade dos interessados, e sem que nenhuma solução tenha sido acordada. São exemplos de riscos que levam à extinção por força maior: conflitos armados, pandemias, terrorismo, terremotos e furacões.

Em mercados de concessão de infraestrutura de maior maturidade, por exemplo, Reino Unido, Canadá, Austrália e alguns países da União Europeia, os contratos preveem cláusulas específicas sobre a ocorrência do término antecipado (Marques, 2021). O assunto também é objeto de recomendação em guias de PPPs e concessões disponibilizados por instituições envolvidas nesse tipo de arranjo, como Banco Mundial, Banco Europeu de Investimento e Tesouro do Reino Unido (Epec, 2013; United Kingdom, 2007; World Bank Group, 2019).

A experiência internacional mostra que os organismos financiadores não se mostram dispostos a fornecer crédito a concessionárias sem as devidas garantias de que serão reembolsados pelos montantes disponibilizados. Durante as diligências para a liberação de financiamentos, os credores precisam garantir, em alguma medida, que a dívida estará protegida no caso do término antecipado, sem depender de processo legais, em sua maioria, morosos e incertos quanto ao nível de indenização a ser definido. Situação semelhante ocorre com o *equity*, em que os investidores de capital próprio demonstram também o interesse em proteger o investimento (ANTT, 2019b).

Portanto, fica evidente que o nível de certeza fornecido pelas disposições contratuais é fundamental para atrair credores e acionistas para os projetos e, ao mesmo tempo, evitar ações oportunistas de ambas as partes (concessionário e poder concedente). A questão da indenização é um elemento-chave para a alocação do risco e para a viabilização financeira de um projeto de concessão. Formas de compensação inapropriadas – muito aquém ou muito além do valor razoável – aumentam o risco do projeto e de sua financiabilidade, bem como elevam o custo de capital e a possibilidade de conflitos entre as partes (Marques, 2021). Xiong e Han (2021) complementam que, sem justa compensação, os parceiros privados ficariam subjugados às ações do poder concedente e, como resultado, desencorajados a adimplir com as obrigações contratuais; já a compensação excessiva também prejudicaria a melhor *performance* do setor privado no cumprimento das próprias obrigações, tais como investimentos, prazos e níveis de serviços contratualmente acordados.

Convém, neste primeiro momento, destacar que, de acordo com a experiência internacional, a motivação da extinção suscita metodologias de cálculo de indenização distintas

TEXTO para DISCUSSÃO

e especificidades adotadas de acordo com a legislação mundo afora (World Bank Group, 2019). As próximas seções discutem as práticas adotadas, de acordo com a experiência nacional e internacional, para se chegar à compensação por término antecipado.

2.1.1 Término por inadimplência do concessionário

O quadro 1 sintetiza as principais metodologias de indenização utilizadas quando a extinção ocorre por inadimplência do concessionário, bem como os países que as adotam. Na sequência, discute-se cada uma delas (Epec, 2013; World Bank Group, 2019).

QUADRO 1

Metodologia de indenização adotada em diferentes países: término por inadimplência do concessionário

Metodologia de indenização	Países
Valor contabilizado no custo histórico	Bulgária, Alemanha, ¹ Grécia, Itália, Polônia, Romênia e Espanha
Valor de mercado	Bélgica, República Tcheca, Reino Unido, Hungria, Holanda e Eslováquia
Valor da dívida financiada	França ¹ e Turquia

Fonte: Epec (2013).

Nota: ¹ Predominantemente.

Valor contabilizado no custo histórico

É uma abordagem que considera o montante investido pelo parceiro no projeto. O foco está no valor dos ativos, em detrimento daquele remanescente do contrato. Há diversas críticas quanto ao uso dessa metodologia, que pode acarretar incentivos não esperados. Por um lado, existe o risco do pagamento insuficiente (que pode criar problemas com financiadores); por outro lado, do pagamento em excesso (incentivo ao inadimplemento intencional do parceiro privado). Ressalta-se também a possibilidade de mudanças nas regras contábeis.

Como vantagem, cita-se a robustez e a confiança dos demonstrativos financeiros. Eles são instrumentos reconhecidos pelas partes envolvidas nos contratos – credores, investidores, agências reguladoras e público em geral (são documentos divulgados publicamente). Os demonstrativos são auditados por entidades independentes, e as informações neles contidas podem ser acessadas facilmente após a solicitação de devolução do contrato.

Todavia, existem ressalvas quanto ao seu uso. Por exemplo, os custos escriturados nesses documentos podem ser fantasiosos ou representar inversões reais, mas desconexas com o objeto da prestação do serviço público. A auditoria realizada é contábil, e os valores apontados estão lastreados em contratos e notas fiscais da aquisição de tais ativos. Não é avaliada se a aquisição é necessária à prestação do serviço concedido. Adicionalmente, o método cria uma assimetria de informações entre a concessionária e a agência reguladora, cujo modelo regulatório adotado nas rodovias federais concedidas brasileiras ocorre via *price-cap*, com foco essencialmente na tarifa, e não em custos efetivos das obras, composições unitárias, orçamentos e aderência com os registros contábeis (ANTT, 2019b).

Valor de mercado

Baseia-se no princípio de que o concessionário deve ser compensado por montante equivalente ao valor de mercado do contrato na data de sua extinção. Com essa abordagem, o projeto deve ser relicitado para se estabelecer o seu valor residual. A compensação a ser paga pelo poder concedente deve corresponder à melhor oferta recebida pela sua continuidade, descontados os custos incorridos com o processo de relicitação. Quando o mercado não possui liquidez suficiente ou, por qualquer outra razão, o poder público não demonstra interesse em conceder novamente o ativo nos mesmos moldes contratuais, pode-se usar como referência a quantia estimada que teria sido obtida de uma relicitação feita por agente independente.

O método de valor de mercado, em princípio, é o mais justo dos três, visto ser capaz de promover o alinhamento de incentivos. Nele, o poder concedente paga, a título de indenização, o valor do contrato com o reconhecimento das perdas (*impairment*), de acordo com a matriz de riscos contratualmente definida. Em teoria, o método reduz o risco de enriquecimento ilícito por parte da administração pública ou do sobrepagamento (*overpayment*), conforme destacado no item anterior.

Todavia, a relicitação é um instrumento limitado a poucos mercados de concessões com suficiente liquidez e maturidade. Embora o Brasil tenha evoluído muito nesse sentido, na prática, a determinação da liquidez do mercado é uma questão delicada. Os credores são naturalmente relutantes com esse instrumento quando a volatilidade dos mercados pode afetar os resultados de seus investimentos. Também devem ser mencionados os altos custos associados com o processo, o que demanda tempo e mão de obra especializada.

A estimativa do valor de mercado, por sua vez, é um método mais prático e barato de se aplicar. Contudo, deve-se ponderar sobre sua discricionariedade e subjetividade. Questões

sensíveis, como a taxa de desconto a ser utilizada, as expectativas sobre o desempenho da demanda e os custos com as obras remanescentes, devem ser amplamente aceitas pelas partes, o que, na prática, pode levar a contestações e demora no processo.

Valor da dívida financiada

A compensação do parceiro privado (e seus credores) é calculada com base nos valores remanescentes do financiamento sênior do projeto. É recomendável, nesse caso, que o contrato de concessão defina claramente os elementos da dívida a serem compensados e também as deduções aplicáveis aos valores disponíveis para credores. Como desvantagem, aponta-se que esse método pode se tornar um estímulo negativo para as entidades financiadoras realizarem diligências apropriadas e exercerem os direitos de entrada (*step-in rights*).

Existe ainda um quarto modelo de indenização, o *custo de reposição* – também conhecido como valor novo de reposição (VNR) –, que é utilizado, no Brasil, nos setores de energia e transporte aquaviário (ANTT, 2019b; KPMG, 2017; 2020). Nele, a indenização é expressa pelo custo que se teria para “repor” a infraestrutura construída. Constitui-se de um inventário dos ativos imobilizados, com a identificação prévia das características técnico-operacionais e do estado de utilização. Posteriormente, são quantificados os investimentos necessários (insumos, mão de obra e equipamentos) para a aquisição de infraestrutura funcionalmente e em nível de desempenho semelhante à existente.

Como principal vantagem de aplicação desse método, cita-se a acurácia do montante estimado, visto ser resultante de um processo de inventário que determina o real estado de conservação do ativo e suas condições operacionais. Todavia, assim como ocorre com o valor de mercado, a sua complexidade demanda maior quantidade e especialização de recursos, normalmente sendo conduzido por empresas especializadas. A variabilidade do método pode acarretar sobrepagamento ou subpagamento da indenização. Diferentes entendimentos sobre a avaliação dos ativos e as metodologias empregadas podem gerar questionamentos e litígios. Refere-se, por exemplo, às dificuldades ligadas com a evolução tecnológica, que, dada a natureza de longo prazo dos contratos, tende a baratear os custos de implantação e reduzir o valor indenizável, ou às eventuais distorções entre o ativo previsto em contrato e o que foi efetivamente construído.

2.1.2 Término voluntário

O término voluntário ocorre quando o poder concedente, baseado em interesse público ou razões similares, rescinde unilateralmente o contrato. A perda de utilidade do projeto no período contratado, o interesse em desenvolver empreendimentos que competem

por uma mesma demanda e lucros excessivos são alguns dos possíveis motivos que podem ensejar o término voluntário. Na legislação brasileira, como se discutirá adiante, essa modalidade é análoga à encampação.

De acordo com a experiência internacional, predominam duas abordagens nessa modalidade: o término do contrato é um ato discricionário do poder concedente ou deve seguir um rito de qualificação prévia para justificar o interesse público do ato (teste de interesse público).

O interesse público, na maioria dos casos, não é característico especificamente dos contratos de parceria, mas um princípio do direito adotado por diversos países. Na maioria dos casos, o termo é definido vagamente, o que, na prática, confere ao término voluntário certo grau de discricionariedade, podendo expor os projetos a riscos de ordem política (Epec, 2013). O quadro 2 resume os principais métodos de compensação adotados quando do término voluntário e os respectivos países adeptos.

QUADRO 2

Metodologia de indenização adotada em diferentes países: término voluntário

Metodologia de indenização	Países
Valor contabilizado no custo histórico	Bulgária, Itália e Espanha
Remuneração baseada em financiamento	Bélgica, República Checa, Inglaterra, França, Alemanha, Grécia, Hungria, Holanda, Polônia, Portugal, Eslováquia e Turquia

Fonte: Epec (2013).

Valor contabilizado no custo histórico

Os investimentos realizados pelo concessionário são utilizados como base para o cálculo da compensação. Quando o término ocorre na fase de construção, o concessionário é reembolsado efetivamente por todas as inversões realizadas; na fase operacional, desconta-se o valor depreciado do ativo.

Remuneração baseada em financiamento

A compensação ocorre de acordo com a estrutura financeira do projeto sob responsabilidade do parceiro privado. Inclui as dívidas principal e subordinadas, bem como o *equity*. Para o investimento em capital próprio, a compensação deve ser tal que o investidor saia do investimento em situação neutra – nem melhor ou pior caso o projeto não tivesse sido interrompido. Os três principais métodos de compensação de *equity*

TEXTO para DISCUSSÃO

são apresentados no quadro 3. Em todos os métodos de compensação por término voluntário, os custos com terceiros são cobertos.

QUADRO 3
Metodologia de indenização de equity

	Descrição	Vantagens	Desvantagens
Abordagem do retorno original	O investidor é compensado por uma taxa interna de retorno (TIR) igual à definida no caso-base do projeto, descontados todos os pagamentos recebidos (ex.: dividendos).	Remunera o investidor pelo valor esperado ao final do projeto. É, portanto, um método de simples utilização e certo grau de certeza.	O método não considera a <i>performance</i> atual do contrato (sobrepagamento ou subpagamento do concessionário). Pode levar ao risco moral ¹ por parte da administração pública, incentivando-a a terminar projetos com retornos excessivos.
Abordagem do valor de mercado	O investidor é compensado pelo valor que poderia ser obtido ao vender a sua participação na data do término. O <i>valuation</i> considera tanto os ativos do projeto quanto as expectativas dos fluxos de caixa futuros.	Leva em consideração a <i>performance</i> atual do projeto.	Fornecer menor previsibilidade sobre o valor a ser indenizado. É um processo trabalhoso de quantificar e pode culminar em disputas entre as partes.
Abordagem de retorno futuro	O investidor é compensado pelo retorno do capital projetado no caso-base definido no <i>bid</i> , mas somente para o período remanescente do projeto.	É relativamente simples de implementar e menos sujeito a disputas do que a abordagem de valor de mercado.	O parceiro privado pode ser alijado dos benefícios no caso de boa <i>performance</i> . Pode levar a valores de indenização mais elevados.

Fonte: Epec (2013).

Nota: ¹ O risco moral ocorre quando os incentivos para o desempenho são distorcidos pela remoção de riscos e pelas recompensas fornecidas aos agentes econômicos.

2.1.3 Término por inadimplência do poder concedente

Normalmente, o término por inadimplência por parte do poder concedente pode ocorrer por não pagamento de contraprestações aos concessionários, não execução de investimentos contratualmente acordados, não obtenção de licenças ou inexecução de desapropriações (Marques, 2021). Nesses casos, de acordo com a experiência internacional, a compensação ocorre segundo os mesmos mecanismos de quantificação (custo histórico e financiamento) referidos no item anterior.

2.1.4 Força maior

O término por força maior ocorre quando há a materialização de riscos além da capacidade de controle de uma ou de ambas as partes, o que as impossibilita de adimplir com as obrigações contratuais assumidas. Duas questões são centrais na previsão de mecanismos de compensação em casos de força maior: i) o nível de compensação que deverá ser devido ao parceiro privado; e ii) quando o contrato deve ser rescindido na ocorrência de eventos de força maior de duração prolongada e impactos severos.

Na prática internacional, sobretudo na europeia, o conceito de força maior, assim como ocorre com o término voluntário, emana do arcabouço legal desses países, que se desdobram em cláusulas específicas nos contratos. Em geral, os contratos podem apresentar definição geral sobre o conceito de força maior ou lista de riscos. Registra-se que o seguro exerce papel importante nesse tipo de término, sendo recomendado que somente aqueles eventos não seguráveis se enquadrem nessa hipótese de extinção.

Usualmente, como nenhuma das partes possui responsabilidade sobre esses eventos, as consequências financeiras são compartilhadas. Na prática, a compensação devida ao parceiro privado inclui o débito remanescente do financiamento principal, podendo também incluir *equity*, dívidas subordinadas e custos com terceiros, mas não contempla o retorno esperado pelo capital próprio.

2.2 Legislação brasileira

O advento da Lei nº 13.448/2017 (Brasil, 2017) reacendeu o debate sobre o pagamento de indenizações quando do término antecipado em concessões nos modos rodoviário, aéreo e ferroviário, criando um novo mecanismo para a extinção de parcerias, a chamada extinção amigável. Segundo o art. 13 dessa lei, a relicitação tem o fito de assegurar a continuidade da prestação dos serviços nos projetos de parceria nos referidos setores cujas disposições contratuais não estejam sendo atendidas ou cujos contratados demonstrem incapacidade de adimplir as obrigações assumidas.

Além do recente instrumento criado, a Lei de Concessões (Lei nº 8.987/1995) prevê, em seu art. 36, a indenização no advento do término contratual, que corresponde ao prazo normal definido em contrato (Brasil, 1995).

Art. 36. A reversão no advento do termo contratual far-se-á com a indenização das parcelas dos investimentos vinculados a bens reversíveis, ainda não amortizados ou depreciados, que tenham sido realizados com o objetivo de garantir a continuidade e atualidade do serviço concedido.

TEXTO para DISCUSSÃO

A referida lei, em seu art. 37, admite também a compensação na extinção por encampação. Nessa hipótese, o poder concedente retoma o serviço, ainda durante o prazo da concessão, por razões de interesse público. A previsão, segundo o art. 38, § 5º, também se dá na hipótese de caducidade, que corresponde ao término pela inexecução total ou parcial do contrato por parte do concessionário.

Adicionalmente à determinação das hipóteses de extinção contratual cabíveis de indenização, a Lei de Concessões é taxativa quanto à obrigatoriedade de os contratos conterem expressamente uma cláusula com a definição de critérios para o seu cálculo (art. 23, XI):

Art. 23. São cláusulas essenciais do contrato de concessão as relativas:

(...)

XI – aos critérios para o cálculo e à forma de pagamento das indenizações devidas à concessionária, quando for o caso (...).

Apesar da previsão legal, o que se verifica na prática, no setor rodoviário, são dispositivos vagos em relação à precificação. Por exemplo, o contrato da BR-040/DF/GO/MG/RJ – a primeira concessão rodoviária a pedir relicitação para a ANTT –, assinado em 2014, prevê, na cláusula 32.7, que “a indenização devida à Concessionária em caso de caducidade restringir-se-á ao valor dos investimentos vinculados a Bens Reversíveis ainda não amortizados” (ANTT, 2013). Redação semelhante foi utilizada no contrato da rodovia BR-364-365/GO/MG, assinado em 2019 (ANTT, 2019c).

Os documentos subsequentes à publicação da resolução ANTT nº 5.860/2019 começaram a seguir em direção a cláusulas mais objetivas quanto à metodologia e à forma de pagamento das indenizações, de acordo com a definição do art. 17, § 2º, da Lei nº 13.448. O contrato da Nova Dutra – assinado no início de 2022 – prevê expressamente regras para o caso de término antecipado, citando a predita resolução na cláusula 33.1.

Segundo o art. 6º do normativo da agência, os valores da indenização dos bens reversíveis devem ser calculados com base no custo histórico, descontados os tributos recuperados, as despesas financeiras, a depreciação e a amortização. Verifica-se, portanto, que a metodologia adotada pela ANTT, assim como em outros instrumentos da legislação brasileira, assemelha-se à do valor contabilizado no custo histórico, discutido na seção anterior. Apesar da previsão legal, os contratos anteriores à resolução da ANTT não eram objetivos quanto a essa questão.

2.3 Teste de *impairment*

Uma vez integralizados ao patrimônio, os seus componentes, ativos e passivos, podem sofrer variações. As normas contábeis internacionais (*international accounting standards* – IAS, também conhecidas como *international financial reporting standards* – IFRS), pronunciadas pela International Accounting Standards Board, preveem procedimentos para assegurar que o registro contábil de ativos não exceda os seus valores de recuperação. Esse procedimento, conhecido por *impairment* (reconhecimento de perdas), é definido pela IAS 36 – Impairment of Assets (IASB, 2023).

No Brasil, o Comitê de Pronunciamentos Contábeis (CPC) emitiu, em 2010, o CPC 01 (R1) – Redução do Valor Recuperável de Ativos. Segundo o documento, as companhias brasileiras não devem manter em seus registros contábeis valor de ativo superior ao recuperável. Define-se como valor recuperável o maior montante entre o seu valor justo líquido de despesa de venda e o seu em uso. O documento define, ainda, que o valor em uso será aquele estipulado a partir dos fluxos de caixa futuros esperados pelo uso contínuo dos ativos relacionados, em que se utiliza uma taxa de desconto para trazê-los a valor presente (CPC, 2010).

Independentemente de situação de extinção antecipada, o *Manual de Contabilidade do Serviço Público de Exploração da Infraestrutura Rodoviária Federal* estabelece que a concessionária deve anualmente avaliar a existência de indícios de *impairment* e, se isso for identificado, submeter os ativos aos devidos testes (ANTT, 2012). Caso o montante contabilizado supere o recuperável, deve a concessionária reduzir o seu valor ao recuperável. Isso implica o reconhecimento de perda, de modo que não se registre contabilmente quantia superior àquela que de fato vale.

3 INDENIZAÇÃO POR *IMPAIRMENT* AUTOMÁTICO

A precificação do valor da compensação pelos investimentos em bens reversíveis em concessões prematuramente terminadas, como preconizado pela atual regra definida pela ANTT na Resolução nº 5.860/2019 (ANTT, 2019a), deve ser feita com base no custo histórico dos investimentos, descontada a depreciação/amortização desses ativos. Este trabalho propõe o ajuste desse montante com base na expectativa do benefício econômico do restante da concessão, denominado de *indenização por impairment automático*.¹

1. Embora as normas contábeis (CPC 04 – Ativo Intangível) e internacionais (IAS 38 – Intangible Assets) prevejam o procedimento de redução do valor recuperável (*impairment*), que é um ajuste pelo valor econômico do ativo, essa não foi uma prática adotada na Resolução nº 5.860/2019 da ANTT.

TEXTO para DISCUSSÃO

Ao adotar o teste de *impairment* como instrumento para a avaliação dos investimentos em bens reversíveis, busca-se limitar o seu valor seguindo princípios de mercado para a estimativa da indenização. Verifica-se, com a adoção desse método, uma aproximação ao modelo de precificação pelo método de mercado. Considerar o valor recuperável do ativo como limite para a compensação mostra-se uma alternativa para algumas das críticas que se faz ao método de custo histórico. Mitiga-se, em certo nível, a transferência de riscos para o poder concedente, inicialmente alocados ao parceiro privado. Os efeitos de deságio tarifário, quebra de demanda, riscos de construção e financiamentos, por exemplo, refletem diretamente nas expectativas de fluxos de caixa futuros e consequentemente na quantia indenizável.

A imposição do teste de *impairment*, conforme parâmetros definidos pelo poder concedente, em momento posterior ao início do processo de devolução – seja por caducidade, seja por encampação, seja por devolução amigável –, pode levar a contestações e morosidade processual. Assim, propõe-se que as regras e os parâmetros já estejam claramente definidos e compreendidos entre as partes *ex ante* à assinatura do contrato, permitindo ainda que os licitantes precifiquem adequadamente tais regras em seus lances.

O método em questão utiliza a simulação Monte Carlo e o método dos mínimos quadrados ordinários (MQO) para estimar o valor remanescente e “corrigir” a compensação com base nos custos históricos. Nos próximos parágrafos, são descritos os pressupostos metodológicos usados no seu desenvolvimento.

O primeiro passo para a aplicação da metodologia de indenização por *impairment* automático é estimar as possíveis trajetórias que a demanda do projeto pode assumir. Essa é considerada a única fonte de incerteza, assumida como uma variável estocástica. Para tanto, recorre-se à simulação Monte Carlo. Assim como realizado por Costa (2023), a evolução da demanda ao longo do tempo é modelada como um processo estocástico de difusão que segue um movimento geométrico browniano (MGB), cujo volume de tráfego (θ) é expresso por:

$$\theta_{t+1} = \theta_t \cdot e^{\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)\Delta t + \sigma \cdot \varepsilon \cdot \Delta t}, \quad (1)$$

em que θ_{t+1} = volume de tráfego no período $t+1$; θ_t = volume de tráfego no período t ; μ = taxa de crescimento do tráfego; σ = volatilidade do tráfego; $\varepsilon = N[0,1]$; e Δt = intervalo de tempo.

A abordagem em questão utiliza a condição de neutralidade ao risco.² Dessa forma, elimina-se em parte a subjetividade do método, pois não mais há a necessidade de estimar o custo ponderado do capital para quantificar o valor da expectativa de permanecer no contrato, mantendo-se somente a taxa livre de risco (r_f). Logo, a equação 1 pode ser reescrita da seguinte forma:

$$\theta_{t+1}^{ajustado} = \theta_t^{ajustado} \cdot e^{(\mu - \lambda - \frac{\sigma^2}{2})\Delta t + \sigma \cdot \varepsilon \cdot \Delta t}, \quad (2)$$

em que $\theta_t^{ajustado}$ = volume de tráfego ajustado na condição neutra a risco em t ; e λ = drift da taxa de crescimento de tráfego.

Dada uma concessão de N anos de duração e n iterações, a matriz do tráfego ajustado ($\theta^{ajustado}$) é expressa por:

$$\theta^{ajustado} = \begin{bmatrix} \theta_{1,1}^{ajustado} & \theta_{1,2}^{ajustado} & \dots & \theta_{1,N}^{ajustado} \\ \theta_{2,1}^{ajustado} & \theta_{2,2}^{ajustado} & \dots & \theta_{2,N}^{ajustado} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \theta_{n,1}^{ajustado} & \theta_{n,2}^{ajustado} & \dots & \theta_{n,N}^{ajustado} \end{bmatrix}. \quad (3)$$

Considera-se que o fluxo de caixa livre em cada período t (FCL_t) é uma função do volume de tráfego ajustado ($\theta_t^{ajustado}$), de tal forma que $FCL_t = f(\theta_t^{ajustado})$. Desse modo, a partir dos volumes simulados, chega-se à matriz dos fluxos de caixa livre do projeto (FCL), expressa a seguir. Registra-se que custos operacionais, despesas e investimentos da concessão são mantidos tal como previstos no Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental (EVTEA).

$$FCL = \begin{bmatrix} FCL_{1,1} & FCL_{1,2} & \dots & FCL_{1,N} \\ FCL_{2,1} & FCL_{2,2} & \dots & FCL_{2,N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ FCL_{n,1} & FCL_{n,2} & \dots & FCL_{n,N} \end{bmatrix}. \quad (4)$$

Para qualquer período t , o valor da continuidade do projeto (V_t) pode ser expresso por:

$$V_t = \sum_{i=t+1}^N \frac{FCL_i(\theta_t^{ajustado})}{(1+r_f)^{i-t}}. \quad (5)$$

Aplicando a equação anterior aos fluxos de caixa estocásticos expressos pela matriz (4), chega-se à matriz do valor da continuidade (6):

$$V = \begin{bmatrix} V_{1,1} & V_{1,2} & \dots & V_{1,N} \\ V_{2,1} & V_{2,2} & \dots & V_{2,N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ V_{n,1} & V_{n,2} & \dots & V_{n,N} \end{bmatrix}. \quad (6)$$

2. Para mais informações sobre o processo de neutralidade ao risco, consultar a metodologia de Costa (2023).

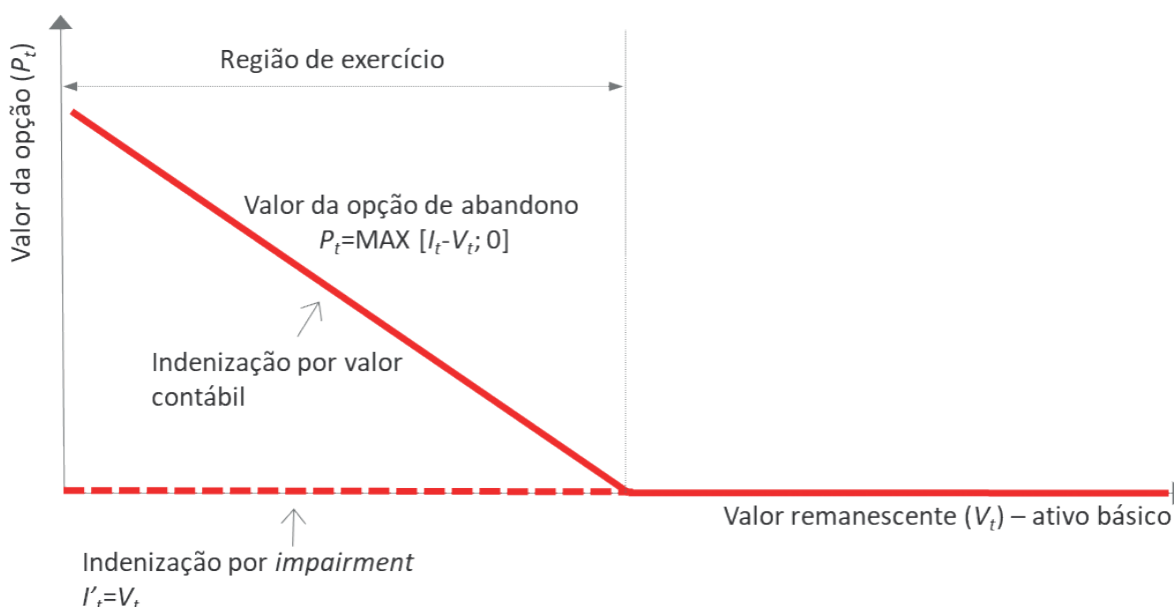
TEXTO para DISCUSSÃO

Teoricamente, caso fosse possível estimar o valor da continuidade de forma *ex ante*, a opção de devolver o contrato seria nula. Retomando a premissa assumida por Costa (2023), a devolução ocorre em um período T somente se $V_T < I_T$, em que I_T corresponde ao montante da indenização em T . Uma vez que o *impairment* restringe essa quantia ao valor de mercado, ter-se-ia a relação $V_T = I_T$ e, conseqüentemente, não haveria atratividade à devolução.

Essa condição pode ser melhor visualizada no gráfico 1. Considerando o abandono contratual uma opção de venda (*put*) detida pelo concessionário, o seu *payoff*, na data de vencimento, é expresso pelo máximo entre $I_T - V_T$ e zero. Sem a aplicação de regras de *impairment*, há uma zona, dentro dos resultados possíveis, em que I_T supera V_T e, por conseguinte, a opção tem valor (linha contínua na região de exercício). Com a aplicação do *impairment*, há um nivelamento entre o valor de I'_T (valor da indenização ajustada) que tende ao valor de V_T . No limite, quando $V_T = I_T$, a opção possui valor nulo, o que importa dizer que, na zona de exercício, a curva de *payoff* assume a trajetória nula, representada pela linha tracejada.

GRÁFICO 1

Payoff da opção de abandono (venda)



Elaboração dos autores.

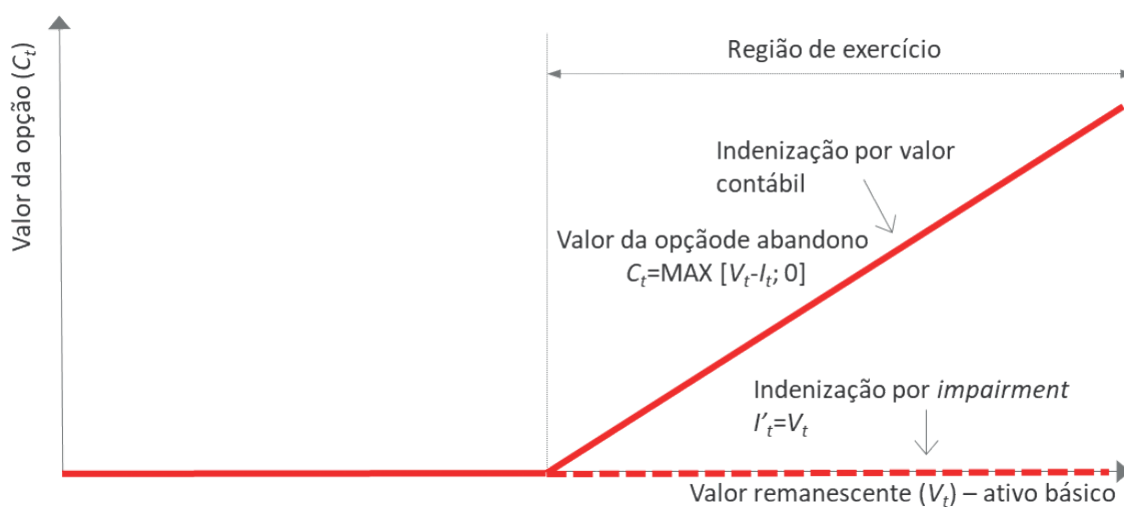
Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

De forma similar, o abandono contratual também representa uma opção de compra (*call*) em favor do poder concedente, que reserva o direito de encampar o contrato

para atender ao interesse público. Sob essa circunstância, a inclusão do *impairment* na quantificação da compensação tem igual potencial de anular o valor da opção real (VOR). O gráfico 2 ilustra, na data do vencimento, o *payoff* da opção de compra com e sem a consideração do reconhecimento de perdas sobre a indenização.

GRÁFICO 2

Payoff da opção de abandono (compra)



Elaboração dos autores.

Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

Todavia, na prática, sempre existirá uma diferença entre os valores estimado e real da continuidade do contrato. Dessa maneira, este trabalho adota como premissa para a formulação do modelo de compensação que, a qualquer momento t , é possível estimar uma função que define o valor remanescente do contrato devido ao atual nível de tráfego (variável independente). Importa destacar que a regressão simula a real condição do processo decisório do concessionário, que desconhece, em cada período, o “caminho” futuro do projeto. As suas decisões são tomadas a partir de uma expectativa futura dado o tráfego observado até o momento.

Assim, seja $\theta_t^{\text{ajustado}}$ a demanda ajustada observada em t , assume-se que o valor esperado da continuidade V'_t pode ser estimado pelos mínimos quadrados ordinários (MQO). Para isso, adota-se a função de ajuste semelhante à utilizada no modelo de precificação de opções reais, assunto que se discute na seção 4. Na subseção 5.3, são testadas outras variáveis para a regressão.

$$E[\theta_t^{\text{ajustado}} | V'_t] = a + b \cdot \theta_t^{\text{ajustado}} + c \cdot \theta_t^{\text{ajustado}^2}. \quad (7)$$

TEXTO para DISCUSSÃO

Para cada período t , calcula-se a função do valor esperado da continuidade a partir do nível de tráfego ajustado ($\theta_t^{ajustado}$). Os resultados são expressos na matriz V' para as n simulações, conforme representado a seguir.

$$V' = \begin{bmatrix} V'_{1,1} & V'_{1,2} & \dots & V'_{1,N} \\ V'_{2,1} & V'_{2,2} & \dots & V'_{2,N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ V'_{n,1} & V'_{n,2} & \dots & V'_{n,N} \end{bmatrix}. \quad (8)$$

Uma vez estimado o valor da continuidade para cada período t da concessão e em cada trajetória simulada, chega-se ao fator de desconto aplicado à indenização contábil, denominado *fator K* e expresso, no período t , por:

$$K_t = \frac{V'_t}{I_t}, \quad (9)$$

em que I_t representa o montante da indenização por valor contábil antes do desconto. Esse montante foi considerado como a diferença entre os fluxos acumulados de investimentos e de depreciação/amortização em cada período t . Para mais detalhes sobre a metodologia de cálculo por investimento em bens reversíveis, consultar Costa (2023).

Em condições otimistas quanto à continuidade do contrato, pode-se obter $V'_t > It$, o que representaria $K_t > 1$, situação indesejada para fins da estimativa da compensação para casos como o de caducidade, visto que ampliaria ainda mais o incentivo a ações oportunistas com o aumento da indenização pela saída do contrato. Todavia, na eventualidade de extinção por encampação, não restringir a indenização quando $K_t > 1$ pode ser uma medida interessante para ajustar os valores com as expectativas sobre o negócio, uma vez que o parceiro privado teria o direito de exploração do ativo interrompido. É o que se discute na seção 5.

No outro extremo, perspectivas desfavoráveis quanto ao resultado futuro do projeto podem fornecer $K_t < 0$. Essa situação é o que se chama de hipótese de valor zero de indenização. O *impairment* leva em consideração uma estimativa acerca dos fluxos de caixa futuros, o que inclui expectativas sobre as receitas, os custos operacionais e as obrigações contratuais assumidos para a realização de obras. Em condições adversas quanto à continuidade do negócio, é possível que o valor presente esperado dos fluxos de caixa seja negativo ($V'_t < 0$). Assim, a compensação por investimento em bens reversíveis a ser paga pelo poder concedente seria nula.³ Por conseguinte, para eliminar a eventualidade de casos extremos, a equação do fator K , para determinado período t , é reescrita da seguinte forma:

3. Caso não se limitasse a zero o valor da indenização, o concessionário teria de pagar ao poder concedente para sair do contrato, o que não deixa de ser algo a se discutir, mas isso não foi adotado aqui para simplificar as análises.

$$K_t = \begin{cases} 1 & , se \frac{V'_t}{I_t} > 1 \\ \frac{V'_t}{I_t} & , se 0 \leq \frac{V'_t}{I_t} \leq 1. \\ 0 & , se \frac{V'_t}{I_t} < 0 \end{cases} \quad (10)$$

Dada a definição do fator K, para cada período do projeto de concessão t , obtém-se o valor de indenização ajustado (I'_t) pela fórmula:

$$I'_t = K_t \cdot I_t. \quad (11)$$

4 OPÇÕES REAIS

Suponha um projeto de concessão de N anos de duração, em que seja possível abandoná-lo no período T (sendo $T < N$). Nesse sentido, o valor da indenização pelos investimentos em bens reversíveis ajustado pelo mecanismo de *impairment* automático é expresso por I'_T . Sob a teoria das opções reais, tal situação representa uma opção de abandono (P_T) – análoga a uma opção de venda (*put*) – cujo valor é expresso por:

$$P_T = \begin{cases} 0 & se I'_T \leq V_T \\ I'_T - V_T & se I'_T > V_T \end{cases} \quad (12)$$

sendo V_T dado por:

$$V_T = \sum_{i=T+1}^N \frac{FCL_i(\theta_t^{ajustado})}{(1+r_f)^{i-T}}. \quad (13)$$

Conforme discutido na seção anterior, devido às dificuldades de se estimar *a priori* o valor da continuidade do contrato, propõe-se o ajuste da abordagem utilizada por Costa (2023) e representada pela equação 12, de modo que o valor da opção possa ser quantificado pelos valores estimados para a continuidade em função do atual nível de tráfego. Dessa maneira, a opção é calculada da seguinte forma:

$$P_T = \begin{cases} 0 & se I'_T \leq V'_T \\ I'_T - V'_T & se I'_T > V'_T \end{cases} \quad (14)$$

Em qualquer período t ($0 < t < N$), o valor da opção de abandono é expresso por

$$P_t = \frac{E[P_T]}{(1+r_f)^{T-t}}, \quad (15)$$

sendo: P_t = valor da opção de abandono em t ; $E[P_T]$ = valor esperado da opção de abandono em T ; r_f = taxa de juros livre de risco; e T = período em que a opção pode ser exercida.

TEXTO para DISCUSSÃO

Conforme se discutirá adiante, a utilização do fator K possui também o fito de inibir ações oportunistas por parte dos governos em forçar propositalmente uma encampação contratual. Para quantificar os seus efeitos, analogamente à opção de venda que é concedida ao concessionário, o término por encampação representa o exercício de uma opção de compra ou *call* (C_T) por parte do poder concedente.

Assim, dada uma concessão com N anos de duração, o poder concedente tem o direito de comprá-la, em qualquer período T (sendo $T < N$), pagando o equivalente à indenização pelos investimentos em bens reversíveis, ajustado pelo mecanismo de *impairment* automático expresso por I'_T . Na ausência de informações completas sobre os estados futuros dos fluxos de caixa do projeto, o exercício do direito somente é interessante quando o valor presente da continuidade do projeto (V'_T), estimado a partir do nível de tráfego em T , supera a compensação a ser paga ao ente privado. Logo, o valor da opção é expresso por:

$$C_T = \begin{cases} 0 & \text{se } I'_T \geq V'_T \\ V'_T - I'_T & \text{se } I'_T < V'_T \end{cases} \quad (16)$$

Para qualquer período t ($0 < t < N$), tem-se

$$C_t = \frac{E[C_T]}{(1+r_f)^{T-t}} \quad (17)$$

sendo: C_t = valor da opção de compra em t ; e $E[C_T]$ = valor esperado da opção de compra em T .

Considerando o abandono uma opção do tipo americana, que pode ser exercida em qualquer período dentro da duração do contrato, ela pode ser quantificada pelo método dos mínimos quadrados ordinários Monte Carlo (MQOMC), proposto por Longstaff e Schwartz (2001); essa foi a mesma metodologia adotada por Costa (2023). Recomenda-se consulta ao referido documento para mais detalhes sobre o método.

O *script* desenvolvido em linguagem R para o referido trabalho foi aproveitado e adaptado para considerar as equações 14 e 15 no cálculo do valor da opção de extinguir antecipadamente o contrato, seja por caducidade, seja por encampação. Os novos códigos podem ser visualizados nos apêndices A e B, respectivamente. No apêndice C, são apresentados os resultados da opção calculada com base na hipótese de informação perfeita da demanda e comparados com a situação sem conhecimento prévio (imperfeita).

A simulação estocástica do tráfego e os respectivos fluxos de caixa foram gerados em planilhas eletrônicas em Excel, com o uso do software *@risk*. Os resultados serviram como *dados de entrada* para os *scripts* que utilizam a matriz da continuidade estimada V' (equação 8) e a matriz do valor da indenização ajustada I' , vinculada aos

bens reversíveis da concessão, corrigida pelo fator K. Ela é obtida aplicando-se a equação 11 em cada iteração da análise estocástica e tem o seguinte formato:

$$I' = \begin{bmatrix} I'_{1,1} & I'_{1,2} & \dots & I'_{1,N} \\ I'_{2,1} & I'_{2,2} & \dots & I'_{2,N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ I'_{n,1} & I'_{n,2} & \dots & I'_{n,N} \end{bmatrix}. \quad (18)$$

Os demais parâmetros utilizados na simulação⁴ são:

- taxa livre de risco (r_f) = 6,04%;
- volatilidade do tráfego (σ) = 2,93%; e
- taxa de crescimento do tráfego (μ) = 2,29%.

Nas próximas seções, a indenização por *impairment* automático é aplicada ao fluxo de caixa⁵ de um projeto de concessão real, ainda em fase de licitação, precificado por meio da teoria das opções reais nas condições de término antecipado por caducidade e por encampação.

5 TÉRMINO ANTECIPADO POR CADUCIDADE

Nesta seção são detalhadas as diferentes simulações realizadas para avaliar o valor da opção de abandono, em que se considera o reconhecimento de perdas para fins de indenização. Os resultados obtidos foram comparados com o cenário equivalente à indenização pelo método de custos históricos contabilizados, doravante denominados de cenários com e sem *impairment* automático.

5.1 Cenário-base (fluxo de caixa original)

A análise inicial utilizou o mesmo cenário-base usado por Costa (2023). Este seguiu as mesmas premissas e os custos definidos pelo EVTEA, salvo alguns ajustes necessários à adequação do modelo de análise por opções reais.⁶ A opção foi calculada na condição do valor remanescente do contrato V'_t , estimado a partir do seu nível atual de tráfego θ_t (equação 14).

4. Mesmos dados de entrada e premissas adotados por Costa (2023).

5. Fluxo de caixa desalavancado, obtido antes das despesas financeiras (juros sobre a dívida). Também é conhecido como fluxo de caixa disponível da empresa (FCDE) ou pela sigla em inglês, a saber, FCFF (*free cash flow to the firm*).

6. Ver Costa (2023), item 4.1, para detalhes sobre as premissas consideradas.

TEXTO para DISCUSSÃO

Os resultados revelaram que a compensação calculada com *impairment* reduz significativamente o valor do abandono,⁷ chegando a R\$ 1,90 milhão. Na situação sem *impairment*, a opção real (OR) ficou em R\$ 478,32 milhões (redução de 99,60%). Os efeitos obtidos mostraram-se coerentes com a proposição teórica de que, na possibilidade de se estimar a continuidade do contrato *ex ante*, a opção seria nula diante da compensação com reconhecimento de perdas. O resumo das simulações pode ser visualizado na tabela 1.

TABELA 1

Resumo dos resultados do cenário-base (fluxo de caixa original)

Variável	Sem <i>impairment</i> automático	Com <i>impairment</i> automático	Variação (%)
Valor esperado da opção de abandono (R\$ 1 milhão)	478,32	1,90	-99,60
Valor presente líquido esperado (R\$ 1 milhão)	562,37	85,95	-84,72
Período esperado para o exercício da opção (anos)	7,63	2,04	-73,26
Probabilidade esperada do exercício da opção de abandono (%)	90,55	2,32	-97,44
Passivo contingente esperado (R\$ 1 milhão)	1.902,42	0,00	-100,00

Elaboração dos autores.

O gráfico 3 exibe a relação entre o VPL do projeto no instante $t = 0$ sem o abandono no eixo x e o VOR no eixo y . Os resultados apresentam-se na condição sem *impairment*. Cada ponto no gráfico corresponde a um caminho simulado. Nota-se que há elevada ocorrência de pontos em que $VOR > 0$ e alguns poucos – concentrados em torno do intervalo de VPL entre R\$ 0,5 bilhão e R\$ 1,5 bilhão – com resultado nulo para a opção.

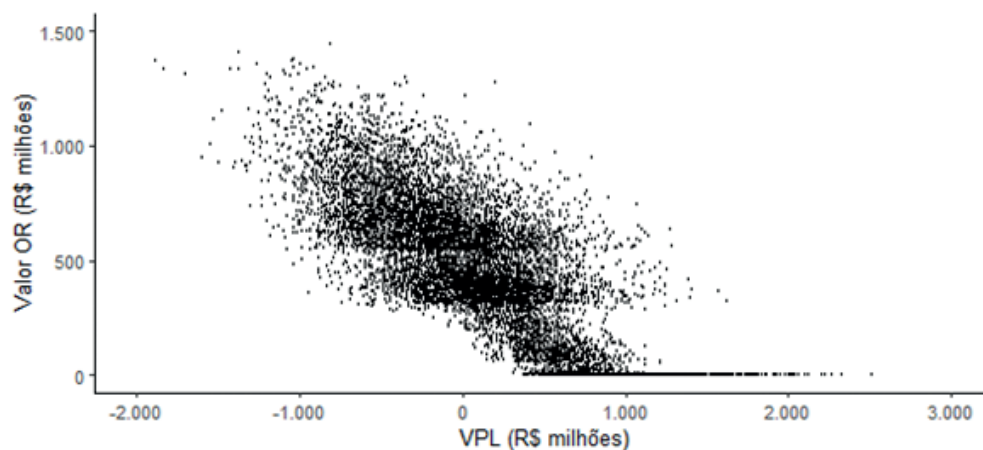
A indenização com *impairment*, por sua vez, levou a uma maior frequência de resultados nulos, como mostra o gráfico 4. Os poucos pontos visíveis acima de zero no eixo y conferem o valor residual encontrado para a opção de abandono. Referem-se a trajetórias simuladas em condições muito desfavoráveis sobre as expectativas de continuidade do contrato, que se encaixam dentro da hipótese de valor zero de indenização ($K = 0$). Mesmo não sendo devida ao concessionário a compensação, ainda assim verificou-se a preferência em devolver o contrato ante a expectativa de fluxos de caixa remanescentes negativos. Nota-se que a maioria das marcações em que $VOR > 0$ situa-se na região

7. O valor médio em cada período foi calculado com base em todas as trajetórias simuladas (10.000 ao todo).

em que o VPL está entre R\$ 0 e R\$ -1,0 bilhão. O gráfico 5 mostra a sobreposição dos resultados nos dois cenários, evidenciando os efeitos do *impairment*.

GRÁFICO 3

VPL versus VOR: cenário-base (sem *impairment* automático)

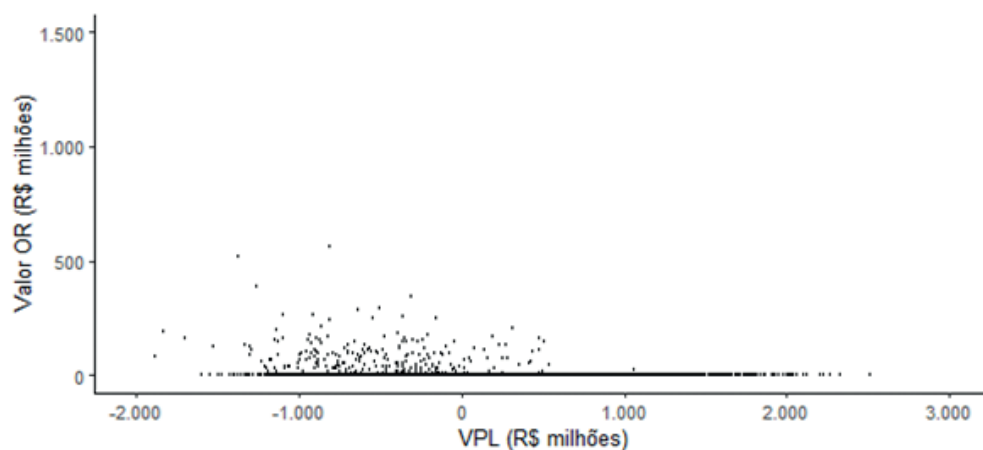


Elaboração dos autores.

Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

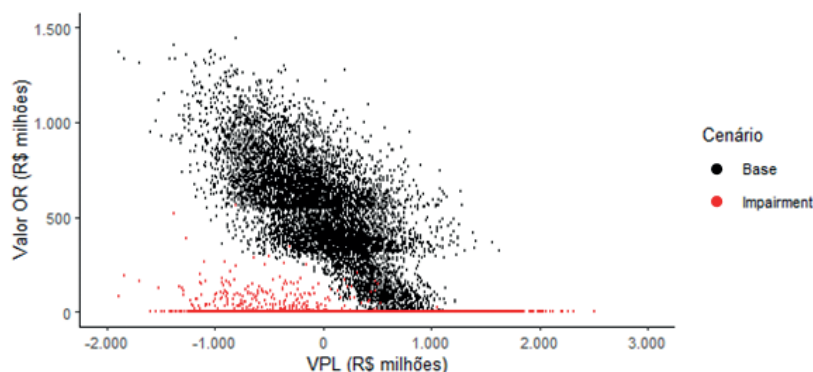
GRÁFICO 4

VPL versus VOR: cenário base com *impairment* automático



Elaboração dos autores.

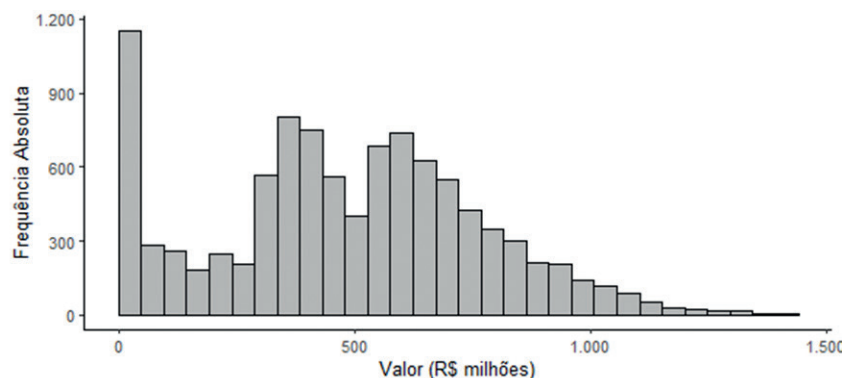
Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

GRÁFICO 5**VPL versus VOR: cenário base sem e com *impairment* automático**

Elaboração dos autores.

Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

Na sequência, são apresentados os histogramas com os resultados encontrados nas condições com e sem *impairment*, a começar pelo valor do abandono (gráficos 6 e 7), seguido pelo ano do abandono (gráficos 8 e 9) e pelo passivo contingente esperado⁸ para o cenário-base sem *impairment automático* (gráfico 10). Não se apresenta gráfico sobre o passivo contingente esperado do cenário com *impairment*, pois seu valor é nulo, o que produziria um gráfico vazio.

GRÁFICO 6**Valor da opção de abandono: cenário-base sem *impairment* automático**

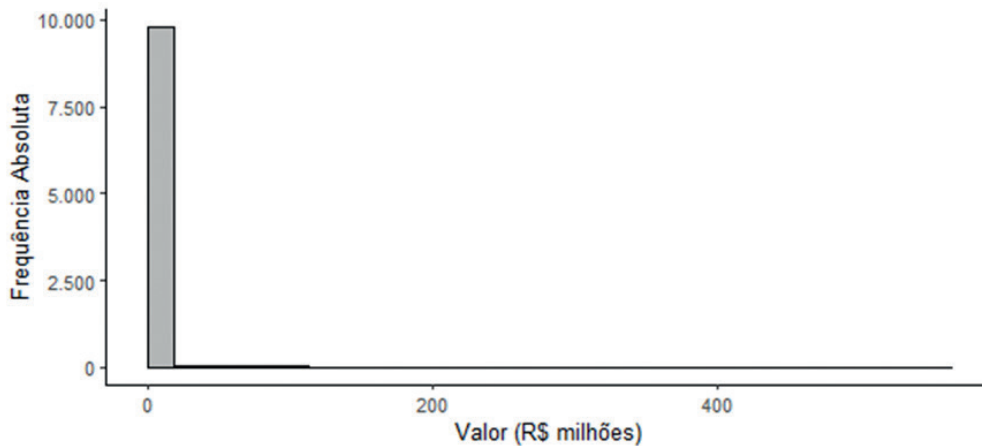
Elaboração dos autores.

Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

8. O passivo contingente esperado corresponde ao valor esperado da indenização, caso se exerça o direito da opção de abandono em determinado período T do projeto, trazido a valor presente. Ver Costa (2023), item 3.5, para mais detalhes sobre o indicador.

GRÁFICO 7

Valor da opção de abandono: cenário-base com *impairment* automático

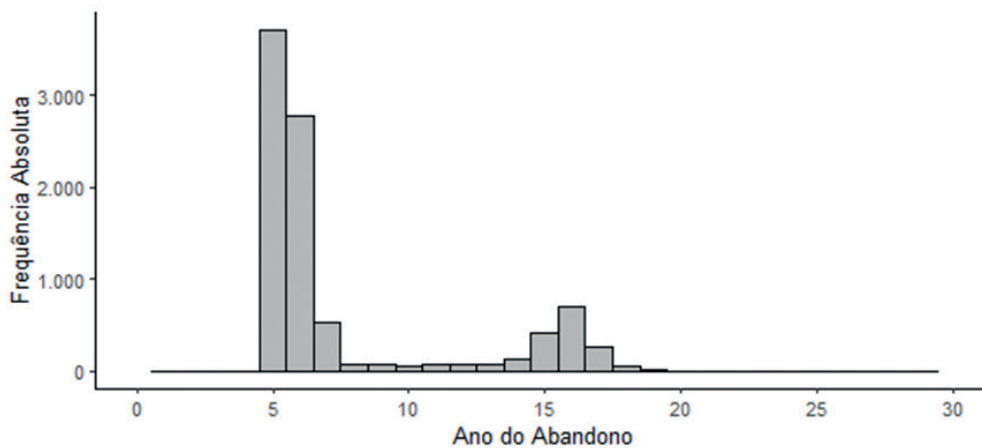


Elaboração dos autores.

Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

GRÁFICO 8

Ano de abandono: cenário-base sem *impairment* automático



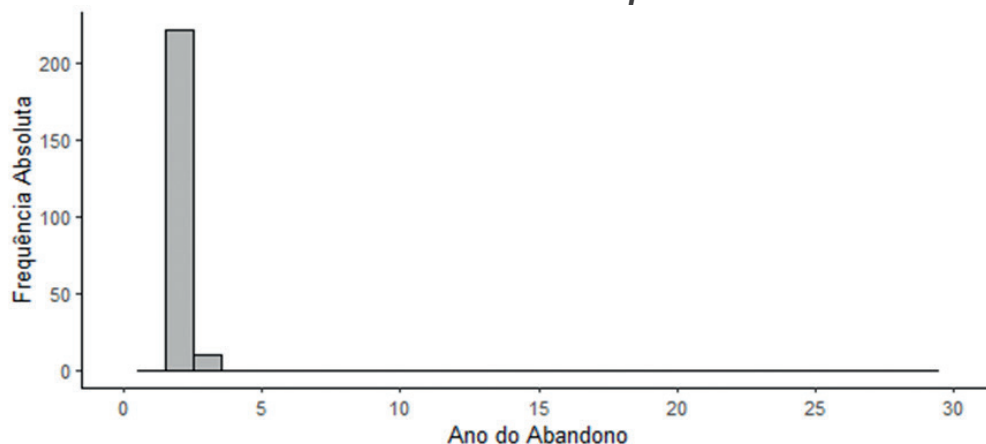
Elaboração dos autores.

Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

TEXTO para DISCUSSÃO

GRÁFICO 9

Ano de abandono: cenário-base com *impairment* automático

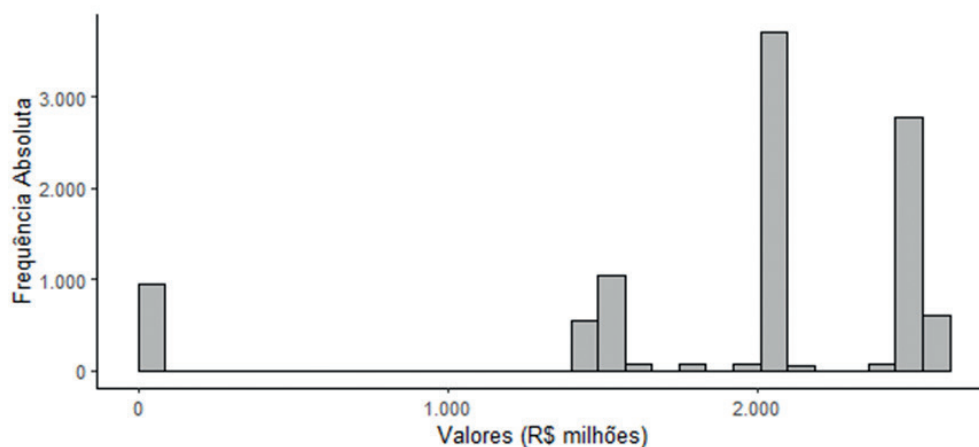


Elaboração dos autores.

Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

GRÁFICO 10

Passivo contingente esperado: cenário-base sem *impairment* automático



Elaboração dos autores.

Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

O modelo de indenização por *impairment* automático pressupõe a limitação da compensação ao valor de mercado do projeto. Conforme proposto, o valor residual foi encontrado por meio da regressão das possíveis trajetórias que o fluxo de caixa pode assumir segundo a simulação Monte Carlo, ou seja, o valor esperado do contrato dado o tráfego observado. Observou-se que os resultados progressivamente foram convergindo o seu ajuste em direção à bissetriz do gráfico dispersão com o passar do tempo.

No primeiro ano, o coeficiente de determinação (r^2) é baixo (0,12), mas chega a 0,97 no 29º ano. Os gráficos com a dispersão entre os resultados estimados e “reais”, ano a ano, são exibidos no apêndice D.

5.2 Comparação entre o *impairment* automático e a aplicação de multas sobre a indenização por investimentos em bens reversíveis

A literatura sobre o término antecipado de contratos de parceria mostra haver certo consenso sobre a importância que a indenização tem para neutralizar risco moral na execução dos contratos (Costa e Rocha, 2020). Todavia, há divergências sobre os métodos usados para tal finalidade. Essa seção, portanto, busca comparar os resultados encontrados com o uso do *impairment* aos da aplicação de multas sobre a indenização pelos investimentos em bens reversíveis (método do custo histórico), que é defendida como outra medida para reduzir os incentivos ao abandono contratual.

Nesse sentido, realizou-se uma avaliação de sensibilidade para a variação percentual aplicável ao desconto da indenização em bens reversíveis simulando diferentes níveis de multas e outras despesas relacionadas com o processo de relicitação, o chamado custo de saída do projeto. O cenário-base considerou a dedução em 0%. Novas simulações foram feitas até 30% de desconto, em incrementos de 10%. Os resultados são apresentados na tabela 2. Percentualmente, uma multa de 30% representou redução aproximada de 53% no valor da OR e 55% na sua probabilidade de ocorrência. Contudo, são bem inferiores às reduções propiciadas pelo *impairment*, que foram superiores a 97% para as duas variáveis em questão, o que mostra a maior eficácia do método em termos de mitigar o risco moral.

Outra vantagem da aplicação do método por *impairment* em detrimento da aplicação de multas é que esta última ocorre de forma linear para qualquer cenário de demanda. Essa consequência pode criar punição desproporcional, independentemente da demanda do projeto, e é exatamente o efeito que se propõe ao evitar o ajuste do valor recuperável do contrato.

TABELA 2

Análise de sensibilidade: desconto sobre a indenização

Variável	0%	10%	20%	30%	Com <i>impairment</i> automático
Valor esperado da opção de abandono (R\$ 1 milhão)	478,32	309,09	190,51	113,92	1,90
Valor presente líquido (R\$ 1 milhão)	562,37	393,14	274,56	197,97	85,95
Período esperado para o exercício da opção (anos)	7,63	7,63	7,06	6,18	2,04
Probabilidade esperada do exercício da opção de abandono (%)	90,55	79,90	65,76	49,68	2,32
Passivo contingente esperado (R\$ 1 milhão)	1.902,42	1.255,37	781,41	435,80	0,00

Elaboração dos autores.

5.3 Cenário com o valor futuro estimado pelo tráfego acumulado

Na seção sobre a metodologia de compensação, definiu-se como premissa que o valor remanescente do contrato V'_t pode ser estimado a partir do seu nível atual de tráfego ajustado $\theta^{ajustado}$. Alternativamente, existe a possibilidade de a continuidade ser estimada em função do tráfego acumulado ajustado no projeto $\theta_{acum}^{ajustado}$. Nesse cenário, esta seção tem por objetivo avaliar os resultados por essa alternativa. O tipo de equação utilizada para a regressão foi o mesmo do cenário, conforme mostrado na equação a seguir:

$$E[\theta_{acum}^{ajustado} | V'_t] = a + b \cdot \theta_{acum}^{ajustado} + c \cdot \theta_{acum}^{ajustado}{}^2. \quad (19)$$

Quando considerado o tráfego acumulado, o valor da opção diminuiu de R\$ 1,90 milhão para R\$ 1,51 milhão (-20,53%), e a probabilidade de exercício reduziu-se de 2,32% para 1,82% (21,55%). A tabela 3 mostra os resultados comparativos entre os dois métodos.

Apesar de ter reduzido a opção de abandono com maior intensidade, a função ajustada pelo tráfego acumulado gerou níveis inferiores na qualidade da regressão. Registra-se que o MGB é um processo estocástico, com incrementos independentes. Trata-se de um processo de Markov, ou seja, a distribuição de probabilidade p_{t+1} depende somente de p_t . Essa distribuição, em qualquer instante futuro, não depende de seu histórico passado, mas somente do momento presente. Logo, não se esperaria melhoras relevantes pela abordagem do tráfego acumulado, como ficou evidenciado.

A tabela 4 exibe os resultados dos coeficientes de determinação do ajuste da função do valor remanescente da concessão em cada ano.

TABELA 3

Resumo dos resultados do cenário com *impairment* automático estimado pelo tráfego atual e acumulado

Variável	<i>Impairment</i> automático Tráfego atual	<i>Impairment</i> automático Tráfego acumulado	Variação (%)
Valor esperado da opção de abandono (R\$ 1 milhão)	1,90	1,51	-20,53
Valor presente líquido esperado (R\$ 1 milhão)	85,95	85,56	-0,45
Período esperado para o exercício da opção (anos)	2,04	2,00	-1,96
Probabilidade esperada do exercício da opção de abandono (%)	2,32	1,82	-21,55
Passivo contingente esperado (R\$ 1 milhão)	0,00	0,00	-

Elaboração dos autores.

TABELA 4

Comparativo entre os coeficientes de determinação

Coeficiente de determinação (r^2)								
Ano	θ Atual	θ Acumulado	Ano	θ Atual	θ Acumulado	Ano	θ Atual	θ Acumulado
1	0,1208	0,1208	11	0,6558	0,5228	21	0,8587	0,6685
2	0,2059	0,1907	12	0,6824	0,5432	22	0,8745	0,6788
3	0,2846	0,2489	13	0,7037	0,5615	23	0,8905	0,6893
4	0,3577	0,3003	14	0,7243	0,5777	24	0,9054	0,6992
5	0,4139	0,3431	15	0,7443	0,5919	25	0,9200	0,7093
6	0,4732	0,3828	16	0,7683	0,6059	26	0,9335	0,7188
7	0,5247	0,4201	17	0,7870	0,6193	27	0,9449	0,7282
8	0,5625	0,4528	18	0,8061	0,6324	28	0,9562	0,7370
9	0,5941	0,4781	19	0,8228	0,6451	29	0,9664	0,7459
10	0,6250	0,5010	20	0,8426	0,6578			

Elaboração dos autores.

5.4 Cenário com *capital expenditure* concentrado no ano 1 (VPL = 0)

A análise do método de indenização por *impairment* automático foi aplicada a uma variação do fluxo de caixa original, com todo o investimento em *capital expenditure* (Capex) concentrado no primeiro ano de contrato. Procurou-se, dessa forma, simplificar a estrutura de inversões do empreendimento para melhor investigar o comportamento do abandono nos diferentes métodos de precificação de ressarcimento. O cenário trouxe a valor presente, em $t = 1$, os R\$ 9,12 bilhões de investimentos previstos durante os trinta anos. O custo de capital aplicado foi 9,2% (percentual definido no EVTEA), o que resultou em investimento equivalente de R\$ 4,54 bilhões.

Além do fluxo de investimentos, a tarifa-base foi alterada de modo que o VPL do projeto fosse idêntico aos R\$ 84,05 milhões do cenário-base. Logo, a tarifa por veículo equivalente de R\$ 8,54 para pista simples e R\$ 11,10 para pista dupla, prevista no cenário-base, teve o valor ajustado para R\$ 8,75 e R\$ 11,37, respectivamente para pista simples e dupla no novo arranjo. Esse ajuste foi feito por meio da aplicação da ferramenta “atingir meta” (*goal seek*) do Excel.

Os resultados da avaliação da opção nos cenários com e sem *impairment* são exibidos na tabela 5. Observa-se inicialmente que a reestruturação do cronograma de investimentos reduziu a opção. Na condição sem *impairment*, o seu valor ficou em torno de R\$ 11 milhões e nulo com o reconhecimento de perdas. Isso se deve ao fato de o investimento no ano 1 “aliviar” os fluxos de caixas a partir do ano 2 – primeiro período em que o abandono é possível –, aumentando o valor da continuidade do contrato e reduzindo o *payoff* e a probabilidade de exercício. Registra-se também que, diferentemente do observado no cenário-base, não se verificaram casos dentro da hipótese de valor nulo de indenização, que conferiram o valor residual ao abando na condição com *impairment*.

TABELA 5

Resumo dos resultados do cenário Capex concentrado no ano 1

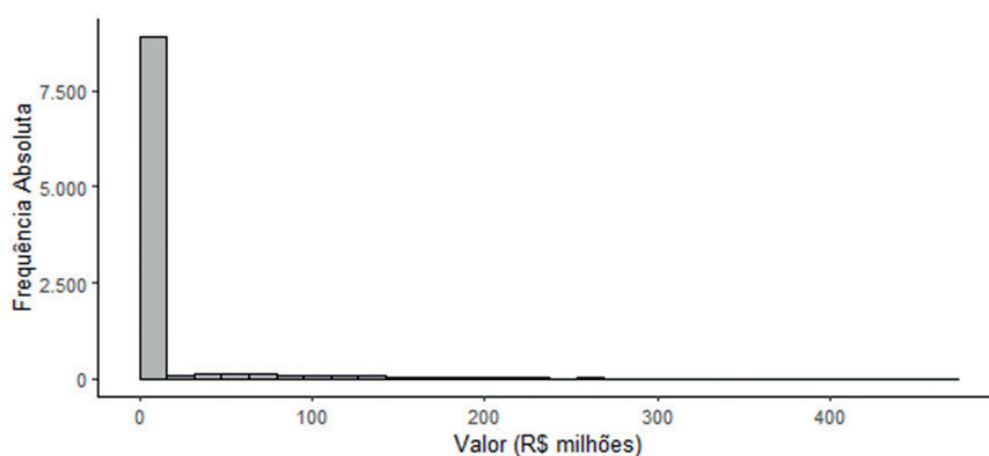
Variável	Sem <i>impairment</i> automático	Com <i>impairment</i> automático
Valor esperado da opção de abandono (R\$ 1 milhão)	10,92	0,00
Valor presente líquido esperado (R\$ 1 milhão)	94,97	84,05
Período esperado para o exercício da opção (anos)	2,92	0,00
Probabilidade esperada do exercício da opção de abandono (%)	10,95	0,00
Passivo contingente esperado (R\$ 1 milhão)	381,95	0,00

Elaboração dos autores.

Na sequência, são apresentados os histogramas com os resultados encontrados na condição sem *impairment*, a começar pelo valor do abandono (gráfico 11), seguido pelo ano do abandono (gráfico 12) e pelo passivo contingente esperado (gráfico 13).

GRÁFICO 11

Valor da opção de abandono: cenário Capex concentrado no ano 1 sem *impairment* automático

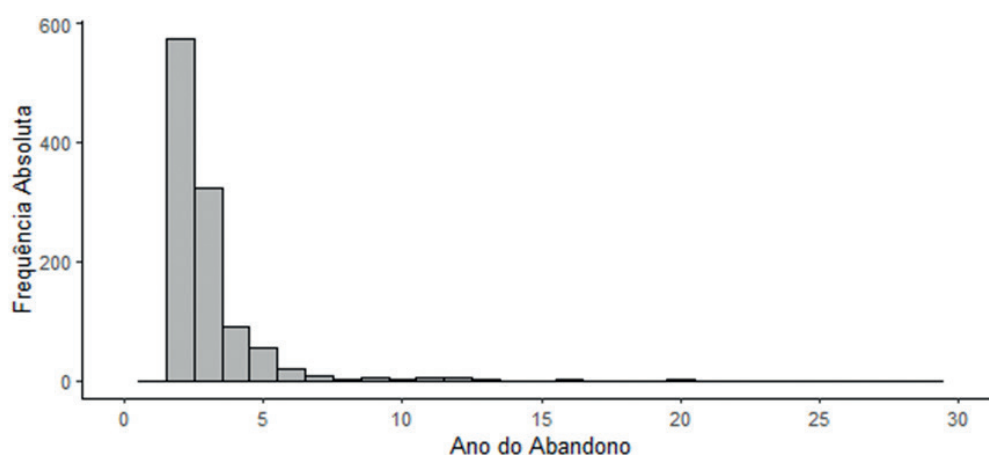


Elaboração dos autores.

Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

GRÁFICO 12

Ano de abandono: cenário CAPEX concentrado no ano 1 sem *impairment* automático

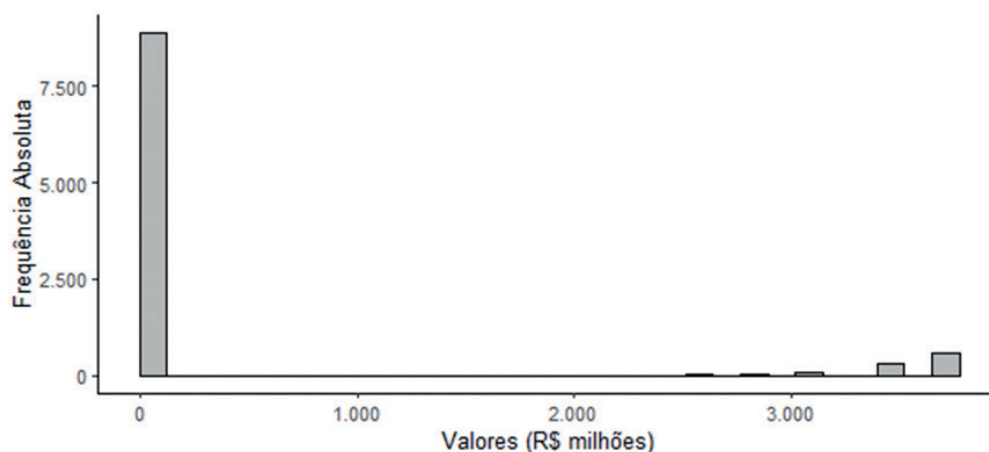


Elaboração dos autores.

Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

GRÁFICO 13

Passivo contingente esperado: cenário CAPEX concentrado no ano 1 sem *impairment* automático



Elaboração dos autores.

Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

Posteriormente, procedeu-se à avaliação comparativa entre os resultados do valor da continuidade V_t e o estimado com base no atual nível de tráfego da concessão V'_t . Assim como observado na análise do cenário-base, os resultados foram progressivamente convergindo o ajuste na direção da bissetriz do gráfico de dispersão com o passar do tempo. No primeiro ano, o coeficiente de determinação (r^2) chega a 0,12, aumentando progressivamente até 0,97 no 29º ano. Os gráficos com a dispersão entre os resultados estimados e “reais” ano a ano são exibidos no apêndice E.

5.5 Cenário com Capex concentrado nos anos 1 e 15 (VPL = 0)

O cenário discutido nesta seção é uma variação do anterior, porém o Capex foi concentrado nos anos 1 e 15. A simplificação adotada assemelha-se, em maior grau, com o cronograma de investimentos faseados proposto no EVTEA do contrato. No novo fluxo de desembolsos, o investimento da primeira fase era equivalente a R\$ 3,71 bilhões; e o da segunda, a R\$ 2,85 bilhões.

A tarifa equivalente foi de R\$ 8,52 e R\$ 11,07 para pista simples e dupla, nessa ordem, ligeiramente inferior às previstas originalmente. O VPL do novo cenário foi o mesmo, qual seja, R\$ 84,05 milhões (9,20% de taxa de desconto).

Os resultados da análise da opção de abandono nas situações sem e com *impairment* são exibidos na tabela 6. Primeiramente, refere-se que a nova estrutura de fluxo

de caixa aumenta o valor e a atratividade da flexibilidade na condição sem *impairment*, comparativamente ao cenário anterior. Novamente, associa-se esse crescimento à redução do retorno futuro do contrato com a inclusão de uma segunda onda de investimentos. Na condição da indenização com reconhecimento de perdas, no entanto, o *payoff* da opção permaneceu nulo, mesma situação encontrada na seção anterior.

TABELA 6

Resumo dos resultados do cenário Capex concentrado nos anos 1 e 15

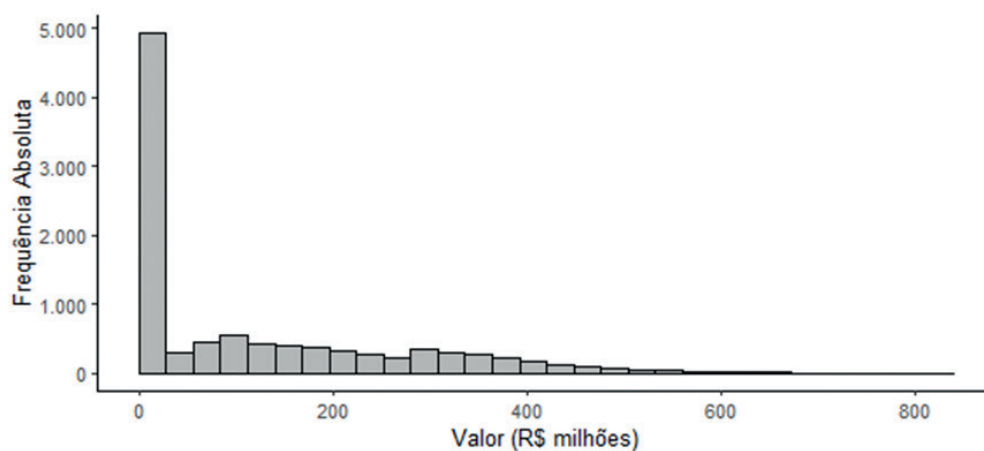
Variável	Sem <i>impairment</i> automático	Com <i>impairment</i> automático
Valor esperado da opção de abandono (R\$ 1 milhão)	114,04	0,00
Valor presente líquido esperado (R\$ 1 milhão)	198,09	84,05
Período esperado para o exercício da opção (anos)	13,23	0,00
Probabilidade esperada do exercício da opção de abandono (%)	54,75	0,00
Passivo contingente esperado (R\$ 1 milhão)	685,41	0,00

Elaboração dos autores.

Na sequência, são apresentados os histogramas com os resultados encontrados na condição sem *impairment*, a começar pelo valor do abandono (gráfico 14), seguido pelo ano do abandono (gráfico 15) e pelo passivo contingente esperado (gráfico 16).

GRÁFICO 14

Valor da opção de abandono: cenário Capex concentrado nos anos 1 e 15 sem *impairment* automático



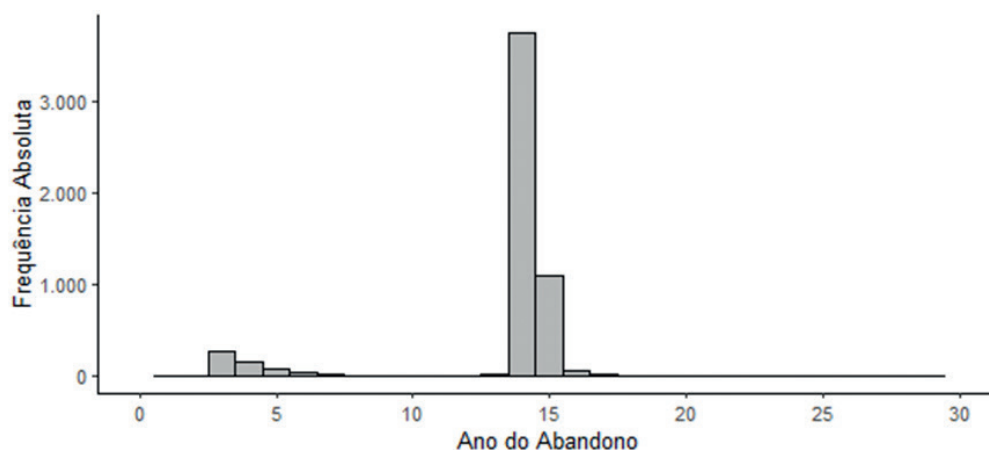
Elaboração dos autores.

Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

TEXTO para DISCUSSÃO

GRÁFICO 15

Ano de abandono: cenário Capex concentrado nos anos 1 e 15 sem *impairment* automático

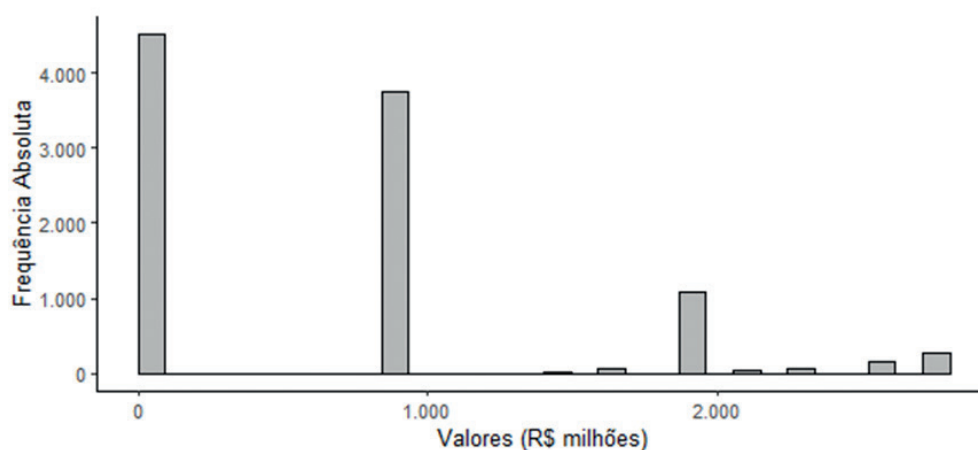


Elaboração dos autores.

Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

GRÁFICO 16

Passivo contingente esperado: cenário Capex concentrado nos anos 1 e 15 sem *impairment* automático



Elaboração dos autores.

Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

Em seguida, realizou-se a avaliação comparativa entre os resultados do valor da continuidade V_t e o estimado com base no atual nível de tráfego da concessão V'_t . Assim como o observado na análise do cenário-base, os resultados foram progressivamente

convergindo o ajuste na direção da bissetriz do gráfico com o passar do tempo. No primeiro ano, o coeficiente de determinação (r^2) é baixo (0,12), chegando a 0,97 no 29º ano. Os gráficos com a dispersão entre os resultados estimados e “reais” ano a ano são exibidos no apêndice F.

5.6 Indenização por *impairment* tabelado

Os resultados encontrados até este ponto do trabalho fornecem indícios de que a indenização por *impairment* automático pode ser uma forma eficiente para atenuar as possíveis distorções e assimetrias geradas pelo modelo com base em custos históricos. Com a aplicação do método, verifica-se uma redução no valor da opção e da probabilidade de abandono contratual, que praticamente a zerou nos casos estudados, conforme esperado pelo próprio desenho do mecanismo de *impairment* automático. Esta seção, portanto, busca propor uma forma para a aplicação do método de precificação da compensação como ferramenta para o desenho de futuros instrumentos contratuais.

De acordo com as principais referências de boas práticas em estruturação de projetos de parcerias, os contratos devem prever dispositivos para disciplinar o procedimento do término antecipado – nas diferentes hipóteses – e a devolução do ativo para o poder concedente, incluindo o mecanismo para quantificar o ressarcimento por investimentos em bens reversíveis (Liu, Gao e Cheah, 2017). Na prática, todavia, o que se verifica no Brasil é a situação oposta. Os contratos de concessão, nas diferentes modalidades, são omissos nesse sentido, conforme apontado na seção de revisão bibliográfica.

A inexistência de regras contratuais claras e aceitas por ambas as partes na hipótese de devolução antecipada pode motivar longos litígios e discussões judiciais, que podem se arrastar por anos sem uma resolução para o conflito. Outro aspecto relevante para a melhora da eficácia é a simplicidade e o fácil entendimento dos mecanismos de precificação. Para Marques (2021), cláusulas dessa natureza devem ser claras e objetivas, além de cumprir o propósito de regular determinado assunto sem margens a interpretações distintas. Nesse sentido, pode-se reconhecer que o procedimento para a estimativa de indenização por *impairment* automático, em uma primeira análise, vai ao encontro desse preceito.

Propõe-se, dessa maneira, a definição de um modelo *ex ante* de fatores de correção de compensação como instrumento contratual a ser usado como referência para o ajuste do valor indenizável em função da expectativa do benefício econômico remanescente. Essa é uma forma para tornar as “regras do jogo” mais transparentes e de fácil aplicação. O procedimento apresentado a seguir visa padronizar o fator de

TEXTO para DISCUSSÃO

correção de indenização por *impairment* a partir dos níveis de tráfego de uma concessão no momento do pedido de devolução.

A formulação dos fatores de correção deve ocorrer ainda na fase de estudos e estruturação do projeto com a aplicação do modelo de análise estocástica, tal como descrito na seção 3. De maneira resumida, o método se vale da aplicação da simulação Monte Carlo para obter uma matriz com os fatores K de todos os períodos do projeto e as iterações. Os resultados são ordenados em bandas de tráfego, e, então, é determinado o fator médio por período e por banda.

Salienta-se que a proposição em questão utiliza a abordagem neutra em relação ao risco. Portanto, os valores de tráfego simulados nessa condição necessitam ser convertidos para expectativas realistas de níveis de tráfego. Para essa finalidade, a equação 2 pode ser reescrita de modo a encontrar a variável normalmente aleatória ε , apresentada a seguir. Uma vez identificadas as sementes que deram origem à iteração, os resultados obtidos podem ser aplicados na equação 1 para encontrar o “tráfego real” equivalente.

Alternativamente, podem-se realizar as simulações de tráfego simultaneamente nos cenários “real” e neutro a risco. Em outras palavras, isso corresponde a aplicar uma mesma semente aleatória da simulação nas equações 1 e 2, de modo que são obtidos os valores equivalentes de tráfego “real” e ajustado ao risco.

$$\varepsilon = \frac{\ln\left(\frac{\theta_{t+1}^{ajustado}}{\theta_t^{ajustado}}\right) - \left(\mu - \lambda - \frac{\sigma^2}{2}\right) \cdot \Delta t}{\sigma \cdot \Delta t} \quad (20)$$

Após a aplicação desse procedimento, os níveis de tráfego “real” em cada período da concessão são organizados em ordem crescente e, em seguida, procede-se à determinação dos decis de tráfego. O decil é uma medida que divide os dados ordenados de uma variável em dez partes com o mesmo número de observações, em que a posição do D^o decil pode ser expressa por $(n + 1) \cdot D/10$, em que n é o tamanho da amostra.

Merece registro que o procedimento em discussão pode ser ajustado para qualquer outro quantil que divide o intervalo de frequência de uma população, tais como quintil, duodecil, percentil. Por questões de simplificação, propõe-se a criação de dez faixas para a análise dos dados. A tabela 7 apresenta os valores limites por decil do tráfego esperado por período do estudo de caso. Os limites zero e dez são as fronteiras superior e inferior dos resultados simulados.

Uma vez identificados os decis de tráfego, aplica-se a fórmula a seguir para determinar o valor do fator K médio ($\bar{K}_{d,t}$) para cada faixa, resultando em tabela de fatores

médios por decil de tráfego e período do projeto, em que d , t e n são respectivamente o número do decil, o período e o número total de simulações dentro de um decil. A variável K_i representa o fator K esperado por simulação, no período e no decil analisado. A tabela 8 exibe o resultado do procedimento descrito. Pela proposição, essas duas tabelas (tráfego por decil e fator K médio) deverão ser transformadas em instrumentos contratuais, utilizados para balizar a determinação das indenizações.

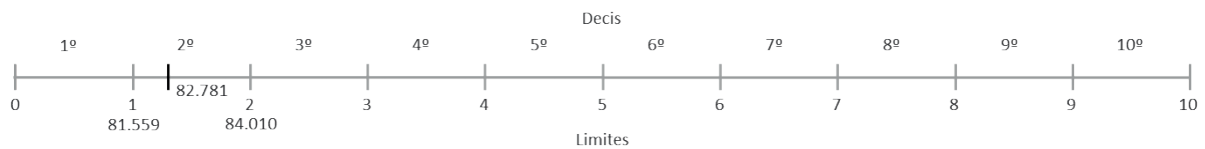
$$\bar{K}_{d,t} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K_i. \quad (21)$$

Observa-se, no primeiro ano do contrato, elevada concentração de fatores $K = 1$. Registra-se que, nesse período, o volume acumulado de investimentos é moderado e superado, na maior parte dos casos (mais de 80% das simulações), pela expectativa do valor remanescente, o que limita o resultado do fator. No 2º ano, a quantidade de decis com $K = 1$ se reduz para 3, e, do 3º ao 18º ano, somente o 10º decil – expectativas mais otimistas quanto ao futuro – apresenta $K=1$. Do 19º ano em diante, percebe-se, novamente, o aumento progressivo dessa tendência entre os decis (maior número de casos $K=1$).

É importante associar esse comportamento com ao perfil do Capex em dois ciclos do contrato. Conforme discutido por Costa (2023), o cronograma de obras mantém elevado os níveis dos investimentos acumulados não depreciados e amortizados, e consequente indenização, até o fim do segundo ciclo (20º ano). Somente a partir desse momento os valores começam a se reduzir, chegando à depreciação integral do investimento no 30º e último ano.

A título de exemplificação do modelo, supõe-se para o projeto do estudo de caso que a concessionária entrou com o pedido de devolução no 5º ano, alegando dificuldades financeiras em virtude da demanda de tráfego aquém da projetada. O pedido foi deferido pelo poder concedente no mesmo ano. O tráfego atingiu o nível de 82.781 mil veículos equivalentes, e o investimento em bens reversíveis não depreciados e amortizados acumulou R\$ 2,71 bilhões (valores já reconhecidos pelo poder concedente, concessionário e verificador independente).

Ao consultar a tabela de fatores de ajuste, constata-se que o nível de tráfego se situa no 2º decil. Portanto, o fator K a ser aplicado é $\bar{K}_{2,5} = 0,61743$. Logo, o montante a ser ressarcido, nesse caso, é de R\$ 1,67 bilhão ($2,71 \times 0,61743$). Na próxima seção, é apresentada a avaliação por opções reais do valor agregado por esse método. A figura 1 esquematiza a distribuição dos decis de tráfego e os seus limites para o exemplo aqui ilustrado.

FIGURA 1**Representação esquemática do uso dos decis de tráfego**

Elaboração dos autores.

Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

TABELA 7**Limites dos decís de tráfego por período**
(Em 1 mil veículos equivalentes por ano)

Limites	Período do projeto														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	71.345	68.639	67.907	67.852	68.883	67.760	68.612	67.836	68.563	67.487	65.463	68.673	69.316	70.582	70.850
1	78.246	78.700	79.523	80.477	81.559	82.739	84.078	85.555	86.986	88.324	89.839	91.380	93.099	94.715	96.404
2	79.190	80.135	81.371	82.634	84.010	85.443	87.040	88.605	90.338	91.907	93.588	95.452	97.351	99.278	101.158
3	79.932	81.245	82.671	84.184	85.750	87.323	89.084	90.989	92.819	94.778	96.568	98.647	100.610	102.717	104.909
4	80.575	82.110	83.777	85.470	87.233	89.068	91.124	93.024	94.977	97.223	99.304	101.288	103.551	105.816	108.135
5	81.176	82.962	84.812	86.743	88.660	90.767	92.931	95.075	97.258	99.459	101.643	103.953	106.457	108.778	111.250
6	81.774	83.825	85.894	88.026	90.211	92.377	94.653	97.119	99.513	101.849	104.144	106.663	109.242	111.920	114.437
7	82.396	84.770	87.055	89.419	91.772	94.246	96.649	99.266	101.783	104.337	106.876	109.550	112.319	115.158	117.988
8	83.139	85.854	88.451	91.076	93.677	96.390	99.040	101.974	104.530	107.561	110.379	113.165	116.185	119.097	122.180
9	84.209	87.457	90.365	93.404	96.379	99.548	102.559	105.642	108.752	111.864	115.164	118.425	121.620	125.067	128.348
10	91.358	97.861	102.225	110.043	115.407	122.643	121.713	130.809	132.101	141.129	145.206	153.037	151.623	162.713	164.726
Limites	Período do projeto														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
0	71.306	71.569	75.640	76.011	79.623	78.807	79.628	79.878	78.102	78.203	78.784	77.884	85.314	87.104	
1	98.107	99.854	101.634	103.589	105.403	107.174	109.294	110.967	113.441	115.658	117.846	119.836	122.414	125.112	
2	103.141	105.169	107.366	109.426	111.554	113.730	116.039	118.384	120.527	123.131	125.386	128.023	130.972	133.443	
3	107.123	109.283	111.598	114.036	116.559	118.812	121.236	123.822	126.392	129.009	131.740	134.537	137.408	140.232	
4	110.549	113.030	115.585	118.135	120.665	123.282	125.817	128.568	131.376	133.973	137.082	140.138	143.239	146.242	
5	113.733	116.483	119.028	121.963	124.810	127.564	130.377	133.162	136.300	139.300	142.601	145.659	149.071	152.520	
6	117.057	119.969	122.862	125.813	128.704	131.730	134.904	138.041	141.170	144.506	147.922	151.501	154.954	158.637	
7	120.909	123.901	126.734	129.860	133.145	136.266	139.706	143.217	146.839	150.310	153.924	157.734	161.401	165.529	
8	125.393	128.619	131.934	135.218	138.690	142.244	145.951	149.625	153.288	157.350	161.320	165.560	169.431	174.024	
9	132.030	135.577	139.071	142.774	146.640	150.530	154.639	159.153	162.958	167.616	171.617	176.277	181.023	185.943	
10	170.889	173.629	183.568	187.293	200.000	203.830	213.574	217.838	227.631	242.353	251.199	263.184	281.157	292.756	

Elaboração dos autores.

TABELA 8**Fator K médio por decil de tráfego por período: término por caducidade**

Decil	Período do projeto														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0,54984	0,14160	0,25073	0,39123	0,51151	0,59416	0,63047	0,65377	0,63409	0,60871	0,58376	0,55685	0,52463	0,48871	0,49943
2	0,96034	0,41140	0,44464	0,53115	0,61743	0,68140	0,71287	0,73684	0,72231	0,70203	0,68361	0,66341	0,63429	0,60600	0,61148
3	1,00000	0,57592	0,55082	0,60663	0,67525	0,72907	0,75749	0,78104	0,77104	0,75653	0,73851	0,72234	0,69745	0,67119	0,67416
4	1,00000	0,70614	0,63245	0,66502	0,72138	0,76631	0,79568	0,81833	0,80982	0,80061	0,78623	0,77091	0,74789	0,72567	0,72753
5	1,00000	0,82146	0,70729	0,71810	0,76222	0,80325	0,83138	0,85303	0,84792	0,84011	0,82944	0,81481	0,79706	0,77597	0,77519
6	1,00000	0,93429	0,77970	0,77226	0,80482	0,83855	0,86441	0,88771	0,88588	0,87859	0,87061	0,86050	0,84434	0,82646	0,82247
7	1,00000	0,99979	0,85913	0,82883	0,84850	0,87513	0,89830	0,92233	0,92552	0,92090	0,91432	0,90646	0,89302	0,87927	0,87252
8	1,00000	1,00000	0,94620	0,89126	0,89604	0,91601	0,93848	0,96304	0,96712	0,96899	0,96595	0,96037	0,95085	0,93644	0,92993
9	1,00000	1,00000	0,99998	0,97232	0,95953	0,97131	0,98735	0,99840	0,99941	0,99996	0,99997	0,99955	0,99830	0,99484	0,99109
10	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000

Decil	Período do projeto														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
1	0,53942	0,58076	0,62383	0,67909	0,71300	0,72529	0,73779	0,74996	0,76537	0,77753	0,78986	0,80209	0,80986	0,82490	
2	0,64007	0,67399	0,71159	0,76020	0,79499	0,80992	0,82590	0,83909	0,85538	0,87261	0,88470	0,89956	0,91211	0,92782	
3	0,69799	0,72787	0,76268	0,80674	0,84245	0,85915	0,87598	0,89243	0,90915	0,92693	0,94255	0,95760	0,97110	0,98469	
4	0,74707	0,77335	0,80582	0,84735	0,88332	0,90090	0,91793	0,93629	0,95436	0,97220	0,98851	0,99701	0,99991	1,00000	
5	0,79117	0,81426	0,84306	0,88252	0,91863	0,93796	0,95725	0,97544	0,99257	0,99943	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	
6	0,83324	0,85365	0,88091	0,91769	0,95399	0,97511	0,99281	0,99975	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	
7	0,88005	0,89662	0,92051	0,95296	0,98851	0,99943	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	
8	0,93469	0,94580	0,96674	0,99142	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	
9	0,99129	0,99515	0,99975	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	
10	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	

Elaboração dos autores.

A seguir, discutem-se os resultados da análise por opções reais para a indenização calculada pelo método de avaliação do fator K médio. A tabela 9 resume os resultados encontrados. Verificou-se que, com a aplicação do reconhecimento de perdas tabelado, a opção de abandono obteve o valor equivalente a R\$ 42,70 milhões. A probabilidade do seu exercício foi de 90,83%, e o período esperado para o exercício foi de 8,56 anos. O passivo contingente esperado foi de R\$ 1,47 bilhão.

TABELA 9

Resumo dos resultados do cenário-base (fator K médio no fluxo de caixa original)

Variável	Sem <i>impairment</i> automático	Com <i>impairment</i> automático	Com <i>impairment</i> automático tabelado
Valor esperado da opção de abandono (R\$ 1 milhão)	478,32	1,90	42,70
Valor presente líquido esperado (R\$ 1 milhão)	562,37	85,95	126,75
Período esperado para o exercício da opção (anos)	7,63	2,04	8,56
Probabilidade esperada do exercício da opção de abandono (%)	90,55	2,32	90,83
Passivo contingente esperado (R\$ 1 milhão)	1.902,42	0,00	1.472,22

Elaboração dos autores.

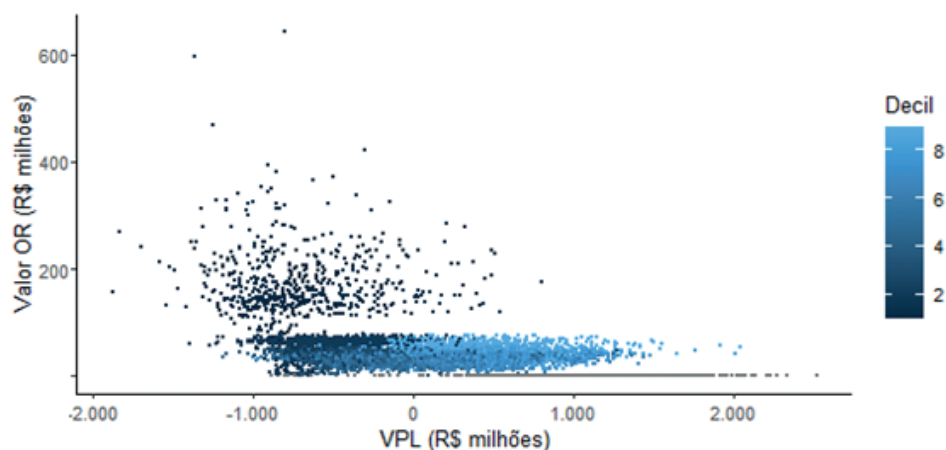
Ao contrário dos resultados obtidos na situação com *impairment* automático, o *payoff* da opção não se aproximou de zero. Isso ocorre porque o fator K utiliza a expectativa média da banda de tráfego sobre a continuidade do contrato, o que acabou por gerar valor residual. Observou-se também o crescimento da probabilidade de exercício e o consequente aumento do passivo contingente esperado. Sobre essa constatação, deve-se ter em mente que o modelo de indenização pelo fator de correção médio por decil cria, nas trajetórias simuladas e em cada período t do projeto, uma discrepância entre a indenização estimada e aquele valor que, de fato, a iguala ao remanescente do contrato ($V_T = K \cdot I_T$, princípio do *impairment* automático).

Considerando-se a distribuição dos resultados da simulação em torno da média do decil, aponta-se que sempre existirá valor para a opção de abandono – ainda que residual – quando se verificar a condição $V_T < K \cdot I_T$. Ao longo de todos os períodos do projeto, o que se observou foi a atratividade do seu exercício em praticamente todos os caminhos simulados. Justifica-se, assim, o baixo *payoff* da OR (comparativamente ao cenário sem *impairment* automático) e a sua elevada probabilidade de ocorrência. De modo a evitar que o remédio regulatório proposto forneça incentivos adversos, a subseção 5.6.1 discute a alternativa de utilização do fator K mínimo (no limite inferior de cada decil).

TEXTO para DISCUSSÃO

O gráfico 17 mostra a relação entre o VPL do projeto sem abandono e o retorno da opção real. Verifica-se, na parte inferior do gráfico, alta concentração de pontos, na faixa de R\$ -1,00 bilhão a R\$ 1,00 bilhão, atribuída à diferença entre a expectativa de continuidade e o valor tabelado de indenização. Os resultados são estratificados por decil, em que é possível observar que aqueles nas faixas inferiores (tom mais escuro da escala de cores) estão associados a simulações com VPLs menores – normalmente negativos. Já para os decis superiores (tom mais claro), associam-se os cenários com VPLs mais elevados (predominantemente VPL > 0).

Outro fator que contribuiu para o valor da opção são os resultados na hipótese zero de valor de indenização, conforme discutido na subseção 5.1. Observados nos decis inferiores, situam-se à esquerda do gráfico, acima da região do valor residual da avaliação pelo fator K. O gráfico 18 mostra a sobreposição dos histogramas na condição sem e com *impairment* tabelado.

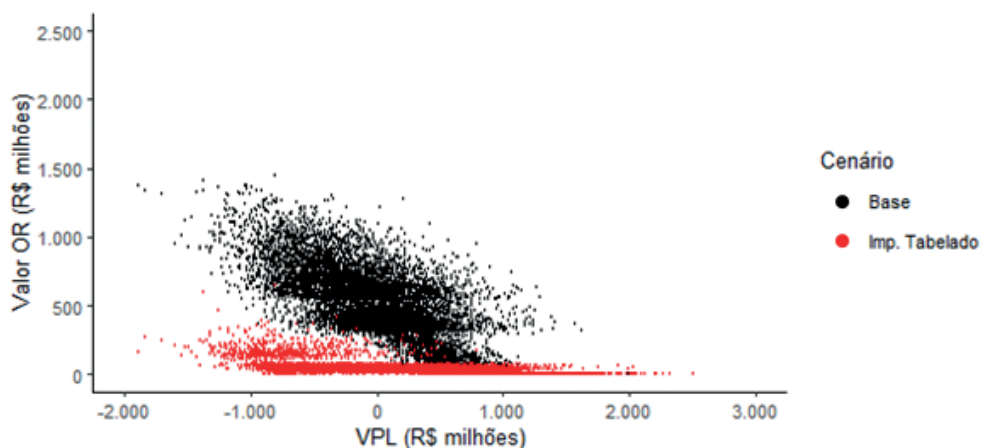
GRÁFICO 17**VPL versus VOR: cenário-base com *impairment* tabelado**

Elaboração dos autores.

Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

GRÁFICO 18

VPL versus VOR: cenário-base sem e com *impairment* automático



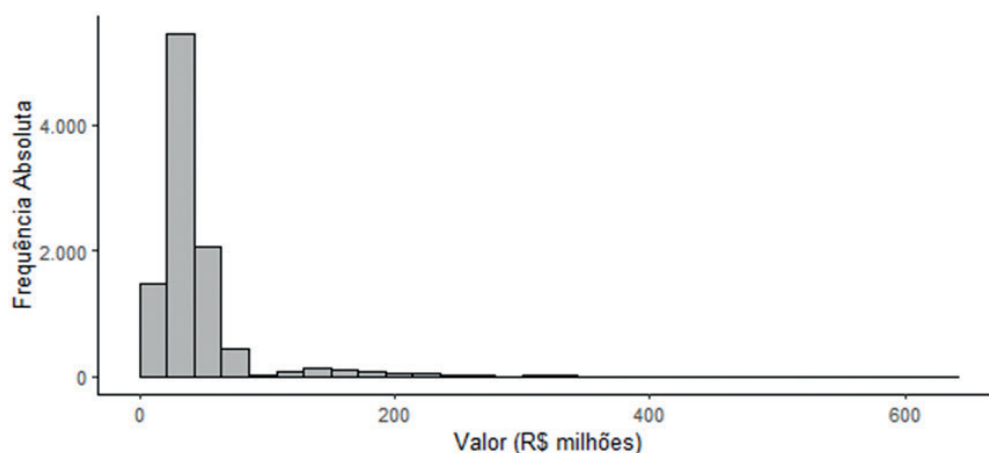
Elaboração dos autores.

Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

Os gráficos 19, 20 e 21 mostram, respectivamente, os histogramas com os resultados das simulações quanto ao valor da opção, ao ano de abandono e ao passivo contingente esperado do abandono.

GRÁFICO 19

Valor da opção de abandono: cenário-base com *impairment* tabelado (fator K médio)



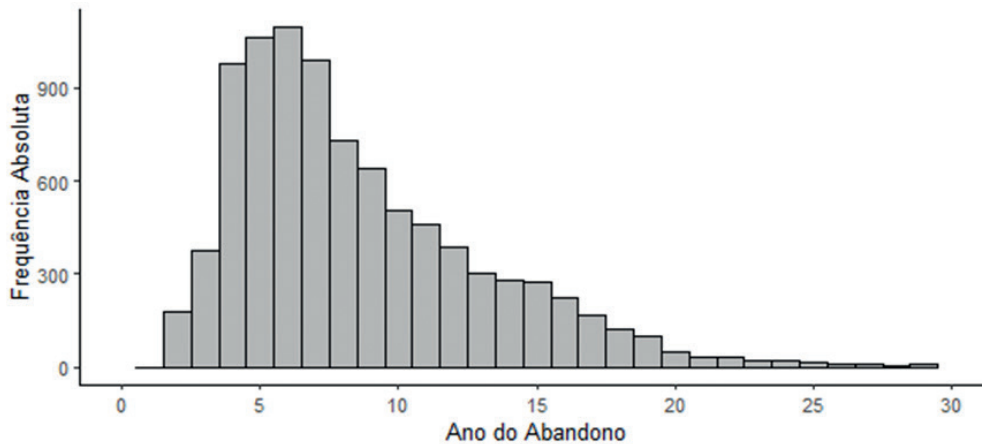
Elaboração dos autores.

Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

TEXTO para DISCUSSÃO

GRÁFICO 20

Ano de abandono: cenário-base com *impairment* tabelado (fator K médio)

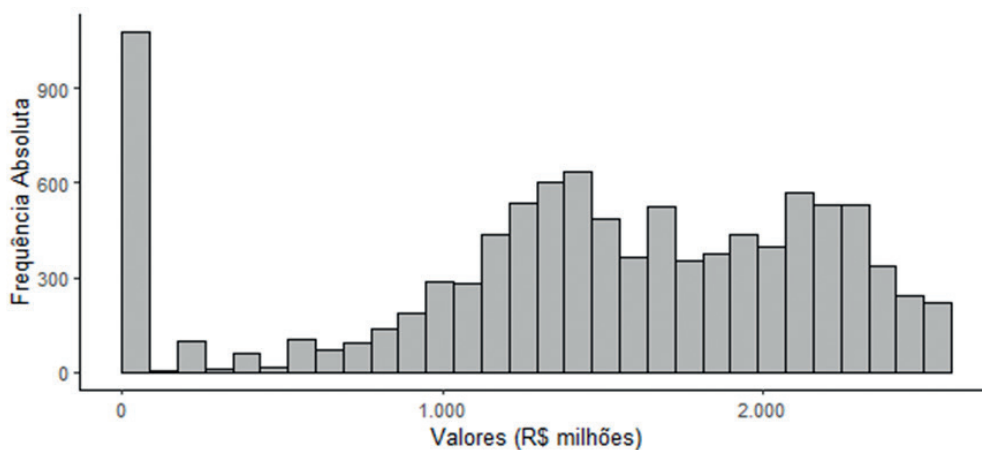


Elaboração dos autores.

Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

GRÁFICO 21

Passivo contingente esperado: cenário-base com *impairment* tabelado (fator K médio)



Elaboração dos autores.

Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

5.6.1 Fator K mínimo por decil de tráfego

Conforme discutido na seção anterior, a avaliação por opções reais da compensação ajustada pelo fator K médio de tráfego revelou existir elevada probabilidade do exercício da opção de abandono, embora o valor associado seja relativamente baixo. Sob essa perspectiva, os descontos dos custos associados ao processo de relicitação ou débitos referentes às multas contratuais seriam suficientes para reduzir significativamente essas duas variáveis. Por exemplo, aplicando um desconto de 10% à compensação corrigida pelo fator K médio, a OR reduziu-se de R\$ 42,70 milhões para R\$ 8,07 milhões; e a probabilidade de devolução, de 90,8% para 10,7%.

Uma segunda solução a ser utilizada com a mesma finalidade é o uso do fator K mínimo para a correção da indenização. Nesse caso, em vez de utilizar os fatores médios, como sugerido anteriormente, aplica-se o valor mínimo de cada decil de tráfego. Essa é uma alternativa com aplicação bastante interessante. Ela pode ser usada como critério para a extinção por caducidade ou término antecipado; e a sua forma análoga – o fator K máximo por decil – pode ser aplicada para o ajuste da indenização na extinção por encampação, assunto discutido na seção seguinte.

O uso de fatores de correção mínimo por decil de tráfego foi analisado pela teoria das opções reais. A tabela 11 mostra os valores do fator K mínimo por decil de tráfego para cada período do projeto do estudo de caso. Salienta-se que o procedimento aplicado para a obtenção da tabela seguiu rigorosamente as mesmas etapas descritas na seção anterior, com exceção da adoção do K mínimo por banda de tráfego em detrimento da sua média.

Aplicando o fator K mínimo ao exemplo hipotético de extinção de concessão dado na seção anterior, obtém-se $K_{min_{2,5}} = 0,58043$ (quinto ano do projeto e segundo decil de tráfego). Logo, o montante a ser ressarcido é de R\$ 1,57 bilhão ($2,71 \times 0,58043$), redução de pouco mais de 5% em relação à situação com K médio.

A tabela 10 resume os resultados da avaliação por opções reais com o emprego do fator K médio e mínimo. Confirmando as expectativas iniciais, a OR e a probabilidade foram significativamente inferiores. De fato, o seu valor (R\$ 1,90 milhão) deveu-se às simulações com fluxo de caixa remanescentes negativos, em que o exercício é atrativo mesmo na hipótese de valor nulo de indenização. Essa afirmação pode ser corroborada com a verificação do passivo contingente esperado nulo. Os gráficos 22 e 23 mostram, respectivamente, os histogramas das simulações quanto ao *payoff* da opção e ao ano de abandono.

TABELA 10

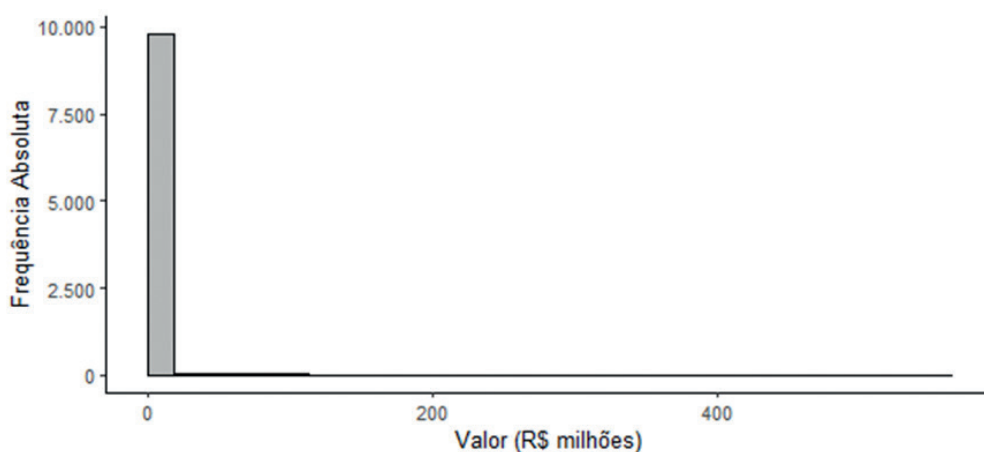
Resumo dos resultados do cenário-base (fator K mínimo no fluxo de caixa original)

Variável	Com <i>impairment</i> automático tabelado (K médio)	Com <i>impairment</i> automático tabelado (K mínimo)
Valor esperado da opção de abandono (R\$ 1 milhão)	42,70	1,90
Valor presente líquido esperado (R\$ 1 milhão)	126,75	85,95
Período esperado para o exercício da opção (anos)	8,56	2,04
Probabilidade esperada do exercício da opção de abandono (%)	90,83	2,32
Passivo contingente esperado (R\$ 1 milhão)	1.472,22	0,00

Elaboração dos autores.

GRÁFICO 22

Valor da opção de abandono: cenário base com *impairment* tabelado (fator K mínimo)

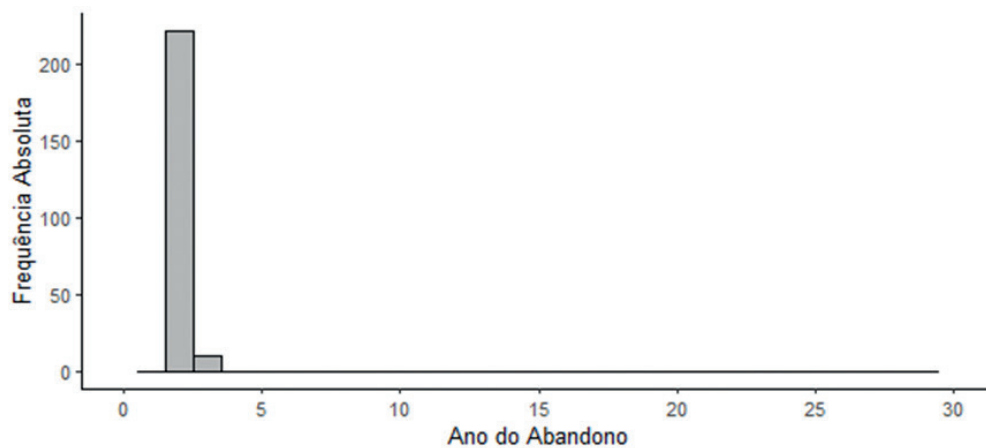


Elaboração dos autores.

Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

GRÁFICO 23

Ano de abandono: cenário-base com *impairment* tabelado (fator K mínimo)



Elaboração dos autores.

Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

TABELA 11**Fator K mínimo por decil de tráfego, por período: término por caducidade**

Decil	Período do projeto														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,21478	0,33145	0,39488	0,40792	0,38222	0,32495	0,24008	0,24601	0,19700	0,15016	0,17483
2	0,84300	0,30610	0,37611	0,48350	0,58043	0,65031	0,68300	0,70890	0,69276	0,67053	0,64892	0,62668	0,59737	0,56461	0,57282
3	1,00000	0,49826	0,50374	0,57269	0,65042	0,70782	0,73823	0,76070	0,74968	0,73093	0,71234	0,69494	0,66877	0,64163	0,64562
4	1,00000	0,64704	0,59385	0,63730	0,70000	0,74781	0,77636	0,80120	0,79181	0,77950	0,76285	0,74849	0,72342	0,69939	0,70277
5	1,00000	0,76309	0,67084	0,69127	0,74210	0,78490	0,81443	0,83572	0,82861	0,82102	0,80929	0,79273	0,77275	0,75119	0,75173
6	1,00000	0,87728	0,74295	0,74493	0,78258	0,82102	0,84815	0,87054	0,86741	0,85912	0,84908	0,83740	0,82147	0,80054	0,79884
7	1,00000	0,99316	0,81861	0,79938	0,82652	0,85523	0,88029	0,90524	0,90593	0,90003	0,89163	0,88284	0,86811	0,85270	0,84687
8	1,00000	1,00000	0,89999	0,85872	0,87056	0,89501	0,91768	0,94170	0,94469	0,94270	0,93821	0,93125	0,91958	0,90623	0,90026
9	1,00000	1,00000	0,99831	0,92976	0,92436	0,94057	0,96225	0,98765	0,99180	0,99811	0,99810	0,99174	0,98426	0,97117	0,96289
10	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000

Decil	Período do projeto													
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
1	0,24620	0,31089	0,40699	0,47774	0,53627	0,52919	0,53463	0,53796	0,52621	0,52144	0,52450	0,52345	0,57596	0,59698
2	0,60445	0,64128	0,68009	0,73181	0,76586	0,77882	0,79429	0,80523	0,82409	0,83918	0,85249	0,86434	0,87611	0,89380
3	0,67125	0,70310	0,73993	0,78537	0,82031	0,83631	0,85295	0,86684	0,88378	0,90193	0,91524	0,93083	0,94504	0,95891
4	0,72399	0,75089	0,78399	0,82763	0,86452	0,88083	0,89803	0,91543	0,93318	0,95115	0,96792	0,98374	0,99680	1,00000
5	0,76929	0,79437	0,82545	0,86515	0,90073	0,91996	0,93771	0,95611	0,97514	0,99264	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
6	0,81134	0,83439	0,86122	0,90016	0,93721	0,95743	0,97713	0,99539	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
7	0,85517	0,87474	0,90096	0,93535	0,97148	0,99383	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
8	0,90594	0,92022	0,94108	0,97230	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
9	0,96479	0,97474	0,99488	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
10	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000

Elaboração dos autores.

6 TÉRMINO POR ENCAMPAÇÃO

A Lei de Concessões prevê, em seu art. 37, a extinção por encampação quando o poder concedente retoma o serviço, ainda durante o prazo contratual, por razões de interesse público. Conforme discutido na seção 4, a encampação, tal como a caducidade, pode ser avaliada como uma opção real, na qual o poder concedente tem o direito, mas não a obrigação, de assumir o controle de uma concessão. Ou seja, é uma opção de compra do tipo americana, na qual, segundo a legislação, o Estado pagará ao concessionário, em qualquer momento durante a vigência contratual em que opte por extingui-lo, o equivalente ao saldo dos investimentos vinculados em bens reversíveis não amortizados ou depreciados que tenham sido realizados com o objetivo de garantir a continuidade e atualidade do serviço concedido, segundo definido no art. 36 da referida lei (Brasil, 1995).

Conforme ensina a doutrina, o conceito de interesse público é bastante vago, mas, de forma geral, pode ser interpretado como o bem-estar social. Em países anglo-saxões, adeptos da *common law*, a sua definição possui maior flexibilidade de uso por parte do poder concedente. Já nos que adotam a *civil law*, tipicamente encontram-se cláusulas específicas sobre o término antecipado baseado no interesse público, a exemplo da França, da Espanha, de Portugal e do Brasil. Apesar de existirem cláusulas específicas, poucos contratos – ou nenhum – trazem consigo tal definição.

O interesse público se justifica na constatação de que há vantajosidade para o usuário (ou contribuinte) na prestação futura do serviço (após a extinção contratual) em relação à atual forma (*status quo*). A prestação do serviço público sob o regime de concessão tem, em última instância, o fito de trazer ganhos de eficiência e aliviar o fardo fiscal para o governo, que se beneficia de *expertise*, inovação, flexibilidade e orientação por resultados, características da iniciativa privada. A diferença entre as duas formas de prestação do serviço (público e privado) é o que se chama de *value for money* do comparador público-privado e justifica a prestação do serviço na modalidade de parceria (Marques, 2021).

Do ponto de vista quantitativo, os benefícios sociais que justificam a encampação são de difícil avaliação, conforme expõem Liu, Gao e Cheah (2017). Por essa razão, esta seção procura analisar o término antecipado pela ótica do poder concedente unicamente sob a perspectiva econômica. O foco da avaliação voltou-se especificamente para a questão dos lucros exorbitantes. Em concessões com receitas excessivamente elevadas – bem superiores às projeções quando da fase de leilão –, a prestação do serviço pode ser retomada pelo Estado. Cumpre registrar que os serviços públicos são essenciais para a economia e para o bem-estar da população, e a sua prestação deve ser realizada em conformidade com os preceitos legais do serviço adequado:

regularidade, continuidade, eficiência, segurança, atualidade, generalidade, cortesia na sua prestação e modicidade das tarifas.

Sobre esse último princípio, aponta-se que os lucros dos concessionários devem ser moderados, mesmo quando resultantes de eficiência operacional. A manutenção de tarifas e lucros elevados vai de encontro à modicidade tarifária e deve ser, portanto, evitada no longo prazo. O excesso de receita deve ser compartilhado com os usuários na forma de redução tarifária.

Em termos práticos, a renegociação desses contratos pode se tornar uma questão bastante complexa para o poder concedente, podendo se deparar com ambiente de elevada pressão política, descontentamento popular e concessionário sem grandes incentivos para negociar a redução de suas receitas. Em muitas ocasiões, não resta outra alternativa a não ser o término voluntário, análogo à encampação segundo a nossa legislação. Segundo Marques (2021), tem sido a forma mais usual de término antecipado nas PPPs globais, sobretudo em países desenvolvidos, como Espanha, Portugal, Itália e Alemanha, que recentemente tiveram casos de PPPs terminadas prematuramente na área de saneamento.

Em que pese a existência de previsão legal e regras contratuais para encampação, a retomada de um projeto parece pouco crível para um governo cumpridor de contratos, especialmente considerando o efeito perverso para futuras licitações. Todavia, o compromisso assumido pode ser mais frágil em outros governos, que podem provocar encampações por razões espúrias. Na recente experiência brasileira de concessões rodoviárias, por exemplo, as concessões federais dos anos 1990 não foram encampadas, mas algumas estaduais e municipais sim, como é o caso do Paraná e do Rio Grande do Sul. Nesse sentido, a utilização do fator K tem a capacidade de coibir ações oportunistas também por parte dos governos. Portanto, fez-se relevante testar a aplicação do modelo de indenização por *impairment* nos diferentes casos possíveis de término. É o que se discute a seguir.

6.1 Indenização por investimentos não amortizados

A tabela 12 exhibe os resultados da opção de término por encampação para o cenário-base com a indenização pelos investimentos não amortizados, tal como definido pela atual legislação brasileira. Nesse cenário, verificou-se que a flexibilidade agrega ao poder concedente um valor equivalente a R\$ 117,27 milhões. O período esperado para o seu exercício foi de 16,92 anos. Constatou-se que há uma predominância – em mais de 20% das simulações – da encampação logo no início do contrato e, em menor frequência, a partir do 20º ano (gráfico 24). A probabilidade do término por encampação

foi de 77,38%; e o passivo contingente esperado, R\$ 511,06 milhões. Os histogramas com a probabilidade de abandono ano a ano – cujo valor esperado foi de 77,38% – podem ser visualizados no gráfico 25; e o passivo contingente, no gráfico 26.

TABELA 12

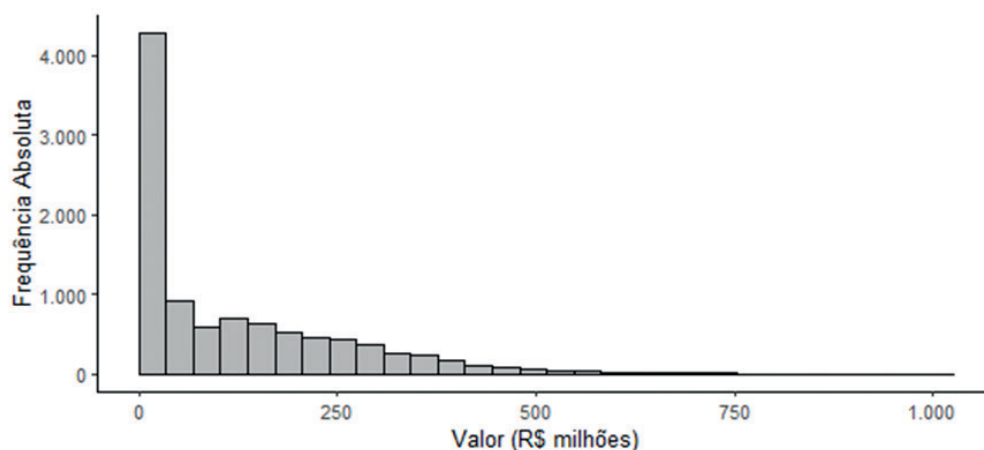
Resumo dos resultados do cenário-base (fluxo de caixa original): término por encampação e indenização sem *impairment*

Variável	Sem <i>impairment</i> automático
Valor esperado da opção de encampação (R\$ 1 milhão)	117,27
Período esperado para o exercício da opção (anos)	16,92
Probabilidade esperada do exercício da opção de abandono (%)	77,38
Passivo contingente esperado (R\$ 1 milhão)	511,06

Elaboração dos autores.

GRÁFICO 24

Valor da opção de encampação: cenário-base sem *impairment* automático



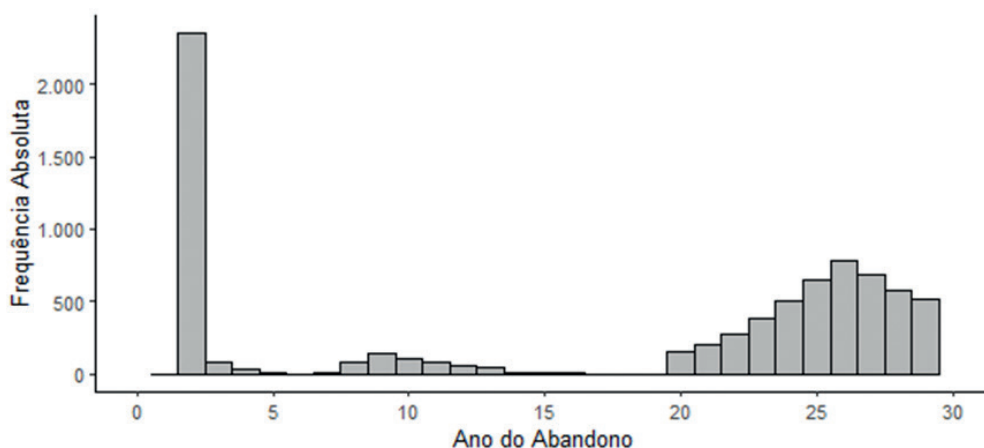
Elaboração dos autores.

Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

TEXTO para DISCUSSÃO

GRÁFICO 25

Ano de abandono (término por encampação): cenário-base sem *impairment* automático

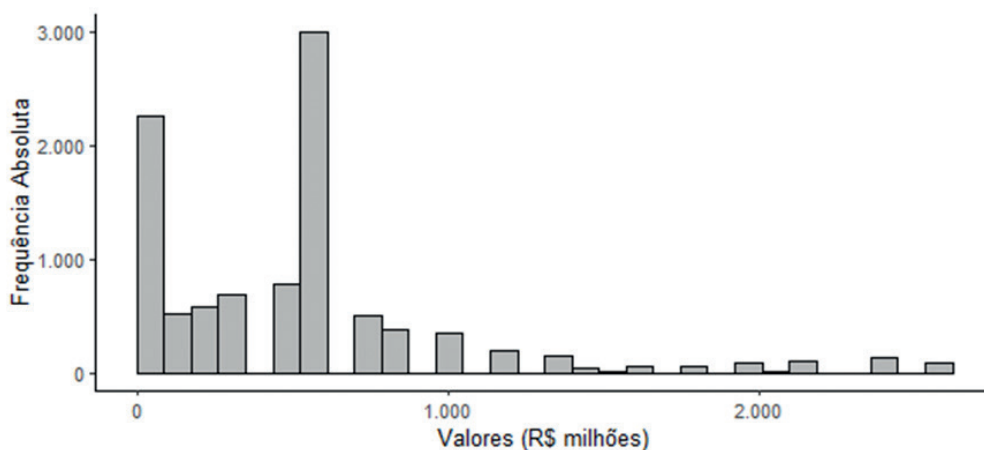


Elaboração dos autores.

Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

GRÁFICO 26

Passivo contingente esperado (término por encampação): cenário-base sem *impairment* automático



Elaboração dos autores.

Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

6.2 Indenização por *impairment* automático

Esta seção avalia os resultados do término por encampação com a indenização calculada pelo *impairment* automático. Antes de adentrar a discussão propriamente dita, faz-se importante registrar que, na extinção por encampação, estabeleceu-se o limite inferior para o fator K igual a um. Dessa maneira, evita-se que o poder concedente retome um projeto ao se beneficiar do reconhecimento de perda ($K < 1$), resultante de uma expectativa pessimista quanto aos fluxos de caixa futuros. O racional por trás da regra de indenização é que o governo ressarça o parceiro privado por quantia igual ou superior ao valor remanescente dos investimentos não amortizados em bens reversíveis. É um remédio para evitar ações oportunistas por parte do poder concedente. Assim, o fator K na encampação é dado pela seguinte fórmula:

$$K = \begin{cases} \frac{V_{I_t}}{I_t}, & \text{se } 1 \leq \frac{V_{I_t}}{I_t} \\ 1 & , \text{se } \frac{V_{I_t}}{I_t} < 1 \end{cases} \quad (22)$$

Os resultados encontrados pela análise por opções reais são resumidos na tabela 13 e comparados com o cenário-base. Observou-se que o abandono possui valor nulo. Ou seja, em todas as trajetórias simuladas, o valor da indenização era igual ao esperado da continuidade do projeto. Por conseguinte, não houve atratividade na recompra por parte do poder concedente.

TABELA 13

Resumo dos resultados do cenário-base (fluxo de caixa original): término por encampação e indenização com *impairment*

Variável	Sem <i>impairment</i> automático	Com <i>impairment</i> automático
Valor esperado da opção de encampação (R\$ 1 milhão)	117,27	0,00
Período esperado para o exercício da opção (anos)	16,92	0,00
Probabilidade esperada do exercício da opção de abandono (%)	77,38	0,00
Passivo contingente esperado (R\$ 1 milhão)	511,06	0,00

Elaboração dos autores.

6.3 Indenização por *impairment* tabelado

A última análise realizada no âmbito do término por encampação foi para a possibilidade da indenização por *impairment* tabelado, conforme o período e o decil de tráfego observado no momento da extinção. Dois casos foram estudados: a aplicação do fator K médio e a do fator K máximo. Os resultados para aquele são apresentados na tabela 14.

De modo semelhante ao que se discutiu na seção anterior, o uso de parâmetros para a correção da indenização criou um resíduo para a opção (R\$ 28,52 milhões foi o valor esperado), a preferência pelo seu exercício (probabilidade) ocorreu em 68,47% das simulações e o montante esperado de recompra (passivo contingente) foi de R\$ 720,86 milhões. Os gráficos 27, 28 e 29 mostram, respectivamente, os histogramas do valor, período de abandono e passivo contingente esperado. Ao final desta seção, na tabela 16, podem ser encontradas as referências para o fator K médio por decil de tráfego.

TABELA 14

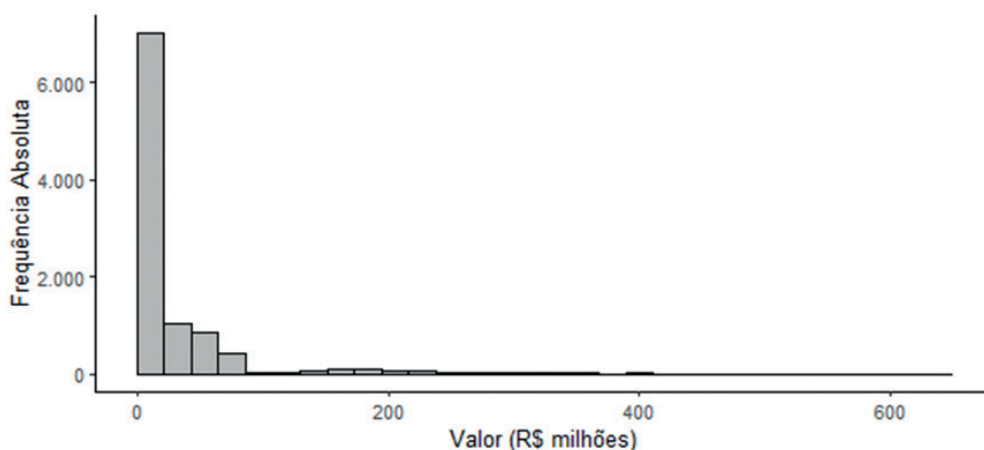
Resumo dos resultados do cenário-base (fluxo de caixa original): término por encampação (fator K médio)

Variável	Com <i>impairment</i> automático	Com <i>impairment</i> automático tabelado (K médio)
Valor esperado da opção de encampação (R\$ 1 milhão)	0,00	28,52
Período esperado para o exercício da opção (anos)	0,00	19,38
Probabilidade esperada do exercício da opção de abandono (%)	0,00	68,47
Passivo contingente esperado (R\$ 1 milhão)	0,00	720,86

Elaboração dos autores.

GRÁFICO 27

Valor da opção de encampação: cenário-base com *impairment* tabelado (K médio)

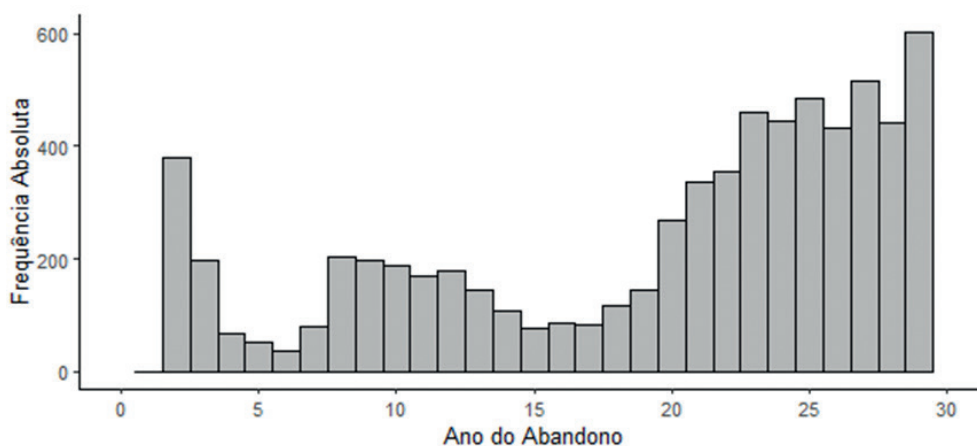


Elaboração dos autores.

Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

GRÁFICO 28

Ano de abandono (término por encampação): cenário-base com *impairment* tabelado (K médio)

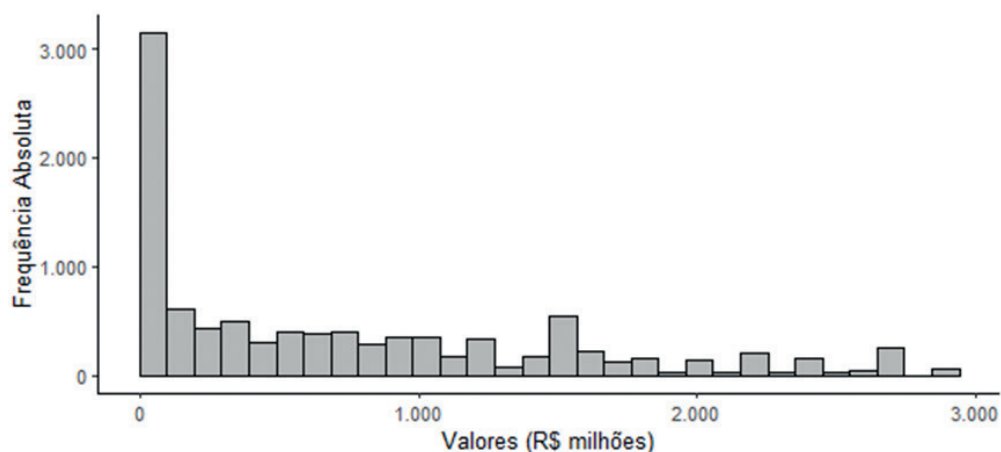


Elaboração dos autores.

Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

GRÁFICO 29

Passivo contingente esperado (término por encampação): cenário-base com *impairment* tabelado (K médio)



Elaboração dos autores.

Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

6.3.1 Fator K máximo por decil de tráfego

Com o propósito de reduzir os efeitos do resíduo adicionado pela adoção do fator K médio por decil, propôs-se, na seção anterior, o uso do fator K mínimo, o que se comprovou ser um remédio efetivo. Dessa maneira, procedimento semelhante foi adotado para o término por encampação. Contudo, nesse caso, utilizou-se o fator K máximo com o propósito de aumentar o montante recuperável e inibir ações oportunistas por parte do poder concedente. Tal como observado na condição de caducidade, o remédio zerou o valor da opção, como mostrado na tabela 15. Os fatores K por decil de tráfego podem ser encontrados na tabela 17.

TABELA 15**Resumo dos resultados do cenário-base (fluxo de caixa original): término por encampação (fator K máximo)**

Variável	Com <i>impairment</i> automático	Com <i>impairment</i> automático tabelado (K máximo)
Valor esperado da opção de abandono (R\$ 1 milhão)	0,00	0,00
Período esperado para o exercício da opção (anos)	0,00	0,00
Probabilidade esperada do exercício da opção de abandono (%)	0,00	0,00
Passivo contingente esperado (R\$ 1 milhão)	0,00	0,00

Elaboração dos autores.

TEXTO para DISCUSSÃO

TABELA 16
Fator K médio por decil de tráfego – por período: término por encampação

Decil	Período do projeto														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
2	1,02387	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
3	1,20551	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
4	1,39189	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
5	1,55993	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
6	1,72478	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
7	1,89149	1,05496	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
8	2,07217	1,19098	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
9	2,31782	1,36460	1,05944	1,00392	1,00000	1,00032	1,00471	1,01722	1,02501	1,03215	1,03500	1,03200	1,02761	1,02157	1,01395
10	2,81226	1,71135	1,29271	1,14977	1,08755	1,08098	1,09967	1,12204	1,14387	1,16012	1,17293	1,18026	1,18500	1,18050	1,16353

Decil	Período do projeto													
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
1	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
2	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
3	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00144
4	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00174	1,00955	1,02102	1,03627
5	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00320	1,01545	1,03531	1,05150	1,06679	1,08332
6	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00312	1,01603	1,03718	1,05819	1,07966	1,09780	1,11432	1,13218
7	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00117	1,01324	1,03620	1,05915	1,08189	1,10385	1,12556	1,14625	1,16300	1,18135
8	1,00000	1,00000	1,00000	1,00404	1,03310	1,05829	1,08250	1,10746	1,13072	1,15646	1,18042	1,20153	1,21986	1,24121
9	1,01246	1,01617	1,02774	1,05389	1,09038	1,11828	1,14549	1,17195	1,19774	1,22462	1,25109	1,27545	1,29613	1,31820
10	1,14943	1,14694	1,15561	1,17291	1,21342	1,24590	1,27666	1,30939	1,33805	1,37006	1,40016	1,42838	1,45367	1,47828

Elaboração dos autores.

TABELA 17**Fator K máximo por decil de tráfego – por período: término por encampação**

Decil	Período do projeto														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
2	1,09980	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
3	1,30241	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
4	1,47807	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
5	1,64236	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
6	1,80602	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
7	1,97621	1,11998	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
8	2,18015	1,26559	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
9	2,47376	1,48112	1,13334	1,03040	1,00012	1,00760	1,02791	1,04990	1,06411	1,07242	1,07996	1,07987	1,07502	1,06865	1,05444
10	4,44878	2,88379	1,98554	1,77790	1,52668	1,49767	1,38614	1,47686	1,46790	1,58917	1,59969	1,65952	1,57480	1,66723	1,58149

Decil	Período do projeto													
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
1	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
2	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
3	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,01195
4	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,01210	1,02919	1,04355	1,05898	
5	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,01654	1,03688	1,05764	1,07398	1,09038	1,10809
6	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,01618	1,03709	1,05755	1,08023	1,10151	1,12141	1,13754	1,15593
7	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,01039	1,03338	1,05756	1,08135	1,10526	1,12835	1,15084	1,17202	1,18912	1,20986
8	1,00000	1,00000	1,00000	1,02113	1,05895	1,08552	1,11126	1,13608	1,15943	1,18653	1,21148	1,23552	1,25329	1,27637
9	1,05176	1,05502	1,06829	1,08992	1,12839	1,15767	1,18574	1,21739	1,24083	1,27104	1,29556	1,32247	1,34578	1,36969
10	1,55582	1,49138	1,52193	1,49270	1,58896	1,61903	1,68474	1,71598	1,78407	1,87411	1,93351	2,02687	2,13559	2,20801

Elaboração dos autores.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este texto para discussão comparou o valor adicionado pela opção de abandono de um projeto de concessão rodoviária com a indenização calculada por dois métodos diferentes: pelo investimento não amortizado em bens reversíveis e pelo investimento não amortizado limitado ao valor recuperável esperado do ativo. O trabalho utilizou a teoria das opções reais para analisar esses dois modelos em um estudo de caso com cenários diferentes.

O modelo de indenização adotado pela ANTT (Resolução ANTT nº 5.860/2019) se assemelha ao que se conhece na literatura internacional como modelo por valor contábil do ativo. A utilização de custos históricos pode levar a imprecisões quanto ao “justo valor”. Nesse sentido, o trabalho testou a limitação do total indenizável ao economicamente recuperável do ativo, com a aplicação das regras de *impairment* definidas em função dos níveis de tráfego, denominada de *impairment* automático.

O estudo de caso realizado mostrou que o valor da opção de abandono, no término por caducidade, diminuiu de R\$ 478,32 milhões (ressarcimento pelo método contábil) para R\$ 1,90 milhão com a aplicação do *impairment* automático, redução essa de 99,60%. A probabilidade de exercício foi reduzida de 90,55% para 2,32%. Os resultados foram obtidos da opção calculada pela expectativa da continuidade estimada a partir dos níveis de tráfego esperado. O ajuste no modelo buscou representar a condição de informação imperfeita, em que não se tem conhecimento sobre os estados futuros da demanda projeto.

Compararam-se os efeitos do uso da nova metodologia de indenização com a aplicação de multas sobre os investimentos em bens reversíveis amortizados/depreciados (custo histórico). Ambos os métodos podem ser utilizados, em certa medida, para mitigar o risco moral da devolução. Contudo, demonstrou-se que o *impairment* é mais eficiente nesse sentido, reduzindo em mais de 97% o valor da opção e em cerca de 88 pontos percentuais (p.p.) a probabilidade de abandono. A aplicação de uma multa de 30% sobre a indenização pelo custo histórico, por sua vez, reduziu em 76,1% o VOR e em cerca de 40 p.p. a probabilidade de exercício da opção (mantida próxima dos 50%). Além disso, este último age de forma linear e pune de forma desproporcional concessionários que podem se deparar com condições distintas de demanda no momento da extinção. Em oposição, o *impairment*, ao propor o ajuste da indenização com o reconhecimento de perdas, pode amenizar tais impactos.

O trabalho examinou também a aplicação dos métodos de indenização em simplificações do fluxo de caixa original do projeto do estudo de caso. Foram analisados dois cenários: o primeiro teve todo o Capex concentrado no ano 1 e o segundo concentrou os

investimentos em dois ciclos, a saber, nos 1º e 15º anos. Em ambos os casos, o modelo por *impairment* tornou nulo o valor da opção de abandono. Contudo, a escala de redução foi menor do que o fluxo de caixa original, comparativamente com o modelo por custos históricos. De fato, percebeu-se que a opção é sensível a mudanças que aumentem as expectativas sobre o futuro da concessão, caso da antecipação dos investimentos.

Existe um empecilho para o uso do método de mercado, que é precisar o valor remanescente do contrato quando não há nova licitação seguindo o mesmo arranjo contratual inicialmente estabelecido, ou em mercados sem liquidez. A boa prática recomenda, nesses casos, é a utilização de um montante referencial no caso hipotético de relicitação, definido por agente independente. Todavia, essa questão pode se tornar um ponto controverso entre as partes e culminar em extensos litígios, o que vai de encontro ao propósito da segurança jurídica da regulação econômica, em especial do instrumento de extinção “amigável”.

Este trabalho propôs, como solução ao referido entrave, um modelo *ex ante* de fatores de correção de indenização (fator K) como instrumento contratual a ser usado enquanto mecanismo para o ajuste da compensação em função da expectativa de benefício econômico remanescente. Testou-se a aplicação do fator K médio por decil de tráfego como fator de ajuste, tendo-se revelado que essa abordagem gera valor residual de opção de abandono – ainda que sensivelmente menor do que na condição sem *impairment*. Dessa forma, optou-se por utilizar os fatores K mínimos para o término por caducidade, que anularam o valor da opção de abandono.

O método sugerido se beneficia por apresentar valores já tabelados e passíveis de serem vinculados aos contratos como instrumento para o cálculo indenizatório no caso de extinção antecipada. Ressalta-se também que os fatores podem ser aplicados inclusive como instrumentos para a precificação da indenização em hipóteses distintas de extinção contratual, o que reduz os incentivos fornecidos para ambas as partes.

O estudo de caso também analisou o término por encampação. Nessa hipótese, o poder concedente detém uma opção (*call*) estimada em R\$ 117,27 milhões e uma probabilidade de exercício de 77,38%. Após a aplicação do *impairment* automático, de forma semelhante ao comportamento verificado na extinção por caducidade, o valor da opção foi zerado. Para o *impairment* tabelado, a proposta mais interessante foi a de fatores K máximos por decil.

Como direcionador para futuros aprimoramentos do modelo e das linhas para pesquisas, primeiramente cita-se a estimativa da demanda de tráfego. Pode-se testar o ajuste de outras curvas na regressão, assim como outras variáveis com poder de explicação. Existe uma diversidade de técnicas para a estimativa da demanda de tráfego,

como redes neurais e análise de séries temporais, cuja aplicação pode ser investigada. Além disso, o trabalho considerou somente o tráfego como variável de incerteza. Outros riscos, como variação nos custos de construção, oscilação cambial e inflação, podem ser incorporados na análise.

Entendendo as dificuldades práticas de ter ampla aceitação e a implantação de um modelo de indenização com base na simulação de cenários, a limitação ao teto de investimentos definido no EVTEA ou no plano de negócios é uma alternativa para mitigar possíveis indenizações a uma concessão terminada antecipadamente por um montante superior ao “justo valor”. Sobre esse ponto, entende-se que o modelo de avaliação por opções reais pode ajudar a quantificar o problema e auxiliar no debate sobre a regulação econômica.

Outro ponto para aprofundamento em estudos futuros é avaliar o *trade-off* entre a indenização por *impairment* automático e a viabilidade de concessões. Por um lado, a adoção de metodologias de indenização que resultam em valores mais elevados pode tornar maior a atratividade de projetos. Por outro lado, contudo, essas mesmas medidas podem estimular o risco moral e os comportamentos oportunistas de devolução. O mecanismo de *impairment* tabelado aqui proposto reduz o valor da opção de abandono, reduzindo também o valor do contrato para licitantes que considerarem previamente essa possibilidade. Esse é um assunto de extrema relevância para o atual contexto brasileiro, em que a participação privada tem se mostrado uma alternativa de fundamental importância para preservar o investimento eficiente em infraestrutura.

REFERÊNCIAS

ABDELDAYEM, M. M.; DULAIMI, S. H. A. Privatisation as a worldwide tool of economic reform: a literature review. **International Journal of Social and Administrative Sciences**, v. 4, n. 2, p. 66-84, 2019.

ANTT – AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. **Manual de contabilidade do serviço público de exploração da infraestrutura rodoviária federal**. Brasília: ANTT, 2012.

ANTT – AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. **Contrato de Concessão nº 006/2013 – parte VII – BR-040 – trecho Brasília-DF-Juiz de Fora-MG**. Brasília: ANTT, 2013.

ANTT – 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**, Brasília, 5 dez. 2019a. Seção 1.

ANTT – AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. **Nota Técnica nº 016/2019/GEREF/SUNIF**. Brasília: ANTT, 2019b.

ANTT – AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. **Contrato de Concessão nº 01/2019 – BR-364/365/GO/MG**. Brasília: ANTT, 2019c.

BESSA, J. T. de. **Renegociações dos contratos de concessões rodoviárias**. 2019. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.

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, p. 1917, 14 fev. 1995.

BRASIL. Lei nº 13.448, de 5 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, p. 1, 6 jun. 2017.

BRASIL. Ministério da Economia. **Nota Técnica nº 9/2019 CGL/SRM/SDI/SEPEC-ME**. Brasília: Ministério da Economia, 2019. Disponível em: <https://participantt.antt.gov.br/Site/AudienciaPublica/VisualizarAvisoAudienciaPublica.aspx?CodigoAudiencia=379>.

CARDOSO, A. B. C. *et al.* Dinâmica dos ajustes contratuais em concessão de rodovias no estado de São Paulo. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 46, n. 5, p. 1295-1315, 2012.

COSTA, F. A. **Avaliação das condicionantes de abandono contratual em concessões de infraestrutura pela abordagem das opções reais**. Brasília: Ipea, 2023. (Texto para Discussão, n. 2872).

COSTA, F. do A.; ROCHA, C. H. Revisão bibliométrica sobre o término antecipado de parcerias público-privadas. **Revista Estudos e Pesquisas em Administração**, v. 4, n. 1, p. 48-69, 2020.

CPC – COMITÊ DE PRONUNCIAMENTO CONTÁBEIS. **Pronunciamento Técnico CPC 01 – Redução ao valor recuperável de ativos**. Brasília: CPC, 2010.

EPEC – EUROPEAN PPP EXPERTISE CENTRE. **Termination and force majeure provisions in PPP contracts: review of current European practice and guidance**. [s.l.]: Epec, 2013.

GUASCH, J. L. *et al.* **The renegotiation of public-private partnership contracts: an overview of the recent evolution in Latin America**. Arlington: International Transport Forum, 2014. (Discussion Papers, n. 2014/18).

IASB – INTERNATIONAL ACCOUNTING STANDARDS BOARD. **International Accounting Standards (IAS) 36 – Impairment of assets**. Londres: IASB, 2023. Disponível em: <https://www.ifrs.org/issued-standards/list-of-standards/ias-36-impairment-of-assets/#about>.

KPMG – KPMG AUDITORES INDEPENDENTES LTDA. **Projeto PNUD-EPL: ativos reversíveis em concessões rodoviárias e aeroportuárias – produto 1**. São Paulo: KPMG, 2017.

KPMG – KPMG AUDITORES INDEPENDENTES LTDA. **Produto 2: workshop e relatório do evento com avaliação crítica da metodologia de indenização**. São Paulo: KPMG, 2020.

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**, v. 33, n. 6, 2017.

LONGSTAFF, F. A.; SCHWARTZ, E. S. Valuing American options by simulation: a simple least-squares approach. **Review of Financial Studies**, v. 14, n. 1, p. 113-147, 1º jan. 2001.

MARQUES, R. C. Public interest and early termination of PPP contracts: can fair and reasonable compensations be determined? **Utilities Policy**, v. 73, p. 1-10, 2021.

ROCHA, K.; MARQUES, N. L. **Incentivos regulatórios para investimentos em infraestrutura – opções reais e a metodologia de indenização de ativos**. Brasília: Ipea, 2023. (Texto para Discussão, n. 2838).

UNITED KINGDOM. **Standardisation of PFI contracts: version 4**. Londres: HM Treasury, 2007.

WORLD BANK GROUP. **Guidance on PPP contractual provisions**. Washington: World Bank, 2019.

XIONG, W.; HAN, Y. Incentives of early termination compensation in public-private partnership projects. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 70, n. 6, p. 2220-2232, 2021.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

CPC – COMITÊ DE PRONUNCIAMENTO CONTÁBEIS. **Pronunciamento Técnico CPC 04 – Ativo intangível**. Brasília: CPC, 2010.

APÊNDICE A

SCRIPT PARA A UTILIZAÇÃO DO MÉTODO DOS MÍNIMOS QUADRADOS ORDINÁRIOS MONTE CARLO COM A CONTINUIDADE DO CONTRATO ESTIMADA PELA REGRESSÃO DO TRÁFEGO – OPÇÃO DE VENDA

```
###VOR_MMQ_Rev_1
```

```
##Valordaopçãocalculadopelovalordacontinuidadesperado,obtidopelaregressãodo-  
métododosmínimosquadrados
```

```
#Variáveisutilizadasnocódigo
```

```
##FC=logdoresultadodasimulaçãoMonteCarlo dos fluxos de caixa do projeto
```

```
##AT=Valordaindenizaçãopelotérminoantecipado
```

```
##P=valordaopção de abandono (put)
```

```
##S=Valordoativosubjacente
```

```
##r=taxalivrederiscos
```

```
##FCO=Fluxodecaixadaopção
```

```
##ti=períododeiníciodavalidadedaaopção
```

```
##N=Duraçãodocontrato
```

```
##VT=ValordacontinuidadeestimadopeloMMQ
```

```
###Parâmetrosdeentradamodelo
```

```
r<-0.0604
```

```
ti<-2
```

```
multa.inadim<-0.0
```

```
N<-30
```

```
###Lêosarquivosnoformatocsv
```

TEXTO para DISCUSSÃO

```

library(dplyr)

library(ggplot2)

setwd("C:/.../03-IPEA/07-ScriptR/02-DadosdeEntrada")

FC<-read.csv("FC_CAPEX_Anos_1_15_Rev_1.csv",header=TRUE,";",dec=",")

FC<-as.matrix(FC)

VT<-read.csv("Valor_Continuidade_Estimado_CAPEX_Anos_1_15_Rev_1.
csv",header=TRUE,";",dec=",")

VT<-as.matrix(VT)

AT<-read.csv("AT_Deprecicao_Linear_CAPEX_Anos_1_15.csv",header=TRUE,";",dec=",")

AT<-as.matrix(AT)*(1-multa.inadim)

###Análiseemt=(N-1)

S<-VT[,N-1]

a<-matrix(rep(0,10000))

P<-pmax(AT[,N-1]-S,a)

FCO<-as.matrix(P)

###Análiseemt=(N-2)atéti

for(kin(N-2):ti){

t<-k

####Fazaregressão

Y<-FCO%*%(1/(1+r)^(1:(N-(t+1))))

S<-VT[,t]

P<-pmax(AT[,t]-S,a)

df<-data.frame(Y,S,P)

reg<-df%>%

```

```

filter(P>0)
reg<-reg[,-3]
reg[,"S2"]<-reg$S^2
ifelse(all(is.na(reg[,"Y"])),
coef<-c(0,0,0),
coef<-coefficients(lm(Y~S+S2,data=reg)))
####Calcula o valor da continuidade
C<-cbind(rep(1,10000),S,S^2)%*%coef
C<-ifelse(P>0,C,0)
FCO1<-ifelse(P>C,P,0)
####Incorpora o valor da opção no período t na matriz dos fluxos de caixa da opção
for(jin1:(ncol(FCO))){
for(iin1:10000){
ifelse(P[i]>C[i],FCO[i,j]<-0,FCO[i,j])}
FCO<-cbind(FCO1,FCO)}
####Valor da opção
matriz.VOR<-FCO%*(1/(1+r)^(ti:(N-1)))
media.VOR<-colMeans(matriz.VOR)
media.VOR
####Ano de exercício
matriz.ano.exercicio<-(as.numeric(FCO[1,]>0)%*%c(1:(N-ti)))
for(iin2:10000){
matriz.ano.exercicio<-rbind(matriz.ano.exercicio,(as.numeric(FCO[i,]>0)%*%c(1:(N-ti))))}

```

TEXTO para DISCUSSÃO

```

matriz.ano.exercicio<-ifelse(matriz.ano.exercicio>0,matriz.ano.exercicio+(ti-1),NA)
media.ano.exercicio<-colMeans(matriz.ano.exercicio,na.rm=TRUE)
prob.abandono<-(10000-sum(as.numeric(is.na(matriz.ano.exercicio))))/10000
###PassivoContingenteEsperado
matriz.passivo.contingente<-as.numeric(FCO[1,]>0)%*%(AT[1,ti:(N-1)]*(1/(1+r)^(ti:(N-1))))
for(iin2:10000){
matriz.passivo.contingente<-rbind(matriz.passivo.contingente,
(FCO[i,]>0)%*%(AT[i,ti:(N-1)]*(1/(1+r)^(ti:(N-1)))))}
media.passivo.contingente<-colMeans(matriz.passivo.contingente,na.rm=FALSE)
###Histogramadovalorpresentedaopção
ggplot(data=as.data.frame(matriz.VOR/1000),aes(x=V1))+
ggtitle("ValordaOpçãodeAbandono")+
theme_classic(base_size=10)+
ylab("FrequênciaAbsoluta")+
xlab("Valor(R$milhões))+
geom_histogram(fill='gray',color='black',
breaks=seq(min(matriz.VOR/1000),max(matriz.VOR/1000),
by=(max(matriz.VOR/1000)-min(matriz.VOR/1000))/30))+
scale_y_continuous(#limits=c(0,8000),
labels=scales::number_format(big.mark=".",decimal.mark=","))+
scale_x_continuous(#breaks=seq(from=0,to=1500,by=500),
labels=scales::number_format(big.mark=".",decimal.mark=","))
###Histogramaanoabandono

```

```
ggplot(data=as.data.frame(matriz.ano.exercicio),aes(x=V1))+  
ggtitle("AnodoAbandono")+  
theme_classic(base_size=10)+  
ylab("FrequênciaAbsoluta")+  
xlab("AnodoAbandono")+  
geom_histogram(fill='gray',color='black',binwidth=1)+  
scale_y_continuous(#limits=c(0,3000),  
labels=scales::number_format(big.mark=".",decimal.mark=","))+  
scale_x_continuous(limits=c(1,30),  
breaks=seq(from=0,to=30,by=5))  
###Histogramapassivocontingente  
ggplot(data=as.data.frame(matriz.passivo.contingente/1000),aes(x=V1))+  
ggtitle("PassivoContingenteEsperado")+  
theme_classic(base_size=10)+  
ylab("FrequênciaAbsoluta")+  
xlab("Valores(R$milhões))+  
geom_histogram(fill='gray',color='black',  
breaks=seq(min(matriz.passivo.contingente/1000),max(matriz.passivo.contingente/1000),  
by=(max(matriz.passivo.contingente/1000)-min(matriz.passivo.contingente/1000))/30))+  
scale_y_continuous(#limits=c(0,8000),  
labels=scales::number_format(big.mark=".",decimal.mark=","))+  
scale_x_continuous(#breaks=seq(from=0,to=3000,by=500),  
labels=scales::number_format(big.mark=".",decimal.mark=","))
```

APÊNDICE B

SCRIPT PARA A UTILIZAÇÃO DO MÉTODO DOS MÍNIMOS QUADRADOS ORDINÁRIOS MONTE CARLO COM A CONTINUIDADE DO CONTRATO ESTIMADA PELA REGRESSÃO DO TRÁFEGO – OPÇÃO DE COMPRA

```
###LSM_VOR_MMQMC_CALL_Rev_0
```

```
##Valordaopçãodecompra(call)calculadopelovalordacontinuidadeesperado,obtido pela regressão do método dos mínimos quadrados.
```

```
#Variáveisutilizadasnocódigo
```

```
##FC=logdoresultadodasimulaçãoMonteCarلودosfluxosdecaixadoprojeto
```

```
##AT=Valordaindenizaçãopelotérminoantecipado
```

```
##P=valordaopçãodeabandono(put)
```

```
##S=Valordoativosubjacente
```

```
##r=taxalivrederiscos
```

```
##FCO=Fluxodecaixadaopção
```

```
##ti=períododeiníciodavalidadedaopção
```

```
##N=Duraçãodocontrato
```

```
##VT=ValordacontinuidadeestimadopeloMMQ
```

```
###Parâmetrosdeentradamodelo
```

```
r<-0.0604
```

```
ti<-2
```

```
multa.inadim<-0.0
```

```
N<-30
```

```
###Lêosarquivosnoformatocsv
```



```
library(dplyr)

library(ggplot2)

setwd("C:/.../03-IPEA/07-ScriptR/02-DadosdeEntrada")

FC<-read.csv("FC_CAPEX_Anos_1_15_Rev_1.csv",header=TRUE,;",dec=",")

FC<-as.matrix(FC)

VT<-read.csv("Valor_Continuidade_Estimado_CAPEX_Anos_1_15_Rev_1.
csv",header=TRUE,;",dec=",")

VT<-as.matrix(VT)

AT<-read.csv("AT_Deprecicao_Linear_CAPEX_Anos_1_15.csv",header=TRUE,;",dec=",")

AT<-as.matrix(AT)*(1-multa.inadim)

###Análiseemt=(N-1)

S<-VT[,N-1]

a<-matrix(rep(0,10000))

P<-pmax(-AT[,N-1]+S,a)

FCO<-as.matrix(P)

###Análiseemt=(N-2)atéti

for(kin(N-2):ti){

t<-k

####Fazaregressão

Y<-FCO%*%(1/(1+r)^(1:(N-(t+1))))

S<-VT[,t]

P<-pmax(-AT[,t]+S,a)

df<-data.frame(Y,S,P)

reg<-df%>%
```

TEXTO para DISCUSSÃO

```

filter(P>0)
reg<-reg[,-3]
reg[,"S2"]<-reg$S^2
ifelse(all(is.na(reg[,"Y"])),
coef<-c(0,0,0),
coef<-coefficients(lm(Y~S+S2,data=reg)))
####Calcula o valor da continuidade
C<-cbind(rep(1,10000),S,S^2)%*%coef
C<-ifelse(P>0,C,0)
FCO1<-ifelse(P>C,P,0)
####Incorpora o valor da opção no período t na matriz dos fluxos de caixa da opção
for(jin1:(ncol(FCO))){
for(iin1:10000){
ifelse(P[i]>C[i],FCO[i,j]<-0,FCO[i,j])}
FCO<-cbind(FCO1,FCO)}
####Valor da opção
matriz.VOR<-FCO%*(1/(1+r)^(ti:(N-1)))
media.VOR<-colMeans(matriz.VOR)
media.VOR
####Ano de exercício
matriz.ano.exercicio<-(as.numeric(FCO[1,]>0)%*%c(1:(N-ti)))
for(iin2:10000){
matriz.ano.exercicio<-rbind(matriz.ano.exercicio,(as.numeric(FCO[i,]>0)%*%c(1:(N-ti))))}

```

```

matriz.ano.exercicio<-ifelse(matriz.ano.exercicio>0,matriz.ano.exercicio+(ti-1),NA)
media.ano.exercicio<-colMeans(matriz.ano.exercicio,na.rm=TRUE)
prob.abandono<-(10000-sum(as.numeric(is.na(matriz.ano.exercicio))))/10000
###PassivoContingenteEsperado
matriz.passivo.contingente<-as.numeric(FCO[1,]>0)%*%(AT[1,ti:(N-1)]*(1/(1+r)^(ti:(N-1))))
for(iin2:10000){
matriz.passivo.contingente<-rbind(matriz.passivo.contingente,
(FCO[i,]>0)%*%(AT[i,ti:(N-1)]*(1/(1+r)^(ti:(N-1)))))}
media.passivo.contingente<-colMeans(matriz.passivo.contingente,na.rm=FALSE)
###Histogramadovalorpresentedaopção
ggplot(data=as.data.frame(matriz.VOR/1000),aes(x=V1))+
ggtitle("ValordaOpçãodeAbandono")+
theme_classic(base_size=10)+
ylab("FrequênciaAbsoluta")+
xlab("Valor(R$milhões))+
geom_histogram(fill='gray',color='black',
breaks=seq(min(matriz.VOR/1000),max(matriz.VOR/1000),
by=(max(matriz.VOR/1000)-min(matriz.VOR/1000))/30))+
scale_y_continuous(#limits=c(0,8000),
labels=scales::number_format(big.mark=".",decimal.mark=","))+
scale_x_continuous(#breaks=seq(from=0,to=1500,by=500),
labels=scales::number_format(big.mark=".",decimal.mark=","))
###Histogramaanoabandono

```

TEXTO para DISCUSSÃO

```

ggplot(data=as.data.frame(matriz.ano.exercicio),aes(x=V1))+
ggtitle("AnodoAbandono")+
theme_classic(base_size=10)+
ylab("FrequênciaAbsoluta")+
xlab("AnodoAbandono")+
geom_histogram(fill='gray',color='black',binwidth=1)+
scale_y_continuous(#limits=c(0,3000),
labels=scales::number_format(big.mark=".",decimal.mark=","))+
scale_x_continuous(limits=c(1,30),
breaks=seq(from=0,to=30,by=5))
###Histogramapassivocontingente
ggplot(data=as.data.frame(matriz.passivo.contingente/1000),aes(x=V1))+
ggtitle("PassivoContingenteEsperado")+
theme_classic(base_size=10)+
ylab("FrequênciaAbsoluta")+
xlab("Valores(R$milhões))+
geom_histogram(fill='gray',color='black',
breaks=seq(min(matriz.passivo.contingente/1000),max(matriz.passivo.contingente/1000),
by=(max(matriz.passivo.contingente/1000)-min(matriz.passivo.contingente/1000))/30))+
scale_y_continuous(#limits=c(0,8000),
labels=scales::number_format(big.mark=".",decimal.mark=","))+
scale_x_continuous(#breaks=seq(from=0,to=3000,by=500),
labels=scales::number_format(big.mark=".",decimal.mark=","))

```

APÊNDICE C

VALOR DA OPÇÃO DE ABANDONO PELA ABORDAGEM TRADICIONAL

Neste apêndice são apresentados os resultados da avaliação por opções reais calculada pela abordagem tradicional. Ou seja, os valores encontrados são originados de uma condição equivalente em que toda a incerteza sobre os fluxos de caixa futuros do contrato é conhecida no seu ano zero (equação 13). Nesse período é sorteado em qual “simulação” ou “caminho” da demanda de tráfego o concessionário irá entrar, em oposição ao que foi realizado ao longo deste trabalho, em que anualmente se projetam novas estimativas dadas as condições verificadas até determinado momento (volume de tráfego).

É importante ressaltar que na prática é impossível precisar com 100% de confiança o valor da continuidade. Portanto, a diferença entre a estimativa da continuidade (limitador da compensação) e o seu valor efetivo em cada iteração é responsável por agregar valor à opção, como mostram os resultados da simulação apresentados na tabela C.1. Ao analisá-los, notou-se redução na opção de abandono na condição com *impairment*, ainda que em percentual bem inferior comparativamente ao outro método de avaliação. O seu *payoff* reduziu-se de R\$ 497,70 milhões (sem *impairment*) para R\$ 221,38 milhões (-55,52%), e a probabilidade esperada do exercício passou de 84,53% para 67,12% (-20,60%).

TABELA C.1**Resumo dos resultados do cenário-base (fluxo de caixa original)**

Variável	Sem <i>impairment</i> automático	Com <i>impairment</i> automático	Variação (%)
Valor esperado da opção de abandono (R\$ 1 milhão)	497,70	221,38	-55,52
Valor presente líquido esperado (R\$ 1 milhão)	581,75	305,43	-47,50
Período esperado para o exercício da opção (anos)	5,93	7,49	26,31
Probabilidade esperada do exercício da opção de abandono (%)	84,53	67,12	-20,60
Passivo contingente esperado (R\$ 1 milhão)	1.880,70	821,66	-56,31

Elaboração dos autores.

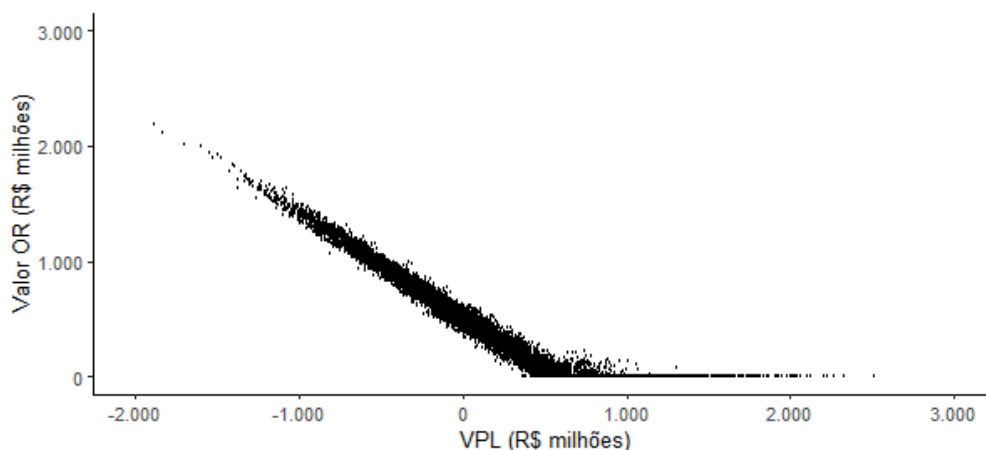
TEXTO para DISCUSSÃO

A redução verificada está associada, em maior grau, com a diminuição do montante compensável, instituído pela limitação ao valor remanescente do contrato. Essa afirmação pode ser mais bem visualizada pelo passivo contingente esperado. Na situação sem *impairment*, o montante situava-se em torno de R\$ 1,88 bilhão e decresceu para R\$ 821,66 milhões no outro cenário, representando redução de 56,31%.

Sob essa perspectiva, o gráfico C.1 mostra a relação entre o VPL do projeto e o VOR. O resultado encontrado foi bastante semelhante a uma curva teórica de uma opção de venda. Verificou-se uma região de exercício – zona em que a opção está dentro do dinheiro – que chegou a patamares acima dos R\$ 2 bilhões e decresceu à medida que o ativo subjacente (VPL do projeto) tornou-se mais valioso. Próximo ao VPL em R\$ 500 milhões, iniciou-se a transição para a região de não exercício (opção fora do dinheiro).

GRÁFICO C.1

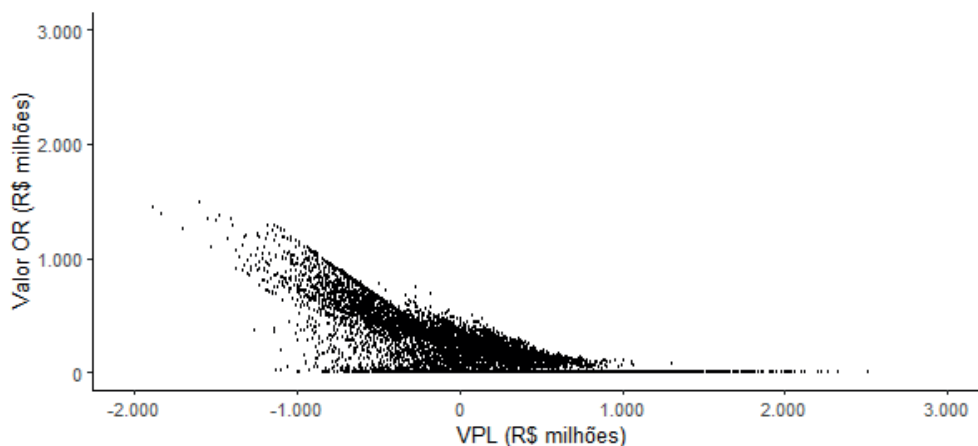
VPL versus VOR: cenário-base (sem *impairment* automático)



Elaboração dos autores.

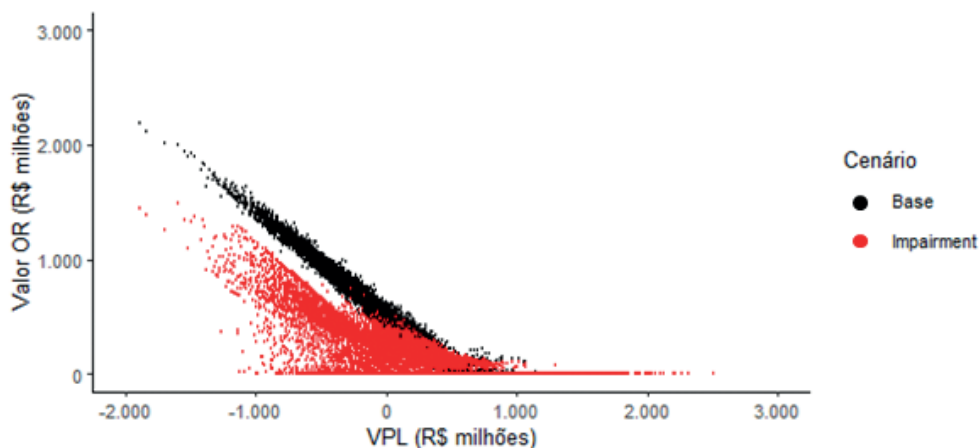
Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

O gráfico C.2 ilustra a mesma relação, porém para o caso do ressarcimento calculado por *impairment*. Observou-se a descaracterização do comportamento linear da opção. A massa de dados tendeu a se deslocar diagonalmente, em direção à diminuição do valor da OR e do VPL, principalmente onde este era menor do que zero. Essa constatação pode ser melhor visualizada no gráfico C.3, que mostra a sobreposição dos dois cenários. Percebeu-se, também, descaracterização da zona de não exercício, além de maior concentração dos resultados nulos no eixo y, o que variou na faixa de R\$ -1 bilhão a R\$ 2 bilhões.

GRÁFICO C.2**VPL versus VOR: cenário-base com *impairment* automático**

Elaboração dos autores.

Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

GRÁFICO C.3**VPL versus VOR: cenário-base sem e com *impairment* automático**

Elaboração dos autores.

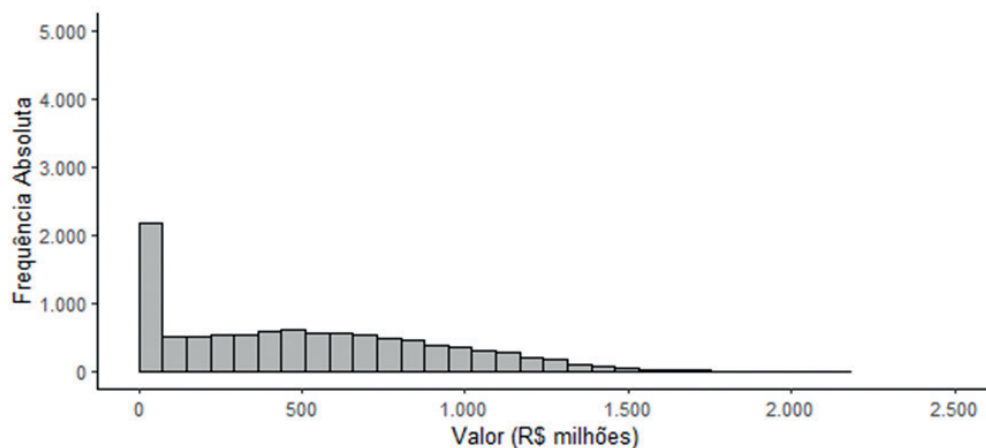
Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

Em seguida, são exibidos os histogramas das simulações. Os gráficos C.4 e C.5 mostram o valor da opção de abandono, respectivamente, para os cenários sem e com *impairment*. Corroborando o que foi apresentado na tabela anterior, verificou-se maior frequência de resultados nulos, assim como redução da frequência no intervalo entre R\$ 1,0 e 1,5 bilhão.

TEXTO para DISCUSSÃO

GRÁFICO C.4

Valor da opção de abandono: cenário-base sem *impairment* automático

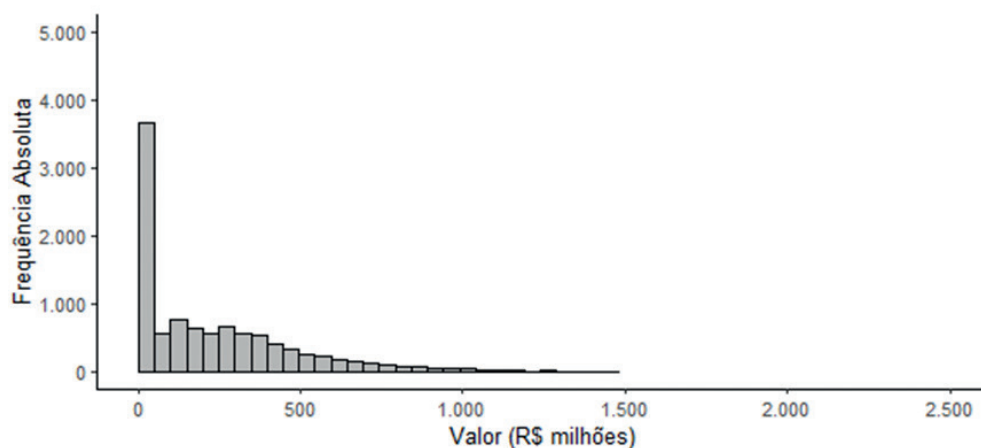


Elaboração dos autores.

Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

GRÁFICO C.5

Valor da opção de abandono: cenário-base com *impairment* automático



Elaboração dos autores.

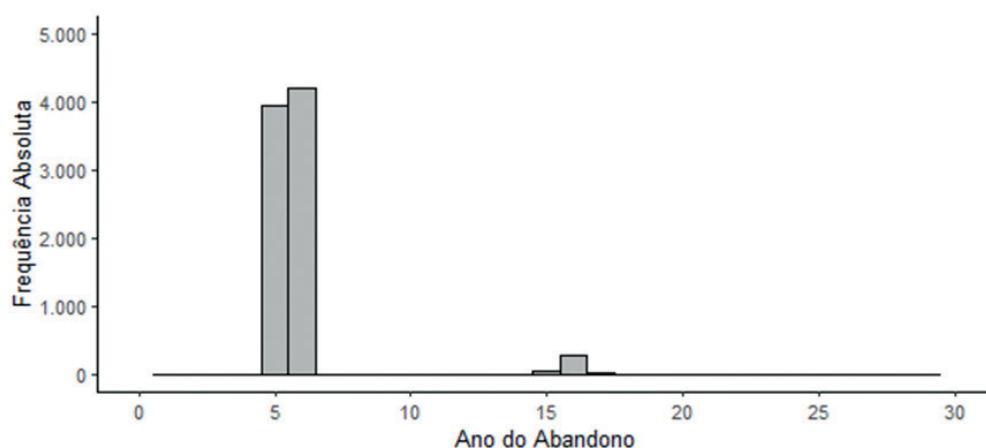
Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

No tocante ao período de devolução, houve uma concentração nos anos 5 e 6 no cenário sem *impairment*, com alguma ocorrência nos anos 15 a 17 (gráfico C.6). Na outra situação, os casos ficaram concentrados no ano 2, em cerca de 20% das simulações. Do ano 3 em diante, a probabilidade reduziu-se significativamente, mas se observaram eventos em praticamente todos os períodos, até próximo do 25º ano

(gráfico C.7). Salienta-se que, ao modelar o abandono como uma opção americana, o período do exercício é condicionado ao não exercício nos anos anteriores, o que busca maximizar o valor durante a sua validade. Isto é, a decisão pelo abandono considera a possibilidade de otimizar o ano de saída em cada simulação.

GRÁFICO C.6

Ano de abandono: cenário-base sem *impairment* automático

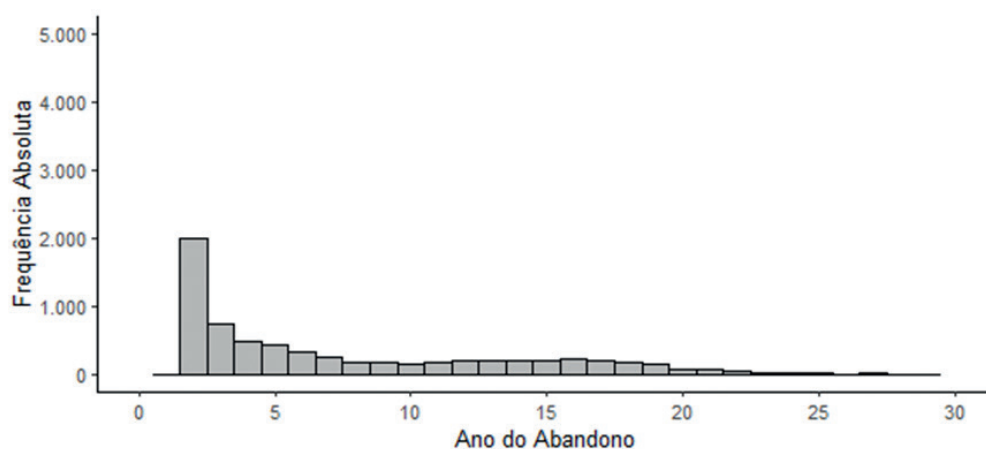


Elaboração dos autores.

Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

GRÁFICO C.7

Ano de abandono: cenário-base com *impairment* automático



Elaboração dos autores.

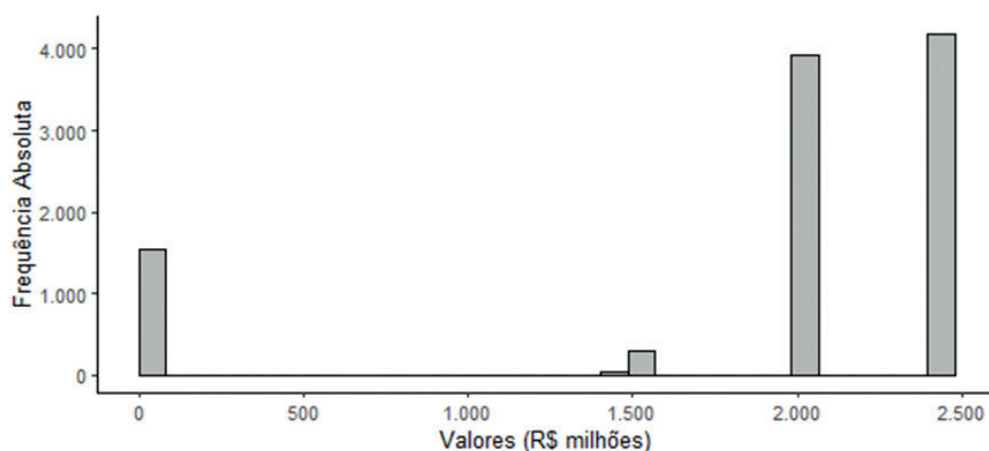
Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

TEXTO para DISCUSSÃO

Quanto ao passivo contingente esperado, verificou-se mudança na distribuição concentrada em duas faixas de valor no cenário sem *impairment* (gráfico C.8), para um arranjo heterogeneamente distribuído na condição de redução do valor recuperável (gráfico C.9).

GRÁFICO C.8

Passivo contingente esperado: cenário-base sem *impairment* automático

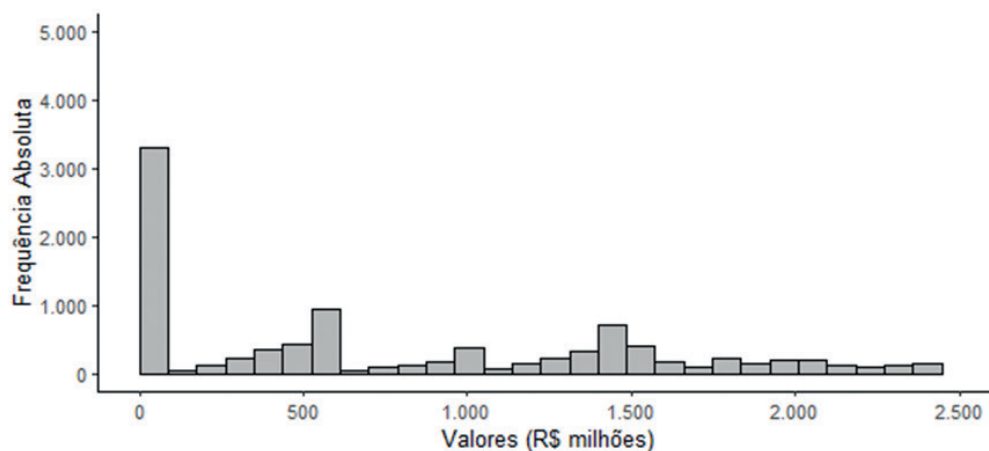


Elaboração dos autores.

Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

GRÁFICO C.9

Passivo contingente esperado: cenário-base com *impairment* automático



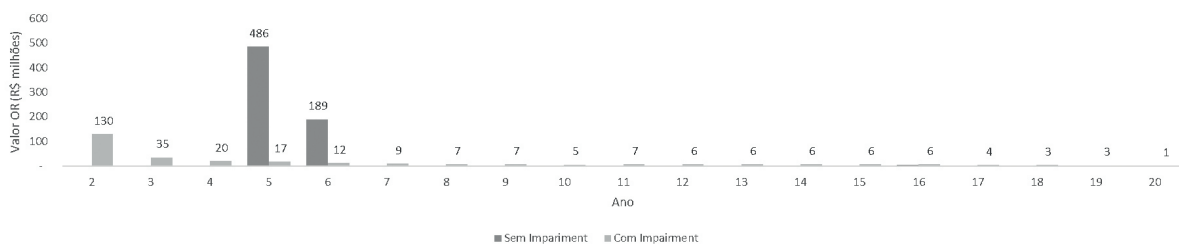
Elaboração dos autores.

Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

A análise do valor médio da opção ano a ano permitiu identificar que, na condição sem *impairment*, o exercício se dá sobretudo nos anos 5 e 6 do projeto, valendo, respectivamente, R\$ 486 e R\$ 189 milhões. A opção revelou uma probabilidade de exercício no 5º ano de 39% e de 42% no seguinte. Juntos, os dois períodos responderam por aproximadamente 81% dos 85% de probabilidade esperada da devolução da concessão. A situação com *impairment* mostrou que o valor médio no 2º ano é de R\$ 120 milhões. Do 3º ao 20º, foi progressivamente reduzido. Situação semelhante ocorreu com a probabilidade de exercício, que foi de 20% no 2º e de 7% no 3º, chegando a 1% no 20º. Durante o horizonte do contrato, a probabilidade esperada de abandono foi em torno de 67% (17% menor do que o cenário referencial). Os gráficos C.10 e C.11 mostram os histogramas do valor médio da opção e da probabilidade no tempo.

GRÁFICO C.10

Valor médio da opção ano a ano: cenário-base

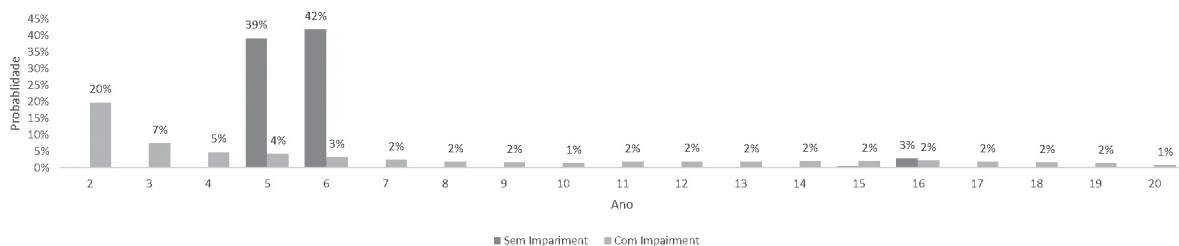


Elaboração dos autores.

Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

GRÁFICO C.11

Probabilidade de abandono ano a ano: cenário-base



Elaboração dos autores.

Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

APÊNDICE D

VALOR DA CONTINUIDADE REAL VERSUS ESTIMADA: CENÁRIO-BASE

GRÁFICO D.1

$$T = 1 \quad (r^2 = 0,12)$$

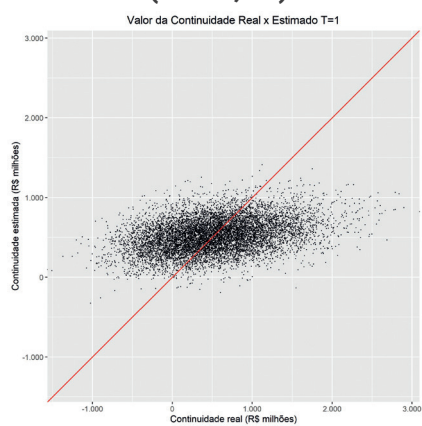


GRÁFICO D.2

$$T = 2 \quad (r^2 = 0,21)$$

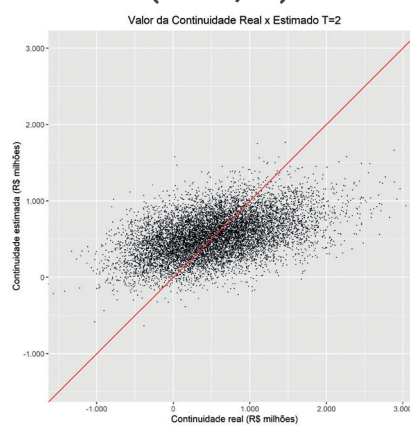


GRÁFICO D.3

$$T = 3 \quad (r^2 = 0,28)$$

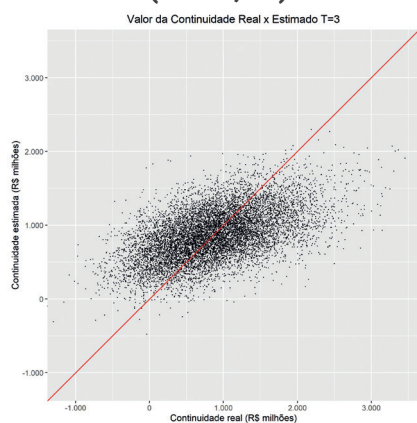


GRÁFICO D.4

$$T = 4 \quad (r^2 = 0,36)$$

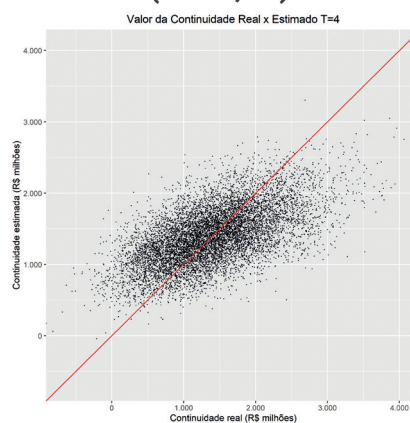
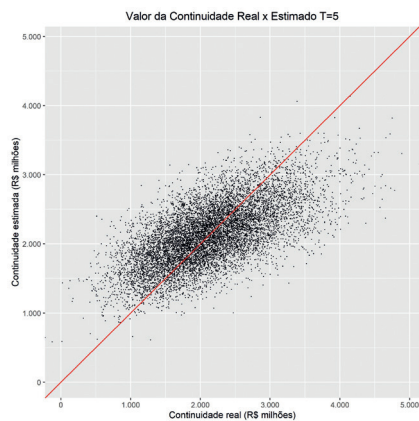
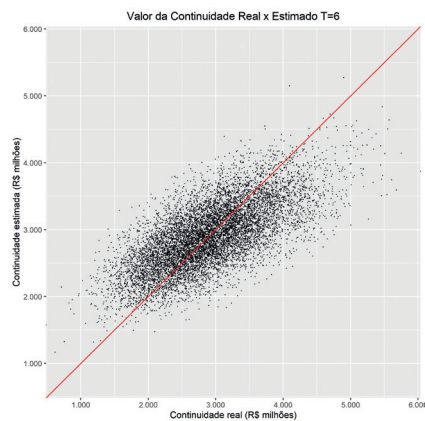
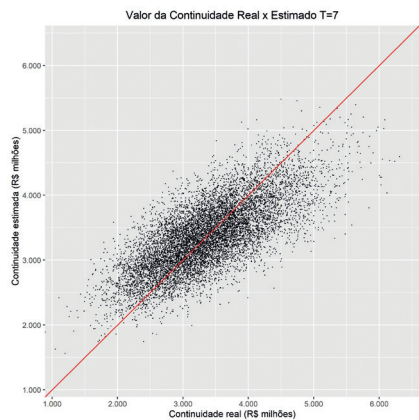
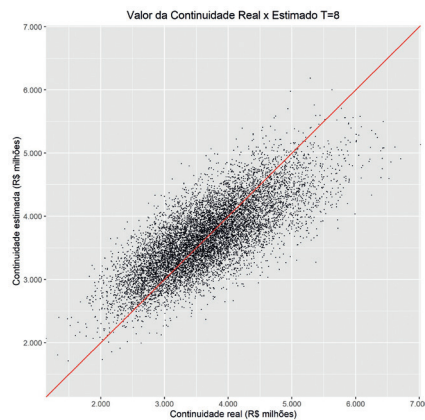
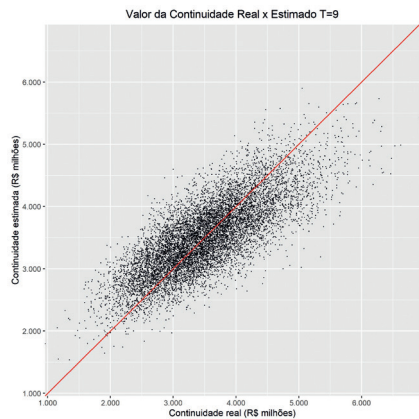
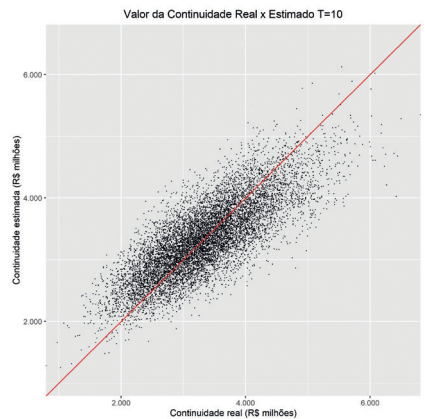
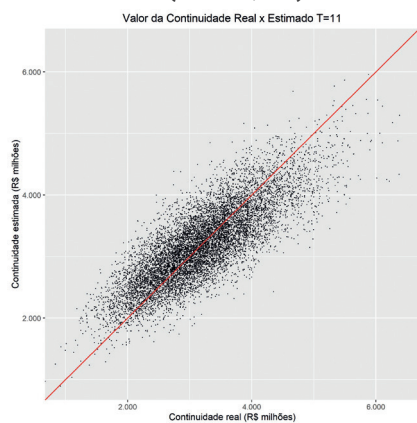


GRÁFICO D.5 $T = 5$ ($r^2 = 0,41$)**GRÁFICO D.6** $T = 6$ ($r^2 = 0,47$)**GRÁFICO D.7** $T = 7$ ($r^2 = 0,52$)**GRÁFICO D.8** $T = 8$ ($r^2 = 0,56$)**GRÁFICO D.9** $T = 9$ ($r^2 = 0,59$)**GRÁFICO D.10** $T = 10$ ($r^2 = 0,63$)

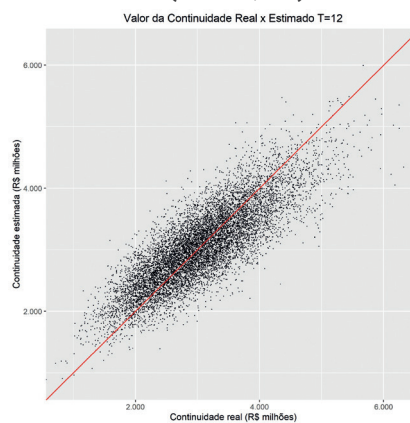
TEXTO para DISCUSSÃO

GRÁFICO D.11

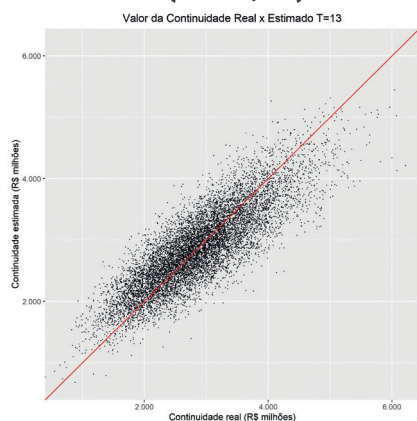
$$T = 11 \quad (r^2 = 0,66)$$

**GRÁFICO D.12**

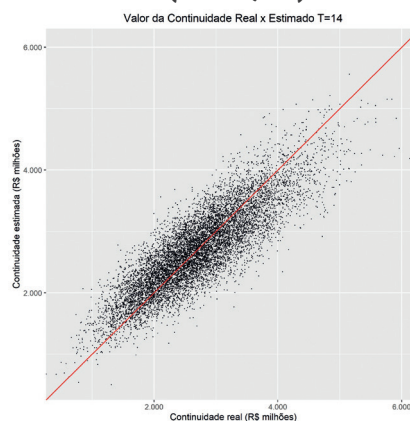
$$T = 12 \quad (r^2 = 0,68)$$

**GRÁFICO D.13**

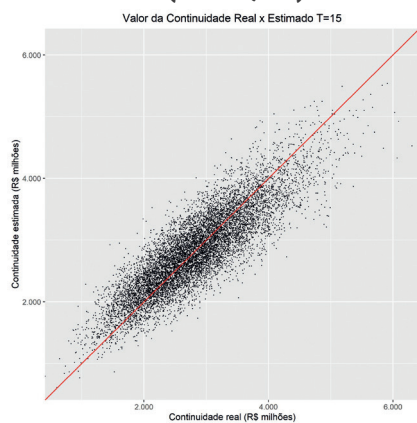
$$T = 13 \quad (r^2 = 0,70)$$

**GRÁFICO D.14**

$$T = 14 \quad (r^2 = 0,72)$$

**GRÁFICO D.15**

$$T = 15 \quad (r^2 = 0,74)$$

**GRÁFICO D.16**

$$T = 16 \quad (r^2 = 0,77)$$

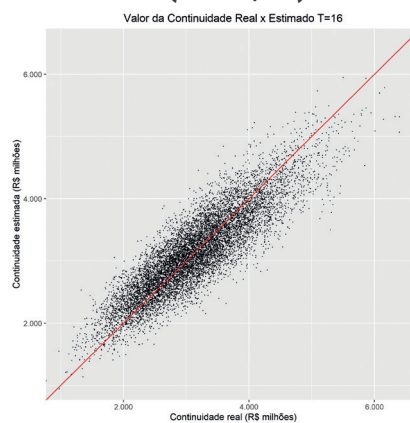
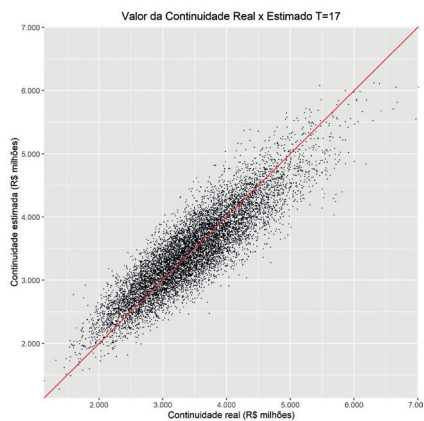
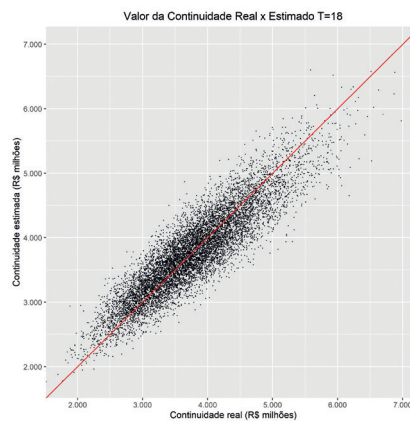
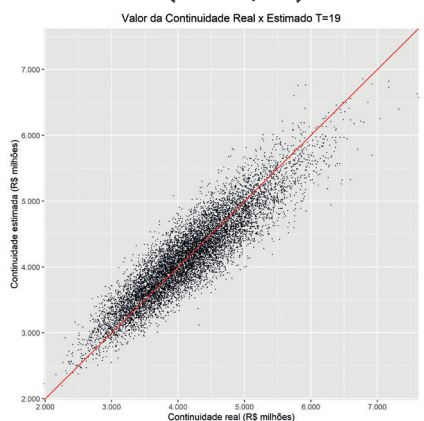
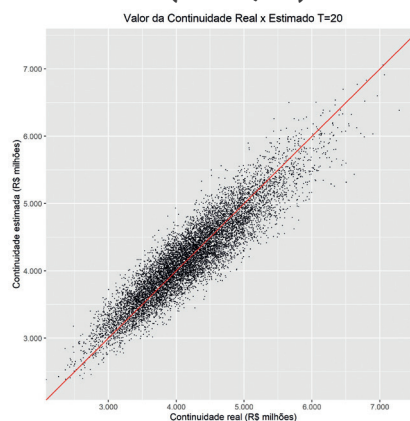
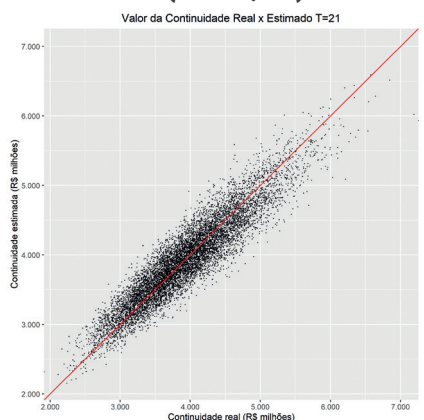
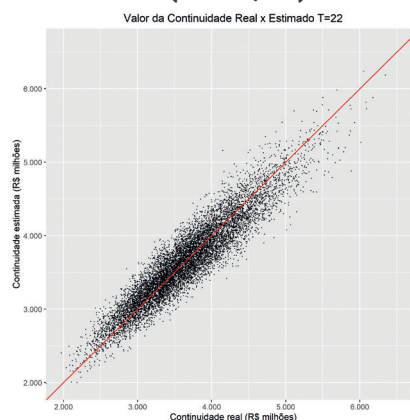


GRÁFICO D.17 $T = 17$ ($r^2 = 0,79$)**GRÁFICO D.18** $T = 18$ ($r^2 = 0,81$)**GRÁFICO D.19** $T = 19$ ($r^2 = 0,82$)**GRÁFICO D.20** $T = 20$ ($r^2 = 0,84$)**GRÁFICO D.21** $T = 21$ ($r^2 = 0,86$)**GRÁFICO D.22** $T = 22$ ($r^2 = 0,87$)

TEXTO para DISCUSSÃO

GRÁFICO D.23

$T = 23$ ($r^2 = 0,89$)

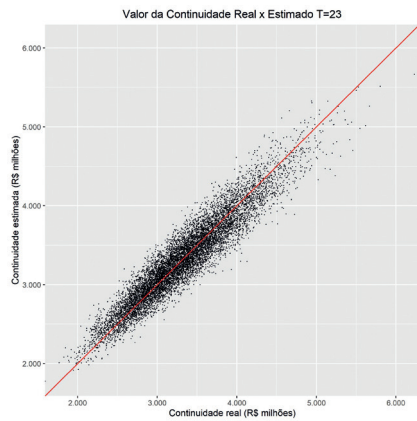


GRÁFICO D.24

$T = 24$ ($r^2 = 0,91$)

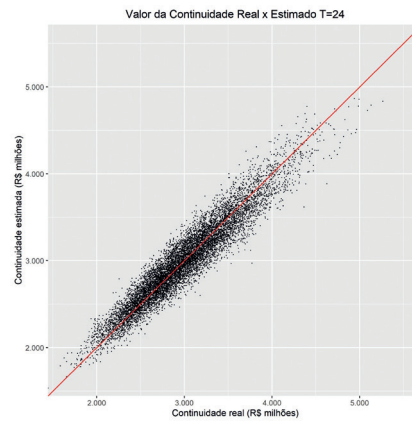


GRÁFICO D.25

$T = 25$ ($r^2 = 0,92$)

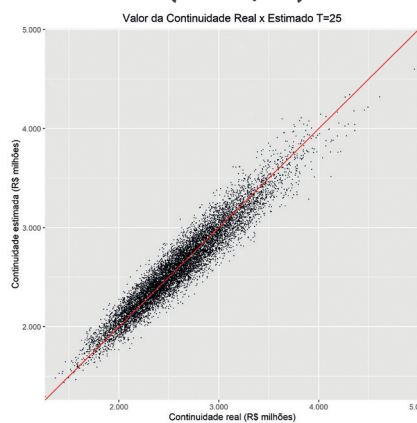


GRÁFICO D.26

$T = 26$ ($r^2 = 0,93$)

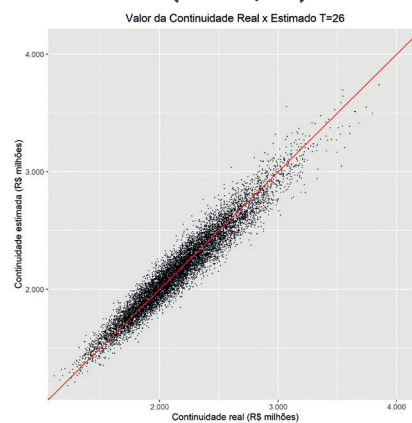


GRÁFICO D.27

$T = 27$ ($r^2 = 0,94$)

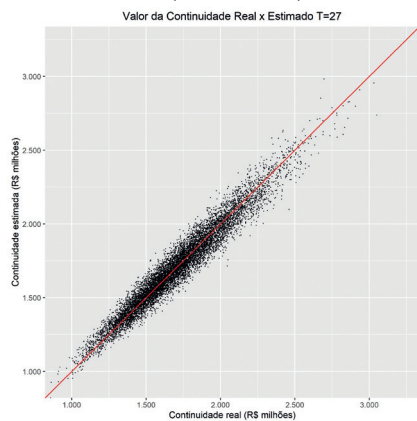


GRÁFICO D.28

$T = 28$ ($r^2 = 0,96$)

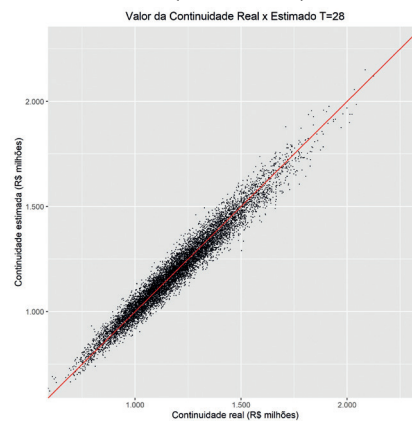
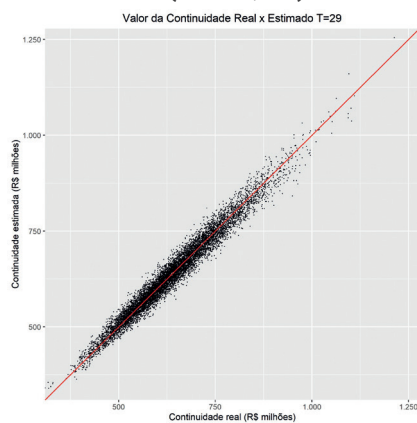


GRÁFICO D.29 **$T = 29$ ($r^2 = 0,97$)**

Elaboração dos autores.

Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

APÊNDICE E

VALOR DA CONTINUIDADE REAL VERSUS ESTIMADA: CENÁRIO CAPEX CONCENTRADO NO ANO 1

GRÁFICO E.1

$$T = 1 (r^2 = 0,12)$$

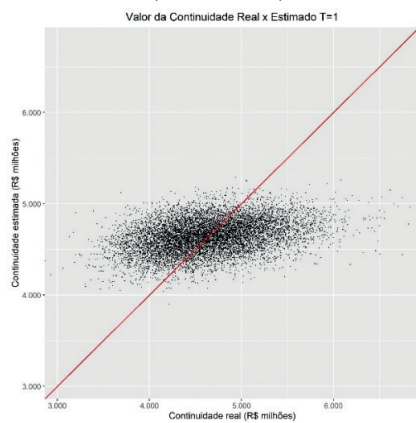


GRÁFICO E.2

$$T = 2 (r^2 = 0,22)$$

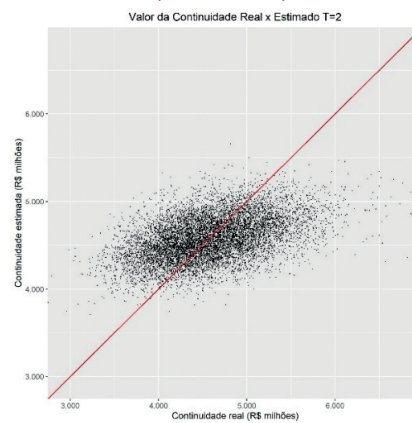


GRÁFICO E.3

$$T = 3 (r^2 = 0,29)$$

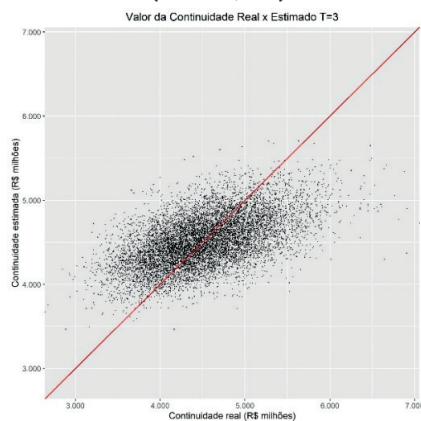


GRÁFICO E.4

$$T = 4 (r^2 = 0,37)$$

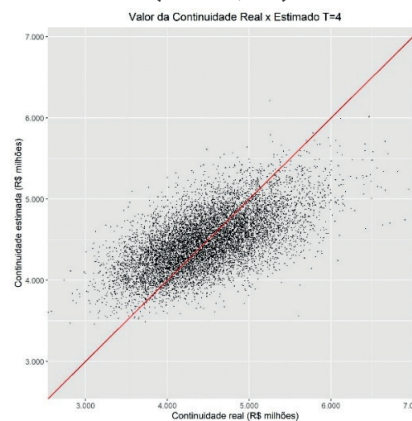
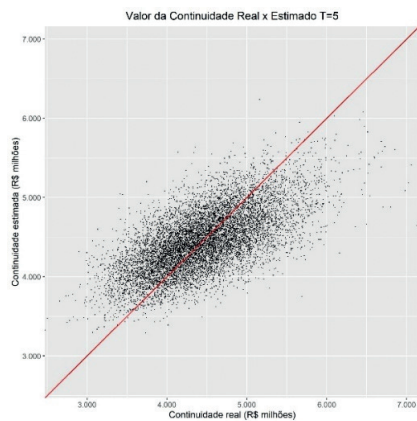
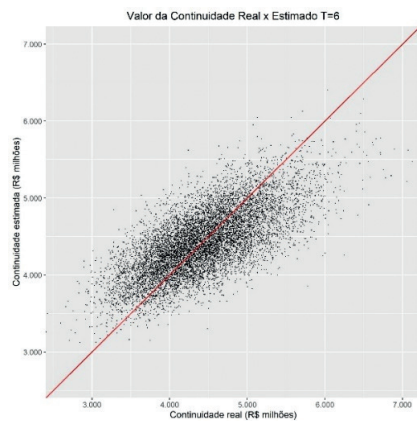


GRÁFICO E.5

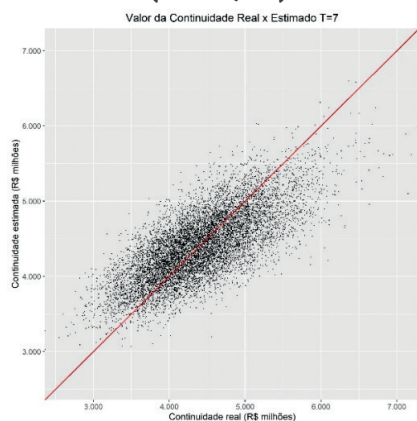
$$T = 5 \quad (r^2 = 0,43)$$

**GRÁFICO E.6**

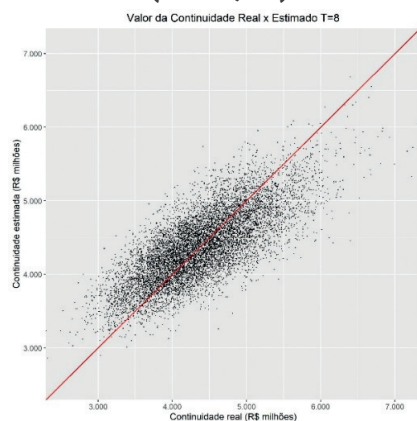
$$T = 6 \quad (r^2 = 0,49)$$

**GRÁFICO E.7**

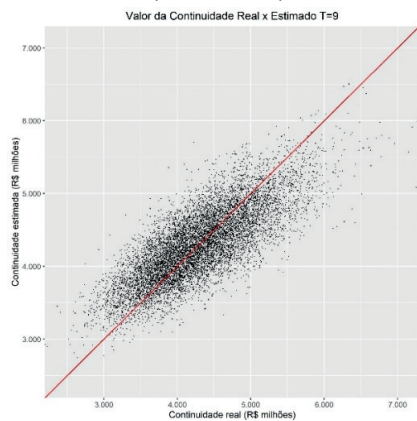
$$T = 7 \quad (r^2 = 0,53)$$

**GRÁFICO E.8**

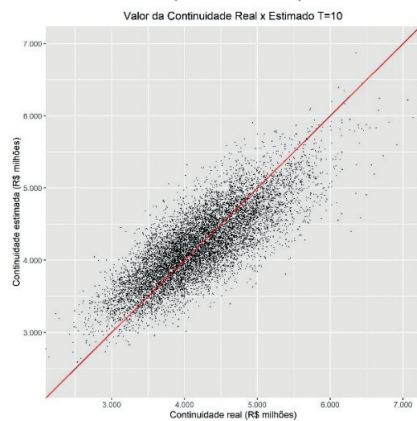
$$T = 8 \quad (r^2 = 0,57)$$

**GRÁFICO E.9**

$$T = 9 \quad (r^2 = 0,60)$$

**GRÁFICO E.10**

$$T = 10 \quad (r^2 = 0,64)$$



TEXTO para DISCUSSÃO

GRÁFICO E.11

$T = 11$ ($r^2 = 0,67$)

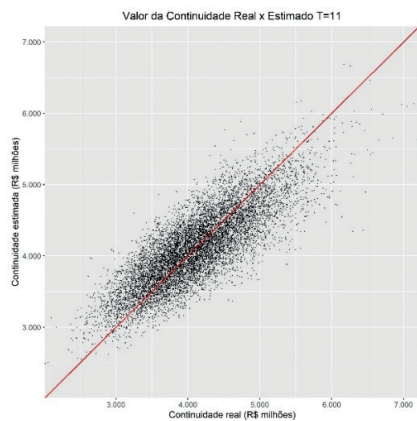


GRÁFICO E.12

$T = 12$ ($r^2 = 0,69$)

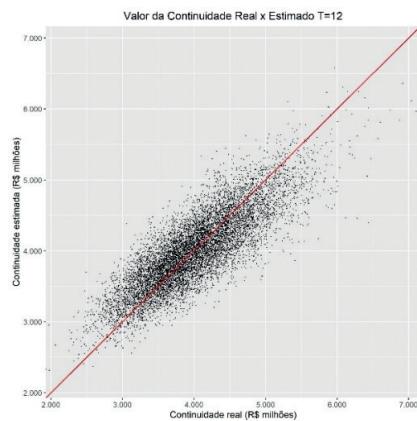


GRÁFICO E.13

$T = 13$ ($r^2 = 0,71$)

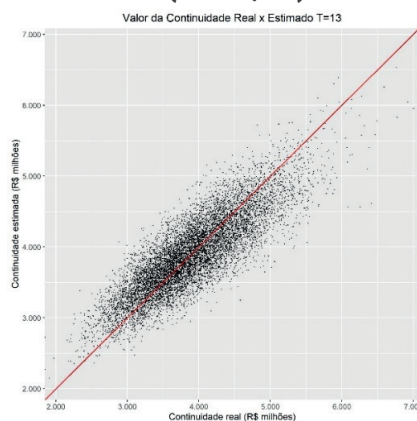


GRÁFICO E.14

$T = 14$ ($r^2 = 0,74$)

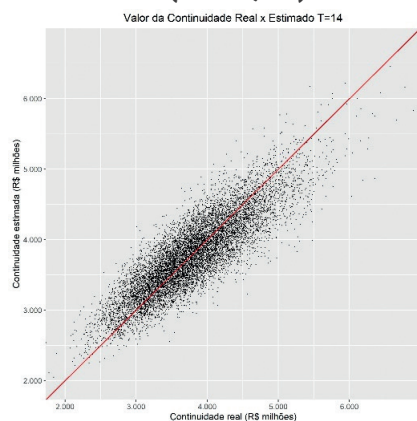


GRÁFICO E.15

$T = 15$ ($r^2 = 0,76$)

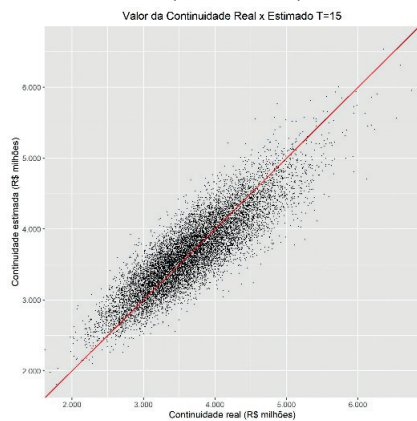


GRÁFICO E.16

$T = 16$ ($r^2 = 0,78$)

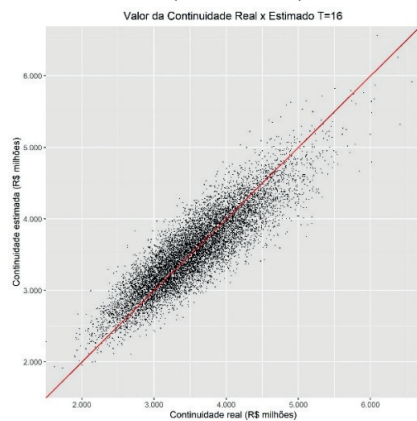


GRÁFICO E.17

$T = 17$ ($r^2 = 0,80$)

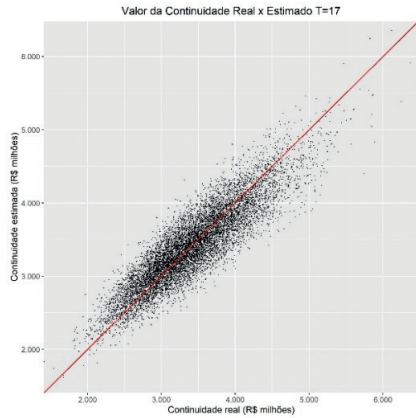


GRÁFICO E.18

$T = 18$ ($r^2 = 0,81$)

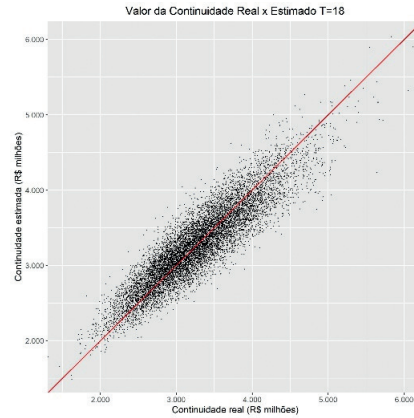


GRÁFICO E.19

$T = 19$ ($r^2 = 0,83$)

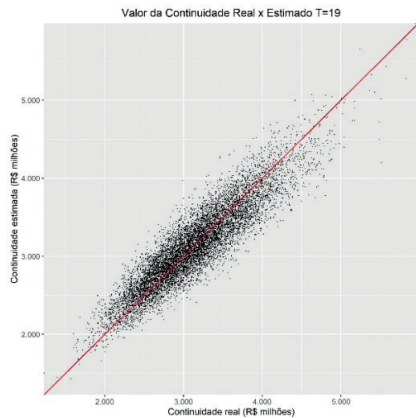


GRÁFICO E.20

$T = 20$ ($r^2 = 0,85$)

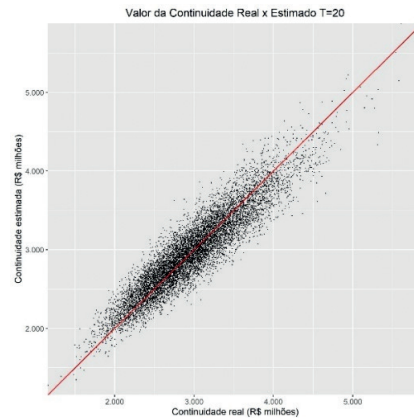


GRÁFICO E.21

$T = 21$ ($r^2 = 0,87$)

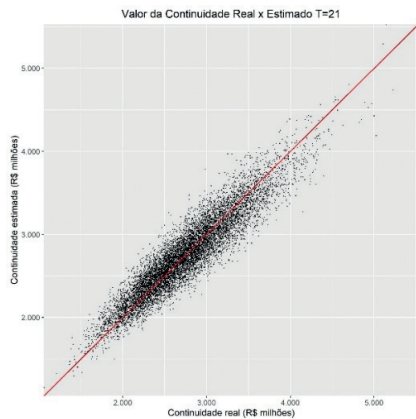
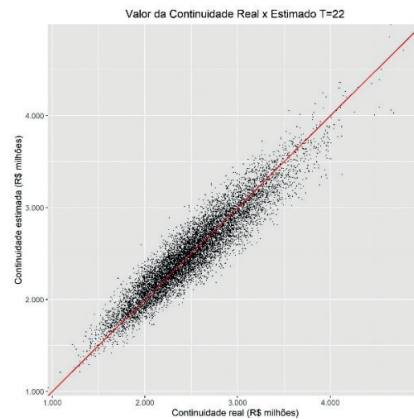


GRÁFICO E.22

$T = 22$ ($r^2 = 0,88$)



TEXTO para DISCUSSÃO

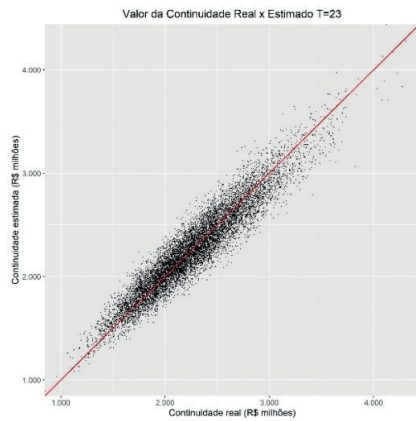
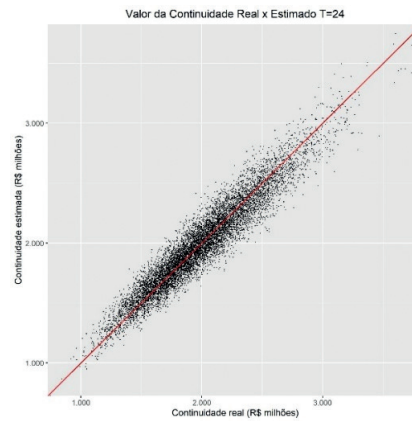
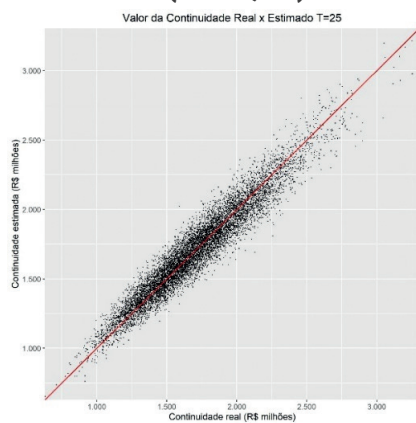
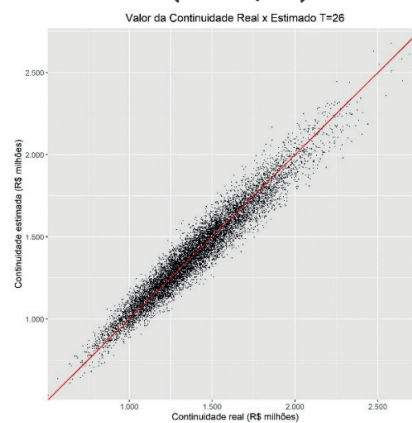
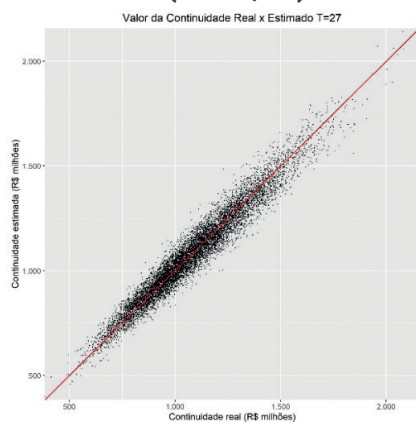
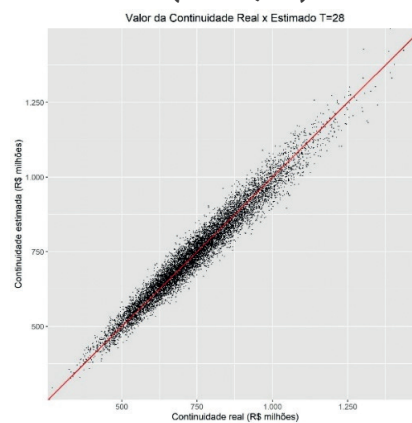
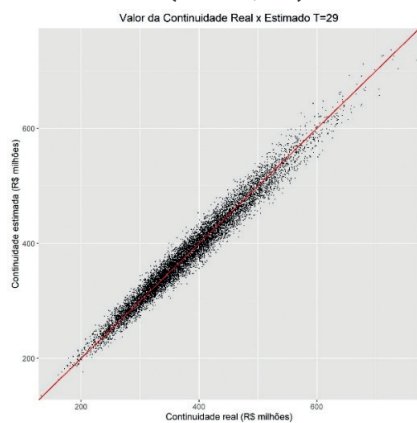
GRÁFICO E.23 $T = 23$ ($r^2 = 0,90$)**GRÁFICO E.24** $T = 24$ ($r^2 = 0,91$)**GRÁFICO E.25** $T = 25$ ($r^2 = 0,92$)**GRÁFICO E.26** $T = 26$ ($r^2 = 0,93$)**GRÁFICO E.27** $T = 27$ ($r^2 = 0,95$)**GRÁFICO E.28** $T = 28$ ($r^2 = 0,96$)

GRÁFICO E.29 **$T = 29$ ($r^2 = 0,97$)**

Elaboração dos autores.

Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

APÊNDICE F

VALOR DA CONTINUIDADE REAL VERSUS ESTIMADA: CENÁRIO CAPEX CONCENTRADO NOS ANOS 1 E 15

GRÁFICO F.1

$$T = 1 \quad (r^2 = 0,12)$$

Valor da Continuidade Real x Estimado T=1

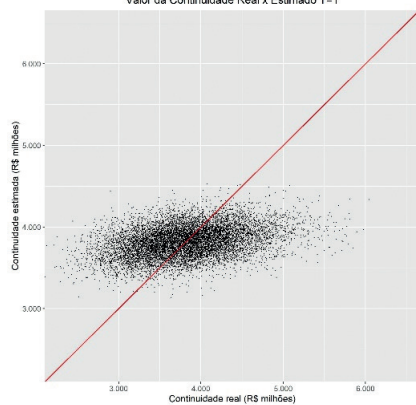


GRÁFICO F.2

$$T = 2 \quad (r^2 = 0,21)$$

Valor da Continuidade Real x Estimado T=2

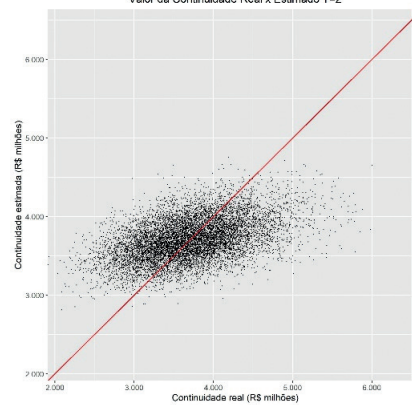


GRÁFICO F.3

$$T = 3 \quad (r^2 = 0,30)$$

Valor da Continuidade Real x Estimado T=3

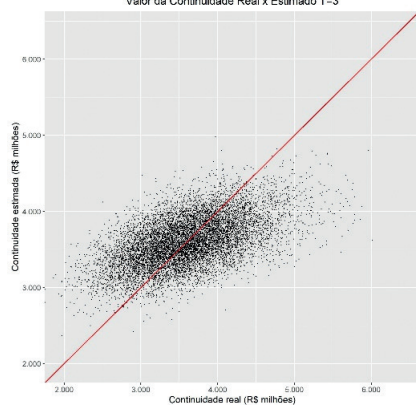


GRÁFICO F.4

$$T = 4 \quad (r^2 = 0,37)$$

Valor da Continuidade Real x Estimado T=4

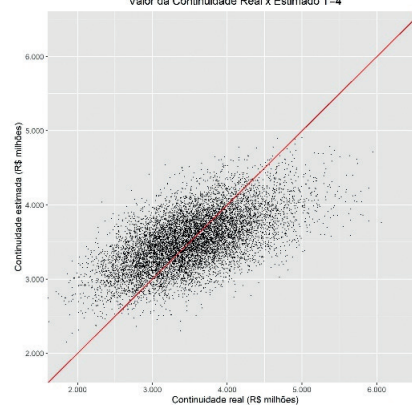
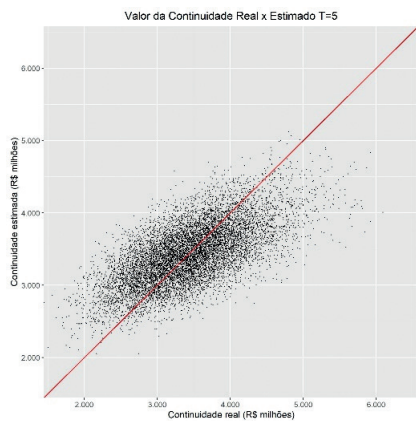
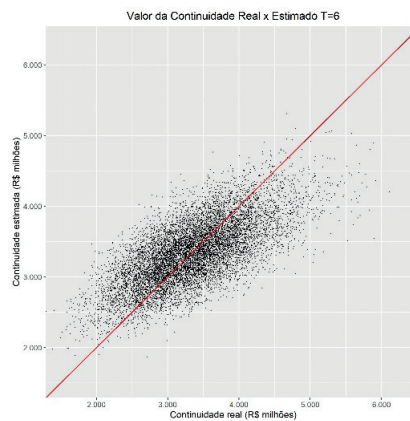


GRÁFICO F.5

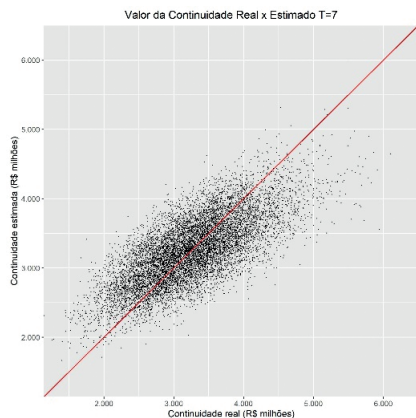
$T = 5 \quad (r^2 = 0,43)$

**GRÁFICO F.6**

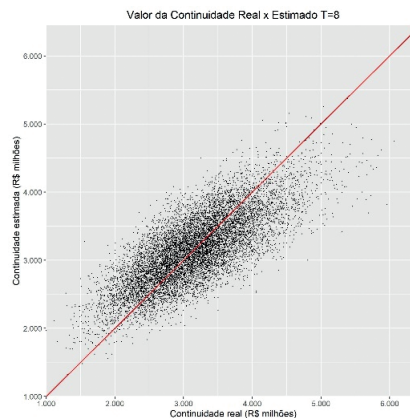
$T = 6 \quad (r^2 = 0,48)$

**GRÁFICO F.7**

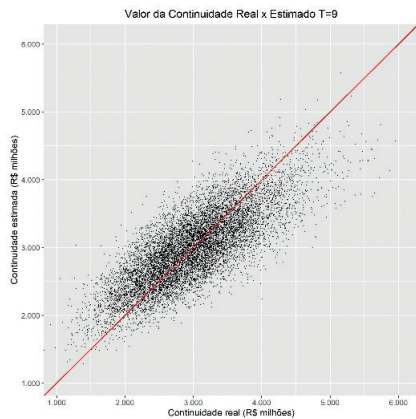
$T = 7 \quad (r^2 = 0,52)$

**GRÁFICO F.8**

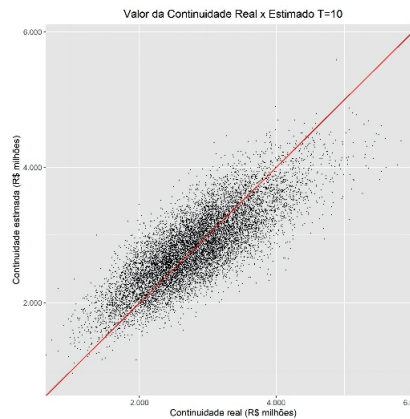
$T = 8 \quad (r^2 = 0,57)$

**GRÁFICO F.9**

$T = 9 \quad (r^2 = 0,61)$

**GRÁFICO F.10**

$T = 10 \quad (r^2 = 0,64)$



TEXTO para DISCUSSÃO

GRÁFICO F.11

$T = 11$ ($r^2 = 0,66$)

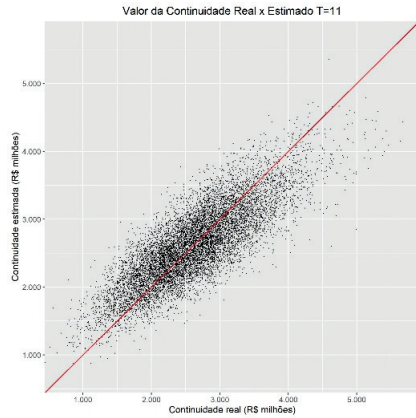


GRÁFICO F.12

$T = 12$ ($r^2 = 0,69$)

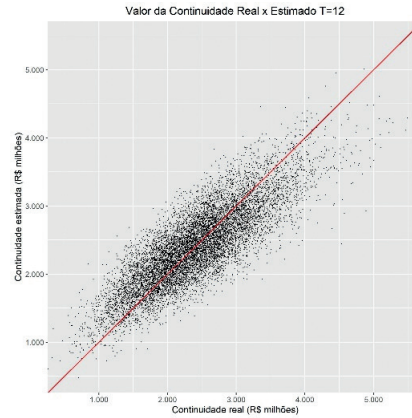


GRÁFICO F.13

$T = 13$ ($r^2 = 0,71$)

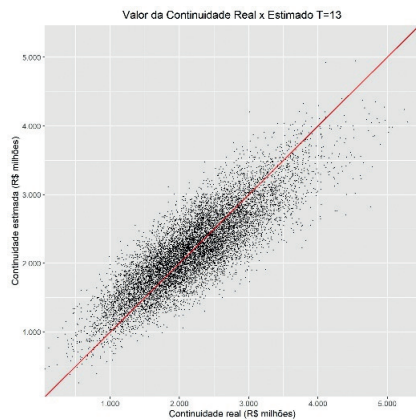


GRÁFICO F.14

$T = 14$ ($r^2 = 0,73$)

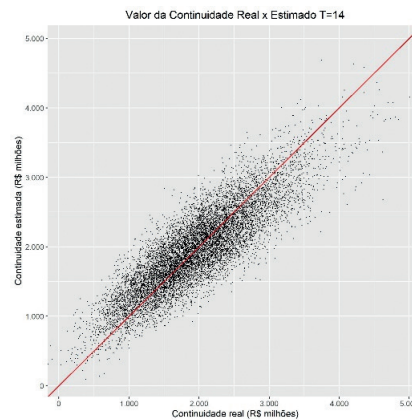


GRÁFICO F.15

$T = 15$ ($r^2 = 0,76$)

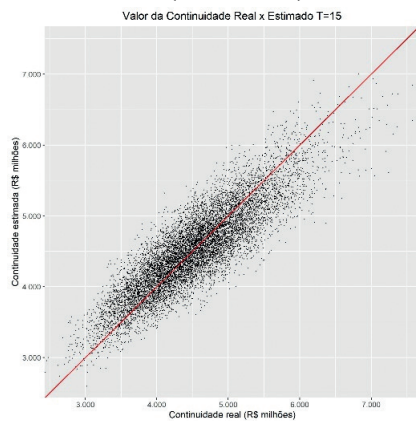


GRÁFICO F.16

$T = 16$ ($r^2 = 0,78$)

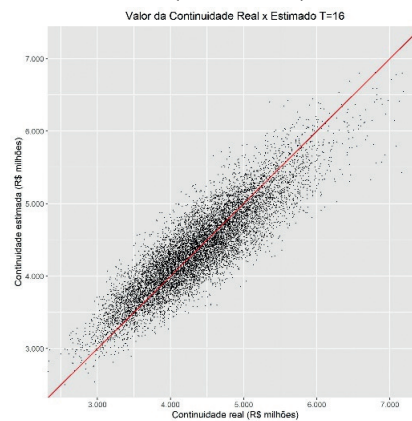
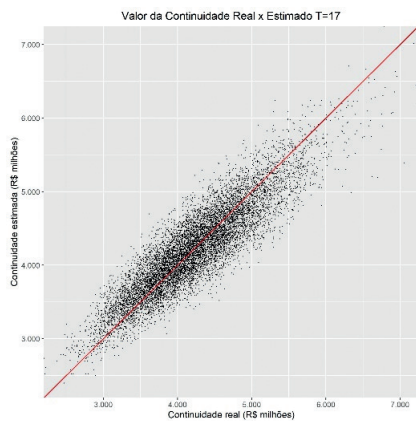
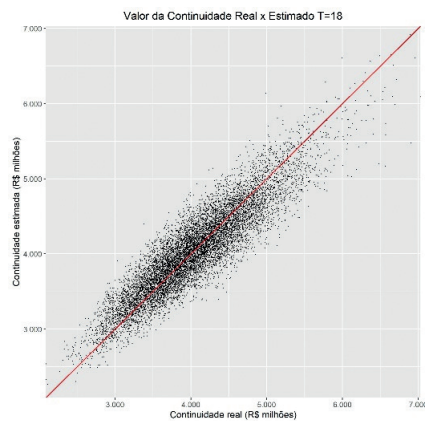
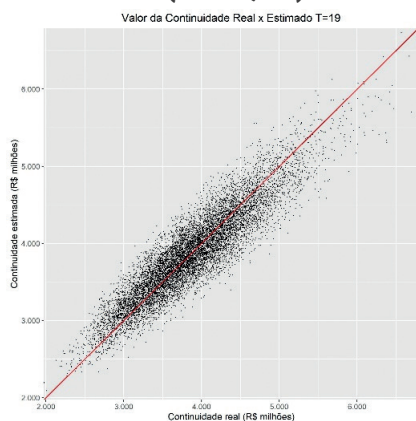
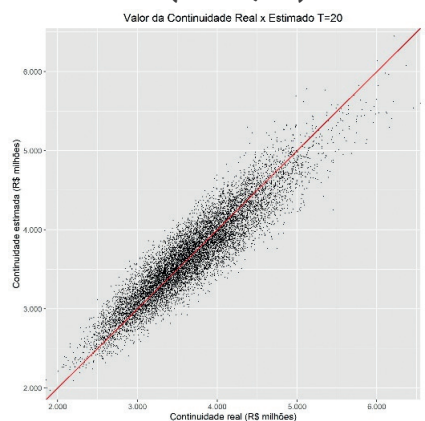
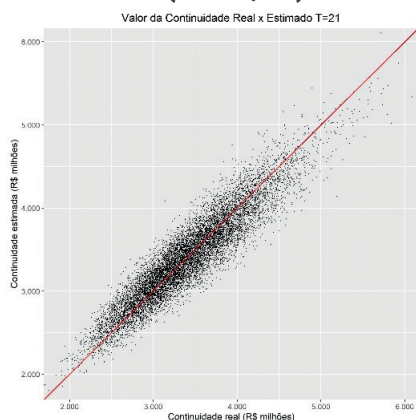
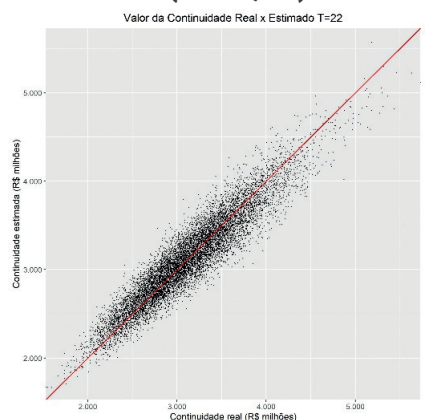


GRÁFICO F.17 $T = 17$ ($r^2 = 0,80$)**GRÁFICO F.18** $T = 18$ ($r^2 = 0,82$)**GRÁFICO F.19** $T = 19$ ($r^2 = 0,83$)**GRÁFICO F.20** $T = 20$ ($r^2 = 0,85$)**GRÁFICO F.21** $T = 21$ ($r^2 = 0,86$)**GRÁFICO F.22** $T = 22$ ($r^2 = 0,88$)

TEXTO para DISCUSSÃO

GRÁFICO F.23

$T = 23$ ($r^2 = 0,89$)

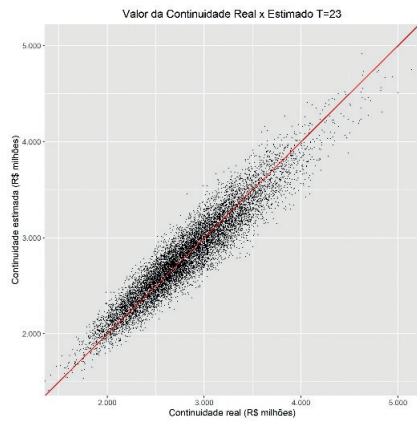


GRÁFICO F.24

$T = 24$ ($r^2 = 0,91$)

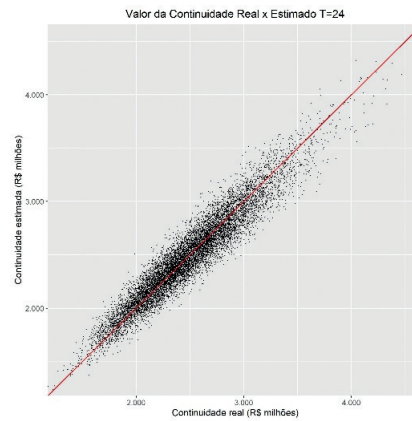


GRÁFICO F.25

$T = 25$ ($r^2 = 0,92$)

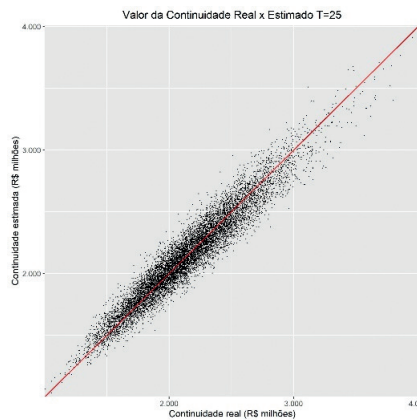


GRÁFICO F.26

$T = 26$ ($r^2 = 0,93$)

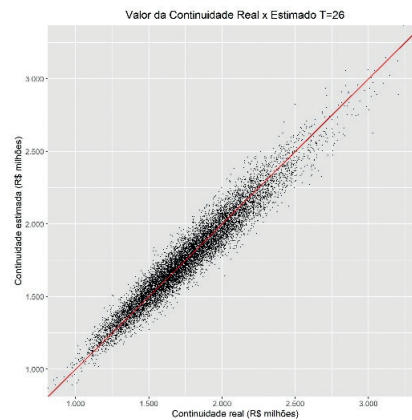


GRÁFICO F.27

$T = 27$ ($r^2 = 0,95$)

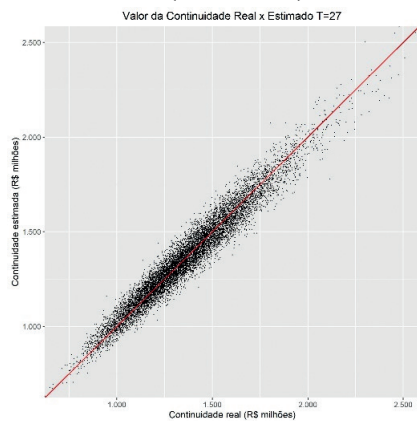


GRÁFICO F.28

$T = 28$ ($r^2 = 0,96$)

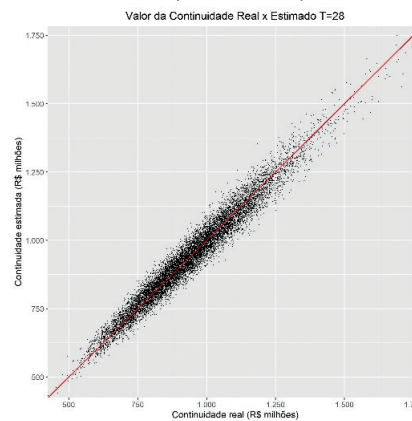
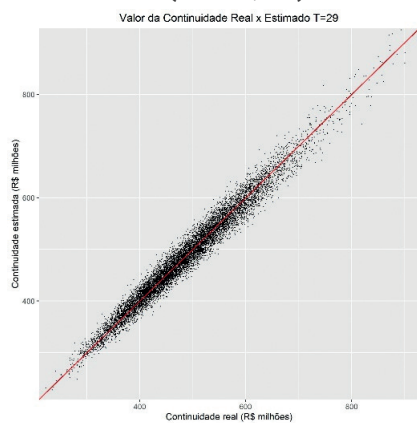


GRÁFICO F.29**T = 29 ($r^2 = 0,97$)**

Elaboração dos autores.

Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

EDITORIAL

Coordenação

Aeromilson Trajano de Mesquita

Assistentes da Coordenação

Rafael Augusto Ferreira Cardoso

Samuel Elias de Souza

Supervisão

Ana Clara Escórcio Xavier

Everson da Silva Moura

Revisão

Alice Souza Lopes

Amanda Ramos Marques Honorio

Barbara de Castro

Brena Rolim Peixoto da Silva

Cayo César Freire Feliciano

Cláudio Passos de Oliveira

Clícia Silveira Rodrigues

Olavo Mesquita de Carvalho

Regina Marta de Aguiar

Reginaldo da Silva Domingos

Jennyfer Alves de Carvalho (estagiária)

Katarinne Fabrizzi Maciel do Couto (estagiária)

Editoração

Anderson Silva Reis

Augusto Lopes dos Santos Borges

Cristiano Ferreira de Araújo

Daniel Alves Tavares

Danielle de Oliveira Ayres

Leonardo Hideki Higa

Natália de Oliveira Ayres

Capa

Aline Cristine Torres da Silva Martins

Projeto Gráfico

Aline Cristine Torres da Silva Martins

The manuscripts in languages other than Portuguese published herein have not been proofread.

Ipea – Brasília

Setor de Edifícios Públicos Sul 702/902, Bloco C

Centro Empresarial Brasília 50, Torre B

CEP: 70390-025, Asa Sul, Brasília-DF

Missão do Ipea
Aprimorar as políticas públicas essenciais ao desenvolvimento brasileiro por meio da produção e disseminação de conhecimentos e da assessoria ao Estado nas suas decisões estratégicas.