



Escola Nacional de Administração Pública

Doutorado Profissional em Políticas Públicas

Ricardo Sampaio da Silva Fonseca

***SANDBOXES* REGULATÓRIOS EM AMBIENTES DE REGULAÇÃO POR
CONTRATO: EVIDÊNCIAS E APLICAÇÕES NO SETOR DE
INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES**

Brasília 2026

***SANDBOXES* REGULATÓRIOS EM AMBIENTES DE REGULAÇÃO POR
CONTRATO: EVIDÊNCIAS E APLICAÇÕES NO SETOR DE
INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES**

Ricardo Sampaio da Silva Fonseca

Matrícula: 20231DPPP0007

ricardosampaiofonseca@gmail.com

Tese apresentada ao Programa de
Doutorado Profissional em Políticas
Públicas da Escola Nacional de
Administração Pública como requisito
parcial para obtenção do Grau de Doutor
em Políticas Públicas.

Orientador: Mauro Santos Silva

Brasília 2026

F676s Fonseca, Ricardo Sampaio da Silva
 Sandboxes regulatórios em ambientes de regulação por contrato: evidências e aplicações no setor de infraestrutura de transportes / Ricardo Sampaio da Silva Fonseca. -- Brasília: Enap, 2026.
 160 f.: il.

 Tese (Doutorado – Programa de Doutorado Profissional em Políticas Públicas) -- Escola Nacional de Administração Pública, 2026.

 Orientação: Prof. Dr. Mauro Santos Silva
 1. Regulação. 2. Sandbox Regulatório. 3. Infraestrutura de Transporte. 4 Concessão Pública. I. Título. II. Silva, Mauro Santos orient.

CDD 352.8

Bibliotecária: Elda Campos Bezerra – CRB1/1425



ATA DA BANCA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO DE DOUTORADO PROFISSIONAL EM POLÍTICAS PÚBLICAS

Aluno (a): Ricardo Sampaio da Silva Fonseca

Ano de Ingresso: 2023

Título da Tese: Sandboxes Regulatórios em Ambientes de Regulação por Contrato: Evidências e Aplicações no Setor de Infraestrutura de Transportes

Orientador: Prof. Dr. Mauro Santos Silva

Profª. Dra. Júlia Maurmann Ximenes

Avaliadores: Prof. Dr. Ian Ramalho Guerriero

Prof. Dr. Mauro César Santiago Chaves

Prof. Dr. Rutelly Marques da Silva

Avaliação:

☒ Aprovado

☐ Aprovado com ressalvas

☐ Reprovado

Brasília, 12 de junho de 2026.

DocuSigned by:

Júlia Maurmann Ximenes

Avaliadora

DocuSigned by:

Ian Ramalho Guerriero

Avaliador

Assinado por:

Mauro César Santiago Chaves

Avaliador

DocuSigned by:

Rutelly Marques da Silva

Avaliador

DocuSigned by:

Mauro Santos Silva

Orientador

ENAP

MINISTÉRIO DA
GESTÃO E DA INOVAÇÃO
EM SERVIÇOS PÚBLICOS

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO

Para Karla, José, Maria Luiza, Mariana e
Maria Clara.

Amores de minha vida.

AGRADECIMENTOS

Hoje é um dia muito especial. Chegar até aqui só foi possível pela graça de Deus e pelo apoio de muitas pessoas. Agradecer é, portanto, uma feliz obrigação.

Aos meus pais, Charles e Iara, a quem devo toda a formação que me permitiu alcançar este momento, e à minha irmã, Silvana, sempre tão presente ao longo dos anos.

À minha família, em especial à minha esposa, Karla Graziela, que sempre acreditou, apoiou e incentivou esta jornada, mesmo em meio aos desafios e às alegrias de criar nossos filhos.

Aos meus colegas de trabalho, especialmente da Secretaria Nacional de Aviação Civil – SAC, da Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT e do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, com quem tanto aprendi ao longo desta trajetória.

Ao meu orientador, Mauro Santos, por toda a maestria, delicadeza e generosidade com que me guiou ao longo dos últimos anos. Seus conselhos, nos momentos certos, foram decisivos para o desenvolvimento desta tese.

Agradeço, antecipadamente, aos membros da Banca Examinadora, professores, colegas e amigos tão importantes para minha formação.

Por fim, agradeço a todos que contribuíram direta ou indiretamente para este doutorado. Ninguém consegue chegar ao final deste percurso sozinho.

*Prometeu: — Graças a mim, os homens
não mais desejam a morte. Dei-lhes uma
esperança infinita no futuro.*

Ésquilo.

RESUMO

Esta tese investiga o papel do *sandbox* regulatório como instrumento de experimentalismo e de reconfiguração de incentivos em ambientes regulatórios estruturados por contratos complexos de longo prazo no setor de infraestrutura de transportes. Adotando o formato de três artigos, o trabalho combina: (i) uma revisão sistemática da literatura sobre o uso de *sandboxes* no setor de transportes; (ii) uma análise de sua aplicação nas repactuações de concessões rodoviárias brasileiras; e (iii) um estudo de caso analítico sobre sua utilização em contextos de regulação contratual. Os três artigos permitiram evidenciar que o *sandbox* regulatório, no setor de infraestrutura de transportes, não se limita a um instrumento de flexibilização normativa voltado à inovação, mas opera como um mecanismo institucional capaz de reconfigurar a estrutura de incentivos que orienta o comportamento de reguladores e regulados, sendo, portanto, um instrumento estratégico de gestão de contratos complexos capaz de influenciar políticas públicas em amplos setores da sociedade.

Palavras-chave: *Sandbox* Regulatório; Regulação Experimental; Economia da Regulação; Infraestrutura de Transportes; Concessões.

ABSTRACT

This thesis investigates the role of the regulatory *sandbox* as an instrument for experimentation and the reconfiguration of incentives in regulatory environments structured by complex long-term contracts in the transport infrastructure sector. Adopting a three-article format, the study combines: (i) a systematic literature review on the use of *sandboxes* in the transportation sector; (ii) an analysis of their application in the renegotiation of Brazilian highway concessions; and (iii) an analytical case study on their use in contract-based regulatory settings. Taken together, the three articles show that, in the transport infrastructure sector, the regulatory *sandbox* is not limited to a tool for regulatory flexibility aimed at fostering innovation; rather, it operates as an institutional mechanism capable of reconfiguring the incentive structure that shapes the behavior of regulators and regulated firms. As such, it emerges as a strategic instrument for managing complex contracts, with the capacity to influence public policies across a wide range of sectors.

Keywords: Regulatory *Sandbox*; Experimental Regulation; Economics of Regulation; Transport Infrastructure; Concessions.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABDE	Associação Brasileira de Desenvolvimento
AIR	Análise de Impacto Regulatório
ANA	Agência Nacional de Águas
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANTAQ	Agência Nacional de Transportes Aquaviários
ANTT	Agência Nacional de Transportes Terrestres
BACEN / BCB	Banco Central do Brasil
CAPEX	Capital Expenditure
CONTRAN	Conselho Nacional de Trânsito
CPC	Código de Processo Civil
CVM	Comissão de Valores Mobiliários
DLR	Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt
DPPP	Programa de Doutorado Profissional em Políticas Públicas
EASA	European Union Aviation Safety Agency
ENAP	Escola Nacional de Administração Pública
EVTOL	Electric Vertical Take-off and Landing
FCA	Financial Conduct Authority
FMI	Fundo Monetário Internacional
HS-WIM	High-Speed Weigh-in-Motion
IA	Inteligência Artificial
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
LAB	Laboratório de Inovação Financeira
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OCR	Optical Character Recognition
OGP	Outorga com Gestão de Garantia e Prioridade
OPEX	Operational expenditure
PPVS	Posto de Pesagem Veicular
SEF/ME	Secretaria Especial de Fazenda do Ministério da Economia
SSRN	Social Science Research Network
SUSEP	Superintendência de Seguros Privados
TCU	Tribunal de Contas da União
UAM	Urbana Air Mobility
VA	Veículo Autônomo
VPL	Valor Presente Líquido

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1	43
Figura 2-2	47
Figura 2-3	48
Figura 3-1	81

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 2-1	44
Gráfico 2-2	45
Gráfico 2-3	46

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1-1	34
Quadro 2-1	49
Quadro 2-2	57
Quadro 2-3	63
Quadro 2-4	68
Quadro 3-1	104
Quadro 4-1	122

Sumário

1.	INTRODUÇÃO.....	17
1.1.	Contextualização.....	17
1.2.	Questão de Pesquisa.....	19
1.3.	Referencial Analítico	19
1.3.1.	Teoria dos Incentivos.....	21
1.3.2.	Regulação Inteligente (<i>Smart Regulation</i>).....	23
1.4.	Artigo I – <i>Sandbox</i> Regulatório: Revisão Sistemática da Literatura com Foco no Setor de Transportes.....	25
1.4.1.	Problema de pesquisa.....	25
1.4.2.	Objetivo	26
1.4.3.	Metodologia.....	27
1.5.	Artigo II - <i>Sandbox</i> Regulatório nas Repactuações das Concessões Federais de Infraestrutura de Transportes: o caso da Rodovia Eco 101	27
1.5.1.	Problema de pesquisa.....	27
1.5.2.	Objetivo	29
1.5.3.	Metodologia.....	29
1.6.	Artigo III – <i>Sandbox</i> Regulatório em Ambientes de Regulação por Contrato: o caso do <i>Free flow</i> na Concessão Rio-Sp	30
1.6.1.	Problema de pesquisa.....	30
1.6.2.	Objetivo	32
1.6.3.	Metodologia.....	33
1.7.	Síntese dos Artigos	33
1.8.	Estrutura da Tese	34
2.	<i>SANDBOX</i> REGULATÓRIO: REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA COM FOCO NO SETOR DE TRANSPORTES	35
2.1	Introdução	35
2.2	<i>Sandbox</i> Regulatório: Principais Características	37
2.3	Metodologia.....	39
2.4	Análise Bibliométrica sobre <i>Sandboxes</i> Regulatórios	43
2.5	Revisão da Literatura sobre <i>Sandboxes</i> Regulatórios nos Transportes.....	48
2.5.1	Estudos no Setor de Transportes.....	51
2.5.2	Estudos no Setor de Mobilidade Urbana	59
2.6	Considerações Finais	64

Anexo	68
3 <i>SANDBOX</i> REGULATÓRIO NAS REPACTUAÇÕES DAS CONCESSÕES FEDERAIS DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES: O CASO DA RODOVIA ECO 101	72
3.1 Introdução	72
3.2 <i>Sandbox</i> Regulatório: Uma Breve Revisão da Literatura	75
3.2.1 Literatura acadêmica em periódicos	76
3.2.2 Literatura em documentos de organismos multilaterais	78
3.3 Política de <i>Sandbox</i> Regulatório no Brasil: Breves Considerações sobre Experiências no Setor Financeiro	82
3.4 Política de <i>Sandbox</i> Regulatório no Setor de Transportes Terrestres do Brasil	85
3.4.1 Resolução ANTT no 5.999/2022	86
3.4.2 <i>Sandbox free flow</i>	89
3.4.2.1 Desenho e implementação da política	89
3.4.2.2 Monitoramento e avaliação da política.....	92
3.4.3 <i>Sandbox</i> HS-WIM.....	94
3.4.3.1 Desenho e implementação da política	94
3.4.3.2 Monitoramento e avaliação da política.....	96
3.5 Repactuações em Ambiente Regulado por Incentivos.....	98
3.5.1 Emergência do consensualismo	98
3.5.2 Repactuações nos contratos de concessão rodoviária: escopo e riscos.....	101
3.5.3 <i>Sandbox</i> regulatório do processo competitivo	105
3.6 Potencialidade e Limites do <i>Sandbox</i> de Repactuação	109
3.7 Considerações Finais	113
4 <i>SANDBOX</i> REGULATÓRIO EM AMBIENTES DE REGULAÇÃO POR CONTRATO: O CASO DO <i>FREE FLOW</i> NA CONCESSÃO RIO-SP.....	115
4.1 Introdução	115
4.2 Revisão da Literatura	117
4.2.1 <i>Sandbox</i> regulatório: origem e principais características.....	118
4.2.2 Regulação econômica aplicada à infraestrutura de transportes	120
4.2.2.1 Matriz de riscos e equilíbrio econômico-financeiro	123
4.3 Concessões Rodoviárias: Aspectos Estruturantes.....	124
4.3.1 Formação das tarifas	125
4.3.2 Alocação dos riscos	127
4.3.3 Manutenção do equilíbrio	129
4.4 <i>Sandbox</i> nas Concessões Rodoviárias	131

4.4.1	Características Estruturantes dos <i>Sandboxes</i> no Modal Terrestre: Resolução ANTT nº 5.999/2022.....	132
4.4.2	<i>Sandbox Free flow</i>	134
4.4.2.1	Desenho e Implementação.....	135
4.4.2.2	Monitoramento e Avaliação	137
4.4.2.3	Implicações de Política Pública.....	139
4.5	<i>Sandboxes</i> em Ambientes Regulados por Contratos	141
4.6	Considerações Finais	144
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	146
	REFERÊNCIAS	150

1. INTRODUÇÃO

Esta tese foi elaborada no âmbito do Programa de Doutorado Profissional em Políticas Públicas – DPPP da Escola Nacional de Administração Pública – ENAP como requisito para a obtenção do título de doutor em Políticas Públicas.

O tema central desta produção acadêmica é o papel do *sandbox* regulatório como instrumento de experimentalismo e reconfiguração de incentivos em ambientes regulatórios estruturados por complexos contratos de longo prazo no setor de infraestrutura de transportes.

O formato escolhido para a tese foi o de três artigos. Optou-se por esse modelo tendo em vista a maior possibilidade de dinamismo na investigação de problemas contemporâneos da sociedade brasileira. Ademais, como se verá nas seções subsequentes, esse formato permite explorar diferentes aspectos de um mesmo tema, tanto em termos de escopo como de conexões com outras políticas públicas em curso.

1.1. Contextualização

A regulação inteligente (*smart regulation*) é uma das mais importantes tendências das últimas décadas em termos de atuação do setor público em mercados regulados. Ela se caracteriza como uma forma de regulação pluralista em que diferentes instrumentos (autorregulação, corregulação, estratégias informacionais, etc.) e diferentes agentes (governos, terceiro setor, associações comerciais, sindicatos, dentre outros) são mobilizados e combinados visando alguma forma de controle social que gere melhores resultados para a sociedade do que o simples controle estatal ou o livre mercado (Gunningham; Sinclair, 2017).

Uma das mais recentes frentes no campo da regulação inteligente são os ambientes regulatórios experimentais (*sandbox* regulatórios), uma forma de experimentalismo estruturado surgida em meados da década de 2010 no âmbito do mercado financeiro britânico que vem se espalhando por diferentes países e setores. Sinteticamente, esse tipo

de iniciativa governamental visa criar um ambiente de negócios mais favorável ao desenvolvimento de novas tecnologias e processos por meio de uma regulação customizada, criada a partir de um experimento real controlado, em que um determinado número de firmas realiza suas operações com regras diferenciadas por tempo limitado e com menores riscos regulatórios (Allen, 2019; Knight; Mitchell, 2020; Zetzsche et al., 2017a).

Seu âmbito de aplicação é, primordialmente, em áreas ou temas em que, cumulativamente, (i) a possibilidade de uma avaliação *ex-ante* abrangente dos impactos regulatórios decorrentes de uma eventual mudança na regulamentação aplicável a determinada atividade é limitada; e (ii) onde uma aplicação geral dessa nova regra de atuação pode gerar efeitos sistêmicos indesejáveis ou imprevisíveis (Bains; Wu, 2023). Portanto, abarca iniciativas que fogem, ainda que parcialmente, às tradicionais análises de impacto regulatório (AIR) e mecanismos de participação social (audiências e consultas públicas) utilizados atualmente na maior parte da regulação setorial do Brasil.

De fato, os *sandboxes* já foram implementados em mais de noventa países, com iniciativas que gradualmente extrapolaram o setor financeiro e passaram a abranger áreas como energia, telecomunicações e transportes (Markellos et al., 2024; Portella, 2025). No Brasil, vem sendo utilizada desde 2020 pelos reguladores do mercado financeiro nacional (Banco Central – BACEN, Comissão de Valores Mobiliários – CVM e Superintendência de Seguros Privados – SUSEP) e, mais recentemente, pelas agências setoriais da área de infraestrutura de transportes, com destaque para os transportes terrestres, uma vez que a Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT foi pioneira na edição de regulamento próprio e específico sobre a matéria (ANTT, 2022a) e já conta com algumas iniciativas com elevado grau de maturidade, como o *Sandbox Free flow* e o *Sandbox de Repactuação*.

Apesar do seu grande desenvolvimento, é necessário reconhecer que esse tipo de iniciativa também traz suas próprias limitações e riscos. De fato, a literatura vem evidenciando que o sucesso dos *sandboxes* depende de sua adaptação a contextos setoriais e locais relevantes (Aydın; Yardımcı, 2024; Tsai; Lin; Liu, 2019; World Bank, 2020), da ancoragem em marcos legais e regulatórios claros (Almenar-Muñoz, 2024; Tan;

Taeihagh; Pande, 2023) e da necessidade de coordenação institucional (OECD, 2024, 2025; Wady; Consoni, 2025), evitando-se transplantes acríticos de modelos.

1.2. Questão de Pesquisa

Diante de um cenário de crescente utilização desse instrumento para produção de políticas públicas na área de infraestrutura de transportes, a questão de pesquisa que orienta este trabalho é: **De que forma a utilização do *sandbox* regulatório reconfigura incentivos e altera os arranjos institucionais no setor de infraestrutura de transportes?**

Para responder a esta questão, a presente tese utiliza três artigos conexos, porém distintos: (i) uma revisão sistemática da literatura que revele como o tema tem se desenvolvido nos diversos campos de produção técnico-acadêmica desde a sua origem, bem como quais são os limites e condicionantes para sua aplicação; (ii) um estudo de caso no setor de infraestrutura de transportes terrestres que revele o desenho institucional que dá suporte à sua utilização no Brasil e manifeste seu potencial de contribuição para uma efetiva produção de política pública; e (iii) uma análise da utilização do *sandbox* regulatório em ambientes regulados por contrato no setor de transportes terrestres que permita avaliar em que medida o *sandbox* regulatório altera a estrutura dos acordos e reconfigura incentivos dos agentes envolvidos.

Ressalta-se que cada artigo possui problemas de pesquisa, objetivos e metodologias de estudo próprios – conforme resumidos nas subseções 1.4 a 1.6 e explicitados nos respectivos capítulos desta tese –, mas que buscam, a partir de seus principais achados, elucidar o papel e as implicações da utilização do *sandbox* regulatório no setor de infraestrutura de transportes.

1.3. Referencial Analítico

Tendo em vista o formato escolhido para o presente projeto de três artigos conexos, porém distintos, cada texto requereu seus próprios textos de referência e abordagens de investigação. Todavia, pode-se identificar dois marcos analíticos de particular

importância para todas as análises aqui desenvolvidas, e que são, por isso mesmo, basilares para a compreensão orgânica da tese: (i) Teoria dos Incentivos; e (ii) *Smart Regulation*.

A Teoria dos Incentivos busca entender como mecanismos podem ser desenhados para alinhar interesses de diferentes agentes econômicos (públicos e privados), sendo amplamente utilizada em contratos, regulação, políticas públicas e organização industrial. Ela está na base de iniciativas regulatórias implementadas por diversos governos e agências setoriais nos últimos anos, tanto no Brasil como no exterior, bem como de muitas das avaliações realizadas sobre inovações regulatórias recentes no setor de infraestrutura, muito em função da formalização e aprofundamento dessa abordagem em autores como Jean-Jacques Laffont, Jean Tirole e David Martimot.

Por outro lado, a Regulação Inteligente (*Smart Regulation*), tal como proposta por Neil Gunnigham, Darren Sinclair e Peter Grabosky, pode ser entendida como uma abordagem pragmática que utiliza combinações de instrumentos e agentes visando obter resultados regulatórios com o menor custo possível¹. De fato, pode-se observar que essa abordagem é extensivamente utilizada como referencial analítico das iniciativas de *sandbox* regulatório e, por isso, revela-se fundamental para situar a presente pesquisa e mostrar como ela dialoga com teorias e investigações existentes, além de fornecer um arcabouço adequado para compreender os achados e compará-los com o que já foi discutido na literatura.

Assim, a presente seção traz, sinteticamente, os contornos fundamentais desses dois referenciais analíticos, apresentando apenas seus autores seminais, para, na seção subsequente, apresentar os artigos que foram desenvolvidos a partir desse arcabouço.

¹ Não obstante sua utilidade analítica, a literatura sobre instrumentos da ação pública adverte que os instrumentos regulatórios não constituem mecanismos neutros ou meramente técnicos. Conforme argumentam Halpern Lascoumes & Galès (2021) e Lascoumes & Galès (2012), os instrumentos carregam concepções específicas sobre os problemas públicos, os papéis dos atores e as formas legítimas de intervenção estatal, produzindo efeitos próprios sobre a governança e as relações de poder. Considerando essas questões, os *sandboxes* regulatórios devem ser analisados não apenas como arranjos potencialmente mais eficientes para lidar com a inovação, mas também como instrumentos que reconfiguram interações entre reguladores, empresas e demais *stakeholders*, influenciando a própria dinâmica da ação pública.

1.3.1. Teoria dos Incentivos

A Teoria dos Incentivos está na base da regulação econômica que busca tratar dos desafios inerentes a relações contratuais do tipo agente-principal em condições de informação incompleta (Laffont; Martimort, 2002; Laffont; Tirole, 1993). De fato, essa abordagem teórica forneceu um arcabouço normativo relevante para as reformas dos serviços públicos em países desenvolvidos (e, posteriormente, em desenvolvimento), exercendo influência sobre a estruturação e a dinâmica dos órgãos reguladores em diferentes contextos institucionais ao redor do mundo (Laffont, 2005).

Conforme observa Laffont & Tirole (1993), a teoria regulatória tradicional, focada nos aspectos normativos da precificação de monopólios (em que os incentivos estão implícitos), encontrou seu limite justamente onde a nova economia da regulação começou a prosperar: na consideração explícita dos incentivos em modelos que passaram a incluir os objetivos das firmas e do regulador, as estruturas informacionais existentes, os instrumentos disponíveis e as restrições².

Nessa perspectiva, a regulação deixou de ser encarada como um mero exercício de otimização restrita e tornou-se um problema complexo envolvendo informação assimétrica, falta de compromisso (*commitment*) e reguladores imperfeitos. A projeção de mecanismos que fornecessem bons incentivos para agentes econômicos tornou-se, então, uma questão central da regulação econômica.

De acordo com Laffont & Martimort (2002), objetivos conflitantes e informações descentralizadas são os dois ingredientes básicos da Teoria de Incentivo. Isso ocorre quando é feita uma delegação de uma tarefa (por exemplo, a construção e operação de uma infraestrutura) a um agente que tem objetivos diferentes do principal e, adicionalmente, as informações sobre esse agente e seu comportamento são imperfeitas. Se o agente tivesse uma função objetivo diferente daquela do principal, mas nenhuma informação privada, o principal poderia propor um contrato que controlasse perfeitamente

² Cabe destacar que apesar de não ser a tônica dominante, diversos autores fizeram importantes contribuições à aplicação dos incentivos na regulação e em políticas públicas. Podem-se destacar, dentre outros: David Baron (1989), com importante trabalho sobre mecanismos regulatórios sob assimetria de informação; Roger Myerson (1982), generalizando a análise principal-agente; Oliver Hart (1995), desenvolvendo a Teoria dos Contratos Incompletos; etc.

o agente e induzisse suas ações a serem o que ele gostaria de fazer em um mundo sem delegação.

Os mesmos autores observam que essa informação privada pode tomar três formas: (i) ação não observada do agente pelo principal (casos de risco moral); (ii) desconhecimento da valoração do agente em relação a alguma atividade pelo principal (casos de seleção adversa); ou (iii) não verificabilidade (*nonverifiability*), que ocorre quando o principal e o agente compartilham, *ex post*, as mesmas informações, mas nenhum terceiro e, em particular, nenhum tribunal pode observar essas informações. Esses problemas informacionais impedem a sociedade de alcançar a melhor alocação de recursos possível em relação a um mundo onde todas as informações fossem de conhecimento comum. Boa parte das instituições e soluções propostas nas últimas décadas gira em torno de contornar (ou, ao menos, minimizar) essa perda de bem-estar social.

Todavia, conforme destaca Laffont (2005), uma suposição implícita de boa parte da teoria da regulação é que os contratos são executados em um ambiente com instituições políticas, regulatórias e jurídicas bem desenvolvidas, isto é, capazes de definir diretrizes, desenhar contratos, monitorar sua execução e exercer o *enforcement* de forma eficaz, e isso nem sempre é verdade, especialmente em países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento.

Em particular, duas características que muitas vezes estão ausentes nesses países são o controle do governo e algum grau de capacidade para celebrar contratos de longo prazo, o que aumenta a incerteza sobre as futuras regulações setoriais e torna mais difícil o estabelecimento de objetivos críveis de política pública de longo prazo. Além disso, a fraqueza ou imaturidade institucional ainda faz com que seja difícil impedir custosas renegociações oportunistas por parte das empresas, como observado repetidas vezes pela literatura especializada (Bugarin; Ribeiro, 2021; Feng et al., 2023; ITF, 2017).

Por fim, é importante considerar que os incentivos privados ocorrem em meio a um contexto histórico, cultural e institucional mais amplo, onde padrões e normas de comportamento por vezes alteram ou condicionam as ações que os agentes de mercado tomariam em um mundo sem restrições. Em termos práticos, isso implica que os

instrumentos desenvolvidos e as restrições impostas aos agentes pelos reguladores precisam estar abarcados (ou ao menos não proibidos) pelo conjunto das normas sociais.

1.3.2. Regulação Inteligente (*Smart Regulation*)

De acordo com o trabalho seminal de Gunningham; Grabosky & Sinclair (1998), a regulação inteligente provém de duas fontes, uma teórica e acadêmica e outra pragmática e orientada por políticas públicas (*policy oriented*).

A primeira fonte a que se referem é a Regulação Responsiva, cujo marco fundamental foi estabelecido por Ayres e Braithwaite em seu clássico livro *Responsive Regulation: transcending the deregulation* (Ayres; Braithwaite, 1992). Sinteticamente, os autores argumentam que o sucesso na obtenção dos objetivos regulatórios é mais provável quando as agências exibem tanto uma hierarquia de sanções quanto uma hierarquia de estratégias regulatórias de variados graus de intervenção, devendo haver uma clara sinalização de escalar ou desescalar as pirâmides de *enforcement* em resposta ao comportamento da indústria (ou da empresa). Quanto maiores forem os níveis de *enforcement* que a agência tem à disposição no ápice de sua pirâmide de aplicação, mais será eficaz em garantir a conformidade dos regulados sem o uso efetivo dos instrumentos mais interventivos³.

Um aspecto de particular importância dessa abordagem para a *Smart Regulation* é que a regulação não é concebida apenas entre Poder Público (órgãos do governo e agências reguladoras) e empresas (individualmente consideradas ou em associações), mas conta também com a participação da sociedade civil organizada, em uma regulação tripartite que facilita a obtenção dos objetivos regulatórios, previne a corrupção e a captura e favorece certos comportamentos benéficos à sociedade.

A segunda fonte da Regulação Inteligente foi a variada literatura sobre o surgimento e combinação de novos instrumentos de política pública. Hood (2007) traz uma interessante revisão da produção acadêmica sobre instrumentos e governança entre

³ Ou, nas palavras dos autores: “Regulatory agencies will be able to speak more softly when they are perceived as carrying big sticks” (AYRES; BRAITHWAITE, 1992, p. 6)

a segunda metade da década de 1980 e início dos anos 2000 que exploravam o papel da autorregulação, da correção e de diversas estratégias e obrigações informacionais.

Segundo a literatura que se desenvolveu a partir do estudo desses novos instrumentos, na grande maioria das circunstâncias (embora não em todas), uma mistura de instrumentos (*policy mix*) seria necessária para a consecução de objetivos políticos específicos. Além disso, tal mistura de instrumentos funcionaria mais efetivamente se uma gama mais ampla de participantes fosse capaz de implementá-los. Isso significava o envolvimento direto não apenas do governo, mas também de empresas e uma gama de outros atores interessados (terceiras partes), tanto comerciais quanto não comerciais, funcionando como “quase reguladores” ou reguladores substitutos.

Entretanto, devido ao caráter pragmático das investigações sobre instrumentos (geralmente voltados para resolução de problemas específicos), não houve uma integração entre essa literatura e a relativa às formas de regulação, o que fez com que “os economistas se concentrassem nos instrumentos econômicos, os advogados e os reguladores governamentais na regulação direta, a indústria na autorregulação e os cientistas na investigação” (Gunningham; Grabosky; Sinclair, 1998). A perspectiva da regulação inteligente buscou superar essa lacuna, concentrando sua atenção em compreender influências e interações regulatórias mais amplas.

O núcleo da regulação inteligente reside em princípios de desenho regulatório que podem ser sumarizados, embora de forma não exaustiva, em: (i) preferência por utilizar combinações apropriadas de instrumentos (ao invés de instrumentos únicos); (ii) opção por medidas menos intervencionistas nas etapas iniciais do engajamento regulatório; (iii) primazia de respostas escalonadas dadas por diversos atores (governos, empresas e partes interessadas); (iv) empoderamento das partes interessadas; (v) procura por soluções ganha-ganha para além do *compliance* com as regras existentes. (Gunningham; Sinclair, 1999a)

Por outro lado, a regulação inteligente busca traçar linhas gerais sobre quais combinações de instrumentos são complementares, quais são contraproduativas e quais são específicas para determinados contextos. De forma esquemática, Gunningham & Sinclair (1999b) apresentam as potenciais interações entre grandes grupos de instrumentos regulatórios: (i) comando e controle (como padrões tecnológicos, de

performance ou de processos); (ii) instrumentos econômicos (licenças comercializáveis, incentivos, responsabilização financeira, etc.); (iii) autorregulação (regulamentos de associações comerciais, códigos de conduta, padrões do setor, dentre outros); (iv) voluntarismo (diversas ações unilaterais de empresas); e (v) estratégias informacionais (abarcando educação e treinamento, obrigações de *disclosure*, certificações, dentre outras iniciativas).

O principal papel do governo sob regulação inteligente é criar as pré-condições necessárias para que segundas ou terceiras partes assumam uma parcela maior do fardo regulatório em vez de se envolverem em intervenção direta. Isso reduziria o dreno de recursos regulatórios escassos e forneceria maior propriedade de questões regulatórias por aqueles diretamente envolvidos na indústria e na comunidade em geral. Dessa forma, o governo atuaria principalmente como um catalisador ou facilitador. Em particular, ele passa a desempenhar um papel crucial em permitir uma escalada coordenada e gradual em uma pirâmide de instrumentos, preenchendo quaisquer lacunas que possam existir nessa pirâmide e facilitando os links entre suas diferentes camadas (Gunningham; Sinclair, 2017).

1.4. Artigo I – *Sandbox* Regulatório: Revisão Sistemática da Literatura com Foco no Setor de Transportes

1.4.1. Problema de pesquisa

Os *sandboxes* regulatórios surgiram como realidade fática antes de serem abarcadas pela comunidade acadêmica especializada, muito em função de sua característica de resposta ao rápido desenvolvimento tecnológico do mercado financeiro (de onde é originário) e a consequente desconexão regulatória que se estabeleceu entre os normativos vigentes até então e os novos produtos e serviços que a tecnologia da informação estavam tornando possíveis (Rangel, 2022).

Essa lacuna inicial vem sendo progressivamente eliminada à medida que a literatura internacional – e, em alguma medida, também a nacional – vem explorando o tema com progressivo interesse investigativo. Ademais, sua efetiva utilização vem se

expandindo para outros setores da economia, notadamente em áreas específicas da infraestrutura – como energia (Aydın & Yardımcı, 2024) e transportes (Tan; Taeihagh & Pande, 2023) – e em aplicações multissetoriais (Rancilio; Bovera & Delfanti, 2022).

Todavia, o conhecimento que vem sendo produzido, apesar de crescente, tanto em escala (volume de publicações) como em escopo, ainda carece de uma sistematização mais rigorosa. A opção por trazer, como primeiro artigo da tese, uma revisão sistemática da literatura baseia-se na constatação de que para haver avanço consistente do conhecimento científico (e, no caso particular, propiciar mudanças nas políticas públicas) deve-se, antes de mais nada, conhecer a fronteira do campo que se está explorando, inclusive suas fraquezas e lacunas (Paré et al., 2015).

Assim, de forma a contribuir para uma maior sistematização do conhecimento gerado sobre *sandbox* regulatório até o presente momento, este primeiro artigo visou responder à seguinte pergunta orientadora: Como a produção técnico-acadêmica sobre *sandbox* regulatório tem abordado o tema desde as primeiras experiências no setor financeiro britânico, em 2015, até seu atual panorama de aplicação multisetorial, destacando-se as principais características da produção científica no setor de infraestrutura de transportes?

1.4.2. Objetivo

O primeiro artigo teve como objetivo investigar, através de uma revisão sistemática da literatura, como o tema tem se desenvolvido nos diversos campos de produção técnico-acadêmica desde a sua origem (em 2015), realizando-se um refinamento dos achados de modo a permitir uma análise pormenorizada da produção acerca da utilização do *sandbox* no setor de transportes.

Como objetivos específicos do estudo, tem-se:

- (i) Identificação de trabalhos realizados sobre *sandbox* regulatório (de 2015 a 2025), tanto do ponto de vista teórico-conceitual como da sua utilização em setores específicos da economia;

- (ii) Realização de uma análise bibliométrica de forma a fornecer um panorama geral da investigação acerca dos *sandboxes* regulatórios;
- (iii) Apresentação pormenorizada dos trabalhos que têm como objeto principal *sandboxes* regulatórios de áreas ligadas à infraestrutura de transportes ou mobilidade;
- (iv) Consolidação de boas práticas acerca da utilização de *sandboxes* regulatórios para produção de políticas públicas na área de infraestrutura de transportes.

1.4.3. Metodologia

Para a investigação proposta, foram seguidas as indicações metodológicas apresentadas por Xiao & Watson (2019) e Irsova et al. (2024), inclusive em relação à complementação dos achados usuais das bases de dados com uma busca ativa realizada com base no conhecimento prévio sobre o tema, tendo em vista a importância da chamada literatura cinza na identificação e análise de iniciativas que nem sempre recebem a devida atenção acadêmica (notadamente aquelas com resultados aquém dos desejados).

Esquemáticamente, o roteiro seguido compôs-se das seguintes etapas: (i) formulação do problema de pesquisa; (ii) identificação das publicações (com definição e aplicação dos critérios de inclusão, descritores, período, bases de dados, etc.); (iii) triagem para inclusão (avaliando-se a elegibilidade dos textos, tipos de publicação consideradas, línguas, etc.); (iv) realização de análise exploratória dos dados; (v) aplicação dos critérios de inclusão e exclusão (e incorporação de textos provenientes de busca ativa); (vi) extração dos dados dos textos selecionados; (vii) análise e sistematização; (viii) elaboração do relatório de pesquisa.

1.5. Artigo II - *Sandbox* Regulatório nas Repactuações das Concessões Federais de Infraestrutura de Transportes: o caso da Rodovia Eco 101

1.5.1. Problema de pesquisa

Recentemente, a partir de 2023, o Governo Federal do Brasil iniciou uma série de iniciativas que buscaram realizar alterações em contratos de concessão de infraestrutura firmados ao longo da última década que vêm apresentando problemas crônicos de performance e baixos investimentos.

Embora tais iniciativas tenham sido concebidas em função do seu elevado potencial de impacto para o setor – estimado, pelo Ministério dos Transportes, em R\$ 110 bilhões (Brasil, 2024) –, também suscitaram preocupações relevantes quanto aos riscos associados à estruturação dos novos projetos. Entre esses riscos, destacam-se aqueles de natureza setorial e sistêmica, especialmente no que se refere à possibilidade de resultados indesejáveis sob a ótica econômica e social. Tais preocupações estão relacionadas, por exemplo, à assimetria de informação na relação entre regulador e regulado, à eventual insegurança jurídica dos processos e à limitada transparência e participação social — aspectos amplamente discutidos na literatura sobre fragilidade contratual e renegociação (Bugarin; Ribeiro, 2021; Feng et al., 2023; Guasch; Laffont; Straub, 2008; Guasch; Straub, 2009).

Diante deste cenário, definiu-se, já em uma das primeiras repactuações (ou otimizações contratuais, seguindo a terminologia adotada pelo Governo Federal), o da Rodovia Eco 101, que, antes de produzirem qualquer efeito, os contratos remodelados deveriam ser primeiramente ofertados ao mercado, permanecendo o atual operador apenas em caso de sua vitória em um processo competitivo amplo, transparente e público, ainda que realizado pelos entes privados interessados (as atuais concessionárias), sob supervisão da agência reguladora setorial. Dado o ineditismo e a complexidade da solução, optou-se pela utilização de um *sandbox* regulatório para verificação da adequabilidade das regras propostas para o mecanismo de mercado e sua reprodutibilidade.

Trata-se de um território ainda pouco explorado pela regulação brasileira e altamente dependente das regras específicas estabelecidas para sua condução. Nesse sentido, mostra-se fundamental entender qual o potencial de contribuição do *sandbox* regulatório proposto para a produção de uma regra de repactuação estável e válida para todos os participantes do mercado, bem como quais os maiores riscos associados, seja para o processo pioneiro, seja para os vindouros.

Assim, de forma a contribuir para uma maior compreensão das possíveis implicações da utilização desses instrumentos para a política de concessões brasileira, este segundo artigo visou responder à seguinte pergunta orientadora: Em que medida a utilização de um *sandbox* regulatório pode contribuir para os processos de repactuação no âmbito do marco regulatório de concessões rodoviárias existente no Brasil?

1.5.2. Objetivo

O segundo artigo visou investigar em que medida um *sandbox* regulatório (do tipo *policy sandbox*, ou *sandbox* de política pública) pode ser utilizado nos processos de repactuação, analisando, em particular, a regulamentação da oferta desse novo contrato ao mercado no caso da concessão da Rodovia Eco 101, *leading case* do setor.

Como objetivos específicos do estudo, buscou-se:

- (i) Identificação, a partir de revisão da literatura específica acerca dos *sandboxes* regulatórios, dos limites e condicionantes para o seu desenvolvimento;
- (ii) Caracterização do desenho institucional que dá suporte à utilização do *sandbox* regulatório no Brasil e, em particular, no âmbito dos transportes terrestres;
- (iii) Análise de como o *sandbox* está sendo utilizado no âmbito das repactuações, tendo em vista os riscos específicos e sistêmicos envolvidos na iniciativa;
- (iv) Avaliação de seu potencial de contribuição para uma regra de repactuação estável e válida para todos os participantes do mercado.

1.5.3. Metodologia

Dadas as características do objeto a ser estudado e dos objetivos propostos para o artigo, em que se busca compreender em profundidade a interação entre arranjos institucionais e instrumentos regulatórios em contextos específicos, optou-se por empreender a investigação utilizando-se o método do Estudo de Caso, já que ele se mostra

particularmente útil na investigação de fenômenos complexos em contextos específicos (Aberdeen, 2013; Rashid et al., 2019; Yin, 2003, 2018).

Assim, o artigo foi feito tendo em conta as seguintes etapas: delineamento da pesquisa (definição do objeto e levantamento da literatura pertinente); desenho da pesquisa (definição das proposições que norteiam o estudo de caso, bem como dos procedimentos e instrumentos de coleta de dados – no presente caso, marcadamente documental); preparação e coleta dos dados (sendo especialmente significativos as definições e deliberações constantes nos processos da ANTT e TCU sobre o tema); análise do caso e elaboração de recomendações de política pública.

1.6. Artigo III – *Sandbox* Regulatório em Ambientes de Regulação por Contrato: o caso do *Free flow* na Concessão Rio-Sp

1.6.1. Problema de pesquisa

Desde a sua criação, em 2015, no âmbito do setor financeiro do Reino Unido (FCA, 2015), a utilização dos *sandboxes* regulatórios vem se expandindo para diferentes setores da economia – como telecomunicações, energia, transportes e mobilidade – em diversos países (Markellos et al., 2024). No Brasil, uma vez estabelecido no setor financeiro, o *sandbox* regulatório começou a ser estruturado em outros campos. Na regulação da infraestrutura, o mecanismo já encontra algumas aplicações – como no caso da energia⁴, do setor de águas e saneamento⁵ e de telecomunicações⁶ –, sendo as do setor de transportes

⁴ *Sandboxes* tarifários no âmbito da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL: <https://www.gov.br/ANEEL/pt-br/empreendedores/sandboxes-tarifarios/regulamentacao-e-governanca>

⁵ *Sandbox* de Gestão de Garantia e Prioridade (OGP) nos rios de domínio da União da bacia do rio Bezerra conforme Resolução ANA nº 175, de 9 de janeiro de 2024: <https://www.gov.br/ana/pt-br/legislacao/resolucoes/resolucoes-regulatorias/2024/175>

⁶ *Sandboxes* temáticos referentes a três projetos em andamento junto à ANATEL: <https://www.gov.br/anatel/pt-br/regulado/agenda-regulatoria/sandbox-regulatorio>

terrestres as que apresentam maior diversidade em termos de escopo e grau de maturidade⁷.

Uma característica peculiar, mas de grande importância para esses processos, é que, no setor de transportes, as infraestruturas associadas à provisão desses serviços são, via de regra, reguladas por contratos de concessão. A regulação por contrato procura especificar, *ex ante*, as principais regras que regerão a parceria pública e privada, especialmente em relação ao preço-teto do serviço e as regras de reajuste anual, aos investimentos obrigatórios e gatilhos de investimento, ao nível mínimo de qualidade a ser atendido, à alocação de riscos entre o público e o privado e às regras para reequilíbrio econômico-financeiro do contrato (Camacho; Rodrigues, 2014).

Uma implicação relevante é que, em mercados onde o regulador se restringe a estabelecer os marcos de atuação das atividades das empresas com base no seu comportamento esperado, as firmas possuem natural incentivo em inovar e, em particular, testar novos produtos e serviços que confirmem a elas vantagens competitivas e lucros extraordinários durante algum tempo. Todavia, no caso de empreendimentos monopolistas que atuam sob contratos de concessão, esse incentivo não é tão claro.

Dada a impossibilidade de competição no mercado, e o princípio do equilíbrio contratual – que supõe que, antes do início do *sandbox*, o contrato de concessão estava equilibrado e, portanto, eventuais ganhos ou perdas perenes não previstas na matriz de risco deveriam ser reequilibradas em termos de valor presente –, o incentivo à entrada no *sandbox* e à adoção da eventual nova regra dele derivada dependerão da repartição de risco originalmente pactuada e das condições específicas das alterações normativas que vierem a ocorrer.

Assim, a utilização de *sandboxes* regulatórios em contextos marcados por regulação por contato faz emergir especificidades que, originalmente, não estavam contempladas pelos reguladores financeiros, de onde os modelos setoriais derivam em

⁷ Especificamente no setor de transportes, existiam, até o final de 2025, cinco projetos em andamento (além das iniciativas relativas às repactuações das concessões rodoviárias em curso junto ao TCU, tratadas no Artigo II): (i) o pedágio eletrônico (*free flow*), (ii) a pesagem em alta velocidade (*high speed weigh-in-motion* – HS-WIM), (iii) a Inspeção de Tráfego, Descarbonização e Segurança (tecnologias inovadoras e descarbonização), (iv) o Programa de Sustentabilidade para Infraestrutura – PSI e (v) o Corredor Logístico Sustentável.

maior ou menor grau. Adicionalmente, para além das implicações sobre o próprio *sandbox*, as repercussões sobre os contratos de concessão também merecem ser devidamente investigadas, de forma a se aumentar a transparência dos possíveis resultados de novas decisões regulatórias em contextos em que seja necessário melhorar a responsabilização por essas medidas.

Assim, de forma a contribuir para uma maior compreensão das possíveis implicações da utilização do *sandbox* regulatório para a provisão de infraestrutura de transportes por meio de concessões, este terceiro ensaio visa responder à seguinte pergunta orientadora: Quais as implicações da utilização do *sandbox* regulatório em ambientes de regulação por contrato, como no setor de infraestrutura transportes rodoviários?

1.6.2. Objetivo

O terceiro artigo investigou a utilização do *sandbox* regulatório em ambientes regulados por contrato, especificamente em concessões federais do setor de infraestrutura de transportes terrestres, ressaltando os condicionantes e incentivos decorrentes da interação entre esses mecanismos para consecução dos objetivos regulatórios almejados.

Como objetivos específicos do estudo, tem-se:

- (i) Caracterizar o que é um *sandbox* regulatório e quais são os limites e condicionantes para o seu desenvolvimento;
- (ii) Explicitar a regulação por contratos e como ela é exercida no setor de infraestrutura de transportes rodoviários brasileiro;
- (iii) Identificar como se dá a utilização do *sandbox* regulatório no setor dos transportes terrestres e como a iniciativa do *Free flow* foi estruturada;
- (iv) Avaliar os potenciais impactos da utilização de *sandboxes* em ambientes regulados por contratos sobre a inovação, a formulação de políticas e a regulação setorial;
- (v) Consolidar boas práticas e lições que possam ser aplicadas a outros contextos regulatórios.

1.6.3. Metodologia

Tal como no segundo artigo desta tese, dadas as características do objeto a ser estudado e dos objetivos propostos para o artigo, em que se busca compreender em profundidade a interação entre arranjos institucionais e instrumentos regulatórios em contextos específicos, optou-se por empreender a investigação utilizando-se o método do Estudo de Caso, já que ele se mostra particularmente útil na investigação de fenômenos complexos em contextos específicos (Aberdeen, 2013; Rashid et al., 2019; Yin, 2003, 2018).

Especificamente, neste terceiro artigo, optou-se pelo estudo do caso do *Sandbox Free flow* na Concessão Rio-SP, tanto em razão do elevado grau de consolidação normativa do setor (ANTT, 2022a) quanto da maturidade da iniciativa (pioneira no setor de transportes brasileiro). A investigação combinou revisão bibliográfica voltada às experiências de *sandbox* em diferentes países e à regulação econômica aplicada à infraestrutura de transportes com ampla análise documental do caso, seguindo, em linhas gerais, a estrutura metodológica proposta por Branski, Franco e Lima Jr (2010) para estudos no setor de logística.

Nesse sentido, foram realizados os seguintes passos: (i) revisão analítica da literatura especializada sobre *sandboxes* regulatórios e regulação por contratos; (ii) análise documental dos instrumentos oficiais (edital, contrato e anexos) disponibilizados pela Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) da concessão rodoviária federal da Concessão da BR-116/101/RJ/SP (Rio-SP); e (iii) levantamento de dados, relatórios técnicos e documentos produzidos no âmbito da experiência regulatória. Esse conjunto de informações permitiu examinar tanto o desenho e o escopo do *sandbox* quanto sua interação com a lógica da regulação por contrato das concessões.

1.7. Síntese dos Artigos

O quadro abaixo sintetiza as principais características dos artigos desenvolvidos, bem como suas principais contribuições para a investigação proposta na presente tese.

Quadro 1-1
Síntese dos Artigos

Título	Escopo / Objetivo	Abordagem metodológica	Técnicas e instrumentos	Contribuição Principal
<i>Sandbox Regulatório: revisão sistemática da literatura com foco no setor de transportes</i>	Analisar o estado da arte da literatura sobre <i>sandboxes</i> regulatórios, com ênfase em suas aplicações no setor de transportes, identificando conceitos, tipologias, usos e lacunas de pesquisa	Revisão sistemática da literatura com análise bibliográfica	Protocolo estruturado de busca (bases como Scopus/Web of Science); critérios de inclusão/exclusão; análise bibliométrica e de conteúdo; uso de ferramentas como R (Bibliometrix)	Sistematização conceitual e identificação de lacunas
<i>Sandbox Regulatório nas Repactuações das Concessões Federais de Infraestrutura de Transportes: o caso da Rodovia Eco 101</i>	Investigar o uso do <i>sandbox</i> regulatório (<i>policy sandbox</i>) nos processos de repactuação contratual, avaliando sua contribuição para a construção de regras estáveis e replicáveis	Estudo de caso exploratório-analítico	Análise documental (processos da ANTT e TCU); revisão da literatura; análise institucional; identificação de riscos (assimetria de informação, insegurança jurídica, etc.)	Avaliação do <i>sandbox</i> como instrumento de política pública em repactuações
<i>Sandbox Regulatório em Ambientes Regulados por Contrato: o caso do Free flow na concessão Rio-SP</i>	Analisar a aplicação do <i>sandbox</i> regulatório em ambiente de regulação contratual, examinando seus efeitos sobre incentivos, alocação de riscos e equilíbrio econômico-financeiro	Estudo de caso com abordagem analítica aplicada à teoria dos incentivos e contratos	Análise documental (ANTT, AIR, relatórios do <i>sandbox</i>); análise econômica institucional; aplicação de referencial de teoria dos contratos e smart regulation; exame de impactos regulatórios e contratuais	Análise da interação entre <i>sandbox</i> e regulação contratual

1.8. Estrutura da Tese

Além desta introdução, a tese está organizada da seguinte forma: o Capítulo 2 apresenta o ensaio “*Sandbox Regulatório: revisão sistemática da literatura com foco no setor de transportes*”; o Capítulo 3 traz o artigo “*Sandbox Regulatório nas Repactuações das Concessões Federais de Infraestrutura de Transportes: o caso da Rodovia Eco 101*”; o Capítulo 4 expõe o trabalho “*Sandbox Regulatório em Ambientes Regulados por Contrato: o caso do Free flow na concessão Rio-SP*”; e, por fim, o Capítulo 5 traz as considerações finais e conclusões gerais da tese.

2. *SANDBOX* REGULATÓRIO: REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA COM FOCO NO SETOR DE TRANSPORTES⁸

2.1 Introdução

Uma das mais relevantes inovações no campo da regulação inteligente é a adoção dos *sandboxes* regulatórios. Trata-se de uma forma de experimentalismo estruturado, conduzido por autoridades públicas em diálogo com o setor empresarial e a sociedade civil, que visa criar um ambiente de negócios mais propício ao desenvolvimento de novas tecnologias e processos. Isso é feito por meio de uma regulação customizada, aplicada em contextos experimentais controlados, nos quais um número limitado de empresas opera sob regras diferenciadas, por tempo determinado e com menores riscos regulatórios (Allen, 2019; Knight; Mitchell, 2020; Zetzsche et al., 2017a).

Desde seu surgimento, em 2015, no mercado financeiro britânico (FCA, 2015), os *sandboxes* regulatórios foram adotados por mais de 92 países, com iniciativas que extrapolam o setor financeiro e abrangem áreas como energia, saúde, telecomunicações e transportes (Markellos et al., 2024). Apesar dessa rápida disseminação, a literatura técnica e acadêmica sobre o tema ainda é relativamente incipiente, especialmente fora do contexto das *fintechs*, que também é o foco predominante dos manuais e diretrizes de instituições multilaterais que se dedicam ao tema (Appaya; Gradstein; Haji, 2020; Attrey; Leshner; Lomax, 2020; Bains; Wu, 2023; Jeník; Duff, 2020; World Bank, 2020).

Essa lacuna, entretanto, vem sendo progressivamente preenchida, à medida que a literatura internacional — e, em menor escala, também a nacional — demonstra crescente interesse investigativo. Destaca-se, nesse contexto, a ampliação dos estudos sobre setores específicos da infraestrutura, como transportes (Preston; Walters, 2020; Tan; Taeihagh; Pande, 2023) e energia (Aydın; Yardımcı, 2024; ISGAN, 2021), além de aplicações multissetoriais (Rancilio; Bovera; Delfanti, 2022).

⁸ Texto original desenvolvido para esta tese e, posteriormente, publicado como Texto para Discussão do IPEA. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/server/api/core/bitstreams/edd3ea8c-4275-4dac-8947-e376cfcaa3b6/content>. Acesso em 08 de junho de 2026.

No Brasil, embora as primeiras iniciativas tenham se concentrado no setor financeiro — com *sandboxes* estruturados pelo Banco Central do Brasil (BCB, 2020), pela Superintendência de Seguros Privados (SUSEP, 2020) e pela Comissão de Valores Mobiliários (CVM, 2021) —, observa-se uma adoção crescente desse mecanismo em outras áreas reguladas, especialmente na infraestrutura. Destacam-se, nesse sentido, os *sandboxes* tarifários da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL)⁹, as regulações experimentais da Agência Nacional de Águas (ANA)¹⁰ e os projetos em curso na Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL)¹¹. Particularmente relevante é a atuação da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC)¹², com experiências como o Balizamento Noturno de Aeródromos e os Vertiportos/EVTOLs¹³, bem como da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT)¹⁴, com iniciativas voltadas ao pedágio eletrônico (*free flow*), pesagem em alta velocidade (HS-WIM) e processos competitivos em concessões.

Apesar da expansão dessas experiências, ainda falta uma sistematização mais rigorosa da produção técnico-acadêmica sobre o tema capaz de fornecer um quadro de referência consolidado, aspecto fundamental para o avanço científico (Paré et al., 2015). O presente artigo visa preencher essa lacuna por meio de uma revisão sistemática da literatura, que tem como objetivo mapear como os *sandboxes* regulatórios têm sido tratados nas diversas áreas de produção acadêmica e técnica desde sua origem, em 2015, até os desenvolvimentos mais recentes, em 2025, com especial ênfase às aplicações no setor de transportes, que desponta como uma importante fronteira de experimentação no contexto brasileiro.

Para atingir esse objetivo, o artigo está organizado em cinco seções, além desta introdução. A seção 2 apresenta as principais características dos *sandboxes* regulatórios, destacando suas especificidades e condicionantes. A seção 3 descreve a metodologia utilizada na revisão sistemática, detalhando os critérios de busca, inclusão e análise. Na seção 4, realiza-se uma análise bibliométrica geral da literatura, oferecendo um panorama

⁹ Disponível em: <https://www.gov.br/ANEEL/pt-br/empreendedores/sandboxes-tarifarios/regulamentacao-e-governanca>

¹⁰ Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/governanca-regulatoria/regulacao-experimental>

¹¹ Disponível em: <https://www.gov.br/anatel/pt-br/regulado/agenda-regulatoria/sandbox-regulatorio>

¹² Disponível em: <https://www.gov.br/ANAC/pt-br/assuntos/sandbox-regulatorio>

¹³ EVTOL: acrônimo de "electric vertical take-off and landing" ou decolagem e pouso vertical elétrico.

¹⁴ Disponível em: <https://www.gov.br/antt/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/ambiente-regulatorio-experimental-sandbox-regulatorio>

abrangente do campo. A seção 5 foca na produção relacionada ao setor de transportes e mobilidade, sintetizando os principais achados dos estudos encontrados na área. Por fim, a seção 6 discute implicações práticas e oferece recomendações para o aprimoramento das políticas públicas com base nas evidências reunidas.

2.2 *Sandbox* Regulatório: Principais Características

Os *sandboxes* regulatórios surgiram como prática regulatória antes de serem abarcadas pela comunidade acadêmica especializada, muito em função de sua característica de resposta ao rápido desenvolvimento tecnológico do mercado financeiro (de onde é originário) e a desconexão regulatória que se estabeleceu entre os normativos governamentais e os novos produtos e serviços que a tecnologia da informação estavam tornando possíveis (Rangel, 2022).

O conceito foi formalizado em 2015¹⁵ no âmbito do relatório preparado pela *Financial Conduct Authority* do Reino Unido (FCA, 2015), a partir da experiência acumulada pelo seu *Innovation Hub*¹⁶ e das recomendações do *Government Office for Science*, que sugeria maior integração entre reguladores, instituições financeiras, fintechs e universidades (United Kingdom, 2015).

Segundo a FCA (2015, p.1), o *sandbox* se constitui como “um espaço seguro no qual empresas possam testar produtos, modelos de negócios e mecanismos de entrega inovadores sem incorrerem em todas as exigências regulatórias padrão que essas atividades demandariam”. Desde sua concepção, o mecanismo foi estruturado para enfrentar três questões fundamentais: (i) a definição das barreiras regulatórias passíveis de flexibilização; (ii) a implementação de salvaguardas que protejam o sistema e seus consumidores; e (iii) a adequação dos marcos legais e institucionais necessários à sua implementação.

¹⁵ Vale ressaltar que, já em 2012, havia ao menos uma iniciativa do *U.S. Consumer Financial Protection Bureau* (CFPB) chamado de *Project Catalyst* com contornos semelhantes, mas sem a denominação de *sandbox* regulatório (Jenik & Lauer, 2017).

¹⁶ *Project Innovate*, originalmente desenhado para aumentar a competição e a oferta de produtos financeiros por meio do suporte ao desenvolvimento de produtos e serviços inovadores que poderiam melhorar a experiência dos consumidores.

A partir dessa proposta, Zetzsche et al. (2017) definiram os *sandboxes* como formas de experimentalismo regulatório estruturado que permitem o teste de inovações com menor risco de sanções, desde que observadas as salvaguardas estipuladas. Allen (2019), em abordagem ancorada no direito administrativo e na teoria da nova governança, reforça essa concepção, destacando o engajamento contínuo dos reguladores como elemento distintivo do modelo. Knight & Mitchell (2020, p. 446, tradução nossa), por sua vez, caracterizaram o *sandbox* como “um estado de exceção decretado dentro de um regime regulatório”, no qual empresas podem operar com normas flexibilizadas, por tempo e escopo limitados, com acesso facilitado ao regulador e decisões mais ágeis.

À medida que as iniciativas foram sendo desenvolvidas e implantadas por diferentes reguladores ao redor do mundo, ficou claro que o âmbito de aplicação dos *sandboxes* regulatórios é primordialmente em áreas ou temas em que, cumulativamente, (i) a possibilidade de uma avaliação *ex-ante* abrangente dos impactos regulatórios decorrentes de uma eventual mudança na regulamentação aplicável a determinada atividade é limitada, e (ii) onde uma aplicação geral dessa nova regra de atuação pode gerar efeitos sistêmicos indesejáveis ou imprevisíveis (Bains; Wu, 2023).

Também é relevante destacar que diversos documentos de organismos multilaterais que analisam o tema – notadamente da OCDE – enfatizam que os *sandboxes* são ferramentas de aprendizado regulatório que exigem transparência e avaliação *ex post*, e não atalhos para flexibilizar leis ou normas. Nesse sentido, recomendam uma definição clara do problema a ser enfrentado, do escopo e da duração do experimento, dos critérios de entrada e saída, das salvaguardas e mecanismos de avaliação dos resultados, da coordenação entre órgãos públicos, além de uma atenção contínua à possibilidade de favorecimento das empresas participantes (OECD, 2024, 2025).

Por fim, uma importante distinção que se consolidou na literatura do tema, e que possui repercussão nos descritores das bases de dados, objeto do presente artigo, foi a identificação de quatro categorias de *sandboxes* com base nos objetivos específicos estabelecidos pelos reguladores (Appaya; Gradstein; Haji, 2020):

- (i) Focados na Política Pública (*Policy-focused*): Quando a iniciativa visa avaliar regulações ou políticas públicas específicas, identificando se o arcabouço

proposto é adequado ao propósito estabelecido sob as condições de mercado existentes;

- (ii) Focados na Inovação (*Innovation or product-focused*): Quando o regulador busca incentivar a inovação via redução do custo de entrada de novos modelos de negócios e de produtos em mercados regulados;
- (iii) Temáticos (*Thematic sandboxes*): Quando há um foco específico no desenvolvimento de uma tecnologia ou de um subsetor de determinada área;
- (iv) Transfronteiriços ou multijurisdicionais (*Cross-border sandboxes*): Quando o foco é o suporte à operação transfronteiriça de firmas, visando tanto a harmonização regulatória como a escalabilidade das iniciativas empresariais.

2.3 Metodologia

Esta seção apresenta o percurso metodológico adotado para a revisão da literatura proposta, detalhando os critérios de busca, inclusão e análise dos textos, com base na metodologia de (Xiao; Watson, 2019) e incorporando contribuições recentes de (Irsova et al., 2024). O objetivo é realizar, em um primeiro momento, uma análise bibliométrica geral da literatura sobre *sandboxes* regulatórios a fim de oferecer um panorama abrangente do campo, e, em seguida, aprofundar a revisão da produção especificamente voltada ao setor de transportes. Ao final da seção, uma figura resume os passos metodológicos desenvolvidos.

O critério de inclusão adotado considerou trabalhos que abordassem *sandboxes* regulatórios tanto sob uma perspectiva teórico-conceitual quanto aplicada, envolvendo sua utilização em setores econômicos específicos. Inicialmente, a busca utilizou apenas o termo “*sandbox**”, com o asterisco atuando como caractere curinga para capturar variações plurais. Essa estratégia, no entanto, resultou em mais de 5.000 publicações, a maioria oriunda da área de computação, o que era esperado considerando a origem do conceito nesse campo.

Para refinar os resultados, foram utilizados descritores mais específicos, conectados por operadores booleanos, como: “*regulatory* sandbox**”, “*polic**

*sandbox**”, “*sandbox* regulatorio**”, “*sandbox* de politica**”, “*sandbox regulation**”, “*experimental legal regime**”, “*regulatory experiment**”, “*experimental regulation**” e “*innovation sandbox**”. Embora alguns desses termos sejam utilizados de forma intercambiável na literatura, todos estão associados à ideia de experimentação regulatória. Ressalta-se que a inclusão de termos em português não resultou em publicações adicionais às identificadas por meio dos termos em inglês.

O recorte temporal da busca compreendeu o período de 2015 a 2025, em consonância com o surgimento do conceito de *sandbox* regulatório na literatura especializada a partir de 2015. As buscas foram realizadas entre o final de julho e início de agosto de 2025, com a exportação final dos dados ocorrendo em 4 de agosto de 2025.

As buscas foram inicialmente conduzidas nas bases Scopus/Elsevier e Web of Science (WoS), ambas amplamente reconhecidas no meio acadêmico. A base Scopus apresentou maior abrangência, com 468 publicações identificadas, enquanto a WoS retornou 294. Após a junção dos resultados, verificou-se uma sobreposição integral das publicações da WoS em relação à Scopus. Diante disso, optou-se por adotar exclusivamente a base Scopus, em razão de sua maior abrangência e da confiabilidade advinda da utilização de um repositório único e homogêneo.

A partir desse momento, foi realizada uma análise bibliométrica dos dados coletados, com o intuito de identificar as principais tendências do campo. Para isso, empregou-se o pacote *Bibliometrix* da linguagem R, por meio do qual se extraíram informações sobre número de publicações por ano, distribuição geográfica da produção, países e autores mais citados, descritores mais frequentes, entre outros parâmetros bibliométricos, de forma a fornecer um panorama geral da investigação acerca dos *sandboxes* regulatórios.

No processo de triagem, foram considerados apenas os textos redigidos em inglês (424), italiano (11), espanhol (6) e português (3), resultando na exclusão de 27 trabalhos em idiomas menos acessíveis ao escopo da pesquisa (como russo, chinês, polonês, coreano, alemão, indonésio e francês)¹⁷. Dada a diversidade de abordagens utilizadas nos estudos e a relativa escassez de textos fora do setor financeiro e de tecnologia, não se impôs um checklist específico para avaliação da qualidade (e consequente elegibilidade)

¹⁷ Alguns trabalhos (3) apresentaram dados bibliográficos em mais de um idioma.

das publicações. Todavia, foram considerados apenas publicações indexadas classificadas como artigos, *papers* de conferência, revisões, notas, revisões de conferência e *short surveys*, sendo excluídos livros, capítulos, cartas, editoriais e outros formatos, o que resultou na retirada de mais 75 textos, restando, ao final dessa etapa, 366 documentos para análise.

Tendo em vista que a ênfase do presente trabalho é sobre a produção de *sandbox* regulatórios no setor de transportes, procedeu-se um refinamento da pesquisa aplicando os seguintes critérios de exclusão a trabalhos que, cumulativamente: (i) não tivessem *sandboxes* regulatórios, seja do ponto de vista conceitual ou aplicado, como parte do seu escopo; e (ii) não versassem sobre algum dos modais de transportes (rodoviário, ferroviário, aeroviário e aquático) ou sobre mobilidade urbana (área afeta e de grande sobreposição com transportes)¹⁸.

Para isso, restringiu-se a busca aos textos que, no título, resumo ou palavras-chave, contivessem termos como: "drone*", "aviation*", "airport*", "airplane*", "railway*", "rail*", "road*", "highway*", "vehicle*", "autonom* system*", "port*", "maritime*", "water transport*", "transport*", "mobilit*", "urban mobility", "transportation sector*", "transport infrastructure*", "public transport*" e "logistics". Para evitar resultados espúrios, especialmente relacionados à área médica, foram excluídos textos que contivessem termos como: "cell*", "protein*", "biomedical", "neural", "tissue", "cancer", "therapy", "clinical" e "biotech*". A aplicação cumulativa desses filtros resultou na seleção de 35 publicações.

De forma a tornar a presente pesquisa o mais abrangente possível, realizou-se ainda uma busca na Social Science Research Network (SSRN), que possui um sistema de busca menos sofisticado que o da Scopus (não aceita, por exemplo, operadores avançados como TITLE-ABS-KEY, PUBYEAR, LIMIT-TO, etc.), mas que tem uma grande quantidade de artigos e *papers* de pesquisa em direito, economia e regulação em estágio de *preprint*. Essa busca identificou um estudo sobre *sandbox* regulatório para

¹⁸ Além da relevante sobreposição temática, deve-se considerar que muitas vezes as áreas de transporte e mobilidade são consideradas em um único agregado por especialistas (Frischtak; Rohen & Beti, 2025) e áreas dedicadas de instituições que atuam na área de infraestrutura (BNDES, 2025).

infraestrutura de carregamento de veículos¹⁹ que não havia ainda sido identificado. O texto foi incorporado aos demais selecionados para extração de dados.

Posteriormente, procedeu-se à leitura dos abstracts dos 36 textos selecionados tendo em conta os mesmos os critérios de exclusão anteriormente definidos, o que redundou na eliminação de 22 trabalhos provenientes das bases de dados, a maior parte em função do foco no setor financeiro (ver quadro anexo para análises individualizadas).

Além da pesquisa em bases acadêmicas, procedeu-se a uma busca ativa de trabalhos relacionando *sandboxes* regulatórios e transportes ou mobilidade provenientes de organismos multilaterais, instituições financeiras, universidades e centros de pesquisa²⁰, com o objetivo de incorporar a chamada literatura cinzenta — reconhecidamente relevante para o mapeamento de iniciativas que nem sempre encontram eco na produção científica convencional. Essa etapa permitiu a inclusão adicional de 3 documentos.

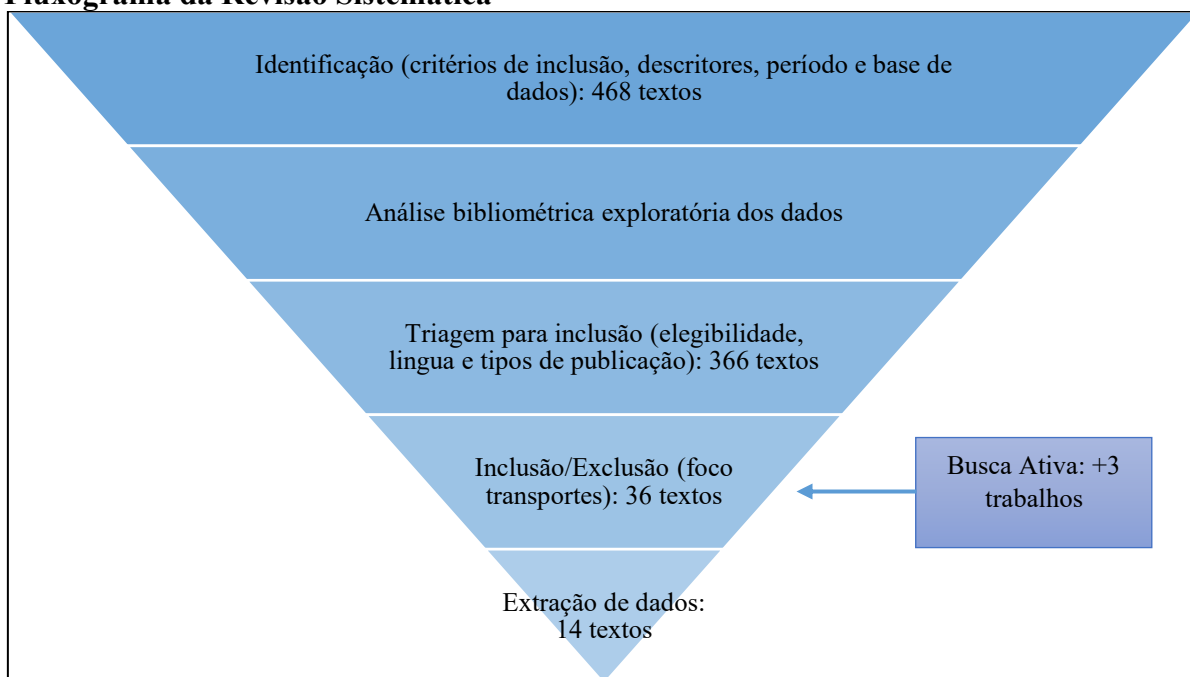
Por fim, os textos foram integralmente baixados e lidos, com exceção de 3 artigos aos quais não foi possível ter acesso ²¹. Para facilitar a análise e a extração de dados, os 14 trabalhos foram organizados em 2 subgrupos, um de transportes e outro de mobilidade, mesmo considerando a inevitável sobreposição parcial das áreas. Os principais achados em cada grupo foram sistematizados e, posteriormente, sintetizados em quadros-resumo, apresentados na seção 5.

¹⁹ The Regulatory *Sandbox* as a Tool for Building Regulatory Signaling for Charging Infrastructure (Wady; Consoni, 2024b)

²⁰ Foram pesquisados os repositórios das seguintes instituições: Banco Mundial; Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE); Florence School of Regulation (FSR); International Air Transport Association (IATA); Airports Council International (ACI); International Road Transport Union (IRU); International Union of Railways (IUR); International Chamber of Shipping (ICS); International Association of Ports and Harbors (IAPH); International Association of Public Transport (UITP); Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA); Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ); Universidade de Brasília (UNB); Universidade Estadual de São Paulo (UNIFESP); Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP); Universidade Federal de São Paulo (USP); Fundação Getúlio Vargas (FGV), Fundação Dom Cabral (FDC); Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa (IDP) e Revista do Tribunal de Contas da União (TCU).

²¹ Não foi possível obter acesso integral aos seguintes textos: *Sandboxes* as an Incentive Tool for Entrepreneurship in the Space Sector (Lima et al., 2024), Profili Evolutivi Della Disciplina Aerospaziale Nell'era Della New Space Economy (Carnimeo; Florio, 2023) e Experimental Testing of Regulations for AI-systems in Russia (using drones and unmanned vehicles as examples) (Zueva, 2022).

Figura 2-1
Fluxograma da Revisão Sistemática



Fonte: Elaboração Própria

2.4 Análise Bibliométrica sobre *Sandboxes* Regulatórios

Conforme explicitado na seção anterior, após a identificação e triagem dos trabalhos relativos a *sandboxes* regulatórios, mas antes de realizar o foco específico desta revisão da literatura (transportes), considerou-se oportuno realizar uma análise exploratória dos dados através da ferramenta de programação em R Bibliometrix. Tal opção visou propiciar uma visão ampla da investigação técnico-acadêmica acerca do tema mais geral dos *sandboxes* regulatórios, incluindo evolução temporal das publicações, principais centros produtores, autores de destaque, palavras-chave associadas e características dos documentos.

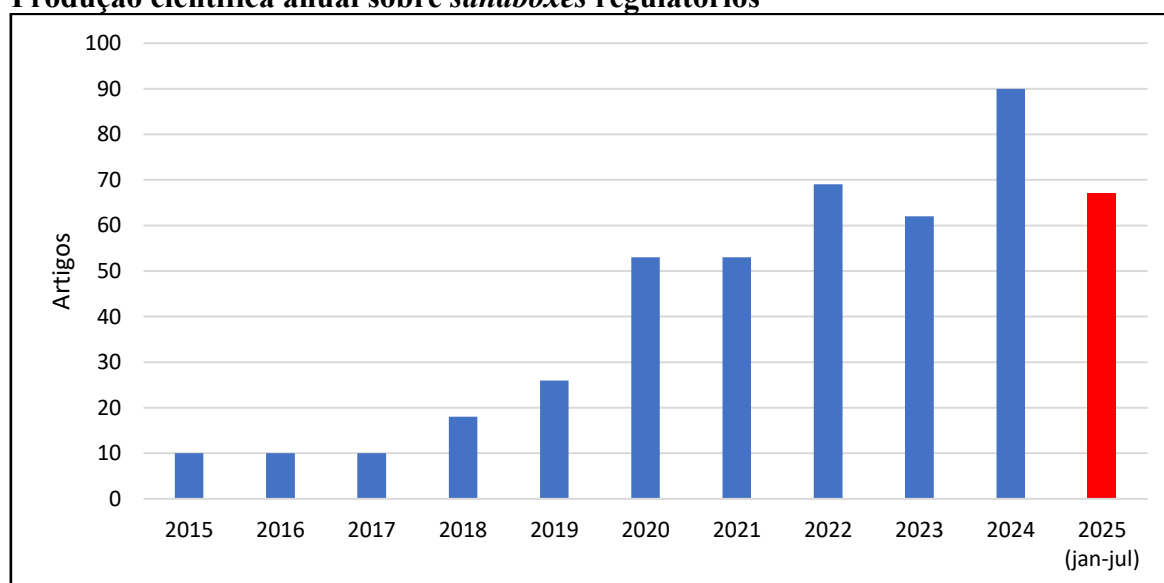
Inicialmente, é conveniente observar que os metadados dos 468 textos obtidos da plataforma Scopus apresentaram, em geral, uma boa completude, com faltas mais

significativas apenas nos campos relativos a “*Corresponding Author*” (32% de registros faltantes)²², “*Keywords*” (21%) e “*DOI*” (12%). Os demais campos – como abstract, tipo de documento, periódico, língua, ano de publicação, título, total de citações, autoria, filiações, referências citadas, etc. – possuem perdas bastante reduzidas ou zero. Destaca-se ainda que os documentos da base possuem idade média de 3,1 anos (número significativamente baixo, espelhando a juventude do campo) e foram feitos por 1.089 autores (coautoria de 2,66 por documento, indicando tendência à colaboração moderada entre autores).

A análise da produção científica anual indica um crescente interesse acadêmico sobre a temática, tendo saído de um patamar de 10 artigos por ano (registrados nos dois primeiros anos da série) para 90 em 2024, um crescimento médio anual de mais de 11%. Ademais, até julho de 2025 já havia 67 publicações na base para esse ano, o que indica uma possível superação do patamar de 100 artigos até o final do período.

Gráfico 2-1

Produção científica anual sobre *sandboxes* regulatórios



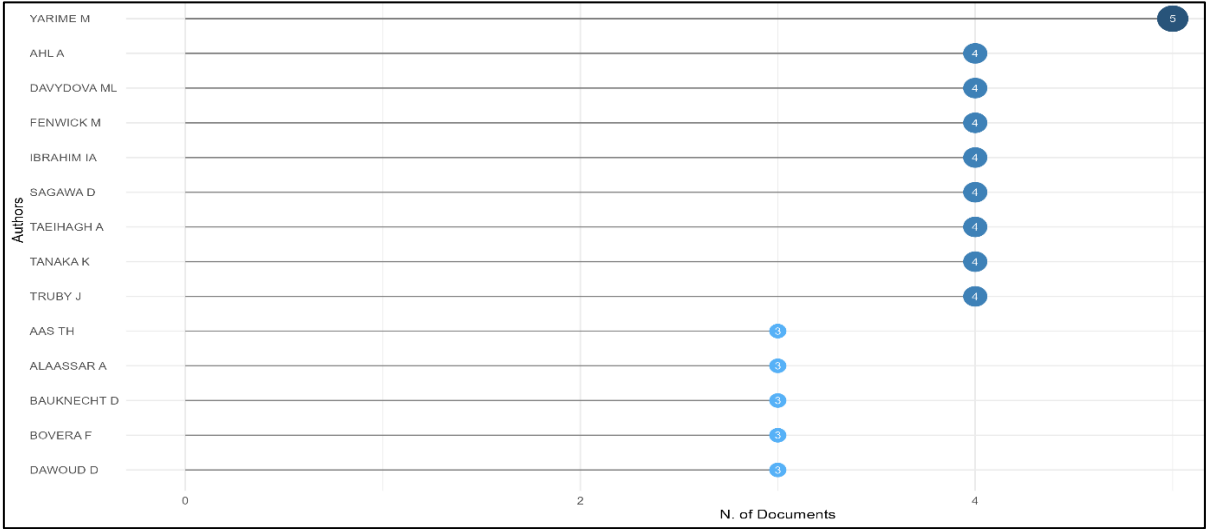
Fonte: Elaboração própria (utilizando ferramenta Bibliometrix).

Há uma grande difusão de autores no campo, sem um destaque particular em termos de publicações. Entretanto, pode-se perceber um grupo relativamente proeminente trabalhando com blockchain e regulação financeira, como Masaru Yarime (5 trabalhos),

²² Apesar disso, os autores dos trabalhos estão presentes na quase totalidade dos registros (98,7%).

Amanda Ahl, Daishi Sagawa, Kenji Tanaka e Jon Truby (4 trabalhos cada); Mark Fenwick e Imad Ibrahim (4 trabalhos). Além disso, há autores mais transversais, como Marina Davydova (4 trabalhos) na área de legislação experimental e Araz Taeihagh (4 trabalhos) na área de automação e mobilidade.

Gráfico 2-2
Produção dos Autores ao Longo do Tempo

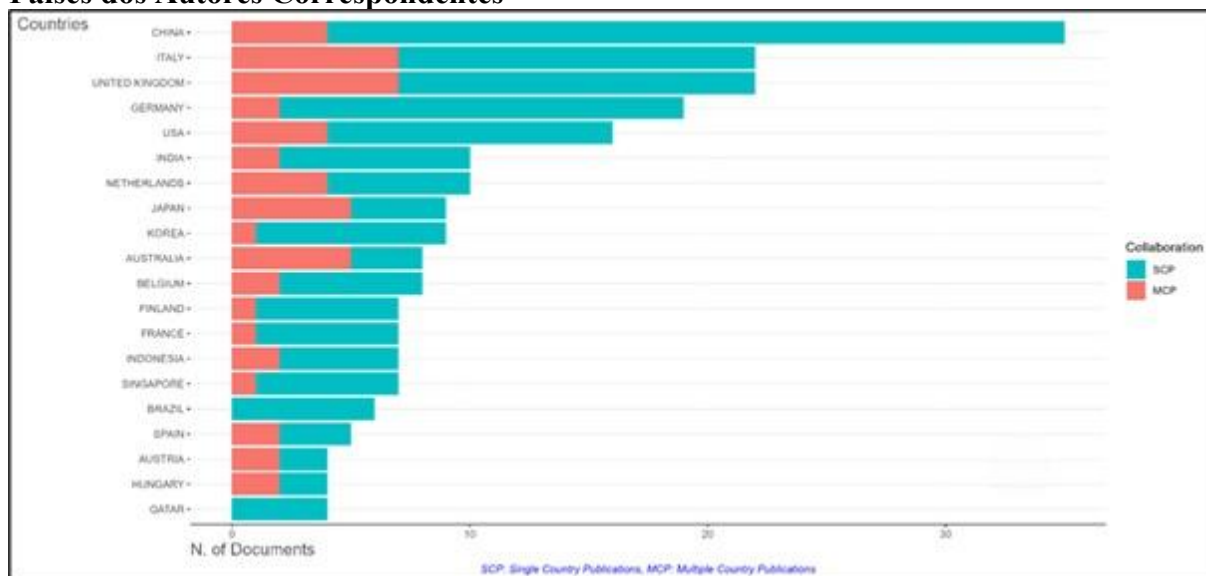


Fonte: Elaboração própria (utilizando ferramenta Bibliometrix).

Em termos de países relevantes na produção acadêmica sobre *sandboxes* regulatórios, a China aparece com 35 publicações, seguido pela Itália e Reino Unido, com 22 citações cada. Interessante contrastar esses números com relação aos países mais citados nos estudos, onde a China lidera com 1.059 citações, depois Japão com 544 e Espanha com 377. Nota-se que o Reino Unido aparece apenas na sétima posição, com 289 citações nos trabalhos, e a Itália na décima segunda posição, com 156. Importante mencionar, ainda, que os autores brasileiros não participaram de publicações com coautorias internacionais, o que pode indicar uma baixa integração internacional nas redes de pesquisa sobre o tema.

Gráfico 2-3

Países dos Autores Correspondentes²³



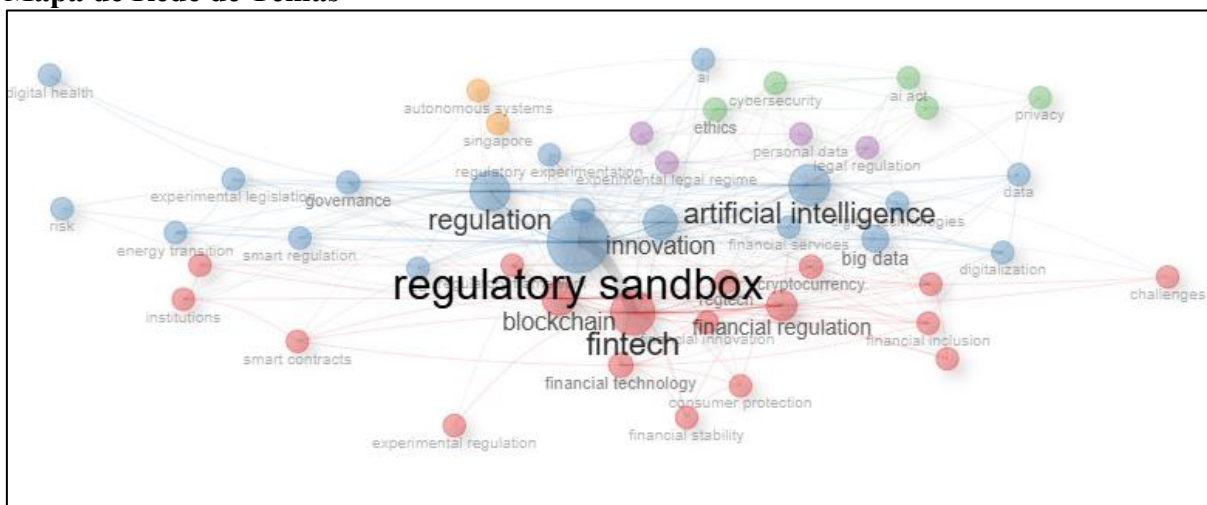
Fonte: Elaboração própria (utilizando ferramenta Bibliometrix).

Ainda sobre os autores, observa-se que o artigo de Y. Guo e C. Liang, de 2016, sobre blockchain, bancos e a necessidade de um *sandbox* regulatório para a nova realidade do setor financeiro (*Blockchain Application and Outlook in the Banking Industry*) é o trabalho mais influente da base, com 736 citações, quase o dobro do segundo colocado, focado na governança para produção de energia renovável (*Renewable energy communities under the 2019 European Clean Energy Package – Governance model for the energy clusters of the future?*), com 438 citações.

Em termos de temas, os mais proeminentes são *sandbox* regulatório (termo que optamos por agrupar *sandbox*, *sandboxes* e *sandboxes* regulatórios), fintech, regulação, inteligência artificial e inovação. É interessante notar que em torno de cada um dos temas centrais se formam redes de temas afins, com ramificações que fazem a comunicação entre os diversos campos. Em particular, pode-se notar como o tema específico do *sandbox* regulatório está mais ligado a tópicos como regulação, inovação e questões financeiras, sendo que o tema dos transportes (que não aparece diretamente em nenhum dos nós) encontra-se disperso em diversas categorias mais proeminentes.

²³ SCP (azul) se refere a “Single Country Publications” e MCP (vermelho) a “Multiple Country Publications”.

Figura 2-2
Mapa de Rede de Temas

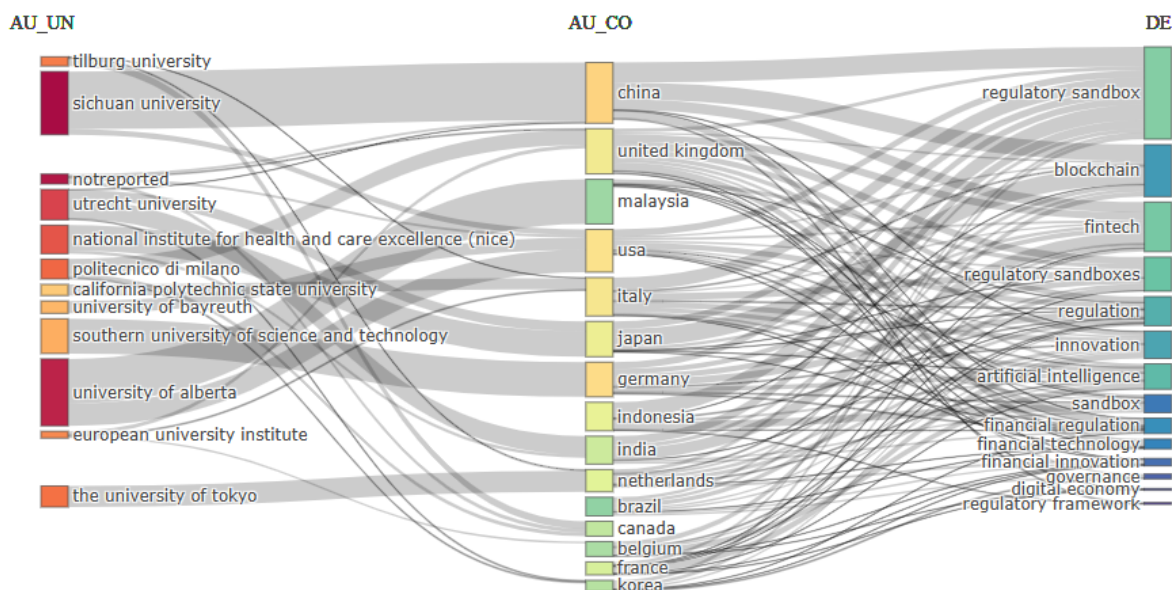


Fonte: Elaboração própria (utilizando ferramenta Bibliometrix).

Por fim, relacionando a filiação institucional dos autores com os países e as Keywords utilizadas nos trabalhos, chega-se a um “mapa” do atual cenário de investigação²⁴. É possível notar que o *sandbox* regulatório (e suas variantes) é um tema especialmente presente em países como China, Itália e Reino Unido. A China, basicamente através da Universidade de Sichuan, possui forte presença em temas como blockchain e fintechs. O Japão e outros países asiáticos também seguem a tendência de ter a maior parte das publicações relacionadas à regulação financeira, enquanto países europeus possuem uma maior dispersão temática nas investigações.

²⁴ Naturalmente, é possível fazer o chamado Three-Field Plot com outras variáveis, cada um refletindo aspectos diferentes, mas, em função da brevidade da exposição, optou-se por apresentar apenas um mapeamento.

Figura 2-3
Relações de 3 Campos



Fonte: Elaboração própria (utilizando ferramenta Bibliometrix).

De modo geral, os dados bibliométricos apontam para um campo de pesquisa ainda recente, mas em rápida expansão, com produção científica crescente e diversificação temática. Observa-se forte presença de estudos voltados à regulação financeira, especialmente relacionados a fintechs, blockchain e inteligência artificial, com destaque para a atuação de universidades europeias e asiáticas (com grande participação de Sichuan). Apesar da dispersão entre autores e instituições, há uma estruturação progressiva de redes temáticas que articulam inovação, governança e regulação.

Esse panorama reforça a percepção de que os *sandboxes* regulatórios vêm se consolidando como instrumentos relevantes de política pública em contextos marcados por incerteza e transformações tecnológicas. A partir desse mapeamento inicial, a seção seguinte direciona o olhar para um subconjunto específico dessa literatura: os estudos que tratam da aplicação de *sandboxes* regulatórios no setor de infraestrutura de transportes.

2.5 Revisão da Literatura sobre *Sandboxes* Regulatórios nos Transportes

Embora os *sandboxes* regulatórios tenham se difundido rapidamente em diversos setores, o estudo de sua aplicação fora do mercado financeiro ainda é incipiente e recente. No

caso dos transportes e da mobilidade urbana, o primeiro trabalho identificado data apenas de 2019 (Tsai; Lin & Liu, 2019). Essa constatação revela, ao mesmo tempo, a novidade do tema e sua potencialidade, dado que o setor de transportes concentra inovações disruptivas – como veículos autônomos, novos serviços de concessão e tecnologias digitais – que desafiam diretamente os marcos regulatórios tradicionais.

O quadro abaixo apresenta os principais achados na literatura, organizados em torno de quatro eixos temáticos: adaptação jurídica e institucional; governança e coordenação de stakeholders; inovação e segurança regulatória; e benefícios e riscos. Alguns artigos aparecem em mais de uma categoria quando dialogam com várias dimensões do tema de forma relevante.

Quadro 2-1
Principais Achados dos Estudos em Transportes e Mobilidade

Eixo Temático	Principais Achados	Autores
Adaptação Jurídica e Institucional	O sucesso dos <i>sandboxes</i> depende se sua adaptação a contextos locais, evitando transplantes institucionais acríticos; necessidade de ancoragem em marcos legais claros para drones e UAM ²⁵ ; importância de arcabouço normativo (normas legais, infralegais e mandatos institucionais) adequado para atividades sob regulação por contratos.	Tsai; Lin; Liu (2019); Almenar-Muñoz (2024); Fonseca (2025)
Governança e Coordenação de Stakeholders	A fragmentação regulatória em contextos transnacionais exige coordenação institucional e harmonização normativa (ex.: UE em veículos autônomos); <i>sandboxes</i> funcionam como espaços de cooperação entre reguladores, operadores, indústria e sociedade civil, sobretudo em mobilidade aérea e eletromobilidade; papel central da articulação intersetorial (energia–mobilidade).	Pattinson & Chen (2020); Tan, Taeihagh & Pande (2023); Bertram et al. (2024); Rancilio, Bovera & Delfanti (2022); Wady & Consoni (2024a, 2024b, 2025)

²⁵ Do inglês, Urbana Air Mobility (UAM).

Inovação e Segurança Regulatória	<i>Sandboxes</i> conciliam inovação tecnológica (IA na aviação, veículos autônomos, UAM) e segurança regulatória; permitem aprendizado conjunto, monitoramento em tempo real e mitigação de riscos operacionais; favorecem a experimentação prática em ambiente protegido.	Emanuilov & Dheu (2021); Tan & Tacihagh (2021); Bertram et al. (2024)
Benefícios e Riscos	Benefícios: estímulo à inovação, foco no usuário, maior eficiência regulatória, aceleração da adoção de novos padrões tecnológicos, transparência e competitividade. Riscos: insegurança jurídica, captura regulatória, seleção adversa, oportunismo pós-contratual e desigualdade de participação entre atores.	Feitosa & Maranhão (2023); Fonseca (2025); Wady & Consoni (2024a, 2024b, 2025)

Fonte: Elaboração própria.

Em síntese, a literatura evidencia que os *sandboxes* regulatórios no setor de transportes e mobilidade operam como mecanismos de experimentação institucional que exigem, ao mesmo tempo, adaptação jurídica e institucional às especificidades locais e setoriais, evitando transplantes acríticos de modelos. A efetividade do instrumento está condicionada a adequados arranjos de governança e coordenação de stakeholders, sobretudo em ambientes transnacionais ou intersetoriais, nos quais a fragmentação regulatória pode comprometer os resultados.

Ao mesmo tempo, os *sandboxes* revelam-se ferramentas privilegiadas para conciliar inovação e segurança regulatória, ao possibilitar testes controlados de tecnologias emergentes — como inteligência artificial na aviação, veículos autônomos e mobilidade aérea urbana — em ambientes supervisionados. Nesse sentido, embora tragam benefícios como estímulo eficiência regulatória e maior centralidade do usuário, também apresentam riscos relevantes, incluindo insegurança jurídica, captura regulatória e assimetrias entre atores participantes e não participantes dos *sandboxes*, o que reforça a necessidade de salvaguardas institucionais claras.

Em conjunto, os estudos indicam que os *sandboxes* são instrumentos promissores para alinhar regulação e transformação setorial-tecnológica, desde que ancorados em

governança robusta, coordenação e adaptação normativa. Ainda assim, cabe ressaltar que não há, até o momento, investigações empíricas sistemáticas na área que mensurem impactos mais amplos sobre eficiência regulatória setorial, difusão tecnológica, competitividade dos mercados e bem-estar da população, passo fundamental para determinar se os ganhos relatados pelos casos individuais geram transformações mais amplas a nível setorial e sistêmico²⁶.

A seguir, apresentam-se as principais considerações e conclusões dos autores de forma pormenorizada e por artigo. Para conferir maior clareza à presente exposição, optou-se por organizar a produção acadêmica identificada em dois blocos: (i) estudos sobre transportes (em sentido amplo, contemplando diferentes modais), e (ii) trabalhos voltados à mobilidade urbana.

2.5.1 Estudos no Setor de Transportes

Em um dos primeiros trabalhos sobre a utilização de *sandboxes* no setor de transportes, Tsai, Lin & Liu (2019) analisam a difusão da abordagem dos *sandboxes* regulatórios em diferentes contextos institucionais, destacando tanto suas potencialidades quanto suas limitações.

Do ponto de vista conceitual, os autores descrevem os *sandboxes* como um ciclo regulatório simplificado, que envolve: (i) relaxamento temporário de exigências, (ii) obtenção de informações sobre a inovação em teste e (iii) subsequente “re-regulação” da atividade em novas bases. Esse caráter experimental, segundo o estudo, torna a ferramenta valiosa para lidar com inovações disruptivas, mas sua eficácia está condicionada à capacidade de adaptação a contextos locais. Em particular, fatores como a cultura regulatória, a economia política doméstica e a inércia institucional podem influenciar a eficácia dos *sandboxes*.

²⁶ Apesar de fora do escopo da presente investigação, cabe registrar aqui o trabalho de Nguyen & Ngo (2024) em que os autores investigam os ganhos mais gerais para o mercado financeiro decorrentes dos *sandboxes* implantados pela Comissão Australiana de Seguros e Investimentos (ASIC) utilizando uma abordagem de Propensity Score Matching – Difference in Differences (PSM-DiD). Nessa pesquisa, foi possível identificar ganhos gerais de eficiência de curto prazo relacionados à liquidez das empresas, mas não na alocação de investimentos, marcadamente de longo prazo.

Paralelamente, os autores observam que a natureza transfronteiriça de muitas inovações e tecnologias disruptivas recentes levou alguns países (como Canadá, Japão, Singapura e Taiwan) a adotar *sandboxes* em diferentes áreas, desde energia e meio ambiente até saúde e transportes, na tentativa de maximizar os benefícios da inovação e minimizar riscos de desorganização dos mercados, sem, porém, uma avaliação cuidadosa dos riscos associados ao transplante institucional do mecanismo entre países com tradições legais e regulatórias distintas, e setores profundamente diversos em termos de maturidade e incentivos dos stakeholders.

A análise do caso dos veículos não tripulados em Taiwan é utilizada para ilustrar esse ponto. Em 2018, o país promulgou a Lei para Experimentação Inovadora em Tecnologia de Veículos Não Tripulados, estabelecendo um *sandbox* para testes de automóveis, aeronaves e embarcações autônomas ou remotamente operadas. O processo previa a submissão de planos detalhados, avaliados pela autoridade competente em até 60 dias, e a possibilidade de autorizações experimentais de até dois anos. Ainda que inovadora, os autores observam que a lei reproduzia fortemente o modelo *sandbox* do setor financeiro, evidenciando a difusão de uma mesma lógica regulatória para novos setores.

A conclusão central do estudo é que o sucesso dos *sandboxes* em setores como transportes depende menos da adoção formal do instrumento e mais do compromisso institucional com uma mudança de filosofia regulatória. Sem abertura, flexibilidade e adaptação às especificidades locais — culturais, políticas, legais e econômicas —, há risco de se reproduzir padrões preexistentes de *path dependence* que reduzem o *sandbox* a uma solução superficial.

Pattinson & Chen (2020) analisam o quadro regulatório europeu para testes de protótipos de veículos autônomos, com ênfase nos desafios da fragmentação normativa, uma vez que cada país-membro possui requisitos próprios, que variam da ausência de formalidades a processos prescritivos complexos, exigindo autorizações múltiplas em diferentes níveis governamentais (nacional e regional).

Os autores defendem a criação de um regime europeu harmonizado, baseado em reconhecimento mútuo de autorizações, nos moldes já previstos para veículos autônomos comerciais. Além disso, destacam a importância de coordenação por entidades regionais

transfronteiriças (como as Euroregiões), que poderiam reduzir custos administrativos e facilitar a organização dos testes.

Assim, a abordagem *sandbox* surge como mecanismo promissor para conciliar inovação e segurança em um contexto transnacional. Contudo, seu êxito dependeria de forte coordenação institucional, capaz de superar os atuais entraves burocráticos. A harmonização regulatória, segundo os autores, é condição fundamental para que a União Europeia avance de forma competitiva e coesa na transição para veículos autônomos.

Por sua vez, Emanuilov & Dheu (2021), partindo de documento publicado em 2020 pela Agência Europeia de Segurança da Aviação – EASA intitulado “Artificial Intelligence Roadmap: a human-centric approach to AI in aviation”²⁷, discutem o potencial dos *sandboxes* regulatórios para apoiar a inovação e a segurança do uso da inteligência artificial (IA) no transporte aéreo. Segundo os autores, a implementação de *sandboxes* teria três objetivos principais: (i) permitir que o regulador observe, oriente e assegure a conformidade dos desenvolvimentos em IA com os requisitos do setor; (ii) incentivar a inovação por meio de uma postura regulatória favorável; e (iii) permitir melhor previsão de riscos, desenvolver material de orientação e construir planos integrados de gestão dos riscos.

Nesse sentido, a adoção de *sandboxes* no setor de aviação ajudaria a reduzir a lacuna de conhecimento entre reguladores e stakeholders, facilitando uma colaboração mais estreita e um aprendizado conjunto para testar e certificar essas tecnologias. Além disso, os autores sugerem que a criação de *sandboxes* regulatórios poderia, a longo prazo, inspirar o desenvolvimento de incentivos específicos para agentes disruptivos, estimulando a transição para novos modelos de entrega de produtos e serviços baseados em IA, além de apoiar um diálogo mais contínuo e pragmático entre inovação e segurança.

Dessa forma, a abordagem *sandbox* configura-se como um mecanismo de conciliação entre inovação e segurança em um contexto transnacional que pode servir de modelo para toda a comunidade da aviação. Contudo, seu êxito depende de forte coordenação institucional, capaz de superar os atuais entraves burocráticos. A

²⁷ Disponível em: <https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/EASA-AI-Roadmap-v1.0.pdf>

harmonização regulatória, segundo os autores, é condição fundamental para que a União Europeia avance de forma competitiva e coesa na transição para veículos autônomos.

Em Singapura, Tan & Taeihagh (2021) analisam a evolução regulatória dos veículos autônomos no país asiático por meio de um estudo de caso. Os autores identificam uma trajetória em quatro fases: (i) não resposta inicial, (ii) adoção de medidas preventivas, (iii) orientação por meio de controle e, finalmente, (iv) estratégia customizada de regulação.

Segundo o estudo, a adoção de veículos autônomos possui elevado potencial de ganhos em eficiência e sustentabilidade, mas também levanta riscos significativos — segurança operacional, privacidade, cibersegurança, responsabilização e estabilidade da indústria automotiva. Nesse contexto, a criação de um *sandbox* regulatório demonstrou-se decisiva para viabilizar testes controlados e, ao mesmo tempo, construir regras adaptadas à nova realidade, na ausência de legislação específica.

Os autores enfatizam que a governança de tecnologias emergentes exige elevada capacidade estatal em múltiplos níveis (individual, organizacional e sistêmico). Ademais, o caso de Singapura sugere que a combinação entre *sandboxes* e outros instrumentos de política pública é fundamental para maximizar benefícios e mitigar riscos. Por isso, programas piloto e experimentos regulatórios são apresentados como ferramentas valiosas de aprendizado institucional, com potencial de influenciar o design de políticas públicas em contextos de incerteza.

Em estudo posterior, Tan, Taeihagh & Pande (2023) exploram as estratégias de governança adotadas pelo Governo de Singapura na colaboração com empresas e instituições de pesquisa para superar as barreiras (técnicas, motivacionais, econômicas, políticas, legais e éticas) ao compartilhamento de dados para o funcionamento dos veículos e sistemas autônomos, item visto como de fundamental importância para o desenvolvimento das cidades inteligentes.

Conforme destacam os autores, a implantação de *sandboxes* regulatórios para sistemas autônomos é uma das ferramentas mais avançadas e importantes para resolver potenciais contradições entre inovação tecnológica e conformidade regulatória, tratando de forma mais dinâmica as barreiras técnicas ao compartilhamento. Nesse sentido, os pesquisadores entendem o *sandbox* regulatório como uma ferramenta experimental de

gestão de risco “suave” para governar vários riscos tecnológicos que podem surgir da implementação dos VA.

A pesquisa destaca ainda que *sandboxes* não devem ser entendidos como uma solução simples: sua efetividade depende de uma postura regulatória proativa, incluindo cláusulas explícitas sobre os tipos, a duração e a natureza dos dados a serem compartilhados. Em outras palavras, a mera criação de um *sandbox* é insuficiente se não vier acompanhada de compromissos claros com governança, transparência e proteção dos direitos dos stakeholders.

Já no Brasil, Feitosa & Maranhão (2023) analisam a experiência da introdução do serviço de livre passagem (*Free flow*) nas concessões rodoviárias brasileiras no âmbito do primeiro projeto de *Sandbox* da ANTT na BR 101/RJ. A introdução dessa inovação tecnológica eliminaria as praças físicas de pedágio, substituindo-as por pórticos que identificam os veículos automaticamente, promovendo maior fluidez no trânsito, segurança viária (reduzindo acidentes e riscos de assaltos) e menor impacto ambiental.

Nesse sentido, o *sandbox* regulatório é visto como um mecanismo que permite, simultaneamente, o teste desse novo modelo sob condições controladas e temporárias, acompanhamento rigoroso, gestão de riscos compartilhada entre concessionárias e agência reguladora, e um forte foco na comunicação e atendimento ao usuário-consumidor.

Os autores ressaltam que esse modelo experimental valoriza a experiência do usuário, a transparência e a inovação tecnológica, promovendo uma mudança regulatória, comportamental e tecnológica na gestão da infraestrutura rodoviária concedida. Em particular, consideram que o uso do *sandbox* regulatório no setor de transportes terrestres representa um importante avanço para colocar o usuário-consumidor no centro das políticas públicas, indo além da tradicional visão focada apenas em obras e pavimentação. Tal abordagem favoreceria a personalização da oferta, a inovação e a melhoria contínua dos serviços prestados, assegurando a dignidade do usuário e a qualidade da infraestrutura concedida.

Concluem que a experiência na adoção do *Free flow* deveria servir de parâmetro para futuras normas e concessões, promovendo um ambiente regulatório mais flexível,

eficiente e orientado para resultados que beneficiem diretamente os usuários do sistema rodoviário federal.

Por fim, Fonseca (2025) investiga em que medida um *sandbox* regulatório (do tipo *policy sandbox*, ou *sandbox* de política pública) pode ser utilizado nos processos de alteração dos contratos de concessão rodoviária que enfrentam dificuldades no cumprimento de seu objeto. Nesse sentido, o caso da rodovia Eco 101 tornou-se emblemático ao utilizar o *sandbox* para testar a oferta ao mercado de um contrato repactuado, apresentando um processo competitivo para a alienação das ações da concessionária após a repactuação contratual.

O autor considera que o *sandbox* regulatório surge no contexto da regulação inteligente como uma ferramenta inovadora que cria ambientes controlados para testar novas tecnologias, modelos e arranjos regulatórios sob regras diferenciadas e por tempo limitado, reduzindo riscos regulatórios e possibilitando a inovação e adaptação mais segura no setor. Essa abordagem é crucial em setores como transportes terrestres, onde, em casos particularmente complexos e inovadores, a avaliação prévia dos impactos regulatórios é difícil e a aplicação indiscriminada de novas regras pode gerar efeitos sistêmicos indesejados.

No caso da utilização dos *sandboxes* nos processos de repactuação, porém, há alguns desafios e limitações relevantes para o pleno aproveitamento do potencial do mecanismo. Entre as considerações do autor, destacam-se:

- Riscos: há importantes riscos vinculados ao uso do *sandbox*, especialmente relacionados à assimetria de informação entre regulador e regulado, risco moral (oportunismo pós-contratual), seleção adversa e insegurança jurídica;
- Objetivos: existe uma falta de objetivos claros e definidos para o *sandbox* de repactuação, bem como prazos restritos e processos altamente customizados, podem comprometer a avaliação do sucesso e a criação de regras estáveis e aplicáveis a todo o setor;
- Salvaguardas institucionais: o autor ressalta que o sucesso do *sandbox* depende do estabelecimento de parâmetros objetivos, transparência, supervisão adequada e estabilidade jurídica para evitar favorecimento indevido de empresas e assegurar

que os benefícios do mecanismo sejam distribuídos de forma equitativa e eficiente no mercado;

- Controvérsias normativas: o uso do *sandbox* para repactuações ocorre em um contexto normativo ainda incipiente e controverso no Brasil, com inseguranças legais e debates sobre a legitimidade dos acordos firmados, o que pode afetar a credibilidade do instrumento e da regulação setorial.

O autor conclui que, apesar dos desafios, o *sandbox* regulatório constitui uma alternativa apropriada e promissora para avançar na gestão de repactuações contratuais no setor de transportes terrestres, desde que sejam superadas suas limitações institucionais e normativas. Ele alerta para o risco de desvirtuamento do mecanismo, caso ele seja usado apenas como instrumento para suspender regras vigentes e viabilizar repactuações individuais sem produzir políticas públicas estáveis e abrangentes. Assim, o uso adequado e estruturado do *sandbox* pode fortalecer a regulação, aumentar a transparência e a competitividade, mitigar riscos e promover a sustentabilidade das concessões de infraestrutura no Brasil.

Assim, de forma geral, constata-se que os estudos sugerem que o *sandbox* regulatório no setor de transportes pode atuar como instrumento de conciliação entre inovação e segurança, favorecendo aprendizado regulatório, testes controlados e adaptação normativa. Contudo, sua efetividade está condicionada a fatores como: (i) compromisso institucional e mudança cultural por parte dos reguladores; (ii) capacidade de coordenação em ambientes transnacionais; (iii) governança proativa e transparente; e (iv) definição de objetivos claros e salvaguardas jurídicas. Além disso, as experiências brasileiras destacam a importância de colocar o usuário no centro das políticas públicas, indo além da lógica tradicional de obras de infraestrutura.

Quadro 2-2

Estudos Aplicados ao Setor de Transportes

Estudo	País/Continentedo SB	Período	Método	Principais Conclusões (relativas aos SB)
Tsai, Lin & Liu (2019)	Taiwan, Canadá, Japão, Cingapura	2015 – 2019	Revisão de literatura Análise de casos	(i) Abordagem regulatória inspirada internacionalmente, mas que precisa ser adaptada localmente;

				(ii) Necessidade de avaliação caso a caso.
Pattinson & Chen (2020)	União Europeia	2019	Análise de Casos	(i) SB permite conciliar inovação e segurança em um contexto transnacional; (ii) Êxito depende de forte coordenação institucional, capaz de superar os atuais entraves burocráticos.
Emanuilov; Dheu (2021)	União Europeia	2020 - 2021	Análise Documental Análise de Caso	(i) Modelo de <i>sandbox</i> nos transportes se assemelhou fortemente àquele adotado para o setor financeiro; (ii) Sucesso depende de real comprometimento institucional com uma mudança na filosofia regulatória que inclua abertura, flexibilidade e adaptação às condições locais.
Tan & Taeihagh (2021)	Singapura	2013-2021	Estudo de Caso	(i) Ferramenta estratégica orientada à adaptação da regulação para adoção de veículos autônomos; (ii) Potencial de disseminação de novas tecnologias, melhoria do design de políticas públicas, avanço em problemas ainda mal definidos.
Tan, Taeihagh & Pande (2023)	Singapura	2018-2020	Estudo de Caso Entrevistas	(i) Importante para resolver potenciais contradições entre inovação tecnológica e conformidade regulatória; (ii) Aplicação regulatória proativa é fundamental.
Feitosa (2023)	Brasil	2022-2023	Análise de Caso	(i) SB está associado a mudança regulatória, comportamental e tecnológica na gestão da infraestrutura rodoviária concedida;

				(ii) Ambiente regulatório mais flexível, eficiente e orientado para resultados.
Fonseca (2025)	Brasil	2023-2024	Análise Documental Análise de Caso	(i) SB para casos onde avaliação <i>ex ante</i> de impactos regulatórios é difícil e a aplicação de novas regras pode gerar efeitos sistêmicos indesejados; (ii) Importância de definição clara de objetivos, bases institucionais e normativas.

Fonte: Elaboração própria.

2.5.2 Estudos no Setor de Mobilidade Urbana

Preston & Walters (2020) fazem um interessante relato acerca dos modelos de provisão de transporte público em diversos países a partir da análise de 12 *papers* e apresentações realizados no Workshop 1 da 16ª Conferência Internacional sobre Competição e Propriedade no Transporte Terrestre (Thredbo 16). As discussões envolveram 13 países e tiveram um forte componente internacional e intermodal.

Um dos objetivos centrais do encontro foi analisar o potencial de colaboração entre operadores de transporte, municípios, autoridades e reguladores do transporte de passageiros e outros organismos do setor público. Os autores ressaltam que os *sandboxes* regulatórios surgiram como uma ferramenta importante para testar novas tecnologias e regulamentações e possuem o potencial de abrir caminho para ofertas contratuais que vão além do transporte público convencional, como a micromobilidade, o trânsito responsivo à demanda e os mecanismos de compartilhamento.

Em uma zona limítrofe entre transportes (mobilidade) e energia, Rancilio, Bovera & Delfanti (2022), partindo do impacto que a crescente eletrificação dos veículos de transporte privado tem sob a rede de energia da Itália, apresentam um conjunto de possíveis *sandboxes* regulatórios para carregamento inteligente de veículos com potencial de direcionar a implantação de infraestrutura nas cidades e a correspondente atividade de

carregamento. Cada *sandbox* proposto no estudo aborda um modo de carregamento específico, incluindo carregamento doméstico, no local de trabalho e de acesso público. As medidas propostas são orientadas por metas e avaliadas com base em seus impactos ambientais, técnicos e econômicos obtidos a partir de modelos empregados pelos autores.

Dentre as principais recomendações e conclusões apresentadas pelo trabalho, destacam-se: (i) a adoção de *sandboxes* regulatórios é um caminho promissor para testar e implementar políticas que favoreçam o carregamento inteligente; (ii) políticas tarifárias bem estruturadas podem incentivar o comportamento desejado dos consumidores e mitigar impactos no sistema de energia; e (iii) reguladores e operadores de sistemas devem colaborar para alinhar políticas tarifárias às necessidades futuras da infraestrutura elétrica.

Almenar-Muñoz (2024), refletindo sobre a o desenvolvimento dos drones na Espanha, constata que a dispersão regulatória a nível europeu, e o quadro embrionário na própria Espanha, fazem com que a regulação atual seja insatisfatória, impedindo a implementação de aplicações sustentáveis, rápidas e de baixo custo da nova tecnologia de transporte. Isso decorre, segundo a autora, porque os mundos da inovação tecnológica e do direito coexistem em velocidades muito diferentes.

Normativamente, seria importante que o órgão regulador preparasse o caminho para operações comerciais em grande escala, menos dispendiosas e poluentes, e garantisse que a Europa se beneficiasse de sinergias entre a utilização civil, militar e de segurança de drones. Para tal, as autoridades competentes deveriam promover um *sandbox* regulatório com o objetivo de tornar a regulamentação dos drones mais flexível e alinhada ao crescimento e ao ritmo das empresas mais inovadoras, para que o setor não seja estrangulado pela regulamentação.

Após fazer uma série de contribuições acerca do planejamento urbano e mobilidade, e cotejar os diversos normativos aplicados às diferentes aplicações dos drones (como taxis aéreos, serviços de transporte de produtos, realização de mapeamentos, etc.), o texto conclui que atualmente o maior obstáculo à implantação dessas soluções é o legislativo, uma vez que a tecnologia se desenvolve sem um enquadramento legal adequado, dado que os veículos não podem circular no espaço aéreo das cidades. Assim, o desafio de adaptar as cidades a novas formas de mobilidade deve

ser sincronizado com os desenvolvimentos regulatórios, sendo o *sandbox* regulatório um mecanismo essencial para tal fim.

Ainda no campo da Mobilidade Aérea Urbana (UAM), Bertram et al. (2024) ressaltam o uso de abordagens inovadoras no contexto dos esforços do Centro Aeroespacial Alemão (DLR) para avançar na pesquisa, desenvolvimento e teste experimental das tecnologias e conceitos envolvidos nesse tipo de transporte.

Os autores observam que essa nova fronteira da mobilidade exige o enfrentamento de múltiplos aspectos interligados como segurança, quadro regulatório, aceitação social e sustentabilidade ambiental, o que torna indispensável a realização de testes em condições monitoradas e próximas da realidade, favorecendo uma cooperação estreita entre diferentes stakeholders. Nesse contexto, relatam o desenvolvimento de um *sandbox* regulatório específico para U-space²⁸ que visa testar e aprimorar serviços automatizados de gerenciamento do espaço aéreo urbano em um ambiente protegido para colaboradores internos e externos.

O estudo conclui que *sandboxes* representam instrumentos estratégicos para viabilizar uma integração segura, eficaz e sustentável da UAM na Europa ao possibilitar tanto a experimentação prática quanto uma construção normativa eficaz, valendo-se de ambientes controlados e colaborativos. A continuidade da cooperação entre reguladores, operadores, indústria, órgãos governamentais e sociedade civil é apontada como condição essencial para superar desafios técnicos, sociais e institucionais e, assim, transformar em realidade a visão de uma mobilidade aérea urbana eficiente e amplamente aceita.

Em uma série de artigos sobre a utilização do *sandbox* regulatório na área da mobilidade elétrica, Wady & Consoni (2024a, 2024b, 2025) discutem como o mecanismo pode ser utilizado para acelerar a descarbonização dos meios de transporte, focando especialmente na infraestrutura de recarga de veículos elétricos no Brasil.

No primeiro dos artigos, de cunho mais local e teórico, as autoras avaliam a utilização do *sandbox* como uma ferramenta, própria de um ambiente regulatório adaptativo, apta a abordar dois importantes gargalos da eletrificação do transporte público no Brasil: os modelos de negócios da prestação do serviço público de mobilidade urbana

²⁸ Sistema europeu de gerenciamento de tráfego de veículos aéreos não tripulados.

(que não proveem um adequado compartilhamento de riscos da introdução da nova tecnologia entre os diversos stakeholders desse mercado) e os contratos públicos decorrentes de licitações baseadas em menores preços (inadequados para a seleção de uma tecnologia onde o valor ainda é o maior entrave).

Apesar da necessidade de articulação intersetorial e interfederativa, o caso do *sandbox* tarifário implantado pela Agência Nacional de Energia (ANEEL), em curso no Brasil, é colocado como um experimento passível de ser ampliado para solucionar as barreiras identificadas, prover informações aos reguladores e proporcionar recomendações aos formuladores de políticas públicas. Os objetivos seriam: (i) influenciar no aprimoramento da Lei de Parcerias Público-Privadas; (ii) esclarecer o papel do financiador no processo de compras; (iii) incorporar os eletropostos nas propostas licitatórias.

Em síntese, o artigo entende que os *sandboxes* podem ser utilizados para aumentar o conhecimento dos reguladores a respeito da nova tecnologia e seus stakeholders e, assim, contribuir para a identificação das necessidades que ela tem de ser regida por novo arcabouço jurídico-regulatório.

Já nos dois últimos artigos, de caráter mais internacional e aplicado, as autoras explicitam de forma mais pormenorizada os vários desafios regulatórios da eletrificação da frota no Brasil, especialmente no que diz respeito à infraestrutura de recarga, incluindo incertezas tarifárias, questões fiscais e conflitos normativos que geram insegurança jurídica e diminuem investimentos. Enfatizam, mais uma vez, que uma eventual integração a *sandboxes* já existentes, com o acoplamento de um *sandbox* específico para mobilidade elétrica no *sandbox* tarifário em curso no setor de energia, ampliaria o impacto positivo do mecanismo, possibilitando um debate mais amplo e soluções mais robustas para os desafios do setor.

Por fim, apesar de reconhecer algumas limitações, como o risco de captura regulatória e desigualdade de participação entre atores, as autoras concluem que os *sandboxes* são ferramentas essenciais para acelerar reformas regulatórias e fomentar políticas públicas eficazes para a eletromobilidade, gerando benefícios concretos ao oferecer dados empíricos para fundamentar decisões regulatórias e reduzir a incerteza.

Assim, pode-se concluir que, de uma forma geral, a literatura sobre *sandboxes* regulatórios aplicados à mobilidade evidencia que o mecanismo tem sido explorado como ferramenta estratégica para enfrentar os desafios da transição para novos modelos de transporte, destacando seu potencial como espaço de aprendizado regulatório, de articulação intersetorial e de construção de políticas públicas adaptativas em contextos de rápida transformação tecnológica.

Quadro 2-3

Estudos Aplicados ao Setor de Mobilidade

Estudo	País/Continentedo SB	Período	Método	Principais Conclusões (relativas aos SB)
Preston & Walters (2020)	Reino Unido, Nova Zelândia, Chile, Suécia, África do Sul, Holanda, França, Singapura	Contemporâneo Indefinido	Análise de Conteúdo (Revisão/Resenha)	(i) Ferramenta para novas tecnologias e regulamentações (micromobilidade, trânsito responsivo à demanda, compartilhamento); (ii) Potencial de abrir caminho para ofertas contratuais inovadoras.
Rancilio, Bovera & Delfanti (2022)	Itália	2021	Simulação de modelos	(i) Caminho promissor para testar e implementar políticas que favoreçam o carregamento inteligente; (ii) Relevante no alinhamento das políticas tarifárias necessárias à harmonização da infraestrutura com as novas tecnologias.
Almenar-Muñoz (2024)	Espanha	Contemporâneo Indefinido	Análise Documental	(i) <i>Sandbox</i> regulatório favorece novas formas de mobilidade aérea sincronizada com os desenvolvimentos regulatórios; (ii) Relevante para equalizar velocidades

				dos mundos da inovação tecnológica e do Direito.
Bertram et al. (2024)	União Europeia	2023-2024	Análise de Caso	(i) Enfrentamento de múltiplos aspectos interligados torna indispensável a realização de testes em condições monitoradas e próximas da realidade; (ii) Cooperação entre stakeholders é apontada como condição essencial para superar desafios técnicos, sociais e institucionais.
Wady & Consoni (2024a)	Brasil	2022-2024	Análise Documental Análise de Caso	(i) Ferramenta de um ambiente regulatório adaptativo essencial para acelerar reformas; (ii) Necessidade de articulação entre diversos stakeholders.
Wady & Consoni (2024b)	Brasil	2022-2024	Análise Documental Análise de Caso	(i) Ferramenta de um ambiente regulatório adaptativo essencial para acelerar reformas; (ii) Necessidade de articulação entre diversos stakeholders.
(Wady & Consoni (2025)	Brasil	2022-2024	Análise Documental Análise de Caso	(i) Ferramenta de um ambiente regulatório adaptativo essencial para acelerar reformas; (ii) Necessidade de articulação entre diversos stakeholders.

Fonte: Elaboração própria

2.6 Considerações Finais

Tendo em vista todo o volume de informação produzido na presente revisão da literatura, algumas considerações são realizadas à guisa de conclusão deste trabalho, juntamente

com algumas considerações acerca das políticas públicas que fazem (ou podem fazer) uso de *sandboxes* regulatórios.

Como se pôde notar, esse é um campo relativamente novo, mas a análise bibliométrica realizada parece indicar que o interesse pela área conseguiu encontrar um patamar de estabilidade próximo ao seu pico de produções acadêmicas, com diversos autores e países contribuindo para a produção do conhecimento. Também é possível observar que como o setor financeiro ainda é amplamente dominante nas discussões da área, e a distribuição espacial da produção bibliográfica reflete o foco dado pelos respectivos governos nacionais, países importantes na produção geral a respeito de *sandboxes* (como Japão e China) perderam protagonismo quando se realizou o afunilamento em direção à área de infraestrutura (com Singapura e Europa se destacando).

No caso dos transportes, a literatura tem apontado que os *sandboxes* podem atuar como instrumento de conciliação entre inovação e segurança regulatória, favorecendo o aprendizado e a adaptação normativa. Apesar da grande sobreposição dos campos, na mobilidade o destaque recai mais fortemente sobre o uso dos *sandboxes* como ferramenta estratégica para enfrentar os desafios da transição para os novos modelos de transporte. Em ambos os casos, porém, sobressai a necessidade de compromisso institucional com a inovação (em termos de governança proativa, participativa e transparente) por parte dos governos, de capacidade de coordenação entre múltiplos stakeholders em ambientes fragmentados e a definição de objetivos claros e salvaguardas jurídicas.

Ademais, a análise dos diversos artigos considerados mostrou que seu sucesso depende de uma correta ancoragem na legislação local, uma estruturação das iniciativas de acordo com as condições do mercado a que se propõe regular (inclusive para evitar riscos de captura e desnivelamento das condições competitivas) e uma ação governamental alinhada aos princípios de uma regulação flexível e conducente à inovação.

De toda forma, permanecem importantes lacunas teóricas e empíricas que merecem atenção em futuras investigações. Primeiramente, observa-se que a literatura tende a adotar uma postura predominantemente descritiva e normativa, destacando benefícios esperados (em termos de inovação, segurança regulatória, aprendizado institucional) e riscos identificados (como captura regulatória, insegurança jurídica,

desigualdade entre stakeholders), havendo razoável documentação de que os agentes que fazem parte das iniciativas regulatórias se beneficiam da adoção do mecanismo. Mas ainda não há estudos empíricos sistemáticos na área dos transportes que mensurem impactos concretos dos *sandboxes* sobre eficiência regulatória, difusão tecnológica, competitividade dos mercados e bem-estar dos usuários, passo fundamental para determinar se esses ganhos geram transformações mais amplas a nível setorial e sistêmico.

Em segundo lugar, persiste uma dificuldade em compreender como os *sandboxes* integram e interagem com a estrutura mais ampla de governança regulatória. Questões como a utilização de *sandboxes* em mercados regulados por contratos (caso das concessões no Brasil), a desafiadora coordenação em ambientes federativos ou transnacionais e a articulação entre setores interdependentes regulados por mais de uma agência governamental (como a crescente integração entre mobilidade e energia) permanecem pouco exploradas. Essa lacuna limita a compreensão do *sandbox* como ferramenta de política pública inserida em ambientes regulatórios complexos.

Adicionalmente, cabe ressaltar que a dimensão relativa à transparência e participação social ainda conta com um desenvolvimento pouco expressivo, apesar do reconhecimento dos riscos de favorecimento dos participantes e do possível desnivelamento das condições de mercado. Nesse sentido, investigar práticas de *accountability* e de participação de *stakeholders* mostra-se um aspecto relevante, tendo em vista o enorme potencial transformador dos *sandboxes* nas diversas realidades sociais.

Por fim, uma questão conexa, mas de grande importância prática, encontra-se no fato de que os *sandboxes* regulatórios encontram seu melhor uso quando compreendidos como instrumentos de aprendizagem colaborativa, uma vez que criam ambientes nos quais reguladores, empresas reguladas, usuários e, em alguns casos, outros atores relevantes interagem de forma contínua para testar inovações, identificar riscos, produzir evidências e aperfeiçoar soluções regulatórias. Esse intercâmbio tem a capacidade de reduzir assimetrias de informação, ampliar a capacidade estatal de formular regras mais aderentes à realidade e fortalecer a legitimidade das decisões regulatórias.

Assim, espera-se que a crescente produção acadêmica avance para além da descrição de casos, oferecendo análises comparativas, críticas e empiricamente

fundamentadas. Somente com essa base será possível consolidar o uso dos *sandboxes* regulatórios como instrumentos eficazes de modernização regulatória e de promoção de políticas públicas legítimas e inovadoras nos transportes.

Anexo

Quadro 2-4

Trabalhos Excluídos na Fase de Elegibilidade

Autores	Ano	Título	Justificativa da Exclusão
Drozdova M.; Pokrovskaya O.; Nikiforova G.	2023	The concept of sustainable transportation and unmanned railway technologies: the EAEU experience	Não possui <i>sandboxes</i> como um dos temas centrais. Avalia o framework regulatório para utilização de tecnologias de transporte ferroviário sustentável na presença de condutores na União Econômica Eurasiática.
Ford C.; Ashkenazy Q.	2024	The Legal Innovation <i>Sandbox</i>	Fora do setor de transporte e mobilidade. Aborda <i>sandboxes</i> no setor financeiro, com foco nas experiências dos EUA, Reino Unido e Canadá, além das condições para uso do mecanismo em outros contextos.
Ghionzoli S., Jr.	2024	GENERAL SECTION: AI SYSTEMS AT THE WORKPLACE LEGAL TRAJECTORIES BETWEEN PRIVACY AND DRONES 2.0 STRATEGY	Não possui <i>sandboxes</i> como um dos temas centrais. Examina mecanismos de proteção de privacidade e liberdades dos trabalhadores na Europa frente ao uso de drones e inteligência artificial no ambiente de trabalho.
Ibrahim I.A.; Truby J.	2022	Governance in the era of Blockchain technology in Qatar: a roadmap and a manual for Trade Finance	Fora do setor de transporte e mobilidade. Analisa a aplicação da tecnologia de distributed ledger (DLT) ao setor financeiro do Catar.
Icasiano C.D.A.; Taeihagh A.	2021	Governance of the risks of ridesharing in southeast Asia: An in-depth analysis	Não possui <i>sandboxes</i> como um dos temas centrais. Estudo de caso voltado às estratégias de governança de cinco países do Sudeste Asiático para o serviço de compartilhamento de viagens, onde os <i>sandboxes</i> são apenas elencados como uma das recomendações de política pública.
Khan A.; Ahmad A.; Shireen S.	2021	Ownership and performance of microfinance institutions: Empirical evidences from India	Fora do setor de transporte e mobilidade. Estuda o uso de microfinanças e possibilidades de regulação experimental na Índia.

Lee K.Y.; Kwon H.Y.; Lim J.I.	2018	Legal Consideration on the Use of Artificial Intelligence Technology and Self-regulation in Financial Sector: Focused on Robo-Advisors	Fora do setor de transporte e mobilidade. Discute a aplicação da inteligência artificial ao setor financeiro e sua compatibilidade com a regulação evolutiva (regulatory evolution).
Li C.	2022	Quantitative measurement and analysis of FinTech risk in China	Fora do setor de transporte e mobilidade. Realiza análise quantitativa do setor de fintechs na China, sem conexão com <i>sandboxes</i> regulatórios.
Liu W.; Li H.; Zhu H.; Xu P.	2019	Properties of a steel slag-permeable asphalt mixture and the reaction of the steel slag-asphalt interface	Não possui <i>sandboxes</i> como um dos temas centrais. Aborda o uso de resíduos industriais na fabricação de asfalto.
Priem R.	2025	Enhancing energy derivatives trading: Assessing the need to update the European DLT Pilot Regime Regulation	Fora do setor de transporte e mobilidade. Analisa o desenvolvimento de tecnologia de energia distribuída no mercado europeu, sendo proposto um <i>sandbox</i> para derivativos de energia.
Qazi M.A.; Binti M.	2025	Blockchain Revolutionising Insurance and Takaful Sector: Possibilities, Challenges, and Policy Roadmap for Pakistan	Fora do setor de transporte e mobilidade. Examina possibilidades de adoção de fintechs e seguros islâmicos (takaful) no Paquistão utilizando tecnologia blockchain.
Riccardi G.; Fornaciari E.; Borgese S.; Molinario M.; Russo F.; Carta M.; Biondi F.; Ferrara G.	2025	Italian Cluster's 2023 Demonstration Campaign: Driving Innovation in U-Space Within SESAR U-elcome	Não possui <i>sandboxes</i> como um dos temas centrais. Relata a experiência de integração de drones no espaço aéreo europeu, com testes em serviços aéreos urbanos, sem foco em <i>sandboxes</i> .
Rizwan A.; Naveed S.; Mustafa F.; Hanif M.S.; Khurshid A.; Khan T.Z.A.	2024	Prospects for institutionalization of crowdfunding: a developing country perspective	Fora do setor de transporte e mobilidade. Estuda a adoção do crowdfunding no Paquistão.
Savin G.	2021	Development prospects of the technologies and infrastructure for a transport and logistics system of a new type	Não possui <i>sandboxes</i> como um dos temas centrais. Analisa perspectivas de tecnologias e infraestrutura de transportes inteligentes (ITS) e veículos autônomos (HAVs) no transporte e logística, sem destaque a <i>sandboxes</i> .

Shao S.	2020	ITERATIVE AUTONOMOUS VEHICLE REGULATION AND GOVERNANCE: HOW DISTRIBUTED REGULATORY EXPERIMENTS AND INTER-REGIONAL COOPETITION WITHIN FEDERAL BOUNDARIES CAN NURTURE THE FUTURE OF MOBILITY	Não possui <i>sandboxes</i> como um dos temas centrais. Discute regulação para o desenvolvimento de veículos autônomos nos EUA baseada em experimentação regulatória, mas sem conexão direta com <i>sandboxes</i> .
Tan S.Y.; Taeihagh A.	2021	Governing the adoption of robotics and autonomous systems in long-term care in Singapore	Fora do setor de transporte e mobilidade. Examina a aplicação de <i>sandboxes</i> para soluções de saúde e cuidados de longo prazo em Singapura.
Tanriverdi Ü.; Verheyen W.; van Zimmeren E.	2025	Enhancing the Regulatory Framework for Platform-Based Mobility Services: Facilitating the Transition from Cars in Urban Mobility	Não possui <i>sandboxes</i> como um dos temas centrais. Analisa o arcabouço regulatório para serviços de mobilidade baseados em plataformas, sem foco específico em <i>sandboxes</i> .
van der Waal E.C.; Das A.M.; van der Schoor T.	2020	Participatory experimentation with energy law: Digging in a ‘regulatory sandbox’ for local energy initiatives in the Netherlands	Fora do setor de transporte e mobilidade. Aborda a utilização de <i>sandboxes</i> regulatórios no setor de energia em diversos países, com ênfase na legislação holandesa.
Vysotskaya N.; Repina M.; Bogacheva T.; Kryanev V.	2022	THE IMPACT OF THE DEVELOPMENT OF FINANCIAL TECHNOLOGIES ON THE LEGAL REGULATION OF THE FINANCIAL SERVICES SECTOR; [O IMPACTO DO DESENVOLVIMENTO DAS TECNOLOGIAS FINANCEIRAS NA REGULAÇÃO JURÍDICA DO SETOR DE SERVIÇOS FINANCEIROS]	Fora do setor de transporte e mobilidade. Examina o impacto do desenvolvimento das fintechs sobre a regulação financeira no Reino Unido e Singapura
Wansley M.T.	2016	Regulation of emerging risks	Não possui <i>sandboxes</i> como um dos temas centrais. Discute a regulação de riscos emergentes em diferentes mercados, sem menção específica a <i>sandboxes</i> .
Zanatta R.A.F.; Kira B.	2018	Regulation of Uber in São Paulo: From conflict to regulatory experimentation	Não possui <i>sandboxes</i> como um dos temas centrais. Analisa a transição de soluções de conflito para experimentação regulatória no caso da regulação de Uber na cidade de São Paulo.
Zhang J.; Philipp D.P.; Claussen J.E.; Suski C.D.; Nguyen V.M.; Young N.;	2024	Analysis of Public Comments on Experimental Regulations for Protecting Black Bass during The Spawning Period in Eastern Ontario Reveals Both Stakeholder Acceptance and Skepticism	Fora do setor de transporte e mobilidade. Aborda a conservação de espécies de peixe (black bass) no Canadá e a regulação associada.

Lombardo J.; Cooke S.J.			
----------------------------	--	--	--

3 *SANDBOX* REGULATÓRIO NAS REPACTUAÇÕES DAS CONCESSÕES FEDERAIS DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES: O CASO DA RODOVIA ECO 101²⁹

3.1 Introdução

A regulação inteligente (*smart regulation*) é uma das mais importantes tendências das últimas décadas em termos de atuação do setor público em mercados regulados. Ela se caracteriza como uma forma de regulação pluralista em que diferentes instrumentos (autorregulação, corregulação, estratégias informacionais etc.) e agentes (governos, terceiro setor, associações comerciais, sindicatos, entre outros) são mobilizados e combinados, visando a alguma forma de controle social que gere melhores resultados para a sociedade do que o simples controle estatal ou o livre mercado (Gunningham; Sinclair, 2017).

Uma das mais recentes frentes no campo da regulação inteligente são os ambientes regulatórios experimentais (*sandboxes* regulatórios), uma forma de experimentalismo estruturado surgida em meados da década de 2010 no âmbito do mercado financeiro britânico e que vem se espalhando por diferentes países e setores. Sinteticamente, esse tipo de iniciativa governamental visa criar um ambiente de negócios mais favorável ao desenvolvimento de novas tecnologias e de processos por meio de uma regulação customizada, criada a partir de um experimento real controlado, em que um determinado número de firmas realiza suas operações com regras diferenciadas por tempo limitado e com menores riscos regulatórios (Markellos et al., 2024).

Seu âmbito de aplicação é, primordialmente, em áreas ou temas em que, cumulativamente: i) não é possível uma avaliação *ex ante* abrangente dos impactos regulatórios decorrentes de uma eventual mudança na regulamentação aplicável a determinada atividade; e ii) onde uma aplicação geral dessa nova regra de atuação possa gerar efeitos sistêmicos indesejáveis ou imprevisíveis (Bains; Wu, 2023). Portanto, abarca iniciativas que fogem, ainda que parcialmente, às tradicionais análises de impacto

²⁹ Texto original desenvolvido para esta tese e, posteriormente, publicado como Texto para Discussão do IPEA. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/entities/publication/288f8ccd-fb30-4c82-a581-551377183c9d>. Também publicado no Journal of Law and Regulation. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rdsr/article/view/60218>. Acessos em 08 de junho de 2026.

regulatório (AIR) e aos mecanismos de participação social (audiências e consultas públicas) utilizados atualmente na maior parte da regulação setorial do Brasil.

Naturalmente, esse tipo de iniciativa também traz suas próprias limitações e riscos, como se verá nas seções subsequentes, fator que revela a necessidade de análise cuidadosa em sua estruturação e aplicação prática. Ainda assim, vem sendo utilizada já há algum tempo pelos reguladores do mercado financeiro nacional e, mais recentemente, pela Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) em duas iniciativas, envolvendo empresas reguladas por contratos de concessão: o *sandbox free flow* (que permite a substituição das tradicionais praças de pedágio por pórticos de leitura em movimento) e o *sandbox* HS-WIM (que possibilita a pesagem de veículos de carga sem necessidade de parada nos postos de pesagem convencionais).

De outro lado, é importante observar que um novo fenômeno vem ganhando força em diversos setores da infraestrutura (e, em especial, no setor de rodovias). Trata-se de uma série de iniciativas que buscam realizar profundas alterações em contratos de concessão firmados ao longo da última década, em face das dificuldades no cumprimento de seu objeto por muitas das empresas concessionárias. Tais iniciativas, inéditas no arcabouço regulatório brasileiro, ocorreram a partir da emergência do chamado consensualismo administrativo e, institucionalmente, em função de inovações promovidas pelo Tribunal de Contas da União (TCU), tanto em sua estrutura como em seu entendimento acerca das possibilidades de mudança das bases contratuais estabelecidas (flexibilizando a vinculação ao instrumento convocatório dos leilões), abrindo, em particular, a possibilidade de novos padrões de equilíbrio econômico-financeiro e de repartição de riscos.

Trata-se de uma iniciativa com grande potencial de impacto sobre todo o setor, estimada pelo Ministério dos Transportes em R\$ 110 bilhões,³⁰ mas que enseja riscos específicos ligados à conhecida assimetria de informação entre regulado e regulador bem como riscos sistêmicos consideráveis, como a possibilidade de que os agentes passem a acumular novas situações de inadimplemento contratual em função da possibilidade de novas janelas de repactuações ou que a própria entrada no mercado sofra de seleção adversa dos investidores no momento dos leilões.

³⁰ Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/otimizacoes>. Acesso em: 23 out. 2024.

Diante desse cenário, definiu-se, já para uma das primeiras aprovações das chamadas repactuações (ou otimizações contratuais, seguindo a terminologia adotada pelo governo federal), a da Rodovia Eco 101, que, antes de produzirem qualquer efeito, os contratos remodelados deveriam ser primeiramente ofertados ao mercado, permanecendo o atual operador apenas em caso de sua vitória em um processo competitivo amplo, transparente e público, ainda que realizado pelos entes privados interessados (as atuais concessionárias), sob supervisão da agência reguladora setorial. Dado o ineditismo e a complexidade do mecanismo proposto, optou-se pela utilização de um *sandbox* regulatório para verificação da adequabilidade das regras propostas e da sua reprodutibilidade.

O presente artigo visa investigar em que medida um *sandbox* regulatório (do tipo *policy sandbox*, ou *sandbox* de política pública) pode ser utilizado nos processos de repactuação, analisando, em particular, a regulamentação da oferta desse novo contrato ao mercado no caso da concessão da Rodovia Eco 101, *leading case* do setor.

Nesse sentido, faz-se importante entender: o que é um *sandbox* regulatório e quais são os limites e condicionantes para o seu desenvolvimento? Qual é o desenho institucional que dá suporte à utilização do *sandbox* regulatório no Brasil e, em particular, no âmbito dos transportes terrestres? Como o *sandbox* está sendo utilizado no âmbito das repactuações, tendo em vista os riscos específicos e sistêmicos envolvidos na iniciativa? Qual seu potencial de contribuição para uma regra de repactuação estável e válida para todos os participantes do mercado?

De forma a responder às questões acima, este artigo está dividido em seis seções, além desta introdução. Na seção 2, é apresentada uma breve revisão da literatura sobre *sandbox* regulatório, contendo as principais abordagens da literatura acadêmica sobre o tema e as avaliações promovidas por organismos multilaterais. A seção 3 traz um breve relato do início da utilização do *sandbox* regulatório como instrumento de construção de política pública no Brasil. Por sua vez, a seção 4 dedica-se a apresentar o modelo normativo-institucional que dá base para o desenvolvimento do *sandbox* no setor de transportes terrestres. Em sequência, a seção 5 apresenta as repactuações – surgimento, escopo e riscos associados –, destacando como o mecanismo de mercado foi definido como principal forma de mitigação de riscos e de validação externa do processo de remodelação consensuada. A seção 6 discute o *sandbox* da repactuação do contrato da

concessão da rodovia BR-101/ES-BA, tal como foi efetivamente estruturado pela agência reguladora, avaliando em que medida as escolhas realizadas condicionam o potencial de sucesso da iniciativa. Por fim, a seção 7 traz as considerações finais acerca do tema, bem como possíveis desdobramentos.

3.2 *Sandbox* Regulatório: Uma Breve Revisão da Literatura

Esta seção apresenta uma breve revisão da literatura sobre *sandbox* regulatório estruturada em duas frentes: as principais abordagens acadêmicas desenvolvidas ao longo dos últimos anos sobre o tema e as avaliações promovidas por organismos multilaterais acerca das experiências e das práticas de *sandbox* em diferentes países. Visa-se, com isso, obter uma imagem mais clara sobre o que é um *sandbox* regulatório e sobre quais são os limites e os condicionantes para o seu desenvolvimento.

Antes, porém, de adentrar na revisão proposta, cabe notar que os *sandboxes* regulatórios surgiram como realidade fática antes de serem abarcados pela comunidade acadêmica especializada, muito em função de sua característica de resposta ao rápido desenvolvimento tecnológico do mercado financeiro (de onde é originário) e a consequente desconexão regulatória que se estabeleceu entre os normativos vigentes até então e os novos produtos e serviços que a tecnologia da informação estavam tornando possíveis (Rangel, 2022).

De fato, o *sandbox* regulatório, tal como entendido atualmente na literatura especializada, surgiu em 2015³¹ no âmbito do documento preparado pela Autoridade de Conduta Financeira (*Financial Conduct Authority* – FCA) do Reino Unido (FCA, 2015), em função dos resultados obtidos pelo primeiro ano de operação de seu Innovation Hub³² e das recomendações do Government Office for Science do Reino Unido para que houvesse maior integração entre reguladores, instituições financeiras, *fintechs* e academia (United Kingdom, 2015).

³¹. Vale ressaltar que, já em 2012, havia, ao menos, uma iniciativa da Agência de Proteção Financeira ao Consumidor dos Estados Unidos (*United States Consumer Financial Protection Bureau* – CFPB), chamado de Project Catalyst, com contornos semelhantes, mas sem a denominação de *sandbox* regulatório (Jenik; Lauer, 2017).

³². Project Innovate, originalmente desenhado para aumentar a competição e a oferta de produtos financeiros por meio do suporte ao desenvolvimento de produtos e de serviços inovadores que poderiam melhorar a experiência dos consumidores.

Especificamente, propôs-se a expansão do mecanismo original de incentivo à inovação por meio da introdução de um “*sandbox* regulatório”, que se constitui como “um espaço seguro no qual negócios possam testar produtos, modelos de negócios e mecanismos de entrega inovadores sem incorrerem em todas as exigências regulatórias padrão que essas atividades demandariam” (FCA (2015), tradução nossa). Já na oportunidade, foram delineadas questões fundamentais que deveriam ser enfrentadas na constituição do novo mecanismo: i) escolha das barreiras regulatórias que poderiam ser flexibilizadas; ii) salvaguardas que precisariam ser implementadas para proteção do sistema e de seus consumidores; e iii) arcabouço legal e mandatos institucionais que precisariam ser adaptados ou criados.

Interessantemente, pode-se observar que as publicações dos grandes organismos multilaterais relacionados ao tema das finanças e do desenvolvimento – como o Fundo Monetário Internacional (FMI), o Banco Mundial e a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) –, usualmente voltadas às melhores práticas de como implantar e operacionalizar iniciativas desse tipo, demoraram alguns anos para terem análises e manuais de maior envergadura acerca do tema.

Tal lacuna, porém, vem sendo progressivamente eliminada, à medida que a literatura internacional – e, em alguma medida, também a nacional – vem explorando o tema com progressivo interesse investigativo. Assim, a presente seção buscará apresentar um breve recorte das principais abordagens teóricas desenvolvidas ao longo dos últimos anos, as principais avaliações promovidas por organismos multilaterais acerca das experiências e das práticas desenvolvidas³³ e um breve relato das iniciativas brasileiras até o momento.

3.2.1 Literatura acadêmica em periódicos

Zetzsche et al. (2017), analisando as possíveis novas abordagens regulatórias frente à crescente inovação financeira que ocorreu após a crise financeira de 2008, coloca os *sandboxes* como uma forma de experimentalismo estruturado de criação de um ambiente de negócios, para que empresas testem produtos com menor risco de punição, mediante

³³ Optou-se por focar nas avaliações dos organismos internacionais pela sua amplitude de escopo (geralmente analisando-se diversas iniciativas simultaneamente) e disseminação entre governos e reguladores, em vez de estudos de caso individuais.

incorporação de salvaguardas exigidas pelo regulador em seus produtos ou processos, visando ao desenvolvimento de inovações competitivas no mercado. Os autores discorrem sobre algumas das vantagens do mecanismo – como a clareza acerca das condições de entrada e saída, a comunicação entre empresas e reguladores e a maior possibilidade de avaliação dos experimentos –, mas alertam, também, para seu caráter não escalável (dado o caráter analógico e *human-driven* do monitoramento), a possível falta de transparência para o mercado e para a sociedade e o desnivelamento das condições competitivas.

Allen (2019), partindo do direito administrativo e valendo-se da abordagem da nova teoria da governança e da regulação baseada em princípios, adota uma definição semelhante de *sandbox* à desenvolvida por (Zetzsche et al., 2017b), mas ressalta que o engajamento regulatório continuado (e a sinalização de abertura à inovação) é o que diferencia esse mecanismo de outras iniciativas regulatórias. Apresentando certo ceticismo em relação ao objetivo de promoção da inovação financeira (tendo em vista questões relativas aos direitos dos consumidores e à estabilidade do sistema), argumenta que os *sandboxes* deveriam ser utilizados para o teste de novas abordagens regulatórias em vista da inovação (e não ter a própria inovação como objetivo).

Knight & Mitchell (2020, p. 446), tradução nossa) definem *sandbox* regulatório como “um estado de exceção decretado dentro de um regime regulatório” que permite às empresas oferecerem produtos ou serviços, por um tempo limitado, a um número limitado de clientes, num ambiente regulamentar modificado, antes de oferecê-los, de forma mais ampla, à sociedade. Para tanto, as firmas recebem alguma combinação de redução da carga regulatória, limitação de responsabilidades, maior comunicação e aconselhamento dos reguladores bem como decisões regulatórias mais rápidas. O ponto central dos autores, porém, é que, ao fazer isso, os reguladores incorrem em diversos custos e riscos relacionados ao favorecimento de empresas e à distorção do mercado. Entre as possíveis medidas mitigadoras apontadas, destacam-se: i) estabelecimento de critérios amplos e objetivos para entrada no *sandbox*; ii) permissão para que terceiros supervisionem ou gerenciem a entrada no *sandbox*, para reduzir possíveis favorecimentos; iii) definição de termos e diretrizes claros para os *sandboxes* desde o início; e iv) publicação de relatórios detalhados dos achados dos *sandboxes* como forma de aumentar a transparência.

Crampes & Estache (2023), utilizando modelos desenvolvidos a partir da literatura da organização industrial, focam na importância do desenho do mecanismo para o resultado da política pública e ressaltam a necessidade de uma análise *ex ante* sistemática dos ganhos e das perdas de inovações que os *sandboxes* regulatórios testam. Em particular, os autores ressaltam que, como o *design* é frequentemente resultado de consultas com partes interessadas, isso pode levar a omissões importantes acerca dos *trade-offs* entre eficiência e equidade que cada desenho pode embutir.

Recentemente, Markellos et al. (2024) analisaram 199 casos de *sandboxes* em 92 países, visando entender o desenvolvimento do mecanismo ao redor do mundo. De fato, os autores apontam que, muitas vezes, as iniciativas tentam promover a inovação em oligopólios ou em monopólios em que restrições regulatórias ou a presença de incerteza limitam o impulso de inovar. Nesse sentido, os principais objetivos são (ou deveriam ser) informar os reguladores e beneficiar os consumidores, em vez de melhorar a vantagem competitiva de uma empresa específica. Para países em desenvolvimento, em que um dos principais problemas apontados pela literatura é a baixa confiança no cumprimento dos contratos – por exemplo, Guasch; Laffont & Straub (2008), e Guasch & Straub (2009) –, questão particularmente importante para os compromissos contratuais de longo prazo envolvendo reguladores e empresas de serviços públicos, seria necessário estabelecer um regime jurídico próprio do *sandbox* que conferisse um ambiente de confiança para que as iniciativas pudessem prosperar.

3.2.2 Literatura em documentos de organismos multilaterais

A despeito das controvérsias acadêmicas, a adoção dos *sandboxes* regulatórios cresceu rapidamente nos anos subsequentes à primeira experiência no Reino Unido em 2015. Dados do Banco Mundial indicam que, entre 2016 e 2020, foram criados, ao menos, 73 *fintech sandboxes* em 57 países, principalmente na Ásia e na Europa (Appaya; Gradstein; Haji, 2020).

Conforme análise da instituição, apesar de o intento dessas iniciativas ter sido, de forma recorrente, promover um ambiente regulatório dinâmico, baseado em evidências, que possibilitasse o teste de tecnologias emergentes, é possível identificar quatro

categorias de *sandboxes* com base nos objetivos específicos estabelecidos pelos reguladores, conforme a seguir descritos:

- (v) Focados na política pública (*policy-focused*): quando a iniciativa visa avaliar regulações ou políticas públicas específicas, identificando se o arcabouço proposto é adequado ao propósito estabelecido sob as condições de mercado existentes.
- (vi) Focados na inovação (*innovation or product-focused*): quando o regulador busca incentivar a inovação via redução do custo de entrada de novos modelos de negócios e de produtos em mercados regulados.
- (vii) Temáticos (*thematic sandboxes*): quando há um foco específico no desenvolvimento de uma tecnologia ou de um subsetor de determinada área.
- (viii) Transfronteiriços ou multijurisdicionais (*cross-border sandboxes*): quando o foco é o suporte à operação transfronteiriça de firmas, visando tanto à harmonização regulatória como à escalabilidade das iniciativas empresariais.

Em outro documento (World Bank, 2020), duas importantes questões de fundo para o sucesso desse tipo de iniciativa são destacadas. Primeiro, os *sandboxes* não devem substituir a construção de arcabouços regulatórios e jurídicos eficazes e permanentes, mas ajudar na sua construção. Depois, as iniciativas de inovação regulatória têm sido mais bem-sucedidas, quando alinhadas com o mandato do regulador e sustentadas por uma base jurídica sólida.

Em termos operacionais, podem-se destacar ainda três pilares de particular importância para o presente artigo (Jeník & Duff, 2020): i) a necessidade de uma clara identificação de uma demanda de mercado (no presente caso, a existência de um mercado secundário para concessões rodoviárias que estejam em processo de renegociação com o poder público); ii) o estabelecimento prévio dos resultados que se buscam alcançar com o *sandbox* (que pode ser a introdução de um mecanismo de venda assistida que gere transações bem sucedidas no mercado secundário e de acordo com parâmetros estabelecidos pelo poder público – um *sandbox policy-focused*, nos termos acima apresentados); e iii) a fixação de regras e de prazos para avaliação da viabilidade de admissão de novos participantes (que pode ser contínuo ou por janelas pré-definidas).

Por sua vez, a OCDE publicou, também em 2020, uma *policy note* acerca do papel dos *sandboxes* na promoção da flexibilidade e da inovação na era digital (Attrey; Leshner

& Lomax, 2020). Além de delinear as características básicas do instrumento e suas principais aplicações (inclusive em setores não financeiros, como energia, saúde, aviação e mobilidade urbana), a organização destacou diversos desafios que precisam ser endereçados, para a obtenção de um bom resultado.

Inicialmente, reconhece-se que toda inovação traz, por definição, riscos ainda não enfrentados ou previstos, sendo, portanto, imprescindível o estabelecimento de salvaguardas e de um sistema de gestão de *sandboxes* bastante rigoroso. Outro ponto relevante destacado pela instituição é que os *sandboxes* são, usualmente, de pequena escala, especialmente se comparados com a dimensão do mercado em que as empresas participantes do programa atuam, além da sua possibilidade de ampliação ser limitada, tanto em função das condições do mercado como dos recursos finitos que os reguladores dispõem para gerenciar esse tipo de iniciativa. Adicionalmente, o arcabouço legal que dá sustentação a essas iniciativas e o grau de liberdade dos reguladores em relação às condições especiais que podem ser oferecidas são componentes que precisam estar estabilizados e bem definidos.

Já considerando-se a abordagem do FMI, merece destaque a publicação de uma *fintech note* (Bains & Wu (2023) sobre arranjos institucionais voltados à regulação de inovações no mercado financeiro, com particular atenção ao monitoramento e à cobertura de riscos que as inovações podem trazer. Conforme análise realizada ao longo da nota, de acordo com o grau de inovação, do desenvolvimento do mercado e das condições do governo, podem-se utilizar diferentes arranjos institucionais para lidar com a inovação: estruturas de supervisão setorial existentes, *hubs* de inovação, *tech sprints* ou *sandboxes* regulatórios.

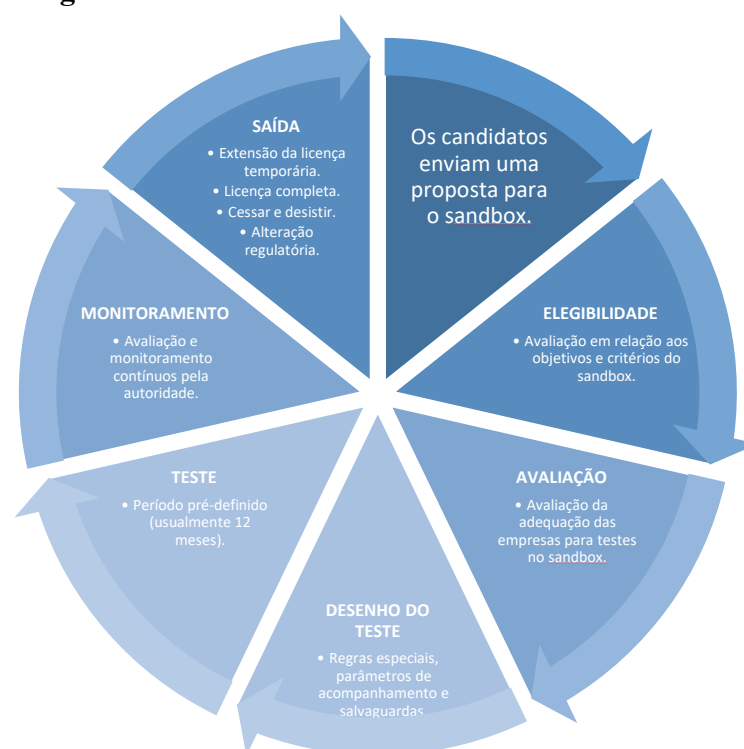
Nesse último caso, fazendo uso de uma classificação similar à do Banco Mundial, a nota destaca que os *policy sandboxes* podem se constituir em uma nova forma importante de conceber a regulação, pois pequenas alterações nos normativos são relativamente fáceis de testar, mas alterações maiores ou a criação de regulações mais customizadas podem ser mais difíceis de avaliar, mesmo na presença de boas práticas regulatórias de consulta pública e de análise de impacto regulatório (que são intensivos em recursos e em tempo).

Nesse sentido, as autoras destacam que a utilização dos *policy sandboxes* pode ser uma alternativa desejável, quando se precisa do teste prático de uma nova regulação,

desde que haja salvaguardas suficientemente estabelecidas. Em particular, pode-se requerer que as empresas participantes retenham reservas de capital significativas e planos de contingência e de liquidação robustos. Ao final do processo, as autoridades deveriam submeter a eventual proposta de alteração da regulação a uma consulta pública formal e as demais firmas do mercado deveriam poder fazer uso da nova regulamentação.

Por fim, em que pesem as variações que o tema adquire de acordo com a instituição, vale ressaltar que a leitura dos organismos internacionais sobre a utilização dos *sandboxes* regulatórios segue uma lógica razoavelmente estável e próxima aos princípios do *policy cycle*, com várias etapas distintas e sucessivas, cada uma com suas características e desafios específicos. A figura 1 sintetiza essa dinâmica.

Figura 3-1
Ciclo do *sandbox* regulatório



Fonte: World Bank (2020).
Elaboração do autor.

Assim, como se pode ver, o *sandbox* regulatório vem se constituindo como um dos temas mais relevantes no debate sobre inovação, legislação, questões regulatórias e política pública, sendo um instrumento utilizado por diversos reguladores ao redor do mundo para diminuição do *gap* entre os normativos estabelecidos e as realidades

emergentes em cada setor. Todavia, como também os textos analisados revelam, não é uma panaceia, sendo necessário haver clareza sobre os objetivos que se quer alcançar com sua utilização (normalmente ligados à alteração ou à produção de uma nova regulação válida para todo o mercado), sobre seus condicionantes (com requisitos particularmente sensíveis de objetividade e de transparência), sobre riscos intrínsecos (desnívelamento das condições de mercado e favorecimento de empresas específicas), além do devido mandato legal e institucional dos agentes públicos envolvidos.

3.3 Política de *Sandbox* Regulatório no Brasil: Breves Considerações sobre Experiências no Setor Financeiro

Apresentada a revisão da literatura com os temas mais relevantes para a análise aqui proposta, esta seção traz o início da utilização do *sandbox* regulatório como instrumento de construção de política pública no Brasil. Trata-se de um marco relevante, pois marcou a tropicalização desse instrumento para a realidade nacional (com suas peculiaridades legais e institucionais) e definiu diretrizes que depois seriam seguidas, em maior ou menor grau, nos demais setores regulados pelo Estado.

No Brasil, o marco fundamental para utilização do *sandbox* como instrumento de política pública ocorreu em 2019 com a publicação, pelo Laboratório de Inovação Financeira (LAB) – projeto envolvendo a Associação Brasileira de Desenvolvimento (ABDE), o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e a Comissão de Valores Mobiliários (CVM) –, de um documento intitulado *Diretrizes gerais para constituição de sandbox regulatório no âmbito do mercado financeiro brasileiro* (LAB, 2019), contendo os principais elementos que poderiam ser adotados pelos reguladores financeiros brasileiros para criação de seus *sandboxes*.

Pouco depois, um comunicado conjunto da Secretaria Especial de Fazenda do Ministério da Economia (SEF/ME), do Banco Central do Brasil (BACEN), da Comissão de Valores Mobiliários (CVM) e da Superintendência de Seguros Privados (Susep) tornou pública a intenção dessas instituições de implantar o *sandbox* regulatório no Brasil (Brasil, 2019). Conforme exposto pelos órgãos, o cenário de rápidas transformações do setor financeiro impunha aos reguladores o desafio de atuar com flexibilidade para adaptar suas regulamentações à nova realidade do país e do mundo, mantendo padrões

elevados de segurança jurídica, de proteção ao cliente/investidor e de eficiência dos mercados.

De fato, as primeiras experiências brasileiras com *sandboxes* regulatórios foram dos reguladores do sistema financeiro nacional (Susep, CVM e BACEN), e apresentaram muitas semelhanças em sua estrutura e organização, já que, além de áreas de atuação próximas (e potencialmente sobrepostas, dadas as novas tecnologias), absorveram boa parte das diretrizes estabelecidas pelo Laboratório de Inovação Financeira em seus próprios regulamentos.

A Resolução Susep nº 381, de 4 de março de 2020 (SUSEP, 2020), trouxe o primeiro normativo de ambiente regulatório experimental do país.³⁴ Algumas características, para os propósitos do presente artigo, merecem destaque: i) definição de condições especiais, limitadas, exclusivas e por prazo limitado, de acordo com editais específicos; ii) exigência de um capital de risco específico que os participantes deveriam manter para garantir os riscos inerentes à operação objeto do *sandbox*; iii) estabelecimento de parâmetros de elegibilidade para a seleção dos participantes no *sandbox* regulatório (entre eles, apresentar plano de negócios); iv) necessidade de manutenção de sistemas de informação para registro e para guarda das informações das operações; e v) possibilidade de cancelamento sumário da autorização ou de suspensão da comercialização dos planos de seguros, com imediata interrupção das operações e saída do mercado, em caso de descumprimento das normas.

Por sua vez, o Banco Central do Brasil (BCB)³⁵ editou a Resolução nº 29, de 26 de outubro de 2020 (BCB, 2020), estabelecendo as diretrizes gerais para a utilização do *sandbox* em sua esfera de competência. De particular importância para o objeto aqui tratado é a explicitação, no normativo, de que a operacionalização das iniciativas ocorreria por ciclos com duração determinada pela instituição (mas limitadas a até dois anos, já contando com possíveis prorrogações), com número máximo de participantes em razão da capacidade operacional da autarquia.

³⁴ A iniciativa da Susep já conta com duas edições, sendo que, na primeira, oito projetos foram selecionados para participar do *Sandbox* e, na segunda, dez, conforme informação disponível em: <https://www.gov.br/susep/pt-br/arquivos/arquivos-sandbox/sandbox-regulatorio>.

³⁵ A iniciativa do BCB contou com sete projetos selecionados no 1º ciclo, conforme informação disponível em: <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/sandbox>.

Naturalmente, considerando essa limitação, o normativo traz a previsão de classificação dos projetos conforme: i) prioridades estratégicas definidas pelo BCB; ii) maturidade do projeto inovador; iii) natureza e magnitude dos riscos inerentes ao projeto; e iv) capacidade técnico-operacional e estrutura de governança da entidade interessada. Vale ressaltar que as prioridades estratégicas são estabelecidas por resolução referente a cada ciclo iniciado, o que permite que sejam adaptadas à evolução do mercado e às exigências específicas que surjam, à medida que novas tecnologias ou processos emergjam.

Já no âmbito da CVM, a Instrução CVM nº 626, de 2020 – posteriormente revogada pela Resolução nº 29, de 11 de maio de 2021 (CVM, 2021) – deu as bases para o início do *sandbox* no mercado de capitais.³⁶ Além das definições e das delimitações de praxe, merecem destaque as características de criação do Comitê de *Sandbox*, que, além de se constituir como grupo responsável pela condução das atividades específicas relacionadas ao *sandbox* regulatório, tem a competência de estabelecer procedimentos complementares ao normativo e de interagir com terceiros – tais como universidades, pesquisadores, entidades representativas e associações –, para analisar as propostas dos interessados em participar do *sandbox*, fator que ajuda a contornar, em parte, o grande leque de conhecimentos e de recursos humanos necessários dos reguladores nesse tipo de iniciativa.

Por fim, um item que merece destaque na regulamentação da CVM é a obrigação de que os interessados em participar do *sandbox* indiquem, de forma fundamentada, as dispensas de requisitos regulatórios pretendidas para o desenvolvimento da atividade pleiteada, bem como façam o envio de sugestões de condições, limites e salvaguardas que podem ser estabelecidos pela CVM. Portanto, em vez de definir, *ex ante*, o que pode ser flexibilizado e quais medidas prudenciais devem ser adotadas, a abordagem permite que as demandas de mercado informem os contornos do próprio *sandbox* (sujeitos à aprovação do órgão regulador), propiciando uma flexibilidade regulatória mais abrangente.

³⁶ A iniciativa da CVM conta com quatro autorizações publicadas para seu *sandbox* (todas de outubro de 2021), conforme informação disponível em: <https://www.gov.br/cvm/pt-br/assuntos/normas/sandbox-regulatorio>.

3.4 Política de *Sandbox* Regulatório no Setor de Transportes Terrestres do Brasil

Uma vez estabelecido no setor financeiro, o *sandbox* regulatório começou a ser estruturado em outros campos no Brasil. Um marco importante que facilitou esse processo foi a edição da Lei Complementar nº 182/2021 (BRASIL, 2021), que previu, em seu art. 11, que os órgãos responsáveis pela regulamentação setorial poderiam, “no âmbito de programas de ambiente regulatório experimental (*sandbox* regulatório), afastar a incidência de normas sob sua competência em relação à entidade regulada ou aos grupos de entidades reguladas” (Brasil, 2021). Tal previsão legal, ainda que não fosse absolutamente necessária (haja vista que as iniciativas no setor financeiro já estavam em curso), conferiu maior segurança jurídica aos processos e estabeleceu, com clareza, sua possibilidade de adoção em diferentes setores da economia³⁷.

Na regulação da infraestrutura, o mecanismo já encontra algumas aplicações, como no caso da energia, que conta com experiências de *sandboxes* tarifários no âmbito da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL)³⁸; do setor de águas e saneamento, em que foi aprovada a Resolução ANA nº 175, de 9 de janeiro de 2024 (ANA, 2024), que regulamenta o *Sandbox* Regulatório para a Outorga com gestão de Garantia e Prioridade (OGP) nos rios de domínio da União da bacia do rio Bezerra; e de telecomunicações, que tem, atualmente, três projetos em andamento na ANATEL³⁹. Em todos esses casos, porém, as agências optaram por realizar essas iniciativas sem uma regulamentação específica que disciplinasse, de maneira ampla, a utilização de *sandboxes* em suas respectivas áreas de atuação⁴⁰.

No setor de infraestrutura de transportes, a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) realizou, por meio da Consulta Pública nº 04/2024⁴¹, um processo de consulta para elaboração de uma norma geral sobre *sandboxes* regulatórios na aviação civil.

³⁷ Apesar disso, oportuno ponderar que a utilização do Marco Legal das Startups como fundamento para os *sandboxes* de infraestrutura pode acabar distanciando o instrumento de seu conceito teórico original, dado que o foco da referida lei é o incentivo a empresas emergentes de base tecnológica rápida.

³⁸ Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/empreendedores/sandboxes-tarifarios/regulamentacao-e-governanca>

³⁹ Disponível em: <https://www.gov.br/anatel/pt-br/regulado/agenda-regulatoria/sandbox-regulatorio>.

⁴⁰ Vale notar que, por meio da Resolução Normativa (REN) nº 966, de 14 de dezembro de 2021, a Aneel regulamentou o desenvolvimento e aplicação de projetos-piloto que envolvam faturamento diferenciado pelas concessionárias e permissionárias de serviço público de distribuição de energia elétrica, denominados de *sandboxes* tarifários.

⁴¹ Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/consultas-publicas/consultas-publicas-encerradas/consultas-publicas-encerradas-de-2024>

Entretanto, até o final de 2024, não havia sido publicada uma definição quanto ao normativo final. De forma semelhante, a Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ) iniciou, em novembro de 2024, a Tomada de Subsídios nº 02/2024-SRG⁴², com o objetivo de coletar contribuições para a formulação de sua proposta de normativa para um *sandbox* regulatório. Contudo, também não havia definição conclusiva sobre o normativo ao término do referido período.

Por sua vez, a regulação dos transportes terrestres já tem regulamento próprio e específico desde 2022. De fato, a ANTT publicou a Resolução nº 5.999, de 3 de novembro de 2022 (ANTT, 2022a), que deu as bases para a constituição e para o funcionamento dos ambientes regulatórios experimentais nos transportes terrestres, abarcando tanto a infraestrutura (rodovias ou ferrovias) como os serviços associados. Atualmente, dois projetos estão em andamento (além das iniciativas das repactuações, tratadas na seção subsequente): o pedágio eletrônico (*free flow*) e a pesagem em alta velocidade (*high speed weigh-in-motion* – HS-WIM).

A presente seção apresentará os contornos fundamentais da Resolução nº 5.999/2022 da ANTT, bem como a estruturação das primeiras experiências da agência com o tema e as lições derivadas do monitoramento que já puderam ser extraídas pelo regulador que, potencialmente, poderiam ser utilizadas em um *policy sandbox* voltado para a repactuação dos contratos de concessão.

3.4.1 Resolução ANTT nº 5.999/2022

Tendo sido publicada no final de 2022, a resolução da ANTT incorpora diversos elementos dos normativos do setor financeiro, bem como aspectos trazidos pela literatura especializada produzida nos últimos anos, como fica claro no *Relatório preliminar de análise de impacto regulatório sobre o sandbox regulatório da ANTT* (ANTT, 2021), utilizado no âmbito da Audiência Pública nº 2/2022 da Agência. Em particular, é relevante notar a opção do regulador por um normativo que abarcasse tanto o teste de produtos ou serviços inovadores quanto a experimentação de soluções regulatórias

⁴² Disponível em: <https://www.gov.br/antag/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/tomada-de-subsidio-1/arquivos-tomada/tomada-de-subsidios-no-02-2024-srg>

inovadoras, em linha com os diversos tipos de *sandbox* identificados pela literatura no âmbito internacional (Appaya; Gradstein & Haji, 2020).

De fato, *sandbox* regulatório é definido, no normativo, como “condições especiais, limitadas e exclusivas, a serem cumpridas por pessoas jurídicas de direito privado, por prazo limitado” (art. 2º, inciso I). Por sua vez, solução regulatória é definida como um “experimento para solucionar ou mitigar problemas regulatórios que demandem algum tipo de teste para avaliação de sua viabilidade” (art. 2º, inciso X), tendo seu aspecto inovador relacionado ao fato de essa solução ainda não ser oferecida à sociedade, ou oferecida “com arranjo diverso do que esteja em vigor no setor de transportes terrestres” (art. 2º, inciso VI, alínea a). Trata-se, portanto, de um instrumento (que, como visto, é intensivo em recursos para o regulador) voltado para alterações mais significativas nos normativos do setor e de difícil antecipação ou mapeamento de todos os seus efeitos, em linha com as considerações já referenciadas de Bains & Wu (2023).

De forma a permitir soluções mais customizadas, a resolução permite que a ANTT constitua comissões de *sandbox* especiais ou temáticas conforme especificidades do projeto inovador (art. 2º, § 2º) e, até mesmo, convoque empresa específica já atuante no setor de transportes terrestres, dispensando o processo regular de seleção de projetos para o *sandbox* regulatório (art. 17, parágrafo único), que, normalmente, exige que o objeto do ambiente experimental (seja ele produto, serviço ou solução regulatória) já esteja presente na Agenda Regulatória ou no Planejamento Estratégico da Agência (art. 2º, § 6º). De um lado, tais dispositivos trazem grande flexibilidade à Agência, em linha com algumas iniciativas do próprio mercado brasileiro, havendo, porém, a possibilidade de perda de transparência, previsibilidade e, no limite, de eficiência, conforme destacado por diversos autores da área.

De fato, vale ressaltar que Knight & Mitchell (2020), ao analisarem o risco de as iniciativas de *sandbox* se tornarem fonte de privilégios (no lugar de promover inovação e eficiência na indústria), alertam que “os critérios de entrada representam um ponto de inflexão importante para o risco de que o *sandbox* se torne uma fonte de vantagem regulatória indevida, porque um conjunto de critérios excessivamente exclusivos tornará mais provável que o *sandbox* não atenda ao mercado relevante e estenda seus benefícios

de forma muito restrita” (Knight & Mitchell, 2020, p. 454, tradução nossa).⁴³ Outros autores, também já referenciados, apesar de não tratarem exclusivamente dos mecanismos de admissão, ressaltam a importância do estabelecimento *ex ante* das regras do jogo para atingimento de resultados satisfatórios, ao afirmarem que “os *sandboxes* fornecerão uma solução prática e segura, em particular, se puderem ser utilizadas *ex ante*, para aumentar a transparência dos possíveis resultados de novas decisões regulatórias em contextos em que seja necessário melhorar a responsabilização por essas decisões” (Crampes; Estache, 2023, p. 21, tradução nossa).⁴⁴

Segundo a resolução, o edital de participação no *sandbox* (específico para cada objeto ou tema) deve trazer, entre outros elementos jurídicos e procedimentais, o mercado ou o segmento-alvo de atuação, as regras a serem afastadas, a região de atuação, os limites operacionais e as informações que a ANTT entenda necessárias para o monitoramento do ambiente regulatório experimental (art. 3º, inciso V). O normativo estabelece ainda que só serão admitidas no processo pessoas jurídicas que exerçam atividades outorgadas por concessão, permissão ou autorização pela ANTT ou consórcio de empresas associadas à empresa regulada, delimitação relevante para manter as eventuais iniciativas dentro do mandato institucional da agência e para possibilitar a promoção de um ambiente jurídico mais bem definido, fatores que, como visto, são basilares para a constituição dos *sandboxes* (FCA, 2015; Markellos et al., 2024; World Bank, 2020).

Dada a variedade de potenciais iniciativas que podem ser objeto dos *sandboxes* regulatórios, a resolução traz a possibilidade de a comissão de *sandbox* interagir com terceiros – tais como universidades, pesquisadores, entidades representativas e associações –, para auxílio na análise das propostas (art. 15). De fato, essa interação está em linha com aquela defendida por alguns autores para diminuição das assimetrias e dos desnivelamentos das condições de mercado, como Knight e Mitchell (2020), e tem o potencial de diminuir o nível de exigência sobre os recursos escassos da agência, problema presente em diversas jurisdições (Attrey; Leshner & Lomax, 2020).

⁴³ No texto original: “Entry criteria present an important inflection point for the risk that the sandbox will become a source for undue regulatory advantage, because an excessively exclusory set of criteria will make it more likely that the sandbox will underserve the relevant market and extend its benefits too narrowly”.

⁴⁴ No texto original: “sandboxes will provide a safe hands-on solution, in particular if they can be used *ex ante* to increase the transparency of the possible outcomes of new regulatory decisions in contexts in which there is a need to improve accountability for these decisions”.

Adicionalmente, vale notar que essa possibilidade já está explicitamente presente, como visto, em normativos do mercado financeiro nacional (CVM, 2021).

De particular importância para o tema aqui tratado é a previsão de que, no caso de agentes setoriais com relação contratual com a ANTT (como as concessionárias de rodovias), deve ser celebrado aditivo contratual de efeitos temporários com regramento específico de alteração do contrato de concessão original, bem como eventuais repercussões na matriz de risco e no equilíbrio econômico-financeiro do contrato (art. 18, § 5º). Essa disposição não encontra paralelo nas demais propostas de *sandboxes* regulatórios no setor de infraestrutura no Brasil⁴⁵ e, como se verá na seção subsequente, esse dispositivo traz importantes consequências sobre os incentivos à participação das empresas no *sandbox*, dadas as características de monopólio regulado do mercado em questão.

Por fim, um aspecto especialmente relevante para a regulação setorial é que, no caso de um encerramento bem-sucedido do *sandbox* regulatório, com aprovação das mudanças temporariamente implementadas, haverá regulamentação definitiva da matéria (art. 22, inciso IV). Isso vai ao encontro da recomendação do Banco Mundial, já exposta na seção anterior, de que os *sandboxes* não devem substituir a construção de arcabouços regulatórios e jurídicos eficazes e permanentes, mas, sim, ajudar na sua construção, propiciando a manutenção de condições isonômicas de competição no mercado.

3.4.2 *Sandbox free flow*

3.4.2.1 Desenho e implementação da política

A primeira experiência de *sandbox* nos transportes terrestres começou antes mesmo da publicação da Resolução nº 5.999/2022, com o estabelecimento, ainda em setembro de 2022, de um grupo de trabalho (ANTT, 2022b), para atuar no estudo e na implantação de um sistema de livre passagem (*free flow*), em trecho da BR-101 administrado pela

⁴⁵ Considerando as agências que optaram pela edição de um regulamento geral para o mecanismo, a proposta da ANAC diz apenas que o *termo específico de admissão* trará as regulamentações a serem afastadas, função semelhante ao *termo de adesão* do normativo proposto pela ANTAQ. Em ambos os casos, porém, não há previsão explícita da necessidade de aditivo contratual de efeitos temporários.

Concessionária CCR RioSP, através de um *sandbox* regulatório a ser iniciado pela agência em fevereiro do ano subsequente, com prazo de vigência inicial de 24 meses.

De forma a estruturar melhor a iniciativa e já sob o amparo do normativo aplicável aos *sandboxes* no âmbito da ANTT, foram editados o Aditivo Contratual nº 3 (ANTT, 2023c) e o Termo de Referência de Ambiente Regulatório Experimental nº 001/Surod/2023-ANTT (ANTT, 2023a). Conjuntamente, eles materializaram as disposições contidas na Resolução nº 5.999/2022 e deram contornos específicos a um *sandbox* que tem como característica essencial ser realizado com uma empresa regulada por contrato de concessão. Nesse sentido, cabe notar, também, a aplicação da faculdade de dispensar a concessionária da rodovia do processo de seleção previsto nos normativos, tanto em função da especificidade do objeto, como do fato de a iniciativa ter partido da própria empresa.

Definiu-se que o teste do novo serviço de pedagiamento eletrônico ocorreria por meio da substituição das três praças de pedágio físicas previstas originalmente no contrato de concessão para o trecho que interliga a cidade do Rio de Janeiro – no entroncamento com a BR-465/RJ-095 – com a Praia Grande, em Ubatuba-SP, por pórticos de cobrança automática do sistema de fluxo livre. Ademais, foram estabelecidos objetivos específicos para o *sandbox*: i) ofertar mais segurança de tráfego; ii) melhorar a experiência com sistema de cobrança; iii) promover a inovação tecnológica da infraestrutura; iv) aumentar a eficiência na prestação dos serviços; e v) coletar evidências para melhoria regulatória e para expansão dos serviços.

Uma das diretrizes mais relevantes do termo de referência é a manutenção do equilíbrio econômico-financeiro do contrato de concessão, em face dos elementos trazidos pela nova modalidade de cobrança, tais como inadimplência, evasão e alteração dos investimentos (cláusula 5.1.4). Para além do compartilhamento e das regulares trocas de informação já previstas para os *sandboxes*, ficou estabelecido o envio, para a ANTT, dos dados relativos ao tráfego nos pedágios eletrônicos e dos valores detalhados de despesas de capital (*capital expenditure* – Capex) e de despesas operacionais (*operational expenditure* – Opex) do teste do *sandbox* (cláusula 5.2.6). Adicionalmente, previu-se a realização de um estudo para aumento/diminuição da base de arrecadação (cláusula 19.1.1), fator com grande potencial de alteração das receitas e, conseqüentemente, do próprio equilíbrio contratual.

Apesar da diretriz de manutenção do equilíbrio econômico-financeiro, é interessante notar que o aditivo contratual celebrado traz, em sua cláusula 2.2, a inaplicabilidade, para o *sandbox*, da cláusula 22.2.16 do contrato de concessão original, que estabelece que os eventuais impactos positivos ou negativos da implementação de um sistema de *free flow*, “inclusive o comprovado aumento de receita e de evasão decorrente da implantação desta modalidade” seriam riscos do poder concedente, o que faria com que, do ponto de vista da concessionária, não houvesse ganhos financeiros em adotar o sistema, supondo que os demais componentes de custos (Capex e Opex) também fossem reequilibrados.

Outro aspecto que merece destaque é em relação ao monitoramento dos riscos e à sua repartição no âmbito do *sandbox*, especialmente em seus aspectos relacionados à evasão, ao inadimplemento e à fraude. De fato, o termo de referência estabelece a efetividade da cobrança, os eventos de fraude, a inadimplência, o tempo médio de pagamento, entre outros, como indicadores a serem monitorados durante o *sandbox* (cláusula 19). Por sua vez, o aditivo contratual estabelece que o risco acumulado dos eventos relacionados à evasão, ao inadimplemento e à fraude devem ser compartilhados em 50% com o poder concedente, se superados certos limites pré-estabelecidos em uma razão inversa ao tempo de operação do *free flow* (cláusula 3.2.3).

Em todo caso, considerando-se as aludidas disposições sobre equilíbrio econômico-financeiro e matriz de risco, é importante ter em conta que a adoção do sistema de *free flow* implica, em princípio, um aumento da base de pagantes, mas, ao mesmo tempo, uma redução da extensão de cobertura das praças de pedágio, fazendo com que o efeito líquido sobre a receita não seja inequívoco, com o resultado ficando em função das características de cada sistema rodoviário. Assim, o eventual incentivo em adotar a nova tecnologia pode sofrer influência da forma com que a ANTT efetivamente faça essa regulação.

Sobre as obrigações gerais exceptuadas ou suspensas durante a vigência do *sandbox*, destacam-se, naturalmente, aquelas relativas à implantação da infraestrutura e dos sistemas das praças de pedágio originalmente previstas (cláusula 4.1 do Aditivo Contratual). Por outro lado, foram incluídas diversas obrigações de informação aos usuários da rodovia sobre o funcionamento do novo mecanismo de cobrança, sobre

valores e isenções, sobre formas de pagamento e sobre resolução de controvérsias (cláusula 10 do Termo de Referência).

3.4.2.2 Monitoramento e avaliação da política

Seguindo as diretrizes da Resolução nº 5.999/2022, o monitoramento das ações desenvolvidas no âmbito do experimento regulatório é compartilhado pela unidade organizacional competente (no caso do *free flow*, a Superintendência de Infraestrutura Rodoviária – Surod) e uma comissão composta por funcionários de diferentes áreas da ANTT especialmente designada para esse fim (ANTT, 2023b).

O *Relatório da comissão do sandbox regulatório: primeiro ano da implementação do experimento regulatório sistema de livre passagem – free flow na BR-101* (ANTT, 2025c), constante no Processo Público SEI nº 50500.055984/2023-06, analisou o primeiro ano de funcionamento do *sandbox free flow*, com base nos dados coletados de março de 2023 a março de 2024 e após a realização de 12 reuniões entre a comissão do *sandbox* e os representantes da concessionária.

Logo em primeiro plano, a análise dos índices técnicos de *performance* definidos no plano de trabalho revelou uma elevada eficácia dos equipamentos utilizados nos pórticos de cobrança automática do sistema de fluxo livre. De fato, observou-se que a taxa de detecção de veículos teve uma eficácia de 99,97% durante o período de março de 2023 a março de 2024, com outros índices técnicos também próximos de 100%, especialmente após os primeiros meses de implantação do sistema, como a taxa de classificação de veículos (99,95%), a taxa de correlação entre etiqueta eletrônica (TAG) e veículo (100%) e a taxa de êxito de identificação de sentido de tráfego (100%).

Em sequência, há observações acerca do nível de pagamentos, fonte de grande preocupação do mercado regulado acerca da forma de aferição das receitas e dos riscos advindos do não pagamento por usuários. De forma a tornar as informações mais precisas, a comissão optou por fazer uma diferenciação entre impontualidade e inadimplência, sendo que a primeira trata do não pagamento até o 15º dia da passagem pelo pórtico e a segunda, a partir do 15º dia. Dessa forma, o usuário só passa a ter débito com a concessionária a partir do 15º dia.

Conforme os dados levantados, as impontualidades passaram de 28% a 13%, de março de 2023 a março de 2024. Já a inadimplência saiu do patamar de 12,49% para 9,95%, no mesmo período. Em ambos os casos, observou-se uma melhoria no comportamento do usuário frente ao cumprimento do pagamento pelo uso do serviço. Complementarmente, ressalta-se que, em 89% dos casos de inadimplência, os usuários realizam o pagamento até o 30º dia.

Em decorrência desses achados, o relatório sugeriu que o Contran alterasse o prazo para pagamento da tarifa de pedágio de 15 para 30 dias, o qual constava na Resolução Contran nº 984, de 15 dezembro de 2022. De acordo com a comissão do *sandbox*, isso seria salutar à concessionária, pois diminuiria seus custos, na medida em que também reduziria a quantidade de vezes em que teria que agir para obter o pagamento.⁴⁶

Outro aspecto ressaltado pelo relatório foi a necessidade de apresentação de informações mais claras e adequadas ao consumidor por parte da concessionária, tendo em vista se tratar de inovação tecnológica que abarca mudança cultural na forma de pagamento. De fato, analisando-se os dados de reclamações junto ao *consumidor.gov.br* (principal mecanismo não judicial de resolução de conflitos consumeristas previsto pelo termo de referência firmado), verificou-se um aumento na reclamação *cobrança de valores não previstos/não informados (multa/encargo/etc.)*, a qual saiu de 13,83%, entre março e dezembro de 2023, para 15,19%, entre janeiro e março de 2024, dos relatos no *site* e na *dificuldade para efetuar o pagamento na praça de pedágio/pórtico*, que saiu de 8,51% para 21,52%, no mesmo período⁴⁷.

Como externalidades positivas do sistema de *free flow*, apresentaram-se dados de melhoria de segurança viária e de intervenções ambientais. Nesse sentido, na comparação dos dados de acidentes a 100 metros das praças de pedágio da BR-116 em relação àqueles a 100 metros dos pórticos da BR-101: na primeira, há uma média de 1 acidente a cada 873 mil passagens e, na segunda, há uma média de 1 acidente a cada 2,4 milhão de passagens. Em termos ambientais, a área de intervenção territorial para instalar pórticos

⁴⁶ De fato, essa alteração foi concretizada por meio da Resolução Contran nº 1.013, de 14 de outubro de 2024.

⁴⁷ Oportuno mencionar como a ausência de uma visão de aprendizagem colaborativa impacta a implementação prática do instrumento. No caso do *Free Flow*, por exemplo, nota-se que o usuário final integra o experimento, mas sua percepção é colhida de forma indireta.

é menor do que aquela necessária para praças de pedágio e, por isso, há uma redução total de áreas com intervenção de 7,548 hectares para 0,694 hectare.

Por fim, pode-se destacar dois desdobramentos da experiência do *sandbox free flow*. Primeiro, com base nos resultados colhidos, a ANTT formulou uma minuta de resolução válida para todos os participantes do mercado (ANTT, 2024d) e a sua diretoria aprovou a abertura da Audiência Pública nº 10/2024, de 9 de dezembro a 24 de janeiro de 2025, para colher subsídios para edição definitiva da matéria. Outro desdobramento da experiência do *sandbox free flow* foi a aprovação de uma minuta referencial de termo aditivo para substituição de praças de pedágio por pedágio eletrônico ajustável, para atender a peculiaridades de cada contrato de concessão (ANTT, 2025a).

Uma análise pormenorizada do teor desses normativos está além do escopo deste artigo, mas nota-se considerável similaridade com alguns mecanismos em vigor bem como um detalhamento maior de pontos identificados como de maior sensibilidade na experiência do *sandbox*. Em particular, um aspecto que chama a atenção é a mudança em relação à repartição dos riscos de operação do novo sistema: na minuta aprovada pela Diretoria da ANTT, o poder público passou a ser responsável por 90% dos impactos sobre a receita tarifária decorrentes de evasão ou de não pagamento.

3.4.3 *Sandbox HS-WIM*

3.4.3.1 Desenho e implementação da política

A segunda experiência de *sandbox* nos transportes terrestres está sendo realizada no trecho da Concessionária Ecovias do Cerrado, BRs 364 e 365, que liga Uberlândia-MG a Jataí-GO, e tem como objeto a pesagem de veículos na velocidade diretriz da via, sem o uso da chamada balança lenta. Conforme informado pela ANTT, originalmente, o contrato de concessão dessas rodovias previa a construção de quatro postos de pesagem veicular (PPVs), mas, com a introdução do ambiente experimental regulatório, viabilizou-se a substituição, por período determinado, dos PPVs pelo sistema HS-WIM (*high speed weigh-in-motion*) “para fins de testes do novo sistema e futura decisão quanto à troca definitiva dos PPVs pelo sistema HS-WIM, com a compensação das devidas economias refletidas em modicidade tarifária aos usuários” (ANTT, 2024f).

Da mesma forma que no *sandbox freeflow*, foram editados um Termo de Referência de Ambiente Regulatório Experimental (ANTT, 2023d) e um Aditivo Contratual (ANTT, 2023d). Conjuntamente, eles materializaram as disposições contidas na Resolução nº 5.999/2022 e deram contornos específicos a um *sandbox* que tem como característica essencial ser realizado com uma empresa regulada por contrato de concessão. Também no presente caso, houve a aplicação da faculdade de dispensar a concessionária da rodovia do processo de seleção previsto nos normativos, tanto em função da especificidade do objeto como do fato de a iniciativa ter partido da própria empresa.

Definiu-se que o teste do novo sistema HS-WIM ocorreria por meio da substituição de quatro postos de PPVs com balanças lentas – previstos originalmente no contrato de concessão para o trecho que interliga Uberlândia-MG a Jataí-GO – por pórticos implantados sobre todas as faixas da rodovia em quatro pontos do trecho definido. Diferentemente da experiência do *free flow*, o termo de referência não explicita os objetivos da iniciativa, mas a página desse *sandbox* na ANTT traz como motivação os problemas de degradação da segurança viária decorrentes do excesso de peso; o desgaste prematuro de pavimentos e de obras de arte especiais (pontes e viadutos); além da disparidade concorrencial entre transportadores (já que parte das consequências do excesso de peso é enfrentada pelos demais usuários da rodovia – uma externalidade negativa) (ANTT, 2024g).

Uma das diretrizes mais relevantes do termo de referência é a manutenção do equilíbrio econômico-financeiro do contrato de concessão, em face dos elementos trazidos pela nova modalidade de pesagem veicular em movimento (cláusula 5.1.4). No caso desse *sandbox*, não há impacto direto sobre as receitas da concessão (salvo um eventual aumento na quantidade de veículos de carga em função de uma maior observância do limite de peso transportado por cada caminhão), mas sobre os custos. Assim, para além do compartilhamento e das regulares trocas de informação já previstas para os *sandboxes*, ficou estabelecido o envio, para a ANTT, de relatórios detalhados com elementos de custo-benefício em relação aos PPVs físicos e à nova tecnologia proposta (cláusula 5.2.8). Adicionalmente, previu-se a realização de um estudo de redistribuição dos pontos de fiscalização em eventuais novos pontos de pesagem, incluindo avaliação de fugas (cláusula 17.1.4).

Caso o projeto se mostre viável (o *sandbox* tem prazo de 24 meses, prorrogáveis por outros 12), o termo aditivo prevê a realização de um reequilíbrio econômico-financeiro mediante a apuração dos custos operacionais (Opex) e dos valores de investimentos (Capex) decorrentes da implantação da nova tecnologia até o fim da concessão, bem como o desconto dos efeitos decorrentes da exclusão dos quatro postos de pesagem fixos originalmente previstos (cláusula 5).

Não há grandes alterações na matriz de risco original, mas uma ênfase sobre a necessidade de certificação do equipamento junto ao Inmetro, inclusive por meio da celebração de um acordo de cooperação técnica entre as duas agências governamentais (cláusula 9.2), da integração da tecnologia aos sistemas de processamento de autos de infração da ANTT (cláusula 13.5), além da utilização conjunta das informações geradas pelos demais equipamentos em utilização na rodovia, como leitura de placas eletrônicas (TAGs) e de placas por imagens (*optical character recognition* – OCR – cláusula 11.3), que são tecnologias, como visto, amplamente utilizadas no caso do *free flow*.

Sobre as obrigações gerais exceptuadas ou suspensas durante a vigência do *sandbox*, destacam-se, naturalmente, aquelas relativas à implantação da infraestrutura e dos postos de pesagem veicular originalmente previstas (ANTT, 2023e, cláusula 3.1). Por outro lado, foram incluídas diversas obrigações de informação aos usuários da rodovia sobre o funcionamento do novo mecanismo de pesagem, sobre a localização dos pórticos, sobre direitos e sobre canais de atendimento (cláusula 10 do Termo de Referência).

3.4.3.2 Monitoramento e avaliação da política

Seguindo as diretrizes da Resolução nº 5.999/2022, o monitoramento das ações desenvolvidas no âmbito do experimento regulatório é compartilhado pela unidade organizacional competente (no caso do HS-WIM, a Superintendência de Serviços de Transporte Rodoviário e Multimodal de Cargas – Suroc) e por uma comissão composta por funcionários de diferentes áreas da ANTT especialmente designada para esse fim (ANTT, 2023e).

Até o momento do fechamento deste estudo, o *sandbox* HS-WIM ainda não tinha uma avaliação integral do seu primeiro ano de funcionamento. Todavia, o quarto relatório trimestral de acompanhamento do ambiente regulatório experimental (*sandbox*) – HS-

WIM (ANTT, 2024a) trouxe diversas informações sobre a evolução do projeto com base nos dados coletados até junho de 2024. Estando ainda em suas etapas iniciais de desenvolvimento e tendo em vista suas características mais voltadas à verificação da nova tecnologia empregada, o acompanhamento desse *sandbox* apresenta considerável ênfase nos aspectos técnicos e operacionais, com particular atenção para a homologação das balanças e a conexa interação com o Inmetro.

Preliminarmente, cabe destacar que apenas dois dos quatro equipamentos HS-WIM já haviam sido implantados até o primeiro semestre de 2024, com a previsão de instalação das outras duas unidades até o fim desse mesmo ano. Ainda assim, os dados coletados e analisados incluíram o quantitativo de excessos em peso bruto, sobrepesos em geral, utilização da capacidade de carga e de veículos comerciais com velocidade acima da operacional do equipamento HS-WIM.

A análise dos índices técnicos de *performance* apresentados pela concessionária revelou algumas discrepâncias entre os quantitativos processados pelos equipamentos e os valores registrados nas praças de pedágios. Ademais, problemas na calibração dos equipamentos e na classificação dos veículos de carga (que têm características distintas, mesmo pertencendo à mesma classe de veículos) fizeram com que o peso fosse incorretamente medido em algumas situações.

Os principais riscos identificados pelo relatório foram: i) perda de comunicação entre pórtico e *softwares* responsáveis por concatenar as informações; ii) falha na leitura das câmeras de OCR por *delay* de foto; iii) manutenção em caso de danos extensos aos sensores e/ou pavimento; iv) cedimento de pavimento abaixo do nível de sensor; v) perda de pórtico em caso de colisão de veículos com excesso de altura; e vi) imprecisão de classificação automática.

Em que pesem os riscos apontados, destaca-se que “os resultados demonstram avanços significativos, como a alta taxa de operação dos sensores e uma assertividade de 99,5% na leitura das placas” (ANTT, 2024b, p. 9), concluindo-se que “o projeto segue em direção ao fortalecimento da sua cobertura e eficiência, contribuindo para o aprimoramento da fiscalização de pesagem em movimento e a preservação das rodovias federais” (ANTT, 2024b, p. 9).

3.5 Repactuações em Ambiente Regulado por Incentivos

A presente seção busca elucidar como o *sandbox* está sendo utilizado no âmbito das repactuações, tendo em vista os incentivos envolvidos na questão e os riscos específicos e sistêmicos que ela enseja. Para tanto, começa-se caracterizando como o consensualismo (aspecto mais amplo que já vinha sendo progressivamente incorporado ao campo do direito) aflorou na regulação dos contratos de concessão, para depois caracterizar, com mais precisão, o que vem a ser a chamada “repactuação” ou “otimização” dos contratos no Brasil, e, por fim, elucidar como o *sandbox* regulatório está sendo utilizado para viabilizar essas iniciativas.

3.5.1 Emergência do consensualismo

Pode-se definir o consensualismo como o “emprego em larga escala de métodos e técnicas negociais ou contratualizadas no campo das atividades perpetradas pelos órgãos e entidades públicas”, que, em termos de atores participantes do processo, “podem envolver unicamente a participação de órgãos e entidades públicas, como também contemplar a sua interação com organizações de finalidade lucrativa (setor privado) ou desprovidas de finalidade lucrativa (Terceiro Setor)” (Oliveira; Schwanka, 2009, p. 309).

Conforme já observou Mendes (2023), o consensualismo faz parte de uma mudança mais ampla de paradigmas do direito administrativo ocorrida ao longo do século XX. De fato, partindo de uma concepção administração pública/administrado – que tinha como premissas legalidade, planificação normativa, perspectiva homogênea do interesse público e natureza comutativa da atividade administrativa – o direito administrativo desembocou, ainda que com fortes resistências, em um paradigma relacional, no qual o direito, à medida que ia conferindo força normativa aos princípios, assimilaria interesses concorrentes ou contraditórios e a administração pública passaria a ponderar e a compor esses interesses heterogêneos.

No Brasil, essa tendência começou a fazer-se sentir já a partir da transformação gerencial do Estado no final da década de 1990 (mais especificamente com a promulgação da Emenda Constitucional nº 19, de 4 de junho de 1998), mas ganhou tração com o fortalecimento da ideia de governança pública nos anos mais recentes. Em particular, o consenso passou a ser visto como a via preferencial da ação pública, uma vez que

promoveria eficiência e equidade por meio da utilização de mecanismos de diálogo, negociação, cooperação e coordenação (Dantas, 2023).

Em termos normativos, o consensualismo na administração pública brasileira começou a estruturar-se de forma mais consistente com a introdução progressiva de instrumentos de resolução de conflitos. A Lei nº 9.469/1997 passou a autorizar os entes públicos a realizarem acordos ou transações para terminar litígios por meio de termos de ajustamento de conduta; a Lei de Arbitragem (Lei nº 13.129/2015) incluiu autorização expressa à administração pública direta e indireta para utilizar a arbitragem para dirimir conflitos relativos a direitos patrimoniais disponíveis; a Lei nº 13.140/2015 trouxe a mediação como meio de solução de controvérsias entre particulares e a possibilidade de autocomposição de conflitos no âmbito da Administração Pública; e, por fim, o novo Código de Processo Civil (CPC – Lei nº 13.105, de 16 de março de 2015) ressaltou o princípio da juridicidade em lugar da legalidade: a administração não está mais vinculada apenas a regras previstas nas leis, mas também ao próprio Direito, incluindo os princípios constitucionais (Ximenes, 2022).

Todavia, o tipo de acordo necessário às repactuações aqui analisadas alicerçou-se de forma sólida com as modificações introduzidas na Lei de Introdução das Normas do Direito Brasileiro (Decreto-Lei nº 4.657, de 4 de setembro de 1942) com a edição da Lei nº 13.655, de 25 de abril de 2018. O Brasil (2018, art. 26) passou a dispor que, para “eliminar irregularidade, incerteza jurídica ou situação contenciosa na aplicação do direito público”, a autoridade administrativa poderia “celebrar compromisso com os interessados”, caso se verificasse a presença de “razões de relevante interesse geral”. O termo “celebrar compromisso com os interessados” traria uma abertura às soluções consensuais que permitiria celeridade na atuação estatal em relação à necessidade de melhores entregas de serviços públicos à sociedade e de atração de investimentos para os projetos governamentais.

É interessante notar que essa abordagem passou a ser progressivamente incorporada aos normativos das agências reguladoras em uma tentativa de resolver problemas decorrentes da falta de alinhamento entre as partes contratuais, em particular, nas parcerias de longo prazo com a iniciativa privada para provisão de infraestrutura. De fato, é ponto bastante consensual que os contratos de concessão que regulam essas parcerias são intrinsecamente complexos e incompletos (já que não podem prever e

normatizar, antecipadamente, todos os possíveis eventos e transformações que podem ocorrer pelo prazo estipulado – em geral, décadas), e demandam, frequentemente, ajustes ao longo de sua execução (World Bank, 2017).

Em termos práticos, porém, os reguladores conseguiram avançar pouco em ações inovadoras no campo do consensualismo que envolvessem alterações significativas em parcerias já firmadas com o setor privado somente com base nos dispositivos citados e nas teorias regulatórias voltadas para a regulação flexível, que tanto debatem a forma, mas pouco definem acerca da dificuldade nas fiscalizações, de como lidar com as pressões institucionais, com as restrições orçamentárias ou mesmo com a falta de objetivos estratégicos do Estado (Baldwin & Black, 2007).

No Brasil, somente com a entrada do Tribunal de Contas da União (TCU) nessa arena no final de 2022 é que isso se tornou possível. A publicação da Instrução Normativa TCU nº 91, de 22 de dezembro de 2022 (alterada pela IN nº 92/2023) – que normatizou a realização de procedimentos voltados à “solução consensual de controvérsias relevantes e prevenção de conflitos afetos a órgãos e entidades da Administração Pública Federal” (TCU, 2022) –, instituiu uma secretaria especificamente voltada para as resoluções consensuais de conflitos, a Secretaria de Controle Externo de Solução Consensual e Prevenção de Conflitos (SecexConsenso/TCU) e estabeleceu uma sistemática de avaliação (e aprovação prévia) de propostas de solução consensual solicitadas por órgãos da administração pública com terceiros.

Talvez ainda mais importante que a validação institucional do TCU foi o estabelecimento, nos acordos aprovados até o momento, de cláusula de exclusão de responsabilidade pessoal dos gestores por condições negociadas em processo de solicitação de solução consensual, salvo se verificada fraude ou dolo (por exemplo, o Acórdão nº 1.797/2023-Plenário, do setor de energia, um dos primeiros a ser firmado).

Conforme informado pelo tribunal em sua página oficial⁴⁸, trinta pedidos de solução consensual foram feitos até outubro de 2024. Entre eles, há 6 pedidos relacionados a concessões rodoviárias: i) concessão da rodovia BR 101/ES/BA; ii) concessão da rodovia BR 163/MS; iii) concessão da rodovia BR 101/RJ; iv) concessão

⁴⁸ Disponível em: <https://portal.tcu.gov.br/imprensa/noticias/acompanhe-os-pedidos-de-solucoes-consensuais-que-chegaram-ao-tcu-desde-2023.htm>.

da rodovia BR 324/116/BA; v) concessão da rodovia Fernão Dias; e vi) concessão da rodovia BR-116/PR/SP – Regis Bittencourt.

Especificamente em relação ao setor de transportes terrestres, o interesse nas soluções envolvendo repactuações contratuais (ou otimizações contratuais, nome oficialmente utilizado pelo governo federal) fez com que o Ministério dos Transportes (MT) publicasse a Portaria nº 848, de 25 de agosto de 2023 (Brasil, 2023), estabelecendo a política pública e os procedimentos necessários à otimização dos contratos de concessão federais a serem apresentados ao TCU. Nesse caso, desde a publicação da portaria até 31 de dezembro de 2023, prazo final estabelecido pela norma para solicitações por concessionárias, o MT registrou o recebimento de catorze pedidos de repactuação.

3.5.2 Repactuações nos contratos de concessão rodoviária: escopo e riscos

Apesar da relevância do tema e dos normativos infralegais produzidos para regulamentar a matéria, não existe uma definição clara acerca do escopo das alterações que podem ser realizadas nos contratos de concessão através das repactuações nos transportes terrestres. A IN nº 91/2022 do TCU limita-se a estabelecer os ritos e os procedimentos para trâmite e aprovação, dentro do Tribunal, das solicitações protocoladas pelos ministérios ou agências reguladoras.⁴⁹ Por sua vez, a Portaria MT nº 848/2023 estabelece critérios gerais de admissibilidade e análise dos pedidos feitos pelas concessionárias, mas sem uma definição clara do objeto.

Todavia, a partir da análise das alterações que efetivamente estão sendo propostas nas concessões rodoviárias federais, pode-se observar que elas implicam alterações nos contratos em vigor que extrapolam a mera recomposição do equilíbrio econômico-financeiro das parcerias; modificam as obrigações relativas aos investimentos e aos níveis de serviço; ensejam alterações significativas na matriz de risco originalmente pactuadas; recalculam as tarifas de equilíbrio; e procuram equacionar o “passivo regulatório” das concessões (dívidas ou disputas administrativo-judiciais entre as concessionárias e a agência reguladora).

⁴⁹ Deve-se destacar que algumas balizas para possíveis acordos a serem submetidos à SecexConsenso do TCU foram estabelecidas a partir da análise de uma consulta formulada pelo ministro dos Transportes e pelo ministro dos Portos e Aeroportos acerca da possibilidade de encerramento de processos de relicitação por acordo de vontade entre as partes (TC nº 008.877/2023-8).

De fato, no caso da repactuação da Eco 101, a proposta envolveu, entre outros pontos, i) nova projeção de tráfego para o período da repactuação; ii) alteração das projeções de receita; iii) atualização dos custos operacionais (Opex); iv) nova programação de investimentos previstos (Capex), considerando adoção de soluções específicas de geotecnia, de contenção e de obras de arte especiais, além da exclusão, da alteração ou mesmo da inclusão de algumas obras e trechos; v) modificação da Taxa Interna de Retorno (TIR) do modelo econômico-financeiro; e, finalmente, vi) ampliação do prazo de concessão em 15 anos.⁵⁰

Em relação ao passivo regulatório, ficou acordado que seria feito um encontro de contas para a Sociedade de Propósito Específico (SPE) – concessionária. Assim, mesmo com uma eventual mudança do controlador, o valor a ser pago continuaria sendo obrigatório para a empresa. No esquema proposto, os ativos consideram bens reversíveis não amortizados e pedidos de reequilíbrio econômico-financeiro feitos à ANTT e ao Judiciário. Quanto aos passivos, consideram-se processos administrativos sancionadores; créditos da União; financiamentos junto ao Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES); passivos de outra natureza, como ambientais, trabalhistas ou tributários; e valores de ações judiciais e de acórdãos do TCU. Por fim, com base na Portaria MT nº 848/2023, estabeleceu-se a renúncia, pela SPE, dos processos administrativos e judiciais em curso, de forma a zerar o estoque de passivos da concessão.

Naturalmente, alterações dessa magnitude têm o condão de viabilizar virtualmente qualquer concessão, mas, ao mesmo tempo, ensejam uma série de riscos, tanto em relação ao processo de repactuação que está sendo considerado (riscos específicos relativos à assimetria de informação entre concessionária e representantes do poder público na construção do acordo) como em relação às demais concessões do setor, existentes ou a realizar (riscos sistêmicos relativos ao risco moral e à seleção adversa), como já extensivamente estudado em outros países (Feng et al., 2023; ITF, 2017).

De fato, dada a intenção das iniciativas de repactuação e a elasticidade de seus escopos, a construção de propostas de repactuação implica, necessariamente, o estabelecimento de um novo equilíbrio contratual (com uma significativa geração de

⁵⁰ É relevante notar que, diferentemente de outros setores, como o de aeroportos, no qual as tarifas (históricas) são *inputs* da modelagem econômico-financeira, todas as citadas alterações têm repercussão sobre a tarifa futura a ser paga pelos usuários, já que, nas concessões rodoviárias, ela é um *output* das premissas e dos valores constantes dos modelos econômico-financeiros (MEF) adotados.

valor para o negócio, que, presumivelmente, é inviável nas condições originais). Entretanto, se o valor adicional puder ficar com o atual operador do empreendimento, a própria construção da proposta torna-se problemática em função da assimetria de informação entre regulador e regulado.

Algumas das questões que podem ser influenciadas pela assimetria de informação e pelo desalinhamento de incentivos no processo de formulação do possível consenso são: i) qual deveria ser esse novo equilíbrio (superior ao anterior), já que ele depende, dentre outros fatores, da taxa de remuneração do capital investido pelo privado?; ii) qual é a projeção de tráfego e de receita, já que isso influencia o retorno (e a taxa) do investimento e condiciona, parcialmente, os investimentos a serem realizados ao longo dos anos?; iii) quais são os investimentos que devem ser feitos, alterados ou excluídos, e a que preço?; e iv) quais riscos devem ser assumidos por cada uma das partes, tanto em relação às pactuações a serem mantidas quanto em relação às novas obrigações?

Em termos sistêmicos, é importante considerar que, caso o valor adicionado fique com o atual operador, não apenas as concessionárias que estão com problemas de solvência ou liquidez irão buscar um novo arranjo contratual gerador de valor, mas, potencialmente, as demais concessionárias também, dado o objetivo de maximização de resultados de qualquer negócio. Em outros termos, existe a possibilidade de risco moral em relação às demais concessionárias (oportunismo pós-contratual), já que perceberão a possibilidade de firmar acordos superiores com o poder público em relação aos atuais contratos de concessão.

Mais uma vez, a assimetria de informação dificulta o atingimento de respostas claras sobre: i) quais critérios permitiriam a algumas concessionárias fazer repactuações e a outras não?; ii) como seriam apurados esses critérios?; iii) ainda que fosse possível definir e monitorar perfeitamente esses critérios, o que impediria que um operador degradasse a situação da concessão, para se encaixar nos critérios previamente estabelecidos?; e iv) como iria se garantir a estabilidade das novas regras e a efetividade das eventuais sanções frente a uma realidade contratual potencialmente mutável? Parcialmente, essas questões foram tratadas pela já citada Portaria MT nº 848/2023, ao estabelecer marcos temporais e critérios, ainda que genéricos, para os pedidos. Mas a própria natureza do instrumento (portaria) traz uma constante possibilidade de mudança

e de adequação das regras, já que não depende diretamente do Congresso Nacional e nem da Presidência da República (como seria no caso de decretos), para que seja alterada.

Ligado ao oportunismo pós-contratual, pode haver também riscos pré-contratuais de seleção adversa nos futuros leilões de concessão de rodovias e ferrovias, pois os investidores que mais estariam propensos a participar dos futuros certames seriam aqueles que mais enxergassem a possibilidade de renegociação *ex post* em função de mudanças nas condições econômicas ou de desempenho da concessão. Ademais, os maiores lances tenderiam a ser dos investidores que mais acreditassem na geração de valor em função dessas repactuações, o que pode comprometer a alocação eficiente da operação das infraestruturas aos investidores mais aptos (Bugarin & Ribeiro, 2021).

Além dos riscos apontados acima, questões procedimentais de certa importância também podem influenciar o resultado desses processos, notadamente: i) como se daria a disputa pelo mercado para revelação do preço de reserva dos investidores?; e ii) como ficaria a consulta aos usuários (consultas e audiências públicas) e aos investidores (por meio do instrumento convocatório correspondente do certame)?

De fato, essas e outras questões foram apontadas pelo relatório técnico do próprio TCU na análise do caso da Eco 101 (TCU, 2024). Em particular, foram destacados e analisados os seguintes riscos relativos ao processo de repactuação, conforme o Quadro 1.

Quadro 3-1
Riscos apontados pelo TCU

Risco identificado	Potenciais consequências
Risco moral	Geração de incentivos reversos, e, no caso concreto, risco de incentivo ao descumprimento contratual.
Risco sistêmico	Impacto nos próximos leilões, dando uma sinalização de incentivos inadequados a todo setor.
Risco social	Percepção negativa da população, quanto ao sistema de concessões, da cobrança de pedágios em rodovias com baixa qualidade.
Riscos de legalidade	Discussões do limite da mutabilidade dos contratos complexos e ainda das diretrizes do Acórdão nº 1.593/2023-Plenário.
Riscos de judicialização e de litigância	Criação de situações que aumentem esses riscos que são inerentes ao Estado de Direito, dado que o acréscimo do art. 26 à Lei de Introdução às Normas do Direito Brasileiro (LINDB) teria trazido uma autorização legal ampla e genérica para a adoção de meios consensuais de resolução de conflitos.
Riscos econômicos e financeiros	Problemas na manutenção do equilíbrio do contrato, sua sustentabilidade e avaliação da financiabilidade da concessão.
Riscos de transparência	Questionamentos acerca da publicidade de todo o processo (já que o sigilo, ao menos inicial, dos termos em negociação entre poder público e entes privados é o oposto do que ocorre nos processos administrativos regulares de concessão).

Riscos inerentes ao processo de concessão	Assimetria de informações, riscos de leilões vazios, dificuldades na aplicação de alternativas como caducidade e relicitação, dificuldades com licenciamento.
---	---

Fonte: TCU (2024).

Elaboração do autor.

Conforme voto do relator do processo no mesmo documento, dentre os referidos riscos, considerou-se o risco moral como o mais relevante, pois tem o potencial de estender-se durante toda a concessão e tornar-se, em última instância, risco sistêmico.

Assim, de forma a endereçar especificamente esse ponto, estabeleceu-se a necessidade de ofertar o contrato repactuado ao mercado em um processo público, de forma que, caso o acordo proposto contenha uma remuneração do capital acima do esperado (seja por conta das projeções de tráfego, de receita, de custos, de taxa de retorno, ou qualquer outro aspecto), um outro investidor poderia simplesmente comprar esse contrato remodelado, passando a ser o titular da concessão. A mera possibilidade de perder o contrato e não ficar com ganhos líquidos ao final do processo minimizaria os problemas de incentivo na construção da proposta e poderia evitar os riscos sistêmicos aludidos.

Por fim, cabe ressaltar que o processo competitivo proposto, combinado com os mecanismos de escuta e análise que são inerentes ao *sandbox* regulatório, dariam transparência à repactuação, já que haveria oportunidade de submeter ao escrutínio os termos (e valores) negociados previamente, bem como as respectivas memórias de cálculo e fundamentação das decisões tomadas.

3.5.3 *Sandbox* regulatório do processo competitivo

A implementação do processo competitivo por meio de um *Sandbox* Regulatório, consignada no voto do Acórdão nº 1.996/2024-Plenário, amparou-se em argumentos que guardam considerável paralelismo com os requisitos para realização de *sandboxes* expostos pela literatura especializada vistos na seção 2 deste artigo: i) complexidade do assunto; ii) alto grau de inovação; iii) considerável alteração nas condições de mercado; iv) significativos impactos em atividades objeto da regulação; e v) potencial de quebras profundas e estruturais no ambiente regulado do setor de rodovias.

Nesse sentido, a ANTT abriu a Consulta Pública nº 1/2024 (ANTT, 2024b), de 4 de novembro de 2024 a 23 de dezembro de 2024, para colher sugestões acerca da proposta

de “readaptação e otimização do contrato de concessão relativo a BR-101/ES/BA”, bem como, “no âmbito do *sandbox* regulatório, receber contribuições aos documentos que possam ser aplicáveis aos demais processos de readaptação e otimização de contratos de concessão submetidos à SecexConsenso/TCU, conforme IN TCU nº 91/2022”.

Em termos procedimentais,⁵¹ o Edital de Alienação de 100% das Ações da Eco101 Concessionárias de Rodovias S.A.⁵², publicado pela ANTT em sua audiência pública, trouxe os seguintes marcos:

- assessoria técnica especializada e apoio operacional da B3 S.A.;
- formação de uma comissão mista, composta por concessionária e ANTT, responsável por conduzir os procedimentos do processo competitivo;
- possibilidade de a concessionária participar do próprio processo competitivo na etapa de viva-voz (ou permanecer no ativo, caso não haja interessados);
- obrigação de a proposta econômica conter preço pelas ações igual ao fixado pelo edital (equivalente aos haveres e aos deveres da atual concessionária) e livre oferta de deságio sobre a nova tarifa básica de pedágio (critério de seleção da proposta vencedora);
- homologação, adjudicação do objeto e concessão de anuência prévia à transferência das ações entre as partes privadas feitas pela ANTT; e
- necessidade de recebimento de aprovações prévias à celebração do contrato de compra e venda por parte do Conselho Administrativo de Defesa Econômica (Cade) e do BNDES.

Anexo ao Edital de Alienação, apresentou-se o aditivo contratual⁵³ proposto, contendo as cláusulas repactuadas que substituem integralmente os termos e condições previstos no contrato de concessão original (mas que só terão vigência após a realização do processo competitivo). Para os fins da análise aqui empreendida, cabe destacar alguns pontos de inovação, conforme explicitado adiante.

1) Incorporação das alterações regulatórias da 5ª Etapa de Concessões, notadamente:

⁵¹ Interessante notar que o mecanismo proposto para o processo competitivo guarda grande semelhança com o texto sobre venda assistida que já havia sido submetido a consulta pública pela ANTT no âmbito do RCR 4 (ANTT, 2023f).

⁵² Para mais informações, fazer busca pelo edital em: <https://participantt.antt.gov.br/public/evento/visualizar>.

⁵³ Para mais informações, fazer busca em: <https://participantt.antt.gov.br/public/evento/visualizar>.

- a) leilão por menor valor da tarifa de pedágio, com previsão de aportes incrementais de capital a partir do patamar de 18% de deságio ofertado;
 - b) nova matriz de riscos, com tratamento específico para riscos extraordinários e riscos residuais;
 - c) sistema de contas e de fatores de desempenho para reequilíbrio econômico-financeiro com incidência sobre os chamados recursos vinculados da concessão;
 - d) mecanismo de compartilhamento do risco de demanda, de insumos e cambiais;
 - e) ampliação da regulação por incentivos via indicadores de inexecução, especificações sobre distribuição de dividendos, ajustes no valor da garantia de execução e vinculação das reclassificações tarifárias a metas físicas; e
 - f) refinamento ou introdução de novos mecanismos de acompanhamento do contrato por parte dos financiadores e de solução de controvérsias com a agência reguladora.
- 2) Instituição de mecanismos de *enforcement* específicos para os novos controladores do contrato repactuado:
- a) estabelecimento de um período de transição de 3 anos;
 - b) degraus tarifários do período de transição pré-definidos (com incrementos de 28% a 35%) vinculados à aferição das metas trimestrais realizada por verificador independente;
 - c) vinculação da realização das reclassificações tarifárias (associadas à ampliação da infraestrutura) apenas ao fim do período de transição;
 - d) proibição de distribuição de dividendos durante o período de transição; e
 - e) proibição de a nova controladora retirar-se do controle da concessionária antes do atendimento de ao menos 80% das metas de execução acumuladas previstas para o período de transição.
- 3) Criação da “Extinção Antecipada Consensual” em caso de inadimplemento contratual relevante com previsão de multa adicional de R\$ 200 milhões.

Além do lançamento da consulta pública, a ANTT produziu o *Termo de Referência de Ambiente Regulatório Experimental: ECO 101*, (ANTT, 2024e), “em atendimento às cláusulas 4.73 e ss. do Termo de Autocomposição celebrado em 25/09/2024, entre a Eco101, União e ANTT, sob interveniência do Tribunal de Contas da

União” (ANTT, 2024d, p. 1). Tal como nos demais *sandboxes* em curso no setor, a agência utilizou-se da faculdade, dada pela Resolução nº 5.999/2022, de não realizar processo de seleção para escolher a empresa que iria participar dessa primeira iniciativa, tendo em vista a especificidade do caso.

No documento (cláusula 3), são elencados diversos objetivos, mas quase todos de caráter procedimental, como: observar os compromissos assumidos no Termo de Autocomposição celebrado; constituir Comissão Mista do Processo Competitivo; acompanhar as impugnações ao edital, a análise dos documentos e os pedidos de esclarecimentos; promover páginas *web* específicas para comunicação acerca do *sandbox*; criar canais de comunicação direta entre a ANTT e a Eco101 e permitir o livre acesso a agentes da administração pública competentes. O único objetivo mais finalístico diz respeito a “analisar resultados obtidos reformulando metas e estratégias quando necessário para o atingimento dos objetivos estabelecidos” (ANTT, 2024d, p.2), mas sem especificar quais seriam esses objetivos e a respectiva linha de base de comparação.

A princípio, o *sandbox* tem prazo de 24 meses, prorrogáveis por mais 12 meses, “caso seja necessário para a conclusão do Processo Competitivo” (ANTT, 2024d, p. 7). Todavia, conforme cláusula 13.2, o ambiente experimental pode ser finalizado antecipadamente, se o processo competitivo resultar na transferência do controle acionário da concessionária (e conexa celebração do termo aditivo com o vencedor do processo). Nesse caso, a Comissão de *Sandbox* entregará à ANTT um relatório detalhado acerca dos resultados do *sandbox* (item 5.4.2).

Por fim, em relação às obrigações específicas dos partícipes, as principais atribuições da ANTT concentram-se na realização da audiência pública (descrita anteriormente); na disponibilização das informações sobre o processo competitivo, bem como dos estudos, projetos e/ou outros documentos técnicos referentes ao sistema rodoviário; e na supervisão da provisão de informações pela concessionária aos interessados. Já para a concessionária, as obrigações relacionam-se à prestação de informação a todos os interessados; à realização da sessão pública do processo competitivo; e ao atendimento das disposições específicas do edital e dos demais documentos que estão dando as condições de contorno à alienação das ações.

3.6 Potencialidade e Limites do *Sandbox* de Repactuação

Feita a caracterização das repactuações e de como o *sandbox* está sendo utilizado no processo aqui analisado, a presente seção analisa qual é o potencial de contribuição do mecanismo proposto para a produção de uma regra de repactuação estável e válida para todos os participantes do mercado, bem como quais os maiores riscos associados, seja para o processo atual, seja para os vindouros.

Inicialmente, cabe notar que a oferta do contrato remodelado ao mercado, antes da produção de qualquer efeito, é uma inovação com grande potencial de fomentar o mercado secundário de concessões e, com isso, evitar todo o custo de transação de encerramento antecipado das parcerias, seja por vias litigiosas (como a caducidade) seja por vias amigáveis, mas demoradas – como as relicitações (Ferreira et al., 2021). De fato, a insustentabilidade das concessões muitas vezes está no nível do contrato que foi firmado, e não propriamente do ativo estressado que, sob outras bases, poderia ser amplamente superavitário.

A utilização de um *sandbox* regulatório, do tipo *policy sandbox*, para a produção de uma regra eficiente, estável e válida para todos os agentes econômicos é, em princípio, apropriada, dada a dificuldade de sua validação antes da sua efetiva submissão ao mercado (tendo em vista o grande número de agentes econômicos, presentes e potenciais, envolvidos), a complexidade institucional de uma solução, no mínimo, heterodoxa para o direito administrativo brasileiro e seus órgãos de controle e a grande inovação em relação aos meios tradicionalmente usados para gestão contratual.

Entretanto, se, em princípio, parece tratar-se de uma iniciativa alinhada aos contornos básicos das disposições acerca da utilização de *sandboxes* para produção de políticas públicas já exploradas no presente trabalho, algumas questões específicas merecem destaque.

Preliminarmente, cabe ponderar se o arcabouço legal e os mandatos institucionais que dão sustentação a essa iniciativa precisariam ser adaptados ou criados, preocupação basilar exposta desde a primeira utilização do mecanismo de *sandbox* pelo FCA no Reino Unido (seção 2). Como visto, em que pese o enorme potencial de alteração da regulação setorial, os processos de repactuação estão ocorrendo sem que se tenha editado ou alterado nenhuma lei ou decreto para atribuir, criar ou modificar competências. Sob um olhar mais atento, houve apenas a edição de uma instrução normativa por parte do TCU

(IN nº 91/2022) e de portarias de cunho procedimental por parte do Ministério dos Transportes (Portaria MT nº 848/2023) e da ANTT – Portaria DG nº 17, de 23 de janeiro de 2024 (ANTT, 2024c).⁵⁴

Aliás, é forçoso observar que, dentro do próprio TCU, há manifestações afirmando a ilegalidade das propostas de acordo. Consta, por exemplo, no voto do ministro relator Aroldo Cedraz sobre o processo de repactuação da concessão da BR-163/MS (TC 033.777/2023-3) – que resultou no Acórdão nº 2.434/2024-Plenário –, que “o conteúdo da solução consensual proposta é irremediavelmente ilegal, vez que inconciliável não apenas com a letra da lei, mas também com todo o ordenamento jurídico”. Mesmo não tendo se tornado jurisprudência do Tribunal, por força dos demais votos, não deixa de ser um fato relevante, pois, conforme o que foi reiteradamente discutido na literatura, a ausência de uma base normativa e institucional consolidada pode ser fonte de incertezas e comprometer a eficácia do mecanismo.

Adentrando na análise do instrumento em si, o primeiro ponto que chama a atenção no *sandbox* de repactuação é a ausência de uma definição prévia de objetivos específicos relacionados ao mecanismo (para além do objetivo mais geral, que extrapola o *sandbox*, de que ocorra a alienação das ações da concessionária), diferentemente do que ocorreu com os *sandboxes* do *Free flow* e do HS-WIM vistos na seção 3 deste artigo. Em que pese existir a pretensão de que o mecanismo de mercado proposto minimize os problemas relacionados à assimetria de informação e ao risco moral dos processos de repactuação (tema especialmente presente nas manifestações da área técnica do TCU), não fica claro o que se pretende atingir exatamente com a utilização do instrumento *sandbox*, gerando implicações sobre sua estruturação e posterior utilidade para aferição do seu grau de sucesso, como ressaltado por Jeník & Duff (2020), ao analisar outras experiências em diversos países.

Relacionado à questão dos objetivos, verifica-se que o prazo desse *sandbox* (24 meses, com possibilidade de prorrogação) seria, em princípio, aderente às principais

⁵⁴ Além disso, cabe destacar a edição, no final de 2024, da Resolução ANTT nº 6.053, de 31 de outubro de 2024 (ANTT, 2024d), que aprovou a quarta norma do Regulamento das Concessões Rodoviárias, contendo regras relativas ao Regime de Recuperação Regulatória, “instrumento de gestão contratual excepcional e transitório destinado a promover a recuperação de concessões com desempenho insatisfatório e que apresentem risco de extinção contratual por caducidade” (ANTT, 2024d, art. 117), mas que, conforme art. 117, § 2º, “não pode importar em alteração do equilíbrio econômico-financeiro do contrato ou de sua matriz de risco” (ANTT, 2024d).

experiências analisadas, tanto quando comparado às experiências nacionais já citadas como em relação às internacionais (onde os prazos geralmente encontrados foram de 12 meses, prorrogáveis). Entretanto, a previsão de que ele se encerre juntamente com a concretização da transferência do controle acionário (o cronograma para efetivação da repactuação indica consumação do processo competitivo em 104 dias (+ 55 dias úteis) a partir da publicação do edital de alienação das ações), traz diversas consequências para o uso do mecanismo.

As mais diretas são: i) a impossibilidade de análise dos seus resultados antes da produção de efeitos; e ii) o início de novos processos competitivos para os casos de repactuação já aprovados (como o caso da Concessão da Rodovia BR 101/RJ), ou que vierem a ser aprovados, sem uma cuidadosa avaliação do *sandbox* realizado. Não é demais lembrar que existe, conforme os manuais dos organismos multilaterais insistem, a necessidade de uma análise *ex-ante* sistemática dos ganhos e perdas de inovações que os *sandboxes* regulatórios testam.

Aliás, uma característica peculiar, mas de grande importância para o atual processo, é que, tendo em vista se tratar de um *sandbox* especificamente voltado para empresas reguladas por contratos de concessão (e, particularmente no caso do setor de transportes terrestres, onde há extensivas cláusulas detalhando qualidade, investimentos, padrões de operação etc.), há a necessidade de negociação de aditivos contratuais prévios. De fato, vale observar que em mercados onde o regulador se restringe a estabelecer os marcos de atuação das atividades das empresas com base no seu comportamento esperado, as firmas têm natural incentivo em inovar e, em particular, testar novos produtos e serviços que confirmem a elas vantagens competitivas e lucros extraordinários durante algum tempo. Todavia, no caso de empreendimentos monopolistas que atuam sob contratos de concessão, esse incentivo não é tão claro.

Dada a impossibilidade de competição no mercado, e o princípio do equilíbrio contratual – que supõe que, antes do início do *sandbox*, o contrato de concessão estava equilibrado e, portanto, eventuais ganhos ou perdas perenes não previstas na matriz de risco deveriam ser reequilibradas em termos de valor presente –, o incentivo à entrada no *sandbox* dependerá das condições específicas das alterações contratuais negociadas entre as partes. Como cada concessão tem regramento próprio e, principalmente, problemas particulares que a repactuação visa solucionar, a grande contribuição do *sandbox* seria no

estabelecimento de procedimentos que permitissem que o novo contrato fosse ofertado aos investidores de forma transparente e que propiciasse uma efetiva competição pelo mercado (em concreto, pela concessão), condição necessária (em que pese não suficiente) para que as vantagens de eficiência de uma parceria público-privada sejam alcançadas (Athias; Chever, 2018).

Mas o caráter não escalável do tipo de iniciativa proposto (dada a peculiaridade de cada renegociação contratual) e a falta de transparência para o mercado e para a sociedade de como as novas cláusulas são adotadas (especialmente em suas fases iniciais, antes da aprovação por parte do TCU) podem levar, conforme já ressaltado por Zetzsche *et al.* (2017), a um desnivelamento das condições competitivas. Ademais, como, nesse caso, o *design* é o resultado direto de consultas com partes interessadas, isso pode levar a omissões importantes acerca dos *trade-offs* entre eficiência e equidade que cada desenho pode embutir (Crampes e Estache, 2023). De fato, algumas das questões sumarizadas na seção 4 acerca dos investimentos, dos prazos, da assunção de riscos e das novas obrigações podem trazer consequências sociais pouco exploradas e discutidas, especialmente com os usuários da infraestrutura.

Em todo caso, o resultado mais preocupante da possível insegurança jurídica, da falta de definição prévia de objetivos, dos prazos exíguos e da grande customização de cada processo seria uma sucessão de repactuações sem que fosse produzida uma regra estável e válida para todos os agentes do mercado (o que seria a grande vantagem da utilização do *sandbox*). De fato, esse é um caminho possível, haja vista que as recentes aprovações de repactuação de outras duas concessões rodoviárias pelo TCU (Acórdão nº 2.434/2024-Plenário, referente à Rodovia BR-101/RJ, e Acórdão nº 2.318/2024-Plenário, referente à Rodovia BR-163/MS) estabeleceram, mais uma vez, a necessidade de realização de oferta das ações ao mercado por meio de um processo competitivo.

Da discussão precedente, pode-se questionar se o objeto do *sandbox* (o mecanismo de oferta ao mercado) está sendo realmente testado em um experimento real controlado, em que um determinado número de firmas realiza suas operações com regras diferenciadas por tempo limitado e com menores riscos regulatórios (Markellos *et al.*, 2024, tradução nossa) ou, utilizando outras palavras, em “um estado de exceção decretado dentro de um regime regulatório” que permite às empresas oferecer produtos ou serviços por um tempo limitado, a um número limitado de clientes, num ambiente regulamentar

modificado, antes de serem oferecidos de forma mais ampla à sociedade (Knight e Mitchell, 2020).

Uma análise sobre a conveniência ou vantajosidade da realização das repactuações está além do escopo do presente trabalho, mas, como esse *sandbox* tem diversas implicações regulatórias e concorrenciais, um último aspecto que merece atenção é que o estabelecimento da atual janela de oportunidade para realização das repactuações por meio de portaria (aspecto discutido na seção anterior) pode ensejar a percepção da possibilidade de novos *sandboxes* no futuro, o que vai de encontro à experiência coletada junto aos reguladores sobre a importância de haver critérios e prazos pré-estabelecidos como forma de evitar *gaming* por parte das empresas e, por outro lado, a sobrecarga da capacidade institucional do órgão competente (no caso, a ANTT) para condução dos processos de forma eficaz.

3.7 Considerações Finais

Os processos de repactuação atualmente em curso têm um grande potencial de alteração das condições em que são feitos e operam as concessões de infraestrutura no Brasil. Todavia, são um território ainda não explorado pela regulação brasileira e, a depender da forma como forem conduzidos, podem levar a resultados pouco desejáveis do ponto de vista setorial, tendo em vista os riscos decorrentes da assimetria de informação na relação regulador-regulado, da eventual insegurança jurídica dos processos e da falta de transparência e de participação da sociedade.

Nesse contexto, a utilização do *sandbox* regulatório é, em princípio, uma alternativa apropriada para avaliação dos impactos e dos condicionantes que esse tipo de iniciativa pode requerer por parte do Estado e dos demais agentes envolvidos no processo. Em particular, o *sandbox* pode contribuir para a produção de uma regra transparente, estável e válida para todos os atores da sociedade.

Entretanto, as características do processo em curso lançam dúvidas sobre a factibilidade desse objetivo e mesmo sobre o grau de utilidade do *sandbox* para o teste de uma inovação regulatória cujo uso já foi decidido exogenamente por uma solução consensual prévia. O que parece estar se desenhando é a utilização do instituto do *sandbox* como um simples mecanismo de suspensão das regras normalmente aplicáveis às

concessões, para que se torne possível a reformulação de alguns (ou muitos) contratos. Nesse sentido, a sucessão de “*sandboxes*”, um para cada processo particular (e não um *sandbox* regulatório para o teste, em condições reais, de um mecanismo de mercado), é bastante sintomática.

Esse possível desvirtuamento na utilização dos *sandboxes* regulatórios tem ainda outras consequências de grande alcance: primeiro, o descrédito do próprio instituto do *sandbox* no setor de infraestrutura, que, diferentemente do setor financeiro, ainda está em seus estágios iniciais; depois, a reintrodução dos mesmos riscos que a utilização do *sandbox* nos processos de repactuação visou mitigar: risco moral e seleção adversa; e, por fim, a diminuição da credibilidade da regulação e dos mecanismos de *enforcement* dos contratos de concessão, já que todas as medidas tomadas ao longo da gestão contratual podem ser renegociadas, em sede de *sandbox*, futuramente.

De toda a discussão realizada, resta uma questão que merece ser ponderada: as repactuações não seriam uma espécie de seguro abrangente (sem causa específica: demanda, insumos, câmbio etc.) dos contratos contra VPLs⁵⁵ que se revelem, após o início das concessões, negativos? E, se assim forem, não seria ainda mais apropriado que isso fosse normatizado e, especialmente, valorado *ex ante* (antes da realização do leilão do ativo) por meio de um processo de produção de políticas públicas?

Mostra-se, portanto, interessante avaliar, em futuras investigações, os caminhos efetivamente tomados pelos agentes públicos envolvidos bem como as consequências da utilização do *sandbox* para a evolução da regulação setorial e das concessões repactuadas.

⁵⁵ VPL: valor presente líquido do fluxo de caixa livre projetado para a firma.

4 *SANDBOX* REGULATÓRIO EM AMBIENTES DE REGULAÇÃO POR CONTRATO: O CASO DO *FREE FLOW* NA CONCESSÃO RIO-SP

4.1 Introdução

Os *sandboxes* regulatórios consolidaram-se como uma das mais relevantes inovações no campo da atuação estatal em mercados regulados nas últimas décadas. Desde sua introdução, em 2015, pelo regulador financeiro do Reino Unido (FCA, 2015)⁵⁶, esses experimentos regulatórios se disseminaram globalmente e já foram implementados em mais de noventa países, com iniciativas que gradualmente extrapolaram o setor financeiro e passaram a abranger áreas como energia, telecomunicações e transportes (Markellos et al., 2024).

Essa expansão para novos domínios regulatórios tem levado os *sandboxes* a operar em contextos institucionais substancialmente distintos daqueles para os quais foram originalmente concebidos. Enquanto nos mercados financeiros predomina uma regulação normativa, baseada em regras gerais que delimitam a atuação de todos os participantes (atuais ou potenciais) do mercado (Brunnermeier et al., 2009; Martino; Nabilou; Paccès, 2025), os setores de infraestrutura são, em geral, regidos por uma regulação fundada na lógica do principal-agente entre governo e empresas (Baldwin; Cave; Lodge, 2012; Laffont; Martimort, 2002; Laffont; Tirole, 1993).

O avanço do experimentalismo regulatório para ambientes que demandam o uso de contratos administrativos específicos de longo prazo entre o poder público e as empresas para exploração da atividade econômica gera desafios conceituais e práticos ainda pouco examinados, já que, nesse contexto, o *sandbox* regulatório passa a atuar como um mecanismo potencialmente capaz de reconfigurar incentivos contratuais, redistribuir riscos e afetar expectativas econômicas protegidas juridicamente por complexos contratos de longo prazo.

⁵⁶ Em linha com outros trabalhos da área, optou-se por estabelecer o marco inicial do *sandbox* regulatório em 2015, em que pese ser importante ressaltar que, já em 2012, havia, ao menos, uma iniciativa da Agência de Proteção Financeira ao Consumidor dos Estados Unidos (*United States Consumer Financial Protection Bureau* – CFPB), chamado de Project Catalyst, com contornos semelhantes, mas sem a denominação de *sandbox* regulatório (Jeník; Lauer, 2017).

Esta investigação focaliza como a regulação por contrato afeta os incentivos de empresas concessionárias a participar de *sandboxes* regulatórios promovidos pelas agências reguladoras setoriais. Sustenta-se que, ao introduzir exceções regulatórias em arranjos baseados na estabilidade intertemporal e na preservação do equilíbrio econômico-financeiro, o *sandbox* regulatório deixa de ser mero instrumento de flexibilização normativa conducente à inovação e passa a operar como mecanismo de reconfiguração dos incentivos econômicos e da alocação de riscos nas concessões.

Para examinar esse problema, recorre-se ao caso das concessões rodoviárias federais, setor da infraestrutura de transportes com extenso programa de concessões (iniciado ainda na década de 1990), arcabouço normativo sobre *sandboxes* consolidado (ANTT, 2022a) e experiências diversificadas⁵⁷. Concretamente, será analisada a iniciativa com maior grau de maturidade do setor: o *Sandbox Free flow* da Concessão da BR-116/101/RJ/SP (Rio-SP), iniciativa que, além de possuir grande relevância para o setor, constitui-se como a pioneira da agência setorial com esse tipo de instrumento, contando com diversos relatórios e produtos já publicados.

Nesse sentido, faz-se importante entender: o que é um *sandbox* regulatório e quais são os limites e condicionantes para o seu desenvolvimento; quais os fundamentos da regulação por contrato e sua aplicação nas concessões rodoviárias federais⁵⁸; como se dá a utilização do *sandbox* regulatório no setor dos transportes terrestres e como a iniciativa do *Free flow* foi estruturada; de que modo a introdução desses ambientes experimentais altera fatores que influenciam a participação das concessionárias; e qual o grau de compatibilidade entre o modelo de *sandbox* regulatório e a regulação por contrato das concessões rodoviárias.

A pesquisa mobilizou três grupos de evidências para alcançar seus objetivos: revisão analítica da literatura especializada sobre *sandboxes* regulatórios e regulação por contratos; análise documental dos instrumentos oficiais (edital, contrato e anexos) disponibilizados pela Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) da concessão

⁵⁷ Adicionalmente, vale ressaltar também que a importância do setor é dada pelo fato que, de forma geral, “o contrato de concessão de serviço público, que é utilizado para exploração de diversas infraestruturas públicas (v.g. ferroviária, portuária, aeroportuária), não raro, é interpretado a partir das bases econômicas e jurídicas estabelecidas pelo contrato de concessão de rodovias” (Freitas, 2023).

⁵⁸ Como se verá mais à frente, nas concessões de infraestrutura de transportes no Brasil, utiliza-se um modelo de regulação por contrato, ainda que contando com elementos típicos da regulação discricionária.

rodoviária federal da Concessão da BR-116/101/RJ/SP (Rio-SP); e levantamento de dados produzidos no âmbito da experiência regulatória. Esse conjunto de informações permitiu examinar tanto o desenho e o escopo do *sandbox* quanto sua interação com a lógica da regulação por contrato das concessões.

Além desta introdução, o texto está estruturado em seis seções. A segunda seção apresenta uma revisão da literatura sob duas vertentes: características estruturantes dos *sandboxes* regulatórios e princípios da regulação por contratos nas concessões de infraestrutura de transportes. A terceira seção discute as principais características das concessões rodoviárias federais brasileiras. A quarta descreve a experiência de *Sandbox Free flow* no setor de transportes terrestres, ressaltando o modelo normativo-institucional que dá base para o desenvolvimento desse experimento. A quinta analisa os incentivos e condicionantes à participação das concessionárias nesses experimentos. Por fim, a sexta seção discute as implicações para a política pública e apresenta as considerações finais.

4.2 Revisão da Literatura

Embora a literatura sobre *sandboxes* regulatórios venha crescendo rapidamente, ela permanece concentrada principalmente no setor financeiro (Fonseca, 2026; Markellos et al., 2024), marcado por regulação normativa, baseada em regras gerais, de aplicação impessoal e contínua. Em paralelo, há um corpo consolidado de estudos sobre regulação econômica que explora mecanismos de alinhamento de incentivos, voltados a garantir investimento eficiente, prestação contínua e padrões adequados de qualidade no provimento de infraestrutura (Baldwin; Cave; Lodge, 2012; Camacho; Rodrigues, 2014; Decker, 2023; Laffont; Martimort, 2002; Viscusi; Harrington; Sappington, 2018).

Apesar da expansão recente dos *sandboxes* para setores de infraestrutura, essas duas agendas de pesquisa têm evoluído praticamente de forma independente, e ainda não se constituiu uma literatura sistemática que discuta os desafios e as implicações institucionais da adoção dos *sandboxes* em ambientes regidos por contratos de longo prazo⁵⁹. Tal lacuna é particularmente relevante diante da crescente utilização desses

⁵⁹ Cabe destacar dois pontos de contato importantes dessas literaturas. Primeiro, as pesquisas que versam sobre as implicações de ajustes e renegociações em contratos de concessão, especialmente em função do

mecanismos em concessões de infraestrutura de transportes em andamento, nas quais a alocação de riscos e a preservação do equilíbrio econômico-financeiro ao longo do contrato são elementos centrais da governança regulatória (Freitas, 2023; Moreira, 2019; The World Bank, 2019a).

Assim, esta revisão da literatura possui caráter exploratório e está organizada em dois eixos: os fundamentos, objetivos e limites dos *sandboxes* regulatórios; e os princípios da regulação por contratos, com foco nas concessões de infraestrutura de transportes. Ao articular essas duas vertentes, busca-se não apenas descrevê-las, mas também identificar convergências, tensões regulatórias entre flexibilidade e estabilidade contratual e possíveis incompatibilidades que fundamentam a pergunta de pesquisa e orientam a análise do caso brasileiro.

4.2.1 *Sandbox* regulatório: origem e principais características

O conceito de *sandboxes* regulatórios foi inicialmente utilizado em 2015⁶⁰ no âmbito do relatório preparado pela *Financial Conduct Authority* do Reino Unido (FCA, 2015), a partir da experiência acumulada pelo seu *Innovation Hub*⁶¹ e das diretrizes do *Government Office for Science*, que recomendava maior integração entre reguladores, instituições financeiras, fintechs e universidades (United Kingdom, 2015). Esses instrumentos emergiram, em essência, como resposta ao acelerado avanço tecnológico no setor financeiro e à crescente defasagem entre os marcos regulatórios vigentes e os novos produtos, serviços e modelos de negócio viabilizados pelas tecnologias da informação, configurando um quadro de inadequação regulatória frente à inovação (Rangel, 2022).

seu potencial de afetar a credibilidade das parcerias público-privadas e de levar a comportamentos oportunistas (Feng et al., 2023). Depois, mais recentemente, os trabalhos que procuram conjugar experimentalismo na administração pública com estabilidade das relações contratuais estabelecidas, com destaque, para os efeitos da presente discussão, para a proposição do desenvolvimento de novas matrizes de risco cambiantes (Véras; Nobrega; Turolla, 2025).

⁶⁰ Vale ressaltar que, já em 2012, havia ao menos uma iniciativa do *U.S. Consumer Financial Protection Bureau* (CFPB) chamado de *Project Catalyst* com contornos semelhantes, mas sem a denominação de *sandbox* regulatório (Jenik & Lauer, 2017).

⁶¹ *Project Innovate*, originalmente desenhado para aumentar a competição e a oferta de produtos financeiros por meio do suporte ao desenvolvimento de produtos e serviços inovadores que poderiam melhorar a experiência dos consumidores.

De fato, a lógica fundamental dos *sandboxes* regulatórios, inspirada nos princípios da regulação inteligente (*smart regulation*) (Gunningham; Grabosky; Sinclair, 1998; Gunningham; Sinclair, 1999b, 2017), fundamenta-se na ideia de que instrumentos regulatórios mais flexíveis, responsivos e adaptativos podem produzir melhores resultados em contextos de elevada complexidade e incerteza tecnológica.

Nessa perspectiva, os *sandboxes* foram progressivamente implantados como uma forma de experimentalismo regulatório estruturado, temporário, customizado e supervisionado, nos quais um número restrito de agentes opera sob regras diferenciadas, por tempo delimitado e com redução do risco regulatório associado à conformidade normativa. O objetivo fundamental dessas iniciativas é permitir a experimentação de novos produtos e processos, superando barreiras regulatórias à inovação e ao desenvolvimento setorial por meio da produção de evidências passíveis de generalização (Allen, 2019; Knight; Mitchell, 2020; Zetzsche et al., 2017a).

O âmbito de aplicação dos *sandboxes* é primordialmente em áreas ou temas em que, cumulativamente, a possibilidade de uma avaliação *ex-ante* abrangente dos impactos regulatórios decorrentes de uma eventual mudança na regulamentação aplicável a determinada atividade é limitada, e onde uma aplicação geral dessa nova regra de atuação pode gerar efeitos sistêmicos indesejáveis ou imprevisíveis (Bains; Wu, 2023). Nesses contextos, o *sandbox* atua como um mecanismo institucional de aprendizado regulatório controlado, permitindo ao regulador observar comportamentos, riscos e resultados antes de promover alterações permanentes no arcabouço regulatório.

De acordo com seu objetivo, os *sandboxes* podem ser classificados em quatro modalidades principais⁶² (Appaya; Gradstein; Haji, 2020): (i) orientados à política pública (*policy-focused*), se a intenção é avaliar a adequação do arcabouço normativo proposto aos fins pretendidos diante das condições vigentes de mercado; (ii) orientados à inovação (*innovation or product-focused*), quando se deseja promover estímulo à inovação por meio da redução de barreiras à entrada de novos produtos, serviços ou modelos de negócios em mercados regulados; (iii) temáticos (*thematic sandboxes*),

⁶² Como será detalhado em seção subsequente, verifica-se que o *Sandbox Free flow* se enquadra, primordialmente, como sendo do tipo temático, dado seu objetivo específico de promoção de uma tecnologia para substituição das praças de pedágio tradicionais nas concessões rodoviárias.

visando o desenvolvimento de uma tecnologia específica ou em um segmento particular de determinado setor; e (iv) transfronteiriços ou multijurisdicionais (*cross-border sandboxes*), para apoio à atuação de empresas em múltiplas jurisdições, promovendo a harmonização regulatória e facilitando a escalabilidade dos empreendimentos.

Em termos operacionais, podem-se destacar três pilares de particular importância para a estruturação desses experimentos (Jeník; Duff, 2020): a necessidade de uma clara identificação de uma demanda de mercado; o estabelecimento prévio dos resultados que se buscam alcançar com o *sandbox*; e a fixação de regras e de prazos para avaliação da viabilidade de admissão de novos participantes (que pode ser contínua ou por janelas pré-definidas).

Também é relevante notar que diversos documentos de organismos multilaterais que analisam o tema têm destacado, com ênfase crescente, que os *sandboxes* devem ser compreendidos como ferramentas de aprendizado regulatório e produção de evidências. Nesses termos, exige transparência, avaliação *ex post* e disseminação dos resultados. Portanto, não devem ser observados como atalhos para a flexibilização discricionária de leis ou normas vigentes (OECD, 2024, 2025).

Todas essas características, quando transpostas para setores regidos por contratos administrativos de longo prazo, passam a coexistir com estruturas regulatórias voltadas à estabilidade, à previsibilidade de direitos e obrigações e à proteção de expectativas econômicas individualizadas, o que pode alterar substancialmente o papel e os efeitos do *sandbox* regulatório.

4.2.2 Regulação econômica aplicada à infraestrutura de transportes

A moderna regulação econômica, baseada na Teoria dos Incentivos, busca tratar dos desafios inerentes ao funcionamento de mercados imperfeitos sob informação incompleta e assimétrica, falta de compromisso entre agentes econômicos (*commitment*) e reguladores com limitada capacidade de conhecimento e atuação (Laffont; Martimort,

2002; Laffont; Tirole, 1993)⁶³. Essa abordagem exerceu forte influência sobre a estruturação e a atuação dos órgãos reguladores em diferentes contextos institucionais ao redor do mundo (Laffont, 2005). Nesse sentido, a projeção de mecanismos que oferecessem bons incentivos para agentes econômicos com objetivos discrepantes tornou-se uma questão central da atuação pública.

Dentre os diversos campos de atuação da regulação econômica, o presente artigo foca na regulação aplicada aos mercados de infraestrutura de transportes, caracterizados, via de regra, por: monopólios naturais (custos fixos elevados e marginais baixos), economias de escala relevantes (custo médio decrescente), elevada intensidade e especificidade do capital (custo afundado e irreversível significativos), longo prazo de maturação dos projetos (*payback* ajustado frequentemente extrapolando os 10 anos), demanda relativamente inelástica (particularmente severa nos casos das *essential facilities*) e com consideráveis externalidades (positivas e negativas) envolvidas em sua provisão para a sociedade (Viscusi; Harrington; Sappington, 2018).

Seguindo o esquema proposto por Camacho e Rodrigues (2014), observa-se que, no campo da infraestrutura, predominam dois grandes modelos regulatórios: a regulação discricionária e a regulação por contrato. Para efeitos deste artigo, a distinção central entre essas abordagens reside no grau de flexibilidade regulatória *ex post* e na forma de realinhamento entre preços, custos e riscos ao longo do tempo⁶⁴.

Na regulação discricionária, as chamadas Revisões Tarifárias Periódicas – RTP fazem com que os preços cobrados pela utilização da infraestrutura reflitam a evolução dos custos dos insumos, das alterações de demanda, dos avanços tecnológicos e de outros aperfeiçoamentos na prestação dos serviços. As diversas metodologias (*ex ante* ou *ex post*) desenvolvidas para aplicação desse tipo de regulação têm como característica fundamental a emulação de uma competição no mercado de forma recorrente, já que

⁶³ Conforme observa como Laffont & Tirole (1993), a teoria regulatória tradicional, focada nos aspectos normativos da precificação de monopólios (em que os incentivos estão implícitos), encontrou seu limite justamente onde a nova economia da regulação começou a prosperar: na consideração explícita dos incentivos em modelos que passaram a incluir os objetivos das firmas e do regulador, as estruturas informacionais existentes, os instrumentos disponíveis e as restrições.

⁶⁴ Apesar da predominância da regulação por contrato na área da infraestrutura dos transportes, mostra-se relevante destacar as características fundamentais dos dois modelos, pois (i) o contraste ajuda a tornar mais claras as características desse tipo de atuação estatal e (ii) os modelos, na prática, utilizam elementos de ambas as vertentes.

procuram simular os preços que seriam gerados em um mercado competitivo em cada RTP.

Um aspecto relevante desse modelo é a menor definição *ex ante* da alocação de riscos, o que tende a aumentar a adaptabilidade regulatória frente a inovações tecnológicas e mudanças estruturais. No Brasil, exemplos desse modelo incluem os setores de distribuição de energia elétrica (Silva, 2022) e algumas das principais experiências de concessão de saneamento básico, ainda que os modelos frequentemente adotem uma abordagem híbrida (ANA, 2023; Anderáos, 2021).

Já na regulação por contrato, procura-se especificar *ex ante*, em geral por meio de algum tipo de leilão público, as principais regras que regerão a parceria público-privada, tanto os preços-teto quanto os investimentos obrigatórios e a qualidade requerida, bem como a alocação de riscos entre o público e o privado e as regras para o reequilíbrio econômico-financeiro das parcerias. Nesse cenário, um dos objetivos da regulação é, pela via da competição pelo mercado, tentar emular as características de um mercado competitivo no momento inicial e mantê-las durante todo o prazo da parceria.

Uma consequência da adoção desse modelo é que a discricionariedade regulatória *ex post* é sensivelmente reduzida, o que diminui custos regulatórios e reforça a possibilidade de construção de compromissos críveis por parte do Estado (*commitment*), mas também restringe a capacidade de adaptação a inovações, choques de demanda e incertezas não previstas contratualmente. No Brasil, os setores de infraestrutura de transportes – em especial aeroportos (Fiuza; Pioner, 2009; Longo; Fonseca, 2022) e rodovias (Ferreira et al., 2021; Souza, 2021) – são paradigmáticos dessa abordagem.

O quadro abaixo busca resumir as principais diferenças, para efeitos deste estudo, desses dois tipos de regulação.

Quadro 4-1

Regulação Discricionária x Regulação por Contrato

Dimensão	Regulação Discricionária	Regulação por Contrato
Lógica Regulatória	Ajuste periódico de preços e condições com base em informações atualizadas	Definição, em contrato, das principais regras que regerão a parceria, inclusive equilíbrio inicial e riscos
Objetivo primário	Alinhar os preços regulados aos custos eficientes de prestação do serviço ao longo do tempo	Promover o equilíbrio econômico-financeiro e a estabilidade intertemporal da concessão

Mecanismo competitivo	Competição <i>no mercado</i> (emulada via RTPs)	Competição <i>pelo mercado</i> (leilões e contratos de longo prazo)
Flexibilidade Regulatória	Discrecionária e alta, para refletir mudanças nos custos, demanda e tecnologia	Limitada e condicionada (alterações dependem de cláusulas contratuais e mecanismos formais de reequilíbrio)
Incentivo à inovação	Moderado, já que ganhos são parcialmente apropriados pelo regulador nas RTPs	Ambíguo, já que depende do tratamento contratual específico dos ganhos e riscos associados à inovação
Custos Regulatórios	Elevados, em função da elevada necessidade de informação, monitoramento e revisões	Baixos (regras predefinidas), mas com custos relevantes em casos de renegociação

Fonte: Camacho e Rodrigues (2014)

Elaboração do autor.

4.2.2.1 Matriz de riscos e equilíbrio econômico-financeiro

Dois aspectos são centrais para a análise da introdução de *sandboxes* regulatórios em ambientes de regulação por contrato: o grau de disputa pelo e no mercado, que condiciona os incentivos das concessionárias à participação em experimentos regulatórios; e a definição do equilíbrio econômico-financeiro e da matriz de riscos, que constitui o principal canal pelo qual iniciativas experimentais podem afetar direitos, obrigações e expectativas contratuais.

Como visto, no setor de infraestrutura de transportes a regulação se dá, via de regra, na direção da disputa pelo mercado de monopólios naturais (regulação por contrato). Tal fato traz à luz uma distinção importante em relação aos ambientes onde os *sandboxes* originalmente se desenvolveram: em vez de empresas operando em um mercado com algum grau de competição entre firmas que visam aquisição de vantagens competitivas, *market share* e, em última instância, obtenção de maiores lucros (Cunha; Donadelli, 2025; Hou, 2024)⁶⁵, aqui temos empreendimentos monopolistas que já atendem à totalidade da demanda presente e futura, o que impacta diretamente em um dos principais canais de incentivo para participação do setor privado nos experimentos regulatórios⁶⁶.

⁶⁵ Especificamente no caso da literatura sobre *sandboxes* regulatórios, ressaltam-se aspectos ligados à mitigação de riscos regulatórios, antecipação de ganhos futuros e vantagens informacionais e reputacionais (Knight; Mitchell, 2020).

⁶⁶ Como se verá mais à frente, o incentivo passará a depender de como perturbações na receita ou nas despesas serão absorvidas ou compartilhadas entre concessionária e poder público.

Em relação ao segundo aspecto, deve-se notar que, no âmbito das concessões de infraestrutura, o equilíbrio econômico-financeiro se constitui como um mecanismo central de governança regulatória, destinado a assegurar a viabilidade econômica do empreendimento ao longo do tempo diante da alocação de riscos originalmente pactuada (Bogossian, 2022; Freitas, 2023). A matriz de riscos, por sua vez, define *ex ante* quais eventos devem ser suportados pelo poder concedente e quais devem ser internalizados pelo concessionário, influenciando diretamente os incentivos à eficiência, à inovação e ao investimento (Global Infrastructure Hub, 2019).

De fato, pode-se dizer que: “a matriz de risco e o sistema de equilíbrio econômico-financeiro constituem os aspectos mais centrais do contrato, pois estipulam o conjunto de incentivos para ação de cada parte na relação contratual” (Ribeiro, 2011, p. 76). Nesses termos funciona, em última instância, como uma regra de estabilização intertemporal da atividade empreendedora (Guimarães, 2019).

Nesse contexto, a introdução de *sandboxes* regulatórios, ao flexibilizar regras ou cláusulas contratuais previamente estabelecidas com o intuito de reduzir incertezas formais, processuais ou tecnológicas, também tem o potencial de alterar, em maior ou menor grau, a alocação originalmente pactuada de riscos e retornos. Isso faz com que a decisão de participar de um *sandbox* regulatório deixe de ser puramente técnica ou inovativa e passe a depender da expectativa de como seus efeitos econômicos serão tratados à luz da matriz de riscos e do equilíbrio econômico-financeiro do contrato.

Essa característica coloca desafios específicos quanto à interação entre o experimentalismo regulatório e a lógica da regulação por contratos, tema que será explorado empiricamente nas seções subsequentes.

4.3 Concessões Rodoviárias: Aspectos Estruturantes

A presente seção analisa as bases das concessões rodoviárias brasileiras, explicitando as características institucionais e contratuais que moldam os incentivos das concessionárias e delimitam o espaço para a introdução de instrumentos de experimentalismo regulatório. Embora se trate de um programa abrangente, iniciado ainda nos anos 1990, suas escolhas regulatórias fundamentais permanecem em grande medida inalteradas, apesar de

mudanças incrementais voltadas a uma maior flexibilidade contratual, como a introdução de cláusulas específicas de compartilhamento de riscos, a adoção de sistemas de contas vinculadas e o aprimoramento das condições de reequilíbrio econômico-financeiro⁶⁷.

Ao compreender a lógica subjacente às concessões rodoviárias federais brasileiras – especialmente no que se refere à formação tarifária, à alocação de riscos e ao equilíbrio econômico-financeiro –, torna-se possível avaliar, nas seções subsequentes, em que medida os *sandboxes* regulatórios são compatíveis com esse modelo e sob quais condições podem gerar incentivos efetivos à participação dos agentes privados.

4.3.1 Formação das tarifas

Conforme destacam Fonseca, Silva & Koeller (2026), uma primeira característica estrutural relevante das concessões rodoviárias federais brasileiras é que todas as projeções e escolhas realizadas na estruturação dos projetos possuem repercussão sobre a futura tarifa a ser paga pelos usuários, tecnicamente, sobre o valor a ser cobrado por cada quilômetro percorrido na via concedida, ou tarifa por quilômetro – TKM. Nas concessões rodoviárias a tarifa é um output das premissas e valores constantes dos modelos econômico-financeiros (MEF) adotados⁶⁸.

Ademais, na quase totalidade das licitações realizadas, a variável de seleção para a escolha do operador é o desconto ofertado em relação à TKM previamente calculada nos Estudos de Viabilidade, frequentemente conjugado, nas concessões mais recentes, à exigência de aportes de capital adicionais no início do projeto, especialmente nos casos de descontos mais agressivos.

Por outro lado, deve-se observar que, uma vez iniciada a concessão, os valores calculados pelos Estudos de Viabilidade para provisão da infraestrutura não são utilizados

⁶⁷ Deve-se ressaltar que, para o futuro, já se prevê uma maior aproximação da atual regulação por contratos com a regulação discricionária por força da introdução dos chamados Regulamentos das Concessões Rodoviárias – RCR (Freire; Lira; Wachholz, 2022). Tal alteração, porém, ainda tem um longo percurso para se concretizar, dados os desafios de mudar o tipo de regulação em contratos em andamento (Gomes, 2025).

⁶⁸ Diferentemente das parcerias em outros modais, como o de aeroportos, onde as tarifas históricas são *inputs* da modelagem econômico-financeira e as outorgas a serem pagas ao poder concedente são os *outputs*.

pela agência reguladora para aferição ou comparação com aqueles efetivamente incorridos pela empresa. Do ponto de vista da gestão da concessão, o relevante é o cumprimento das cláusulas contratuais, e não o custo para sua concretização, fato que reflete, naturalmente, a escolha de uma regulação por contratos utilizando o sistema *price cap* (preço teto), ao invés de taxas de retorno ou de remuneração.

Como consequência, a concessionária enfrenta fortes incentivos à eficiência produtiva, uma vez que, salvo cláusula específica em contrário, toda diferença entre os custos estimados *ex ante*, e incorporados previamente à tarifa, e os custos efetivamente realizados é integralmente absorvida pela empresa, sem ajustes tarifários ou reequilíbrios automáticos. De igual modo, eventuais diferenciais de receita, seja por desvios nas projeções originais, seja por fontes de receita não originalmente precificadas, também são apropriados pela concessionária⁶⁹.

Vale citar que os mecanismos de compartilhamento de risco inseridos nas concessões mais recentes, como o compartilhamento do risco de demanda, de variação dos insumos, da variação cambial, etc., não afetam diretamente a formação de tarifas. Isso porque elas são obtidas a partir do valor presente líquido (VPL) do fluxo de caixa livre projetado dos modelos econômico-financeiros, sem considerar a maior ou menor probabilidade de realização do cenário base, aspecto fundamental desse tipo de avaliação que é frequentemente apontado, de forma crítica, por autores mais ligados à Teoria das Opções Reais, como Mun (2005) e Rakic e Radjenovic (2014). A consideração desses mecanismos ocorre predominantemente de forma *ex ante*, por meio de ajustes no custo médio ponderado de capital (WACC), ainda que permaneça um componente relevante de risco regulatório não plenamente precificado.

Essa lógica de formação tarifária está presente nos Estudos de Viabilidade da concessão RioSP aqui analisada (EPL et al., 2021). De fato, ela constitui o ponto de partida dos arranjos contratuais estabelecidos no setor e condiciona a forma pela qual choques de demanda, inovações tecnológicas ou alterações regulatórias podem afetar os contratos ao longo do tempo, dada a distribuição de riscos estabelecida e a lógica de manutenção do equilíbrio econômico-financeiro.

⁶⁹ Naturalmente, nas concessões em que houve a inserção de mecanismo de compartilhamento do risco de demanda (contratos a partir de 2024), essa apropriação deixa de ser integral a partir de certos limites de desvio da demanda realizada em relação à demanda projetada.

4.3.2 Alocação dos riscos

Uma vez estabelecido o marco econômico-financeiro inicial das concessões, faz-se necessário alocar os riscos inerentes a operações complexas, de longo prazo, regidas por instrumentos contratuais necessariamente incompletos e imperfeitos, já que não podem prever e normatizar, antecipadamente, todos os possíveis eventos e transformações que podem ocorrer pelo prazo estipulado – em geral, décadas –, tanto em função dos custos de transação que isso demandaria quanto pela incompletude e assimetria das informações necessárias (Almeida, 2023; Shavell, 2009; The World Bank, 2017, 2019b).

As concessões rodoviárias envolvem diversos riscos, seja em sua fase de projeto, construção, operação ou mesmo de término. Em princípio, os riscos devem ser alocados à parte que detenha melhores condições de absorvê-los e administrá-los, o que pressupõe, de um lado, a adequada identificação dos possíveis eventos e probabilidades associadas e, de outro, a avaliação da capacidade relativa das partes para gerenciar tais riscos e mitigar seus impactos (Global Infrastructure Hub, 2019; PARTNERSHIPS VICTORIA, 2001; PIARC, 2023).

Quando realizada de forma eficiente, a alocação de riscos minimiza o custo total do projeto, já que o valor atribuído a uma prestação contratual leva consigo embutido o risco com o qual se terá de arcar. De fato, a formulação das propostas para disputa pelo mercado (leilões públicos) não se baseia apenas em parâmetros observáveis, mas também na precificação das incertezas que podem afetar a execução futura do contrato (Kennedy et al., 2018).

Um ponto central para entender o incentivo das concessionárias a participar e colaborar nos *sandboxes* é como está (ou ficará) a estruturação da matriz de risco em relação às variáveis que serão afetadas por essas iniciativas, tanto em termos de receitas como de despesas, bem como a possibilidade dos *sandboxes* introduzirem riscos originalmente não mapeados.

Nesse sentido, é importante notar que o risco regulatório próprio dos *sandboxes* decorre da adesão voluntária a um ambiente de exceção cujos resultados econômicos são incertos e não necessariamente neutralizados pelos mecanismos contratuais vigentes. Ou

seja, ainda que o *sandbox* se apresente como um instrumento controlado, seus efeitos podem se materializar sob a forma de variações de CAPEX, OPEX ou receitas que extrapolam as hipóteses originalmente precificadas no modelo econômico-financeiro.

No caso das concessões rodoviárias federais, à medida que as etapas foram se sucedendo⁷⁰, houve uma progressiva ampliação das matrizes de risco presentes nos contratos. De acordo com Pinho & Fernandes (2024), é possível extrair pelo menos quatro padrões adotados para alocação de risco ao longo do tempo: (i) atribuição genérica dos riscos do negócio ao concessionário, com alocações pontuais ao Poder Concedente; (ii) instituição de uma matriz de risco objetiva; (iii) aumento do número de riscos assumidos pelas partes; e (iv) previsão de compartilhamento dos efeitos econômicos de determinados riscos entre Poder Concedente e concessionárias.

Para o caso da Concessão da BR-116/101/RJ/SP (ANTT, 2022c), os riscos foram alocados partindo do comando geral de que “*a Concessionária é integral e exclusivamente responsável por todos os riscos relacionados à Concessão, inclusive, mas sem limitação, pelos seguintes riscos: [...]*” (cláusula 22.1 do Contrato de Concessão da BR-116/101/RJ/SP que está presente, com pequenas variações, em todas as demais concessões rodoviárias).

Tal regra, naturalmente, não abarcou os riscos explicitamente alocados ao poder concedente no contrato (cláusula 22.2 do mesmo documento), notadamente aqueles ligados a decisões do poder público (executivo, legislativo ou judiciário) ou mobilizações sociais. Especificamente para o tema aqui tratado, vale ressaltar a previsão de que possíveis quedas de receita em virtude da evasão de pedágio seriam atribuídas à concessionária (22.1.2), mas que a absorção das externalidades pela eventual implantação do sistema de arrecadação de pedágio na modalidade *Free flow* seria de responsabilidade do Poder Concedente (22.2.16).

Em síntese, essa especificação não é neutra em relação à inovação regulatória, pois a configuração da matriz de risco acaba definindo quem internaliza perdas e ganhos marginais decorrentes de mudanças operacionais, tecnológicas ou regulatórias (Freitas,

⁷⁰ A experiência do Governo Federal com concessões rodoviárias pode ser dividida cronologicamente em 5 etapas (1995-1998; 2008-2009; 2013-2015; 2019-2022; 2024-atual), de acordo com as características dos ativos e da modelagem adotada para estruturação das parcerias público-privadas do chamado Programa de Concessões de Rodovias Federais (PROCROFE).

2023), condicionando diretamente a atratividade econômica da participação em ambientes experimentais. Isso faz com que a participação da concessionária deixe de ser puramente técnica ou inovativa e passe a depender da expectativa quanto a como tais impactos serão enquadrados à luz da matriz de riscos pactuada.

Portanto, a matriz de riscos cumpre um papel que vai além da simples distribuição de responsabilidades: ela se constitui como o primeiro nível de proteção do equilíbrio econômico-financeiro do contrato, atuando como um filtro inicial para a absorção ou a externalização dos efeitos econômicos de qualquer inovação relevante.

4.3.3 Manutenção do equilíbrio

Uma vez estabelecidos o ponto inicial do econômico-financeiro das concessões e a alocação de riscos, o Equilíbrio Econômico-Financeiro (EEF) é o recurso utilizado pelos reguladores para proteção do conteúdo econômico dos contratos firmados (Guimarães, 2019). Ele não se dirige ao poder concedente nem à concessionária, mas sim à preservação do projeto concessionário (Guerra; Sampaio, 2019). Ademais, conforme destaca Bogossian (2022), no âmbito dos contratos de concessão, a literatura especializada destaca a relevância de se considerar a alocação de riscos nele prevista como parte da equação econômico-financeira do contrato. Trata-se, portanto, de uma regra de estabilização intertemporal da própria concessão.

De fato, o contrato aqui analisado estabelece que “sempre que atendidas as condições do Contrato e mantida a alocação de riscos nele estabelecida, considera-se mantido seu equilíbrio econômico-financeiro” (cláusula 23.1.1 da concessão da BR-116/101/RJ/SP). Além disso, o mesmo documento traz o comando de que “a Concessionária não fará jus à recomposição do equilíbrio econômico-financeiro caso quaisquer dos riscos por ela assumidos no Contrato venham a se materializar, devendo arcar integralmente com eventuais custos ou prejuízos resultantes dos respectivos eventos” (cláusula 22.4). Complementarmente, o contrato explicita que “os processos de recomposição do equilíbrio econômico-financeiro não poderão alterar a alocação de riscos originalmente prevista no Contrato” (cláusula 23.4.1).

Além de elemento central dessas parcerias, o EEF constitui-se como importante garantia institucional de previsibilidade para o investidor privado em contratos de longo prazo marcados por elevada especificidade de ativos e custos afundados significativos. Ao limitar a discricionariedade regulatória *ex post* e estabelecer parâmetros relativamente objetivos para a recomposição de perdas decorrentes de eventos não alocados ao concessionário, o EEF contribui para a construção de compromissos críveis por parte do Estado, reduzindo o risco regulatório percebido e, consequentemente, o custo de capital dos projetos (The World Bank, 2018, 2019b).

Essa previsibilidade é particularmente relevante em ambientes de regulação por contrato, nos quais os preços são definidos *ex ante* e a possibilidade de ajustes recorrentes via RTPs, típicos de modelos discricionários, é substituída por mecanismos formais de reequilíbrio. Assim, a preservação do EEF constitui não apenas um direito contratual do concessionário, mas um elemento essencial da própria racionalidade econômica do modelo de concessões, que necessita viabilizar a mobilização de grandes investimentos privados em horizontes temporais extensos.

Nesse arcabouço, toda modificação relevante no ambiente regulatório ou operacional com repercussões sobre CAPEX, OPEX ou receitas deve ser confrontada com a matriz de riscos e com a equação econômico-financeira inicial (Barbosa Filho, 2019; De-Losso; Sande; Cavalcante-Filho, 2024). Assim, ainda que uma inovação tenha potencial de ganhos de eficiência ou de qualidade no médio e longo prazo, seus impactos econômicos imediatos e sua distribuição entre as partes tornam-se objeto central de disputa regulatória, o que condiciona fortemente os incentivos à sua adoção voluntária pelas concessionárias.

De fato, a participação em experimentos regulatórios não é economicamente neutra para a concessionária, passando a depender da forma como os riscos e ganhos associados ao *sandbox* são tratados à luz do equilíbrio econômico-financeiro do contrato. Não é de surpreender que, como se verá mais adiante, as concessionárias demandem arranjos contratuais específicos para a participação em ambientes experimentais, incluindo cláusulas de neutralidade econômica para eventuais perdas e mecanismos que permitam a captura, ainda que parcial, dos ganhos econômicos decorrentes do experimento. Tais demandas não decorrem de comportamento oportunista *stricto sensu*,

mas refletem a lógica de incentivos inerente a contratos de longo prazo orientados à estabilidade e à previsibilidade.

Em síntese, é nesse ambiente de contratos de longo prazo, com tarifas definidas *ex ante*, riscos previamente alocados nas matrizes e mecanismos formais de preservação do equilíbrio econômico-financeiro, que se introduziram instrumentos de *sandbox* regulatório o que torna o setor rodoviário federal um caso crítico para a análise da compatibilidade entre experimentalismo regulatório e regulação por contrato.

A seção seguinte apresenta as características fundamentais do *sandbox* aqui analisado, ressaltando os aspectos que possuem maior relevância em termos de perturbação dos riscos e do equilíbrio da concessão.

4.4 *Sandbox* nas Concessões Rodoviárias

A regulação dos transportes terrestres foi pioneira em implementar *sandboxes* voltados ao setor de infraestrutura. As tratativas iniciais sobre o tema começaram ainda em 2021, e a definição dos contornos básicos do *Sandbox Free flow* já contava com os trabalhos de um Grupo de Trabalho (ANTT, 2022b) constituído em setembro de 2022, antes mesmo da ANTT ter um normativo específico sobre o tema. Até março de 2026, seis projetos de *sandbox* estavam em andamento na Agência:

- o pedágio eletrônico (*free flow*),
- a pesagem em alta velocidade (*high speed weigh-in-motion* – HS-WIM),
- os de repactuação de concessões (Processo Competitivo),
- a Inspeção de Tráfego, Descarbonização e Segurança (tecnologias inovadoras e descarbonização),
- o Programa de Sustentabilidade para Infraestrutura – PSI e
- o Corredor Logístico Sustentável.

Desses, apenas os dois primeiros já estão em estágio avançado (possuem relatórios técnicos, avaliações e resultados práticos aferidos), enquanto os demais ainda estão em fase de edital ou início das tratativas com os participantes⁷¹.

A presente seção apresentará os contornos fundamentais da Resolução nº 5.999/2022 da ANTT, que deu as bases para o funcionamento dos ambientes regulatórios experimentais nos transportes terrestres, abarcando tanto a infraestrutura como os serviços associados. Também será analisada a estruturação da experiência do *Sandbox Free flow*, objeto do presente estudo, ressaltando-se suas especificidades em termos de alocação de riscos e manutenção do equilíbrio econômico-financeiro. Tais elementos são fundamentais para, na seção subsequente, poder ser realizada a análise dos incentivos e condicionantes à participação e comportamento das concessionárias nesses experimentos.

4.4.1 Características Estruturantes dos *Sandboxes* no Modal Terrestre: Resolução ANTT nº 5.999/2022

Tendo sido publicada no final de 2022, a resolução da ANTT incorpora diversos elementos dos normativos do setor financeiro, bem como aspectos trazidos pela literatura especializada produzida nos últimos anos, como fica claro no Relatório Preliminar de Análise de Impacto Regulatório sobre o *Sandbox* Regulatório da ANTT (ANTT, 2021), utilizado no âmbito da Audiência Pública nº 2/2022 da Agência.

De acordo com o normativo, o ambiente regulatório experimental tem por finalidade servir como instrumento para incentivar a inovação (Art. 1º, I), o desenvolvimento de serviços, produtos ou soluções regulatórias (Art. 1º, II) e a diminuição de custos e do tempo de maturação para desenvolver essas iniciativas (Art. 1º, IV), além de outros objetivos mais ligados à informação, orientação e relacionamento com o usuário. Ademais, estabelece que o serviço ou produto inovador objeto do *sandbox* deverá ter o potencial de promover ganhos de eficiência, resultados positivos e sustentáveis para o usuário, redução de custos, ampliação do acesso do público ou

⁷¹ O *Sandbox* Processo Competitivo é, na verdade, um guarda-chuva para diferentes processos de repactuação contratual (Concessões da BR-163/MS VIA, da BR-101/ES/BA e da BR-101/RJ), cada um em um estágio diferente de realização.

contribuir para finalidades específicas estabelecidas posteriormente pela agência (Art. 2º, § 3º).

Trata-se, portanto, de um instrumento voltado a permitir a experimentação de novos produtos e processos por meio da superação de barreiras regulatórias existentes no setor de transportes terrestres, propiciando, ao menos potencialmente, desenvolvimento e ganhos de eficiência do mercado, em linha com as considerações já referenciadas de autores como Knight e Mitchell (2020) e Zetzsche *et al.* (2017).

O normativo estabelece ainda que só serão admitidas no processo pessoas jurídicas que exerçam atividades outorgadas por concessão, permissão ou autorização pela ANTT, ou a consórcio de empresas associadas à empresa regulada (Art. 3º, §4º). Essa delimitação é relevante para manter as iniciativas dentro do mandato institucional da agência e possibilitar a promoção de um ambiente jurídico mais bem definido, fatores que, como visto, são basilares para a constituição dos *sandboxes* (FCA, 2015; Markellos *et al.*, 2024; World Bank, 2020).

Segundo a resolução, editais específicos para cada objeto ou tema de *sandbox* devem ser publicados pela Agência. Ele deve trazer, dentre outros elementos jurídicos e procedimentais, o mercado ou segmento-alvo de atuação, as regras a serem afastadas, a região de atuação, os limites operacionais e as informações que a ANTT entenda necessárias para o monitoramento do ambiente regulatório experimental (Art. 3º, V). Cada edital deve apresentar, ainda, o estabelecimento de condições, limites e salvaguardas para fins de mitigação dos riscos decorrentes da atuação submetida à dispensa de requisitos regulatórios (Art. 10º, VI).

De particular importância para o tema aqui tratado é a previsão de que, no caso de agentes setoriais com relação contratual com a ANTT, como as concessionárias de rodovias, deve ser celebrado aditivo contratual de efeitos temporários com regramento específico de alteração do contrato de concessão original, bem como “eventuais repercussões na matriz de risco e no equilíbrio econômico-financeiro do contrato” (Art. 18º, § 5º). Essa exigência revela uma diferença institucional fundamental entre *sandboxes* em ambientes normativos e em ambientes contratuais. Enquanto no primeiro caso a flexibilização incide sobre regras gerais e impessoais, no segundo ela exige a

reconfiguração temporária de direitos e obrigações individualizados e previamente acordados, o que pode alterar substancialmente o regime de incentivos.

Por fim, o encerramento do *sandbox* ocorre, em princípio, pelo decurso do prazo estabelecido no edital de cada iniciativa, mas também pode ser solicitado pelo participante a qualquer momento (Art. 22º, II). Esse fato adiciona uma camada de proteção extra às empresas em caso de resultados financeiros negativos imprevistos pelas partes (inclusive do ponto de vista da matriz de risco ajustada no aditivo contratual temporário) que sejam percebidos como não transitórios ou insustentáveis.

Nas subseções seguintes, as especificidades da iniciativa do *Free flow* serão apresentadas de forma mais detalhada, propiciando, à luz das discussões precedentes sobre regulação e contratos de concessão, em especial, das concessões rodoviárias federais no Brasil, os insumos necessários ao exame, na Seção 5, dos limites, possibilidades e tensões decorrentes da utilização de *sandboxes* em ambientes regulados por contratos.

4.4.2 *Sandbox Free flow*

O modelo tradicional de arrecadação nas concessões federais baseia-se na instalação de praças físicas de pedágio, organizadas conforme o Trecho de Cobertura de Praça (TCP) definido contratualmente. Esse sistema impõe custos relevantes às concessionárias, gera externalidades negativas aos usuários e à sociedade – como desmatamento para a implantação das praças, congestionamentos, maior consumo de combustível e riscos de acidentes por conta da desaceleração e da parada dos veículos – e nem sempre assegura proporcionalidade entre o valor pago e o trecho efetivamente utilizado da rodovia.

O *Free flow*, ao substituir as praças físicas por pórticos eletrônicos capazes de identificar veículos por meio de etiquetas eletrônicas de pagamento (TAGs) ou leitura de placas (sistemas *Optical Character Recognition* – OCRs), permite, em princípio, uma cobrança proporcional ao uso da infraestrutura e elimina a necessidade de parada ou desaceleração significativa dos usuários, o que contribui para a mitigação das externalidades associadas ao sistema tradicional. Não obstante essas vantagens, a adoção do modelo implica aumento da complexidade operacional e regulatória do sistema de

cobrança, bem como desafios adicionais relacionados ao tratamento e à proteção de dados pessoais (ABEPAM, 2022).

Apesar de suas potenciais vantagens em termos de eficiência e redução de externalidades, a adoção do *Free flow* encontra barreiras contratuais nas concessões rodoviárias federais, já que as concessionárias estão vinculadas a obrigações específicas de implantação e operação de praças físicas, bem como a regras de alocação de riscos associadas ao modelo tradicional de arrecadação. Nesse contexto, foi implantado, em 2023, um *sandbox* regulatório para implantação do *free flow* em trecho da BR-101 administrado pela Concessionária CCR RioSP, com prazo de vigência inicial de 24 meses.

4.4.2.1 Desenho e Implementação

A estruturação da iniciativa ocorreu por meio do Aditivo Contratual nº 3 (ANTT, 2023c) e do Termo de Referência de Ambiente Regulatório Experimental (ANTT, 2023a). Esses instrumentos operacionalizaram as diretrizes da Resolução nº 5.999/2022 e conferiram contornos jurídicos específicos a esse *sandbox* implementado no âmbito de um contrato de concessão em curso, com repercussões diretas sobre a matriz de riscos e o equilíbrio econômico-financeiro.

Naturalmente, em um primeiro momento, foram suspensas as obrigações relativas à implantação da infraestrutura e sistemas das praças de pedágio da BR-101/RJ, bem como os parâmetros de aferição originais estabelecidos pela ANTT, mais especificamente a cláusula 4.1 do Aditivo Contratual. Por outro lado, foram incluídas, no Termo de Referência, diversas exigências relativas à prestação de informações, ao atendimento aos usuários e ao tratamento de dados, reforçando o caráter experimental e supervisionado da iniciativa.

Uma das diretrizes centrais do Termo de Referência firmado consistiu na preservação do equilíbrio econômico-financeiro do contrato diante das incertezas associadas à nova modalidade de cobrança, notadamente as relativas à inadimplência, à evasão e às eventuais alterações no perfil de investimentos (cláusula 5.1.4). Para tanto, estabeleceu-se o dever da concessionária de encaminhar à ANTT os dados relativos ao

tráfego captado pelos pórticos eletrônicos, bem como os valores de CAPEX e OPEX incorridos no teste (cláusulas 5.2.5 e 5.2.6). Complementarmente, previu-se a realização de estudo específico voltado à aferição de eventual ampliação ou redução da base de arrecadação (cláusula 19.1.1), variável potencialmente determinante para a dinâmica das receitas e, por conseguinte, para a estabilidade do equilíbrio contratual.

Não obstante a diretriz geral de preservação do equilíbrio econômico-financeiro do Termo de Referência, o Aditivo Contratual nº 3 estabeleceu, em sua cláusula 2.2, a inaplicabilidade, no âmbito do *sandbox*, da cláusula 22.2.16 do contrato original. Tal dispositivo atribuía ao Poder Concedente os impactos positivos ou negativos decorrentes da implementação do *free flow*, “inclusive o comprovado aumento de receita e de evasão decorrente da implantação desta modalidade”.

Na prática, a manutenção dessa regra implicaria neutralizar eventuais impactos financeiros para a concessionária, uma vez que os efeitos sobre a receita seriam absorvidos pelo Poder Concedente, ao mesmo tempo em que os custos adicionais (CAPEX e OPEX) também seriam objeto de reequilíbrio. Nesse sentido, uma neutralidade plena que eliminasse riscos e ganhos potenciais acabaria por reduzir os incentivos econômicos da concessionária à participação no ambiente experimental e à busca por ganhos de eficiência decorrentes da inovação.

Com o afastamento dessa cláusula, a manutenção do equilíbrio econômico-financeiro passou a ser regida pelas diretrizes acerca da celebração de um novo termo aditivo, dessa vez definitivo, para reger a operação permanente do *free flow* após o encerramento do *Sandbox* (cláusula 5 do Aditivo Contratual)⁷². Conforme o regimento, esse instrumento deverá levar em consideração o diferencial de CAPEX e OPEX entre os dois sistemas (tradicional e *Free flow*) até o final da concessão, não havendo, porém, especificações quanto à mensuração dos impactos da nova tecnologia – e de sua regulamentação – sobre a receita ao longo do tempo.

Em relação aos riscos com potencial repercussão sobre o equilíbrio contratual, o Termo de Referência estabeleceu que eventos como a efetividade da cobrança, as

⁷² Apesar de já contar com Relatório Final publicado e prazo final expirado, o *Sandbox Free flow* ainda não foi oficialmente encerrado pela ANTT e a operação do sistema continua em curso com base nas regras provisórias estabelecidas no Termo Aditivo nº 3 (posição de março de 2026).

ocorrências de fraude, a inadimplência, o tempo médio de pagamento, dentre outros, deveriam ser monitorados durante o *sandbox* (cláusula 19). Por sua vez, o Aditivo Contratual especificou que o risco acumulado dos eventos relacionados à evasão, inadimplemento e fraude seria compartilhado em 50% com o Poder Concedente se superados certos limites pré-estabelecidos em uma razão inversa ao tempo de operação do *free flow* (cláusula 3.2.3)⁷³. Tal arranjo buscou mitigar incertezas típicas da fase experimental, sem afastar integralmente a responsabilidade da concessionária pela gestão operacional do modelo.

As disposições aqui analisadas em relação ao EEF, conjugadas com o compartilhamento dos riscos, reconfiguraram a estrutura de incentivos da concessionária, tanto no que diz respeito à adesão ao *sandbox* quanto à eventual incorporação definitiva da tecnologia à operação da rodovia.

4.4.2.2 Monitoramento e Avaliação

Seguindo as diretrizes da Resolução 5.999/2022, o monitoramento das ações desenvolvidas no âmbito do experimento regulatório foi compartilhado entre a unidade organizacional competente (no caso do *Free flow*, a Superintendência de Infraestrutura Rodoviária – SUROD) e a Comissão de *Sandbox* especificamente designada para essa finalidade, composta por funcionários de diferentes áreas da ANTT (ANTT, 2023b).

O Relatório Final da Comissão do *Sandbox Free flow* da ANTT (ANTT, 2025c) destaca que, em relação aos aspectos técnicos da implementação do sistema, o experimento demonstrou que a tecnologia se encontra em estágio avançado de maturidade. Índices como taxa de detecção de veículos (100%), leitura de TAGs (99,45%), taxa de captura das placas e taxa de êxito do OCR (maiores que 99%), bem como classificação de veículos, correlação entre etiquetas eletrônicas e veículo e taxa de

⁷³ Especificamente, o mecanismo estabelecido diz que a concessionária e o poder concedente compartilharão igualmente esse risco, desde que sejam superados os seguintes percentuais acumulados de evasão, inadimplemento e fraude:

- a) 40% (quarenta por cento) do tráfego equivalente, no 1º mês de cobrança;
- b) 30% (trinta por cento) do tráfego equivalente, no 2º mês de cobrança;
- c) 20% (vinte por cento) do tráfego equivalente, do 3º ao 12º mês de cobrança;
- d) 10% (dez por cento) do tráfego equivalente, do 13º ao 18º mês de cobrança; e
- e) 5% (cinco por cento) do tráfego equivalente, do 19º ao 24º mês de cobrança.

êxito de identificação de sentido de tráfego (todos próximos de 100%) mostraram que, tecnicamente, não há grandes óbices à adoção do *Free flow*⁷⁴.

No plano operacional, obtiveram-se também os benefícios tradicionalmente esperados em relação à fluidez do tráfego e a uma maior segurança viária em função da implementação do sistema de *free flow*, materializados, especialmente, com a diminuição dos acidentes nos 200 metros ao redor dos pontos originais de cobrança. Tais ganhos, conjugados com uma sensível redução no desmatamento das áreas anteriormente destinadas às praças de pedágio, resultaram também em reduções expressivas (cerca de 98%) nas emissões de CO₂ equivalente do sistema de cobrança, minimizando as externalidades negativas previamente identificadas.

Em termos econômico-financeiros, o relatório ressalta que, desde o início da cobrança, em março de 2023, a receita total do trecho da BR-101 tem apresentado um crescimento consistente, saindo de R\$ 6,08 milhões em abril de 2023, primeiro mês cheio de monitoramento, para R\$ 9,93 milhões em janeiro de 2025, (em que pese ser um mês com fator sazonal relevante na rodovia. Apesar disso, o relatório não especifica se o crescimento persistente da receita ocorreu em função da adoção do *Free flow* ou em virtude de outros fatores, como aumento do tráfego, alteração na composição da frota ou mudanças conjunturais na atividade econômica.

Tal ponto é relevante, pois a adoção do *free flow* nas rodovias produz diferentes efeitos sobre a receita. Em tese, a nova sistemática tende a ampliar a base de usuários pagantes, ao reduzir barreiras físicas e facilitar a cobrança proporcional ao trecho efetivamente utilizado. Por outro lado, a substituição das praças tradicionais pode implicar redefinição do Trecho de Cobertura de Praça (TCP), alterando a extensão territorial associada a cada ponto de arrecadação e, conseqüentemente, a própria base tarifável. O resultado líquido sobre as receitas, portanto, varia conforme as características específicas de cada sistema rodoviário: volume de tráfego, perfil de usuários, níveis de evasão e eficiência dos mecanismos de cobrança; e as correlatas disposições relativas ao equilíbrio econômico-financeiro e à matriz de riscos.

⁷⁴ Vale ressaltar que a única exceção aos bons índices apresentados é em relação à taxa de confiabilidade na identificação de placas de motocicletas, que ficou em torno de 87% durante quase todo o período analisado. Todavia, como no caso da Concessão Rio-SP há isenção tarifária para motocicletas, o resultado não possui impacto direto sobre o equilíbrio contratual, sendo, porém, um dado relevante para o regulador.

De fato, embora os relatórios do *sandbox* não apresentem cálculo detalhado dos impactos econômico-financeiros da adoção do *Free flow*, podem ser mencionadas algumas estimativas produzidas pela literatura acadêmica que indicam a importância da questão. Caldeira (2024), utilizando dados dos EVTEA da concessão RioSP, de operação da concessionária, bem como provenientes de benchmarking internacional de custos e ineficiências do pedagiamento tradicional, estimou uma variação potencial na tarifa de pedágio na BR-116 entre 0% e - 40% (cenários mais pessimista e mais otimista, respectivamente)⁷⁵. Já a simulação realizada por Reichert e Taco (2024) indicou que a implementação do *Free flow* nos mesmos pontos das praças originais resultaria em redução tarifária de aproximadamente 14% ou, alternativamente, em margem para absorver até 13,5% de perda de receita anual decorrente de inadimplência.

Por fim, a comissão aponta, ainda, que a inadimplência, embora elevada nos meses iniciais (em torno de 25%), estabilizou-se posteriormente em aproximadamente 7% da receita total. Paralelamente, o montante de multas aplicadas apresentou trajetória de queda na maior parte dos meses avaliados, reduzindo-se de R\$ 12,21 milhões em julho de 2023 para pouco menos de R\$ 4 milhões em janeiro de 2025, o que sugere processo gradual de adaptação dos usuários ao novo modelo de cobrança⁷⁶.

Como se pode ver, o eventual incentivo a adotar a nova tecnologia precisa levar em conta as características do sistema rodoviário pedagiado e depende criticamente das condições de compartilhamento dos riscos e do impacto sobre o equilíbrio econômico-financeiro do contrato, elementos que condicionam, em última instância, a racionalidade econômica da inovação no âmbito das concessões.

4.4.2.3 Implicações de Política Pública

Para além de sua relevância para a concessão em andamento, o *Sandbox Free flow* pode ser analisado sob a perspectiva de sua repercussão mais ampla sobre a política pública setorial. Nesse sentido, em fevereiro de 2025, a Diretoria Colegiada da ANTT aprovou

⁷⁵ O autor também estima uma variação entre + 50% e - 17% na BR-101 (para os mesmos cenários), mas esse trecho da rodovia representa aproximadamente 10% do tráfego da concessão.

⁷⁶ Oportuno mencionar como a ausência de uma visão de aprendizagem colaborativa impacta a implementação prática do instrumento. No caso do *Free Flow*, por exemplo, nota-se que o usuário final integra o experimento, mas sua percepção é colhida de forma indireta.

uma minuta referencial de termo aditivo (ANTT, 2025a), elaborada com base nos subsídios produzidos pela experiência regulatória. O instrumento foi concebido para viabilizar, nos demais contratos de concessão rodoviária, a substituição das praças de pedágio cuja construção ainda não tenha sido concluída pelo sistema *Free flow*.

O documento (ANTT, 2025b) estabelece que constitui risco do poder concedente “90% dos impactos sobre a receita tarifária decorrentes de evasão ou não pagamento da tarifa de pedágio em até 180 (cento e oitenta) dias da passagem pelo pedágio eletrônico” (cláusula 5.2). Por outro lado, a concessionária deve assumir “10% dos impactos sobre a receita tarifária decorrentes de evasão ou não pagamento da tarifa de pedágio” e “100% das perdas de receita provocadas por fraudes ou por falhas na detecção ou identificação de veículos pelos equipamentos e sistemas” (cláusula 5.3). Observa-se que esse arranjo de compartilhamento de riscos é substancialmente mais incisivo do que aquele previsto no âmbito do *Sandbox Free flow*, ampliando a parcela de riscos absorvida pelo Poder Concedente.

A minuta prevê a realização de reequilíbrio econômico-financeiro decorrente da substituição das praças de pedágio, com seu valor sendo apurado pelo diferencial de CAPEX e OPEX previstos para implantação e operação da infraestrutura original e aqueles apurados ou estimados para utilização do sistema de livre passagem. Mais especificamente, a cláusula 6.6 especifica que o escopo do reequilíbrio deve abarcar: a substituição das obrigações contratuais, calculada pela diferença entre os valores de CAPEX e OPEX; os eventos de risco alocados ao Poder Concedente; e eventual reversão ao sistema tradicional. À semelhança do que ocorreu nas disposições relativas ao termo aditivo definitivo do *Sandbox*, não há referência expressa à consideração de variações estruturais de receita decorrentes da adoção do novo sistema, impactando os incentivos econômicos de longo prazo para as concessionárias.

Por fim, o documento de referência estabelece, em sua cláusula 8.1, que a tarifa a ser cobrada por meio dos pedágios eletrônicos será idêntica àquela que seria aplicada nas praças de pedágio substituídas, aplicando-se integralmente as regras contratuais relativas à estrutura tarifária, descontos, reajustes e revisões. A previsão é que tal regime deve permanecer vigente até a eventual migração definitiva para o novo modelo, momento em

que as condições tarifárias serão ajustadas conforme novas disposições pactuadas com a ANTT, com vistas à preservação do equilíbrio econômico-financeiro do contrato.

Em perspectiva mais ampla, a incorporação dos aprendizados do *Sandbox Free flow* à minuta referencial de termo aditivo evidencia que o ambiente experimental não se limitou a testar uma inovação tecnológica. Ao estabelecer novos parâmetros de compartilhamento de riscos, critérios de reequilíbrio econômico-financeiro e regras de transição tarifária, funcionou como base para um mecanismo com potencial de redefinição da estrutura de incentivos das concessões.

Tal fato ilustra como a experimentação regulatória pode reduzir incertezas tecnológicas, mas não elimina dilemas clássicos de regulação por contratos em termos de previsibilidade, flexibilidade e compromissos de longo prazo. Pelo contrário, pode amplificá-los, como será analisado na próxima seção.

4.5 *Sandboxes* em Ambientes Regulados por Contratos

A principal vantagem da regulação por contrato nas concessões de infraestrutura de transporte rodoviário, cujas características básicas foram analisadas nas seções anteriores, é que ela transforma a típica incerteza política e regulatória associada a esses projetos em regras *ex ante* estruturadas. Esse fator tem permitido a mobilização de capital privado para empreendimentos frequentemente caracterizados pela alta intensidade do investimento e pelo longo horizonte temporal. Em particular, a regulação contratual realiza, ao menos em tese, uma alocação objetiva de riscos e promove a correlata definição dos mecanismos de recomposição do equilíbrio econômico-financeiro ao longo de toda a concessão.

Também é necessário atentar para o fato de que o contrato funciona como mecanismo de autovinculação do Poder Público (*credible commitment*), fator particularmente importante em países com histórico de instabilidade regulatória. Isso traz uma estrutura de governança formal para o projeto, permitindo o estabelecimento de metas de expansão, indicadores de desempenho, incentivos, penalidades, procedimentos de fiscalização e solução de conflitos. Essa estabilidade é fundamental não só para os investidores, mas também para os demais *stakeholders*, já que permite o financiamento

de longo prazo desses empreendimentos, o desenvolvimento de negócios com parceiros comerciais e a utilização da infraestrutura de forma previsível pela sociedade.

É justamente nesse contexto de redução da discricionariedade *ex post* – a outra face de se ter compromissos intertemporais, direitos adquiridos e alocação prévia de riscos – que a introdução dos *sandboxes* busca promover flexibilidade regulatória. Isso é viabilizado por meio da possibilidade de revisão de parâmetros e obrigações previamente pactuadas, fator particularmente relevante quando se considera a intrínseca incompletude contratual das concessões, intensificada pelas transformações tecnológicas, organizacionais ou industriais ao longo do tempo.

Nesse contexto, a decisão das concessionárias de participar de um ambiente experimental não é economicamente neutra. Do ponto de vista da empresa, a adesão a um *sandbox* não ocorre em função de ganhos esperados de *market share* ou de vantagem competitiva (já que são, via de regra, monopolistas), mas envolve a comparação entre os ganhos esperados associados à inovação – como redução de custos, ganhos reputacionais, aprendizado tecnológico e eficiência, desde que não capturados inteiramente pela regulação – e os riscos de alteração do equilíbrio econômico-financeiro decorrentes de mudanças operacionais, tecnológicas ou de receita.

No caso do *Free flow*, o desenho do termo aditivo temporário e, posteriormente, da minuta referencial de aditivo definitivo, concentrou-se na apuração de diferenças de CAPEX e OPEX e na alocação de eventos de risco, bem como na eventual reversão ao modelo tradicional. Contudo, não houve previsão expressa de tratamento para variações estruturais de receita decorrentes da mudança do sistema de arrecadação. Tal fato é particularmente relevante sob a ótica dos incentivos: se a inovação altera padrões de transporte, elasticidade da demanda ou comportamento dos usuários, parte dos efeitos econômicos pode não ser plenamente internalizada no mecanismo de reequilíbrio.

Outro aspecto relevante é que a assimetria de informações típica da relação principal-agente das concessões rodoviárias permanece presente – e possivelmente intensificada – no ambiente experimental. De fato, no caso do *Free flow*, a concessionária detém informações superiores sobre custos operacionais, riscos tecnológicos e impacto sobre a arrecadação decorrentes da introdução da tecnologia, como pode ser observado

nos diversos relatórios que a empresa enviou à ANTT durante o monitoramento⁷⁷, o que pode dificultar a calibragem ótima dos mecanismos de reequilíbrio.

O *sandbox*, portanto, não se apresenta apenas como oportunidade de inovação em ambientes marcados por regulação por contrato, mas como evento capaz de afetar expectativas de retorno econômico associadas à concessão. O *locus* dessa reconfiguração encontra-se precisamente no binômio formado pela matriz de riscos e pelo mecanismo de preservação do equilíbrio econômico-financeiro. Como esses instrumentos definem quem internaliza custos e quem captura ganhos decorrentes de mudanças operacionais ou tecnológicas, a decisão de participação da concessionária em um ambiente experimental passa a depender não apenas da viabilidade técnica da inovação, mas também da forma como seus impactos serão enquadrados contratualmente.

Essa característica distingue de maneira importante os *sandboxes* implementados em mercados regidos por normas gerais daqueles aplicados em setores estruturados por contratos administrativos de longo prazo. No primeiro caso, a flexibilização regulatória incide sobre regras abstratas e impessoais, que usualmente afetam um conjunto amplo e potencialmente indeterminado de agentes. Já no segundo, a experimentação regulatória implica necessariamente a alteração – ainda que inicialmente temporária – de direitos e obrigações individualizados previamente pactuados entre o poder concedente e a concessionária. Nesses casos, o *sandbox* deixa de atuar apenas como instrumento de teste regulatório e passa a operar como mecanismo de ajuste contratual experimental.

Vista dessa perspectiva, a transposição dos *sandboxes* para setores regulados por contrato deve ser feita de forma cuidadosa e crítica, reconhecendo-se que se trata de um mecanismo que, nesse contexto, excede em muito o fomento à inovação, mas exerce sua força e atratividade pelo seu potencial de reconfiguração das relações de longo prazo com o Estado e com a sociedade. Por isso, a compatibilização entre essas realidades envolve, entre outros aspectos, a definição prévia de critérios claros para o tratamento do equilíbrio

⁷⁷ Detalhes das reuniões com a concessionária e das apresentações de dados relativos à implantação da tecnologia podem ser consultados no processo SEI nº 50500.055984/2023-06. Disponível em: https://sei.antt.gov.br/sei/modulos/pesquisa/md_pesq_processo_exibir.php?IC2o8Z7ACQH4LdQ4jJLJzjPBiLtP6l2FsQacllhUf-duzEubalut9yvvd8-CzYYNLu7pd-wiM0k633-D6khhQNe4LHsjq8llu7Ls5XieD-4i3odl4Sk6Wa_tLtU0f_KLe

econômico-financeiro, a adoção de mecanismos transparentes de compartilhamento de ganhos e perdas e a preservação da credibilidade regulatória do setor.

4.6 Considerações Finais

Sandboxes regulatórios são uma das mais relevantes inovações no campo da regulação. Sua rápida disseminação e sucesso em diferentes países geraram a expectativa de que sua aplicação em diferentes contextos institucionais e regulatórios pudesse ser realizada de forma rápida e com ganhos de efetividade para a política pública, dada a experiência acumulada no setor financeiro. Porém, sua transposição para mercados regulados por contrato é complexa, pois, nesses casos, o *sandbox* deixa de ser mero instrumento de flexibilização normativa conducente à inovação e passa a operar como mecanismo de reconfiguração da matriz de riscos e dos incentivos econômicos do contrato.

O estudo do *Sandbox Free flow* no Brasil evidenciou que, apesar da diretriz geral de preservação do equilíbrio econômico-financeiro do contrato de concessão, o afastamento da regra original de completa neutralização de eventuais impactos financeiros e a sua substituição por outra de delimitação mais restrita, bem como a reconfiguração de alguns itens da matriz de risco mais afetados pela nova tecnologia, foram elementos decisivos que moldaram a participação da concessionária no experimento regulatório.

De fato, a análise realizada neste estudo sugere que a compatibilidade entre *sandboxes* e regulação por contrato depende de alguns fatores institucionais centrais: clareza *ex ante* sobre o tratamento do equilíbrio econômico-financeiro, incluindo não apenas CAPEX e OPEX, mas também impactos estruturais de receita; mecanismos transparentes de compartilhamento de ganhos e perdas, evitando tanto a socialização integral dos riscos quanto a apropriação privada de ganhos sistêmicos; definição precisa de critérios de avaliação e métricas de desempenho, reduzindo disputas posteriores; e preservação do compromisso regulatório de longo prazo, de modo que a experimentação não seja percebida como instrumento de reabertura oportunista de contratos.

A necessidade de celebrar aditivo contratual específico – tanto no caso aqui analisado do *Free flow*, como em outros já celebrados pela agência setorial – revela que

a experimentação, em setores contratualizados, exige governança sofisticada e instrumentos capazes de lidar com informação assimétrica, risco moral e potenciais comportamentos estratégicos. Seu sucesso depende menos da inovação tecnológica testada e mais da capacidade institucional de integrar experimentalismo e estabilidade intertemporal.

Uma extensão natural do presente trabalho seria examinar as demais experiências com *sandbox* no setor rodoviário assim que elas já estiverem concluídas ou, ao menos, em estágio de maior maturidade. Outra pauta relevante diz respeito ao uso dos *sandboxes* regulatórios em outros setores regulados por contratos, como o aeroportuário, que atualmente conta com duas experiências em curso sendo conduzidas pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC): Balizamento Noturno de Aeródromos e de Vertiportos/EVTOLs⁷⁸.

Adicionalmente, uma vertente que merece ser estudada em trabalhos futuros é que, ao admitir a possibilidade de encerramento antecipado por iniciativa do participante, o desenho institucional do *sandbox* introduz uma espécie de “opção de saída” que reduz a exposição a perdas extremas. Sob a ótica econômica, tal mecanismo aproxima o *sandbox* de uma opção real: a concessionária pode testar a inovação com direito de abandono caso os resultados se revelem insustentáveis. Apesar de não eliminar por completo as incertezas quanto aos efeitos de médio e longo prazos, esse elemento reduz o risco *downside*, e, portanto, possui valor. A precificação dessa opção seria interessante tanto para o poder concedente (que poderia modulá-la) quanto para as concessionárias.

Por fim, é necessário ressaltar que a utilização dos *sandboxes* em setores regulados por contratos está apenas começando. Há uma curva de aprendizagem a ser percorrida. Entender as suas peculiaridades e promover uma estrutura de governança adequada são a chave para que se tornem um mecanismo central de uma regulação inteligente bem-sucedida.

⁷⁸ Acrônimo de "*electric vertical take-off and landing*" ou decolagem e pouso vertical elétrico.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo de três artigos conexos, porém distintos, a presente tese buscou apresentar e analisar, utilizando diferentes metodologias e estudos de caso, o papel do *sandbox* regulatório como instrumento de experimentalismo e reconfiguração de incentivos em ambientes regulatórios marcados por complexos contratos de longo prazo no setor de infraestrutura de transportes no Brasil.

As investigações realizadas procuraram elucidar a questão central que guiou a presente investigação: De que forma a utilização do *sandbox* regulatório reconfigura incentivos e altera os arranjos institucionais no setor de infraestrutura de transportes?

De fato, podem-se destacar os principais achados dos artigos produzidos:

- a. A Revisão Sistemática da Literatura revelou que os *sandboxes* regulatórios no setor de transportes têm sido utilizados principalmente como mecanismos para conciliar inovação tecnológica e segurança regulatória, tendo como condicionantes centrais adaptação jurídico-institucional, coordenação entre *stakeholders*, governança setorial e salvaguardas contra riscos regulatórios. Concluiu-se que, embora promissores, os *sandboxes* ainda demandam maior investigação empírica sobre seus impactos e sua integração com os arranjos institucionais de governança regulatória.
- b. O artigo sobre a utilização do *sandbox* nas repactuações dos contratos de concessão se debruçou sobre o arcabouço normativo e institucional do *sandbox* no setor de transportes terrestres, abordando os riscos específicos e sistêmicos relacionados à prática das repactuações contratuais, bem como os desafios regulatórios enfrentados. Concluiu-se que o *sandbox* regulatório pode oferecer um espaço controlado para mitigar riscos e testar novos arranjos contratuais, desde que acompanhado de salvaguardas institucionais que garantam transparência, equilíbrio de incentivos e estabilidade jurídica.
- c. O último artigo analisou a utilização do *sandbox* regulatório em mercados regulados por contrato. Constatou-se que o avanço desse tipo de experimentalismo regulatório é capaz de reconfigurar incentivos contratuais, redistribuir riscos e afetar expectativas econômicas protegidas juridicamente por complexos contratos de longo prazo, fatores

que afetam a decisão e o comportamento dos agentes em participar dessas iniciativas, já que o *sandbox* regulatório, nesses casos, passa a operar como mecanismo de reconfiguração das relações econômicas estabelecidas.

Em conjunto, os três artigos permitem responder à questão central desta tese ao evidenciar que o *sandbox* regulatório, no setor de infraestrutura de transportes, não se limita a um instrumento de flexibilização normativa voltado à inovação, mas opera como um mecanismo institucional capaz de reconfigurar, de forma contingente, a estrutura de incentivos que orienta o comportamento de reguladores e regulados.

Essa reconfiguração ocorre por meio da criação de um ambiente experimental controlado que reduz incertezas e permite a produção de informação relevante em contextos de elevada complexidade, mas que, ao mesmo tempo, introduz novas possibilidades de ação para os agentes, inclusive no que se refere à adoção, adaptação ou abandono de soluções regulatórias e tecnológicas. Nesse sentido, o *sandbox* não só amplia como complexifica o repertório de instrumentos da regulação inteligente ao incorporar elementos de aprendizado iterativo e coordenação entre múltiplos atores.

Também é importante considerar que a efetividade do *sandbox* depende de seu desenho institucional - incluindo salvaguardas, mecanismos de governança e clareza quanto às regras de entrada e saída - bem como de sua capacidade de se articular com os instrumentos tradicionais da regulação contratual. Nesses contextos, o experimentalismo regulatório interage com estruturas contratuais preexistentes, afetando a alocação de riscos, as expectativas econômicas e o equilíbrio econômico-financeiro das concessões, o que pode tanto viabilizar quanto restringir a participação dos agentes.

De fato, pode-se dizer que, a partir das investigações realizadas, emerge um quadro em que o *sandbox* aparece como um instrumento potente, porém não neutro, de intervenção regulatória, cuja utilização demanda calibragem fina para que seus benefícios sejam capturados pela sociedade sem comprometer a estabilidade e a credibilidade do ambiente regulatório.

Como recomendação de política pública, é possível afirmar que os agentes públicos devem considerar o *sandbox* regulatório como um instrumento estratégico de gestão de contratos complexos. Nesse contexto, a política pública deve ser capaz de: (i)

estruturar garantias/salvaguardas para evitar que riscos de captura ou ocorrência de desequilíbrio econômico-financeiro possam comprometer a estabilidade regulatória do setor; (ii) compartilhar resultados do experimento/ inovação com os consumidores de serviços via modicidade tarifária e qualidade do serviço; e (iii) desenvolver um processo continuado de aprimoramento das capacidades estatais para o armazenamento, a gestão e a análise de dados e informações resultantes da experimentação e do novo arranjos informacional resultante da inovação, de modo a viabilizar a incorporação desses elementos no aprimoramento das políticas públicas de natureza regulatória.

Essas recomendações de política pública assumem que a regulação inteligente reserva ao Estado um papel ativo na coordenação do experimentalismo, pois permanece com a responsabilidade de estruturar o ambiente institucional do *sandbox*, definir regras claras de entrada, monitoramento e saída, além de estabelecer métricas de avaliação que orientem o aprendizado coletivo, gerando as condições necessárias para que a flexibilidade regulatória convirja para o alcance do interesse público.

Por fim, cabe destacar as limitações desta agenda de pesquisa. Toda investigação científica possui um recorte analítico-temático que deixa de fora dos textos questões relevantes, ainda que não necessariamente centrais, para o escopo definido. Ademais, o conhecimento produzido abre novas frentes de investigação que podem ser objeto de desenvolvimento por parte do próprio pesquisador ou da comunidade acadêmica.

Nesse sentido, uma primeira limitação a ser realçada é que a presente pesquisa buscou apresentar o estado da arte da utilização dos *sandboxes* regulatórios no setor de transportes. Trata-se, porém, de campo novo e extremamente dinâmico, em que novas iniciativas governamentais e setoriais ocorrem a todo momento, reforçando a produção técnico-acadêmica derivada dessas iniciativas. Como visto, o volume de publicações cresce ano a ano e novas abordagens e análises são desenvolvidas a cada novo experimento. Portanto, a atualidade da fronteira do conhecimento precisa ser constantemente revisitada e atualizada.

Especificamente para o caso do Brasil, uma pauta particularmente relevante diz respeito ao uso dos *sandboxes* regulatórios em outros setores regulados por contratos, como o aeroportuário, que atualmente conta com duas experiências em curso sendo conduzidas pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) que possuem considerável

potencial de impacto sobre a dinâmica do setor: Balizamento Noturno de Aeródromos e de Vertiportos/EVTOLs. Uma vez que estejam concluídas, a investigação sobre a dinâmica e as especificidades institucionais-regulatórias dessas iniciativas, bem como os efeitos sobre os agentes regulados, pode ser uma valiosa agregação ao tema mais geral aqui analisado.

Outra limitação que merece atenção é que as investigações se apoiaram em estudos de caso representativos, mas singulares, do setor de transportes. Trata-se de uma abordagem metodológica típica de estudos regulatórios em infraestrutura, em que se prioriza a triangulação de fontes para robustez analítica. Apesar de gerar conhecimento relevante sobre os condicionantes, riscos e benefícios de cada caso, seria interessante a realização de estudos empíricos sistemáticos que mensurem impactos concretos dos *sandboxes* sobre eficiência regulatória, difusão tecnológica, competitividade dos mercados e bem-estar dos usuários do setor de transportes, passo fundamental para determinar se esses ganhos geram transformações mais amplas a nível setorial e sistêmico.

Do ponto de vista teórico, mostrou-se que os *sandboxes* são instrumentos potencialmente capazes de reconfigurar relações de longo prazo entre os agentes do setor. Mas, adicionalmente, apontou-se que o desenho institucional do *sandbox* introduz uma espécie de “opção de saída” dos experimentos que reduz a exposição a perdas extremas para as concessionárias. Sob a ótica econômica, tal mecanismo aproxima o *sandbox* de uma opção real: a concessionária pode testar a inovação com direito de abandono caso os resultados se revelem insustentáveis. Investigar se, e em que medida, tal característica possui valor para as partes, seria uma contribuição capaz de lançar uma outra vertente de análise para *sandboxes* em mercados regulados por contrato.

REFERÊNCIAS

- ABEPAM. **Relatório Técnico do Free Flow: Considerações para futura regulamentação**. [S.l.]: Associação Brasileira das Empresas de Pagamento Automático de Mobilidade, 2022. Disponível em: <https://8093d83a-77d7-4198-ac44-a3fd350fa6a2.filesusr.com/ugd/467990_995764393a2843858911a1844b9e25e3.pdf#page=18.61>. Acesso em: 20 fev. 2026.
- ABERDEEN, Trudie. Yin, R. K. (2009). Case study research: Design and methods (4th Ed.). Thousand Oaks, CA: Sage. **The Canadian Journal of Action Research**, v. 14, n. 1, p. 69–71, 21 maio 2013.
- ALLEN, Hilary J. **Regulatory Sandboxes**. Rochester, NY, 25 jun. 2019. Disponível em: <<https://papers.ssrn.com/abstract=3056993>>. Acesso em: 27 jun. 2024
- ALMEIDA, Rui. A Análise Econômica dos Contratos. **Revista Jurídica Luso-Brasileira**, v. Ano 9 (2023), n. 3, p. 317–343, 2023.
- ALMENAR-MUÑOZ, Mercedes. **Drones: aportes a un sandbox regulatorio**. Text. Disponível em: <https://www.iustel.com/v2/revistas/detalle_revista.asp?id_noticia=428063>. Acesso em: 19 dez. 2024.
- ANA. **Relatório de Análise de Impacto Regulatório: CP nº 004/2023**. Brasília: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), 2023. Disponível em: <<https://participacao-social.ana.gov.br/Consulta/150>>. Acesso em: 16 dez. 2025.
- ANA. **Resolução ANA nº 175, de 9 de janeiro de 2024**. , 2024. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-ana-n-175-de-9-de-janeiro-de-2024-537041256>>
- ANDERÁOS, Alexandre. O desenho regulatório do novo marco legal do saneamento básico no Brasil e a aparente dicotomia entre a regulação contratual e discricionária. **Journal of Law and Regulation**, v. 7, n. 2, p. 24–51, 2021.
- ANTT. **Relatório Preliminar de Análise de Impacto Regulatório sobre o Sandbox Regulatório da ANTT**. [S.l.: S.n.]. Disponível em: <<https://participantt.antt.gov.br/Site/AudienciaPublica/VisualizarAvisoAudienciaPublica.aspx?CodigoAudiencia=472>>. Acesso em: 24 out. 2024.
- ANTT. **Resolução nº 5.999, de 3 de novembro de 2022**. , 2022a. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-n-5.999-de-3-de-novembro-de-2022-441284496>>
- ANTT. **Portaria DG nº 460, de 29 de setembro de 2022**. , 2022b. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-dg-n-460-de-29-de-setembro-de-2022-433182995>>
- ANTT. **Contrato de Concessão BR-116/101/RJ/SP**. , 28 jan. 2022c. Disponível em: <<https://www.gov.br/antt/pt-br/assuntos/rodovias/concessionarias/lista-de-concessoes/ccr->

rio-sp/documentos-de-gestao/contrato-e-anexos/riosp-contrato-e-aditivos>. Acesso em: 1 jul. 2025

ANTT. **Termo de Referência de Ambiente Regulatório Experimental nº 001/SUOD/2023-ANTT.** , 3 jan. 2023a. Disponível em: <https://www.gov.br/antt/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/ambiente-regulatorio-experimental-sandbox-regulatorio/pedagio-eletronico-free-flow/copy_of_imagens/sei_antt15605994termodereferenciadeambi-regulat-experimental-1.pdf>. Acesso em: 24 out. 2024

ANTT. **Portaria DG Nº 66, de 17 de fevereiro de 2023.** , 17 fev. 2023b. Disponível em: <https://pdf.datalegis.net/files/9onhlf7kbjmkkg1jgt7vrmk66f5_1735223917.pdf>. Acesso em: 24 out. 2024

ANTT. **Termo Aditivo nº 003/2023.** , 24 fev. 2023c. Disponível em: <https://www.gov.br/antt/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/ambiente-regulatorio-experimental-sandbox-regulatorio/pedagio-eletronico-free-flow/copy_of_imagens/3TermoAditivoRioSP.pdf>. Acesso em: 24 out. 2024

ANTT. **1º Termo Aditivo ao Edital nº 01/2019 de Concessão.** , 26 jun. 2023d. Disponível em: <https://www.gov.br/antt/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/ambiente-regulatorio-experimental-sandbox-regulatorio/pesagem-em-alta-velocidade-hs-wim/SEI_ANTT17493174TERMOADITIVON.pdf>. Acesso em: 24 out. 2024

ANTT. **Portaria DG nº 189, de 30 de junho de 2023.** , 30 jun. 2023e. Disponível em: <https://pdf.datalegis.net/files/9d1s156cchosqcmrihsivl5dbr_1735223678.pdf>. Acesso em: 24 out. 2024

ANTT. **Minuta de Resolução - RCR 4.** , 27 dez. 2023f. Disponível em: <<https://participantt.antt.gov.br/Site/AudienciaPublica/VisualizarAvisoAudienciaPublica.aspx?CodigoAudiencia=551>>. Acesso em: 25 out. 2024

ANTT. **Relatório Trimestral - Comissão Sandbox HS-WIM - Abril a Junho de 2024.** , 9 jan. 2024a. Disponível em: <https://www.gov.br/antt/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/ambiente-regulatorio-experimental-sandbox-regulatorio/pesagem-em-alta-velocidade-hs-wim/analise_4__relatorio_trimestral.pdf>. Acesso em: 24 out. 2024

ANTT. **Aviso de Consulta Pública nº 1/2024.** , 11 jan. 2024b. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/web/dou/-/aviso-de-consulta-publica-n-1/2024-593564782>>. Acesso em: 11 nov. 2024

ANTT. **Portaria DG Nº 17, de 23 de janeiro de 2024.** , 23 jan. 2024c. Disponível em: <https://anttlegis.antt.gov.br/action/ActionDatalegis.php?acao=abrirTextoAto&tipo=POR&numeroAto=00000017&seqAto=PDG&valorAno=2024&orgao=DG/ANTT/MT&codTipo=&desItem=&desItemFim=&cod_menu=5408&cod_modulo=161&pesquisa=true>. Acesso em: 5 mar. 2025

ANTT. **Minuta de Resolução Sistema de Livre Passagem - Free Flow.** , 12 fev. 2024d. Disponível em: <

ANTT. **TERMO DE REFERÊNCIA DE AMBIENTE REGULATÓRIO EXPERIMENTAL - ECO 101.** , 11 nov. 2024e. Disponível em: <Processo nº 50500.151119/2024-62>. Acesso em: 10 dez. 2024

ANTT. **Sistema de Pesagem Dinâmica de Veículos em Velocidade da Via (HS-WIM).** Disponível em: <<https://www.gov.br/antt/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/ambiente-regulatorio-experimental-sandbox-regulatorio/pesagem-em-alta-velocidade-hs-wim/sistema-de-pesagem-dinamica-de-veiculos-em-velocidade-da-via-hs-wim>>. Acesso em: 24 out. 2024f.

ANTT. **Sistema de Pesagem Dinâmica de Veículos em Velocidade da Via (HS-WIM).** Disponível em: <<https://www.gov.br/antt/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/ambiente-regulatorio-experimental-sandbox-regulatorio/pesagem-em-alta-velocidade-hs-wim/sistema-de-pesagem-dinamica-de-veiculos-em-velocidade-da-via-hs-wim>>. Acesso em: 24 out. 2024g.

ANTT. **Deliberação nº 69, de 13 de fevereiro de 2025.** , 13 fev. 2025a. Disponível em: <https://anttlegis.antt.gov.br/action/UrlPublicasAction.php?acao=abrirAtoPublico&num_ato=00000069&sgl_tipo=DLB&sgl_orgao=DG/ANTT/MT&vlr_ano=2025&seq_ato=000&cod_modulo=161&cod_menu=7795>. Acesso em: 5 mar. 2025

ANTT. **Minuta Referencial de Termo Aditivo.** , 14 fev. 2025b. Disponível em: <<https://anexosportal.datalegis.net/arquivos/1884736.pdf>>. Acesso em: 27 fev. 2026

ANTT. **Relatório Final da Comissão do sandbox regulatório da implementação do experimento regulatório sistema de livre passagem – free flow na BR-101.** , 21 mar. 2025c. Disponível em: <https://www.gov.br/antt/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/ambiente-regulatorio-experimental-sandbox-regulatorio/pedagio-eletronico-free-flow/copy_of_imagens/relatorio-final-da-comissao-do-sandbox.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2026

APPAYA, Mandepanda; GRADSTEIN, Luskin; HAJI, Mahjabeen. **Global Experiences from Regulatory Sandboxes:** Fintech Note. [S.l.]: World Bank Group, 2020. Disponível em: <<https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/912001605241080935/Global-Experiences-from-Regulatory-Sandboxes>>. Acesso em: 23 out. 2024.

ATHIAS, Laure; CHEVER, Lisa. The Relative Efficiency of Competitive Tendering. *In*: SAUSSIER, Stéphane; DE BRUX, Julie (Orgs.). **The Economics of Public-Private Partnerships: Theoretical and Empirical Developments.** Cham: Springer International Publishing, 2018. p. 113–133.

ATTREY, Angela; LESHER, Molly; LOMAX, Christopher. **The role of sandboxes in promoting flexibility and innovation in the digital age.** Paris: OECD, 12 jun. 2020. Disponível em: <https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/the-role-of-sandboxes-in-promoting-flexibility-and-innovation-in-the-digital-age_cdf5ed45-en>. Acesso em: 23 out. 2024.

AYDIN, Zühre; YARDIMCI, Okan. Regulatory sandboxes and pilot projects: Trials, regulations, and insights in energy transition. **Engineering Science and Technology, an International Journal**, v. 56, p. 101792, 1 ago. 2024.

AYRES, Ian; BRAITHWAITE, John. **Responsive Regulation: Transcending the Deregulation Debate.** New York: Oxford University Press, 1992.

BAINS, Parma; WU, Caroline. **Institutional Arrangements for Fintech Regulation : Supervisory Monitoring.** [S.l.]: Washington, D.C : International Monetary Fund, 2023.

BALDWIN, Robert; BLACK, Julia. Really responsive regulation. **LSE Research Online Documents on Economics**, LSE Research Online Documents on Economics. dez. 2007.

BALDWIN, Robert; CAVE, Martin; LODGE, Martin. **Understanding regulation: theory, strategy, and practice**. 2nd ed ed. New York: Oxford university press, 2012.

BARBOSA FILHO, Fernando de Holanda. **Taxa interna de retorno em projetos de infraestrutura e a TIR flexível = internal return rate infrastructure projects and flexible IRR**. [S.l.]: FGV Projetos, 2019.

BARON, David P. **Design of regulatory mechanisms and institutions**. [S.l.]: Elsevier, 1989. Disponível em: <<https://econpapers.repec.org/bookchap/eeeindchp/2-24.htm>>. Acesso em: 11 fev. 2025.

BCB. **Resolução BCB nº 29, de 26 de outubro de 2020**. , 2020. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-bcb-n-29-de-26-de-outubro-de-2020-285009510>>

BERTRAM, Oliver *et al.* Advancing Urban Air Mobility: Collaborative Excellence and Infrastructure Initiatives by DLR. *In*: 34TH CONGRESS OF THE INTERNATIONAL COUNCIL OF THE AERONAUTICAL SCIENCES (ICAS) 2024. **34th Congress of the International Council of the Aeronautical Sciences, ICAS 2024**. Florenz: set. 2024. Disponível em: <<https://elib.dlr.de/208183/>>. Acesso em: 27 ago. 2025

BNDES. **Perspectivas do Investimento 2024-2028**: Estudos Especiais do BNDES. Rio de Janeiro: BNDES, 2025. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/26109/1/PRFol_216321_Perspectivas%20do%20investimento%202024-2028.pdf>. Acesso em: 3 out. 2025.

BOGOSSIAN, Andre. Sistema de Contas Vinculadas: uma alternativa para problemas de efetividade no reequilíbrio econômico-financeiro em concessões e parcerias público-privadas. *In*: **Concessões e Parcerias Público-Privadas: políticas públicas para provisão de infraestrutura**. Brasília: IPEA, 2022. p. 468.

BRANSKI, Regina; FRANCO, Raul; LIMA JR, Orlando. Metodologia de Estudo de Casos Aplicada à Logística. *In*: XXIV ANPET CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTE. **ResearchGate**. Salvador: jan. 2010. Disponível em: <<https://alt.fec.unicamp.br/scriba/files/escrita%20portugues/ANPET%20-%20METODOLOGIA%20DE%20ESTUDO%20DE%20CASO%20-%20COM%20AUTORIA%20-%20VF%2023-10.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2025

BRASIL. **Comunicado Conjunto de 13 de junho de 2019**. Disponível em: <<https://www.gov.br/cvm/pt-br/assuntos/noticias/comunicado-conjunto-de-13-de-junho-de-2019-8dd7407271404b5ebe04f5150d3aa36c>>. Acesso em: 23 out. 2023.

BRASIL. Lei Complementar nº 182/2021. . 6 jan. 2021.

BRASIL. **Portaria nº 848, de 25 de agosto de 2023**. , 25 ago. 2023. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-n-848-de-25-de-agosto-de-2023-505746177>>. Acesso em: 25 out. 2024

BRASIL. **Otimização de Contratos**. Disponível em: <<https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/otimizacoes>>. Acesso em: 23 out. 2024.

BRUNNERMEIER, M. K. *et al.* **The Fundamental Principles of Financial Regulation**. [S.l.]: International Center for Monetary and Banking Studies, 2009.

BUGARIN, Mauricio Soares; RIBEIRO, Frederico. The Paradox of Concessions in Developing Countries. **Brazilian Review of Econometrics**, v. 41, n. 1, p. 69–100, 2021.

CALDEIRA, Pedro. **Pedagiamento free-flow no brasil: observatório para monitoramento da implantação do modelo para aumento da proporcionalidade de cobrança**. Dissertação—São José dos Campos: UNIFESP, 2024.

CAMACHO, Fernando Tavares; RODRIGUES, Bruno da Costa Lucas. Regulação econômica de infraestruturas: como escolher o modelo mais adequado? jun. 2014.

CARNIMEO, Nicolo' Giovanni; FLORIO, Antonella. Profili Evolutivi Della Disciplina Aerospaziale Nell'era Della New Space Economy. **Rivista del Diritto della Navigazione**, v. 2, p. 819–860, 2023.

CRAMPES, Claude; ESTACHE, Antonio. Efficiency vs. equity concerns in regulatory sandboxes. **TSE Working Papers**, TSE Working Papers. 7 set. 2023.

CUNHA, Bruno Queiroz; DONADELLI, Flavia. Mapping the relationship between regulation and innovation from an interdisciplinary perspective: A critical systematic review of the literature. **Regulation & Governance**, v. 19, n. 1, p. 161–181, jan. 2025.

CVM. **Resolução CVM nº 29, de 11 de maio de 2021**. , 2021. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-cvm-n-29-de-11-de-maio-de-2021-319511818>>

DANTAS, Bruno. **Consensualismo na Administração Pública e Regulação: reflexões para um direito administrativo do Século XXI**. Belo Horizonte: Fórum, 2023.

DECKER, Christopher. **Modern Economic Regulation: An Introduction to Theory and Practice**. 2nd ed ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2023.

DE-LOSSO, Rodrigo; SANDE, Felipe; CAVALCANTE-FILHO, Elias. Equilíbrio Econômico de Contratos de Concessões: a necessidade de um Arcabouço Conceitual. **Boletim Informações Fipe**, v. 528, p. 69, 1 set. 2024.

EMANUILOV, Ivo; DHEU, Orian. Flying High for AI? Perspectives on EASA's Roadmap for AI in Aviation. **Air and Space Law**, v. 46, p. 1, 1 jan. 2021.

EPL *et al.* **Estudos de Viabilidade BR-116/101/RJ/SP – Nova Dutra**. , 18 ago. 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/antt/pt-br/assuntos/rodovias/concessionarias/lista-de-concessoes/br-116-101-sp-rj/arquivos-para-download>>. Acesso em: 1 jul. 2025

FCA. **Regulatory sandbox**. [S.l.: S.n.]. Disponível em: <<https://www.fca.org.uk/publications/documents/regulatory-sandbox>>. Acesso em: 23 out. 2024.

FEITOSA, Fernando; MARANHÃO, Andiará. Free Flow e a Nova Perspectiva de Qualidade do Serviço de Infraestrutura Rodoviária Concedida. *In*: XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE REGULAÇÃO. **Anais...** São Paulo: ABAR, 2023. Disponível em:

<https://drive.google.com/file/d/15CVu_QCNM1W2aWY81IFXCtt61f8SaVjP/view?>. Acesso em: 25 ago. 2025

FENG, Xiaowei *et al.* A critical review of studies on renegotiation within the public-private partnerships (PPPs) scheme. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 30, n. 8, p. 3674–3695, 1 jan. 2023.

FERREIRA, Arian Bechara *et al.* Modelagem e regulação de projetos de concessão rodoviária sob a ótica do financiador. **BNDES Set**, v. 27, n. 54, p. 7–82, set. 2021.

FIUZA, Eduardo; PIONER, Heleno. **Estudo Econômico Sobre Regulação e Concorrência no Setor de Aeroportos**. , 2009. Disponível em: <<https://www2.anac.gov.br/arquivos/pdf/estudosregulatorios.pdf>>

FONSECA, Ricardo. **Sandbox regulatório nas repactuações das concessões federais de infraestrutura de transportes : o caso da Rodovia Eco 101**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), , jun. 2025. Disponível em: <<https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/17307>>. Acesso em: 25 ago. 2025

FONSECA, Ricardo. **Sandbox regulatório: revisão sistemática da literatura com foco no setor de transportes**. Brasília IPEA, , 2026. Disponível em: <<https://repositorio.ipea.gov.br/server/api/core/bitstreams/edd3ea8c-4275-4dac-8947-e376cfcaa3b6/content>>. Acesso em: 7 maio. 2026

FREIRE, André; LIRA, Kalliane; WACHHOLZ, Roberta. O Regulamento das Concessões Rodoviárias: Proposta de Aperfeiçoamento da Regulação Normativa. **Direito e Infraestrutura no Brasil: temas relevantes em transportes terrestres e tópicos transversais parte II**, v. 13, n. 04 pt.2(2022), p. 199–216, 2022.

FREITAS, Rafael Vêras de. **Equilíbrios econômico-financeiros das concessões**. Belo Horizonte, MG: Editora Fórum, 2023.

FRISCHTAK, Claudio; ROHEN, Guilherme; BETI, João. **Carta de Infraestrutura**. Rio de Janeiro: Inter.B, 2025. Disponível em: <https://interb.com.br/wp-content/uploads/2025/09/CI24-24a-Carta-de-Infraestrutura_25.09.2025.pdf>. Acesso em: 3 out. 2025.

GLOBAL INFRASTRUCTURE HUB. **PPP Risk Allocation Tool 2019 Edition - Transport**. [S.l.: S.n.]. Disponível em: <<https://ppp.worldbank.org/library/ppp-risk-allocation-tool-2019>>. Acesso em: 27 jan. 2026.

GOMES, Milton. RCR e os desafios da ANTT na maior transformação contratual já realiza. 28 out. 2025.

GUASCH, J. Luis; LAFFONT, Jean-Jacques; STRAUB, Stéphane. Renegotiation of concession contracts in Latin America: Evidence from the water and transport sectors. **International Journal of Industrial Organization**, v. 26, n. 2, p. 421–442, 1 mar. 2008.

GUASCH, J. Luis; STRAUB, Stéphane. Corruption and concession renegotiations.: Evidence from the water and transport sectors in Latin America. **Utilities Policy**, Corruption and Infrastructure Services. v. 17, n. 2, p. 185–190, 1 jun. 2009.

GUERRA, Sérgio; SAMPAIO, Patrícia. Concessões de serviços públicos e o tempo: aspectos relevantes sobre o impacto da variável “prazo” para a manutenção do equilíbrio econômico-financeiro. *In: Equilíbrio financeiro em projetos de infraestrutura e a TIR flexível*. Rio de Janeiro: FGV Projetos, 2019. v. 32 p. 19–80.

GUIMARÃES, Fernando. O equilíbrio econômico-financeiro nas concessões e PPPs: formação e metodologias para recomposição. *In: Tratado do equilíbrio econômico-financeiro: contratos administrativos, concessões, parcerias público-privadas, taxa interna de retorno, prorrogação antecipada e relicitação*. Belo Horizonte: Editora Fórum, 2019.

GUNNINGHAM, Neil; GRABOSKY, Peter N.; SINCLAIR, Darren. **Smart Regulation: Designing Environmental Policy**. [S.l.]: Clarendon Press, 1998.

GUNNINGHAM, Neil; SINCLAIR, Darren. Integrative Regulation: A Principle-Based Approach to Environmental Policy. **Law & Social Inquiry**, v. 24, n. 4, p. 853–896, 1999a.

GUNNINGHAM, Neil; SINCLAIR, Darren. Regulatory Pluralism: Designing Policy Mixes for Environmental Protection. **Law & Policy**, v. 21, n. 1, p. 49–76, jan. 1999b.

GUNNINGHAM, Neil; SINCLAIR, Darren. Smart regulation. *In: DRAHOS, Peter (Org.). Regulatory Theory*. Foundations and applications. [S.l.]: ANU Press, 2017. p. 133–148.

HALPERN, Charlotte; LASCOUMES, Pierre; GALÈS, Patrick. As Abordagens a Partir dos Instrumentos da Ação Pública. *In: OLIVEIRA, Osmany Porto de; HASSENTEUFEL, Patrick (Orgs.). Sociologia política da ação pública: teorias, abordagens e conceitos*. Tradução: Escola Nacional de Administração Pública. Brasília, DF: Escola Nacional de Administração Pública - Enap, 2021.

HART, Oliver. **Firms, Contracts, and Financial Structure**. [S.l.]: Oxford University Press, 1995. Disponível em: <<https://econpapers.repec.org/bookchap/oxpobooks/9780198288817.htm>>. Acesso em: 11 fev. 2025.

HOOD, Christopher. Intellectual Obsolescence and Intellectual Makeovers: Reflections on the Tools of Government after Two Decades. **Governance**, v. 20, n. 1, p. 127–144, 2007.

HOU, Zhangyi. What Drives Innovation within a Business. **Open Journal of Business and Management**, v. 12, n. 02, p. 932–944, 2024.

IRSOVA, Zuzana *et al.* Meta-analysis of social science research: A practitioner’s guide. **Journal of Economic Surveys**, v. 38, n. 5, p. 1547–1566, 2024.

ISGAN. **Innovative Regulatory Approaches with Focus on Experimental Sandboxes 2.0**. Aram An, , 28 out. 2021. Disponível em: <<https://www.iea-isgan.org/case-book-innovative-regulatory-approaches-with-focus-on-experimental-sandboxes-2-0/>>. Acesso em: 15 dez. 2024

ITF. **Public Private Partnerships for Transport Infrastructure: Renegotiation and Economic Outcomes**. Paris: OECD Publishing, 2017.

JENÍK, Ivo; DUFF, Schan. **How to Build a Regulatory Sandbox: A Practical Guide for Policy Makers**. Washington, D.C.: World Bank, 2020. Disponível em: <<https://documents.worldbank.org/pt/publication/documents-reports/documentdetail/126281625136122935/How-to-Build-a-Regulatory-Sandbox-A-Practical-Guide-for-Policy-Makers>>. Acesso em: 23 out. 2024.

JENÍK, Ivo; LAUER, Kate. **Regulatory Sandboxes and Financial Inclusion**. Washington, D.C. CGAP, 2017. Disponível em: <<https://www.cgap.org/sites/default/files/Working-Paper-Regulatory-Sandboxes-Oct-2017.pdf>>. Acesso em: 24 abr. 2025

JENÍK, Ivo; LAUER, Kate. **Regulatory sandboxes and financial inclusion**. Washington, DC: CGAP, 2017. Disponível em: <<https://www.cgap.org/sites/default/files/Working-Paper-Regulatory-Sandboxes-Oct-2017.pdf>>. Acesso em: 5 nov. 2024.

KENNEDY, Jonathan *et al.* **Risk Pricing in Infrastructure Delivery: Making Procurement Less Costly**. [S.l.: S.n.].

KNIGHT, Brian; MITCHELL, Trace. **The Sandbox Paradox: Balancing the Need to Facilitate Innovation with the Risk of Regulatory Privilege**. Rochester, NY Social Science Research Network, 26 mar. 2020. Disponível em: <<https://papers.ssrn.com/abstract=3561860>>. Acesso em: 23 out. 2024

LAB. **Diretrizes gerais para constituição de sandbox regulatório no âmbito do mercado financeiro brasileiro**. [S.l.]: Laboratório de Inovação Financeira, 2019. Disponível em: <https://labinovacaofinanceira.com/wp-content/uploads/2020/03/Sand_box_lab_vs8_web.pdf>. Acesso em: 23 out. 2019.

LAFFONT, Jean-Jacques. **Regulation and Development**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.

LAFFONT, Jean-Jacques; MARTIMORT, David. **The Theory of Incentives: The Principal-Agent Model**. [S.l.]: Princeton University Press, 2002.

LAFFONT, Jean-Jacques; TIROLE, Jean. **A Theory of Incentives in Procurement and Regulation**. [S.l.]: MIT Press, 1993.

LASCOUTES, Pierre; GALÈS, Patrick. A Ação Pública abordada pelos seus instrumentos. **Revista Pós Ciências Sociais**, 1 jun. 2012.

LIMA, Fernanda *et al.* Sandboxes as an incentive tool for entrepreneurship in the space sector. In: IAF BUSINESSES AND INNOVATION SYMPOSIUM. **Proceedings of the International Astronautical Congress - IAC**. 2024. Disponível em: <<https://iafastro.directory/iac/paper/id/90199/summary/>>. Acesso em: 15 ago. 2025

LONGO, Daniel; FONSECA, Ricardo. Evolução Regulatória dos Processos de Concessão Aeroportuária. In: **Concessões e parcerias público-privadas : políticas públicas para provisão de infraestrutura**. Brasília: IPEA, 2022. p. 468.

MARKELLOS, Raphael N. *et al.* **Worldwide Adoption of Regulatory Sandboxes: Drivers, Constraints and Policies**. Rochester, NY Social Science Research Network, 6 mar. 2024. Disponível em: <<https://papers.ssrn.com/abstract=4764911>>. Acesso em: 23 out. 2024

MARTINO, Edoardo D.; NABILOU, Hossein; PACCES, Alessio M. An analytical framework. In: **Comparative Financial Regulation**. Research Handbooks in Comparative Law Series. Cheltenham, UK ; Northampton, MA: Edward Elgar Publishing Limited, 2025.

MENDES, Gilmar. Prefácio. In: **Consensualismo na Administração Pública e Regulação: reflexões para um direito administrativo do Século XXI**. Belo Horizonte: Fórum, 2023.

MOREIRA, Egon. Contratos Administrativos de Longo Prazo: a lógica de seu equilíbrio econômico-financeiro. *In: Tratado do equilíbrio econômico-financeiro: contratos administrativos, concessões, parcerias público-privadas, Taxa Interna de Retorno, prorrogação antecipada e relicitação*. 2. ed. Belo Horizonte: Fórum, 2019. p. 89–98.

MUN, Johnathan. Real Options Analysis: Tools and Techniques for Valuing Strategic Investments and Decisions. 1 jan. 2005.

MYERSON, Roger. Optimal coordination mechanisms in generalized principal-agent problems. *Journal of Mathematical Economics*, v. 10, n. 1, p. 67–81, 1982.

NGUYEN, Phuc; NGO, Vu M. **Do Regulatory Sandboxes Diffuse Innovation and Efficiency? A Difference-in-Differences Analysis of Australian's firms**. Rochester, NY Social Science Research Network, , 6 out. 2024. Disponível em: <<https://papers.ssrn.com/abstract=4984712>>. Acesso em: 16 set. 2025

OECD. **Regulatory experimentation: Moving ahead on the agile regulatory governance agenda**: OECD Public Governance Policy Papers. Paris: OECD Publishing, 2024. Disponível em: <https://www.oecd.org/en/publications/regulatory-experimentation_f193910c-en.html>. Acesso em: 19 nov. 2025.

OECD. **OECD Regulatory Policy Outlook 2025**: OECD Publishing. Paris: [S.n.]. Disponível em: <https://www.oecd.org/en/publications/oecd-regulatory-policy-outlook-2025_56b60e39-en.html>. Acesso em: 19 nov. 2025.

OLIVEIRA, Gustavo Justino de; SCHWANKA, Cristiane. A administração consensual como a nova face da administração pública no século XXI: fundamentos dogmáticos, formas de expressão e instrumentos de ação. *Revista da Faculdade de Direito, Universidade de São Paulo*, v. 104, p. 303–322, 1 jan. 2009.

PARÉ, Guy *et al.* Synthesizing information systems knowledge: A typology of literature reviews. *Information & Management*, v. 52, n. 2, p. 183–199, 1 mar. 2015.

PARTNERSHIPS VICTORIA. **Risk allocation and contractual issues**. Melbourne: [S.n.]. Disponível em: <<https://mf.gov.cz/assets/en/media/PPP-Australia-Partnerships-Victoria-Risk-Allocation-and-Contractual-Issues.pdf>>. Acesso em: 29 jan. 2026.

PATTINSON, Jo-Ann; CHEN, Haibo. A barrier to innovation: Europe's ad-hoc cross-border framework for testing prototype autonomous vehicles. *International Review of Law, Computers & Technology*, v. 34, n. 1, p. 108–122, 2 jan. 2020.

PIARC. **Life Cycle and Risk Management**. Paris: [S.n.]. Disponível em: <<https://www.piarc.org/ressources/publications/source/3/11bc7a80-45104-2023R51EN-Life-Cycle-and-Risk-Management-A-PIARC-Technical-Report.pdf#page=14.10>>. Acesso em: 30 jan. 2026.

PINHO, Clóvis; FERNANDES, Paulo. A evolução da distribuição de riscos nos contratos de concessão de rodovias federais. *In: [S.l.: S.n.]*. p. 243–266.

PORTELLA, Isabella. **O Sandbox Regulatório no Brasil: Uma análise da implementação, dos modelos e da maturidade nas Agências Reguladoras**. Tese (Doutorado – Programa de Doutorado Profissional em Políticas Públicas)—Brasília: ENAP, 2025.

PRESTON, John; WALTERS, Jackie. Workshop 1 report: Models of mainstream public transport provision. **Research in Transportation Economics**, Thredbo 16 conference. v. 83, p. 100924, 1 nov. 2020.

RAKIC, Biljana; RADJENOVIC, Tamara. Real options methodology in public-private partnership projects valuation. **Economic Annals**, v. 59, p. 91–113, 1 jan. 2014.

RANCILIO, G.; BOVERA, F.; DELFANTI, M. Tariff-based regulatory sandboxes for EV smart charging: Impacts on the tariff and the power system in a national framework. 2022.

RANGEL, Juliana Cabral Coelho. Abordagens regulatórias experimentais para a inovação no sistema financeiro : uma análise do instrumento do sandbox e sua implementação no Brasil. jun. 2022.

RASHID, Dr. Yasir *et al.* Case Study Method: A Step-by-Step Guide for Business Researchers. **International Journal of Qualitative Methods**, v. 18, p. 160940691986242, 24 jul. 2019.

REICHERT, Isabela; TACO, Pastor. Avaliação dos impactos tarifários da implantação do sistema free-flow em rodovia federal. *In*: BIENAL DAS RODOVIAS 2024: A CAMINHO DA SUSTENTABILIDADE. **Anais...** Brasília: ABCR, 2024. Disponível em: <<https://tao.iweventos.com.br/evento/rodovias2024/trabalhosaprovados/naintegra/1684>>

RIBEIRO, Maurício. **Concessões e PPPs: melhores práticas em licitações e contratos**. São Paulo: Atlas, 2011.

SHAVELL, Steven. **Foundations of Economic Analysis of Law**. [S.l.]: Harvard University Press, 2009.

SILVA, Bruno Ferreira da. **A Regulação por Incentivos no Setor Elétrico Brasileiro: Uma avaliação no segmento de distribuição**. Dissertação (Mestrado em Economia e Desenvolvimento)—Osasco: Universidade Federal de São Paulo, 2022.

SOUZA, Ana. **Mecanismos de preservação do equilíbrio econômico-financeiro nas concessões rodoviárias federais**. Dissertação—São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2021.

SUSEP. **Resolução nº 381, de 4 de março de 2020**. , 4 mar. 2020. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-n-381-de-4-de-marco-de-2020-246507718>>. Acesso em: 23 out. 2024

TAN, Si Ying; TAEIHAGH, Araz. Adaptive governance of autonomous vehicles: Accelerating the adoption of disruptive technologies in Singapore. **Government Information Quarterly**, v. 38, n. 2, p. 101546, 1 abr. 2021.

TAN, Si Ying; TAEIHAGH, Araz; PANDE, Devyani. Data Sharing in Disruptive Technologies: Lessons from Adoption of Autonomous Systems in Singapore. **Policy Design and Practice**, v. 6, n. 1, p. 57–78, 2 jan. 2023.

TCU. **Instrução Normativa TCU nº 91, de 22 de dezembro de 2022.** , 22 dez. 2022. Disponível em: <<https://btcu.apps.tcu.gov.br/api/obterDocumentoPdf/72670778>>. Acesso em: 25 out. 2024

TCU. **Acórdão 1996/2024 - Plenário.** Brasília: TCU, 25 set. 2024. Disponível em: <https://pesquisa.apps.tcu.gov.br/documento/acordao-completo/*/KEY%253AACORDAO-COMPLETO-2679920/DTRELEVANCIA%2520desc%252C%2520NUMACORDAOINT%2520desc/0>. Acesso em: 25 out. 2024.

THE WORLD BANK. **Public-Private Partnerships Reference Guide.** Washington DC: [S.n.]. Disponível em: <<https://ppp.worldbank.org/public-private-partnership/library/ppp-reference-guide-3-0-full-version>>. Acesso em: 23 out. 2024.

THE WORLD BANK. **Procuring Infrastructure Public-Private Partnerships Report 2018: Assessing Government Capability to Prepare, Procure, and Manage PPPs.** Washington DC: [S.n.]. Disponível em: <https://ppp.worldbank.org/sites/default/files/2024-08/Procuring%20Infrastructure%20Public-Private%20Partnerships%20_2018_EN2_0.pdf>. Acesso em: 9 fev. 2026.

THE WORLD BANK. **Guidance on PPP Contractual Provisions.** Washington DC: [S.n.]. Disponível em: <https://ppp.worldbank.org/public-private-partnership/sites/default/files/2021-03/Guidance%20on%20PPP%20Contractual%20Provisions_2019%20edition.pdf>.

THE WORLD BANK. **Guidance on PPP Contractual Provisions.** , 2019b. Disponível em: <https://ppp.worldbank.org/sites/default/files/2021-03/Guidance%20on%20PPP%20Contractual%20Provisions_2019%20edition.pdf>. Acesso em: 23 dez. 2025

TSAI, Chang-hsien; LIN, Ching-Fu; LIU, Han-Wei. **The Diffusion of the Sandbox Approach to Disruptive Innovation and Its Limitations.** Rochester, NYSocial Science Research Network, , 15 nov. 2019. Disponível em: <<https://papers.ssrn.com/abstract=3487175>>. Acesso em: 19 dez. 2024

UNITED KINGDOM. **FinTech Futures: The UK as a World Leader in Financial Technologies.** [S.l.]: Government Office for Science., 2015. Disponível em: <<https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a7f4d79ed915d74e33f598e/gs-15-3-fintech-futures.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2024.

VÉRAS, Rafael; NOBREGA, Marcos; TUROLLA, Frederico. **Matrizes de risco experimentais em concessões.** [S.l.: S.n.].

VISCUSI, W. Kip; HARRINGTON, Joseph Emmett; SAPPINGTON, David Edward Michael. **Economics of regulation and antitrust.** Fifth edition ed. Cambridge, Massachusetts London, England: The MIT Press, 2018.

WADY, Ariane; CONSONI, Flavia. Regulação Flexível para Avançar a Eletrificação do Transporte Público:: O Papel do Sandbox Regulatório. **Direito Público**, v. 21, 31 out. 2024a.

WADY, Ariane Fucci; CONSONI, Flávia. **The Regulatory Sandbox as a Tool for Building Regulatory Signaling for Charging Infrastructure.** Rochester, NYSocial Science Research

Network, , 7 maio 2024b. Disponível em: <<https://papers.ssrn.com/abstract=4820184>>. Acesso em: 15 ago. 2025

WADY, Ariane Fucci; CONSONI, Flávia Luciane. Regulatory sandbox for electric mobility: Enhancing charging infrastructure and innovation. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 213, p. 115496, 1 maio 2025.

WORLD BANK. **Caribbean Public-Private Partnerships (PPP) Toolkit: developing infrastructure and improving service delivery**. Washington, D.C.: World Bank, 2017.

WORLD BANK. How Regulators Respond To FinTech: Evaluating the Different Approaches – Sandboxes and Beyond. 23 abr. 2020.

XIAO, Yu; WATSON, Maria. Guidance on Conducting a Systematic Literature Review. **Journal of Planning Education and Research**, v. 39, n. 1, p. 93–112, 1 mar. 2019.

XIMENES, Julia. A construção da cultura do consensualismo nas agências reguladoras e seus desafios. **REVISTA DA AGU**, v. 21, n. 04, 2022.

YIN, Robert. **Case Study Research: design and methods**. 3. ed. Thousand Oaks: Sage Publications, 2003. v. 5

YIN, Robert K. **Case study research and applications: design and methods**. Sixth edition ed. Los Angeles London New Delhi Singapore Washington DC Melbourne: SAGE, 2018.

ZETZSCHE, Dirk *et al.* Regulating a Revolution: From Regulatory Sandboxes to Smart Regulation. **Fordham Journal of Corporate & Financial Law**, v. 23, n. 1, p. 31, 1 jan. 2017a.

ZETZSCHE, Dirk A. *et al.* **Regulating a Revolution: From Regulatory Sandboxes to Smart Regulation**. Rochester, NY Social Science Research Network, , 14 ago. 2017b. Disponível em: <<https://papers.ssrn.com/abstract=3018534>>. Acesso em: 23 out. 2024

ZUEVA, Anna S. Experimental Testing of Regulations for AI-systems in Russia (using drones and unmanned vehicles as examples. *In*: 2022 INTERNATIONAL WORKSHOP ON HIGH TECHNOLOGIES HISTORY AND DEVELOPMENT (HISTHIGHTECH). **2022 International Workshop on High Technologies History and Development (HISTHIGHTECH)**. nov. 2022. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/10038222>>. Acesso em: 22 ago. 2025