

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade
Programa de Pós-Graduação em Economia

Frederico Alves Silva Ribeiro

**CONCESSÃO DE UM AEROPORTO: INTEGRAÇÃO ENTRE LEILÃO E
OPERAÇÃO UTILIZANDO A TEORIA DOS JOGOS**

Brasília
Junho de 2016

Frederico Alves Silva Ribeiro

**CONCESSÃO DE UM AEROPORTO: INTEGRAÇÃO ENTRE LEILÃO E
OPERAÇÃO UTILIZANDO A TEORIA DOS JOGOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade de Brasília como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Economia.

Orientador: Prof. Dr. Maurício Soares Bugarin

Brasília
Junho de 2016

Frederico Alves Silva Ribeiro

**CONCESSÃO DE UM AEROPORTO: INTEGRAÇÃO ENTRE LEILÃO E
OPERAÇÃO UTILIZANDO A TEORIA DOS JOGOS**

A comissão examinadora, abaixo identificada, aprova a dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia, Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Ciência da Informação e Documentação, Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Economia.

Prof. Dr. Maurício Soares Bugarin
Orientador
Universidade de Brasília – FACE – Departamento de Economia

Prof. Dr. Gil Riella
Universidade de Brasília – FACE – Departamento de Economia

Dra. Nathalia Almeida de Souza Lobo
ANATEL – Agência Nacional de Telecomunicações

Brasília, junho de 2016

A Ju, esposa e companheira.
A nosso filho, que está a caminho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por nos dar a vida, a sabedoria e a ciência. Por nos presentear com as pessoas que tomamos como exemplo.

Agradeço aos meus pais, Kleber e Sônia, por todo o amor, dedicação, formação e orientação que tivemos em toda a nossa vida e ainda temos, e ao meu irmão, Hugo, por estar sempre ao meu lado.

À minha esposa, Jussara, por todo o amor, carinho e companheirismo.

Aos meus avôs, pelo ensinamento e sabedoria. Aos meus tios, primos, sogros e cunhadas, pela vida em família.

Aos colegas e amigos da pós-graduação, que viveram junto comigo as dificuldades e superações do curso. Aos professores e técnico-administrativos da UnB, pela dedicação e profissionalismo. Em especial ao Prof. Bugarin, pela orientação e atenção dadas ao longo do último ano.

Aos colegas e amigos da ANAC, pelo apoio que me deram e pela confiança que em mim depositaram para que eu pudesse ter esta oportunidade de crescimento acadêmico.

A todos que me ajudaram, direta ou indiretamente, neste trabalho.

À Agência Nacional de Aviação Civil, pelo incentivo institucional a este projeto.

Aos cidadãos brasileiros, pelo financiamento.

“A economia é uma ciência de pensar em termos de modelos aliada a uma arte de escolher os modelos relevantes para o mundo contemporâneo.”

John Maynard Keynes, 1973
apud BLAUG, 1992, p.79

RESUMO

Quando se faz um contrato de concessão aeroportuária, como o que ocorreu no Brasil recentemente, é incluído um novo agente, privado, na administração dos aeroportos. Assim, ocorre um problema do tipo principal-agente, de forma que os mecanismos da concessão devem prover incentivos para que a concessionária, no papel de agente, administre os aeroportos da forma desejada pelo governo, o principal. O presente trabalho analisa um modelo idealizado da concessão, apresentando-a na forma de dois jogos sucessivos: um para representar o leilão e outro para representar a operação do aeroporto. Foram identificados elementos estratégicos que incentivam a concessionária a descumprir o contrato firmado e que incentivam o governo a agir permissivamente e não executar as penalidades previstas. Foram apresentados os malefícios causados pela incerteza a respeito da execução do contrato sobre o leilão. Por fim, foi apresentada uma proposta de mecanismo alternativo de concessão, em que, em vez de se punir a concessionária que não cumpre os requisitos do contrato, passa-se a estabelecer metas opcionais que, se atingidas, implicam em uma bonificação à concessionária, com a redução do valor a ser pago pela outorga. Foi mostrado que o mecanismo proposto reduz as incertezas da concessão e aumenta a probabilidade de atendimento dos objetivos do governo.

Palavras-chave: Problema Principal-Agente, Teoria dos Jogos, Desenho de Mecanismos, Concessão de Aeroportos.

ABSTRACT

The privatization of airports, a model of provision recently introduced in Brazil, brings a new agent to their administration, a private operator. A principal-agent problem then emerges, and the privatization mechanisms should have incentives for the operator to manage the airport according to the government plans. We present a model of the privatization process as two successive games: an auction followed by the operation period. We identified the strategic elements involved in the compliance or non-compliance of the contract by the operator and in its execution or non-execution by the government. We presented the effects of the uncertainty about the contract execution and proposed a new mechanism to reduce it, consisted in shifting from the requisite and penalty model to another based in optional goals and associated bonus.

Keywords: Principal-Agent Problem, Game Theory, Mechanism Design, Airports Privatization.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1	ESTUDOS SOBRE CONCESSÕES DE INFRAESTRUTURA	15
2.2	O PROBLEMA DO PRINCIPAL-AGENTE E A REGULAÇÃO	17
2.3	A TEORIA DOS JOGOS	19
2.3.1	Histórico	20
2.3.2	Modelagem de problemas	21
2.3.3	Conceitos de Solução	23
2.4	METODOLOGIA	26
2.4.1	A metodologia da teoria dos jogos	26
2.4.2	Técnicas das pesquisas aplicadas em Teoria dos Jogos	29
2.4.3	Limitações do presente trabalho	29
3	HISTÓRICO DA INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA NO BRASIL	31
4	ANÁLISE DO MECANISMO DE CONCESSÃO	34
4.1	MODELAGEM DO PROBLEMA	34
4.2	JOGO DA OPERAÇÃO	37
4.2.1	Jogadores	37
4.2.2	Situação de início do jogo	39
4.2.3	Conjunto de ações disponíveis aos jogadores	40
4.2.4	Papel da natureza	40
4.2.5	Retornos nos nós finais	40
4.2.6	Representação do jogo	42
4.3	SOLUÇÃO DO JOGO COM INFORMAÇÃO COMPLETA E PERFEITA	43
4.4	JOGO COM INFORMAÇÃO INCOMPLETA	44
4.5	JOGO COM DUAS CONCESSIONÁRIAS	47
5	ANÁLISE DO MECANISMO DE CONCESSÃO: JOGO DO LEILÃO	51
5.1.1	Estratégia em um leilão de primeiro preço	56
5.1.2	Receita esperada	57
5.2	RESULTADO DA CONCESSÃO	57
5.3	LEILÃO COM LICITANTES PRÉ-INFORMADAS SOBRE SEU TIPO	59
5.3.1	Efeito alocativo	60
5.3.2	Receita esperada	61
6	PROPOSTA DE MECANISMO ALTERNATIVO	64
6.1	MODELAGEM DO MECANISMO PROPOSTO	65
6.2	RESULTADO DA CONCESSÃO NO MODELO PROPOSTO	67
6.3	LEILÃO COM LICITANTES PRÉ-INFORMADAS SOBRE SEU TIPO	69
7	CONCLUSÕES	71
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
	APÊNDICE – RESULTADOS DOS LEILÕES	77

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho se insere no contexto da economia da informação e dos incentivos, se propondo a investigar a interação entre a expectativa a respeito da operação de um aeroporto sob concessão, no que diz respeito à execução dos contratos, e os resultados obtidos em seu leilão.

Assim, são estudadas as interações entre governos e empresas particulares, que se tornaram particularmente importantes no Brasil em decorrência das políticas de desestatização iniciadas na década de 1990.

Há diferentes modalidades de desestatização, sendo que a modalidade estudada no presente trabalho é a de concessão de uma obra pública¹, no caso, um aeroporto. Todavia, as conclusões gerais obtidas neste trabalho são também aplicáveis a outras modalidades de desestatização.

De acordo com dados da base *PPI Database*² (2016), em janeiro de 2016 havia no Brasil 16 aeroportos com participação da iniciativa privada, sendo 3 sob contrato de administração e 13 sob concessão. Desses, 6 aeroportos estão concedidos pelo governo Federal³. O foco do presente estudo são as concessões federais.

A *PPI Database* (2016) apresenta a estimativa de que o total de investimentos privados contratados para aeroportos brasileiros soma cerca de US\$ 28 Bilhões e que essa contratação ocorreu entre 2005 e 2014.

Esse montante representa 28% da contratação, no período, de investimentos privados em infraestrutura de transportes no Brasil, quando considerados, além dos aeroportos, os portos, rodovias e ferrovias, que somaram cerca de US\$ 100 Bilhões. Se considerados os demais setores, citam-se, energia, telecomunicações e

¹ Segundo Meirelles (2010, p.269), uma concessão de obra pública é o “ajuste administrativo que tem por objeto a delegação a um particular da execução e exploração de uma obra pública ou de interesse público, para uso da coletividade, mediante remuneração ao concessionário, por tarifa”.

² A *Private Participation in Infrastructure Projects (PPI) Database* é uma base de dados mantida pelo Banco Mundial com informações da participação privada em projetos de infraestrutura em países de renda baixa e média.

³ Os aeroportos concedidos pelo Governo Federal são: São Gonçalo do Amarante (RN), Brasília (DF), Guarulhos (SP), Viracopos/Campinas (SP), Tom Jobim/Galeão (RJ) e Confins (MG). Os demais aeroportos com participação da iniciativa privada apresentados pela *PPI Database* são: Bonito (MS), Fernando de Noronha (PE), Cabo Frio (RJ), Feira de Santana (BA), Porto Seguro (BA), Itamar Franco/Zona da Mata (MG), São João del Rei (MG), Angra dos Reis (RJ), Jaguaruna (SC) e Juiz de Fora (MG). Ressalta-se que há aeroportos com participação privada não listados na *PPI Database*, como os de Caldas Novas (GO), Vitória da Conquista (BA) e Divinópolis (MG).

saneamento, no período foram contratados cerca de US\$ 340 Bilhões em investimentos privados em infraestrutura no Brasil (*PPI Database*, 2016).

Tendo em vista o volume de investimentos, observa-se a importância que a participação privada em infraestrutura, em geral, e nos aeroportos, em particular, adquiriu no Brasil na última década. Com isso, vêm sendo publicados estudos motivados pela investigação das consequências dessa nova política de provimento de infraestrutura.

De forma geral, como observado por Tiriaky (2008), um ambiente institucional que propicie a segurança jurídica, com credibilidade a respeito do cumprimento dos contratos, tanto para o investidor quanto para o poder público, leva a um melhor resultado de longo prazo para a população.

Todavia, Engel, Fischer e Galetovic (2008), ao discutir características de diferentes formas de provimento de serviços públicos, apresentam que, na maioria dos países em desenvolvimento, os governos normalmente preferem iniciar novos projetos a despende esforços na cobrança do cumprimento dos contratos já assinados, indicando a existência de um descrédito em relação aos governos.

No caso da relação entre governos e a iniciativa privada, a capacidade de impor o cumprimento de contratos e regulamentos pode ser avaliada por meio da capacidade de aplicação de sanções administrativas. Uma evidência do histórico de baixa credibilidade de aplicação de sanções pelo poder público no Brasil é fornecida pelas auditorias do Tribunal de Contas da União (TCU) que resultaram nos Acórdãos nº 1817, de 2010 e nº 1665, de 2014 (TCU; 2010, 2014).

A Tabela 1 apresenta a relação entre o montante de multas efetivamente arrecadadas e o montante aplicado, em 16 órgãos auditados pelo TCU, entre 2005 e 2009. Observa-se que, em grande parte dos órgãos, esta relação percentual foi baixa, sendo que a média dos órgãos auditados foi de 3,7%.

Tabela 1 - Relação percentual entre arrecadação e aplicação de multas, em montante financeiro, entre janeiro de 2005 e outubro de 2009.

Entidade	2005	2006	2007	2008	2009	Acumulado
ANATEL	76,4%	92,4%	78,4%	85,8%	74,1%	82,6%
ANA	100,0%	58,8%	96,6%	92,7%	76,0%	75,2%
ANVISA	73,9%	62,3%	51,2%	83,6%	65,4%	65,8%
ANTAQ	-	-	100,0%	19,8%	68,8%	45,5%
ANP	23,8%	27,2%	56,9%	34,2%	51,4%	36,1%
SUSEP	43,2%	37,7%	32,5%	19,1%	14,5%	31,6%

Entidade	2005	2006	2007	2008	2009	Acumulado
ANEEL	30,0%	50,1%	20,4%	32,5%	15,9%	26,0%
ANTT	5,1%	18,7%	43,2%	41,3%	63,0%	22,3%
ANAC	79,6%	45,8%	22,2%	5,4%	30,4%	17,5%
CADE	0,6%	462,6%	57,0%	56,4%	7,1%	13,4%
TCU	5,9%	5,5%	3,2%	4,2%	5,2%	4,6%
ANS	0,8%	3,6%	2,1%	2,2%	2,0%	2,1%
BACEN	0,4%	1,9%	4,3%	5,5%	6,5%	1,3%
CVM	6,7%	33,4%	1,0%	6,9%	0,2%	1,1%
ANCINE	-	0,0%	-	1,4%	0,7%	0,9%
IBAMA	1,0%	1,1%	0,5%	0,3%	0,2%	0,6%
Média	1,8%	6,4%	5,0%	4,8%	3,2%	3,7%

Fonte: Acórdão 1817/2010-Plenário – TCU

Como descrito no referido acórdão, os motivos da não arrecadação de multas em cada órgão são diversos e há peculiaridades nos órgãos.⁴ Adicionalmente, é ressaltado que as multas arrecadadas em um ano podem ter sido aplicadas em anos anteriores. Todavia, esse resultado corrobora o senso comum de baixa credibilidade da capacidade sancionatória do governo, em especial no que se refere às infrações administrativas de setores regulados da economia.

Em uma avaliação qualitativa, o Banco Mundial produz e divulga os Indicadores de Governança na base de dados *Worldwide Governance Indicators (WGI)* (2016), que medem a percepção de agentes econômicos sobre parâmetros do nível institucional dos países.

Os dados mais recentes disponíveis se referem ao ano de 2014, com indicadores de 209 países. Como ilustração de aspectos institucionais que afetam a credibilidade de contratos, será tomada a classificação percentil do Brasil nas seguintes dimensões de governança: Qualidade Regulatória, Tradição Legal e Controle da Corrupção⁵.

Na dimensão Qualidade Regulatória⁶, o Brasil se encontrava, em 2014, no percentil 50,5, indicando que o país estava melhor posicionado do que 50,5% da amostra ou, igualmente, pior posicionado que 49,5% da amostra. Como exemplos

⁴ Conforme descrito no Acórdão nº 1665/2014-Plenário, na maior parte destes órgãos houve melhoria na arrecadação de multas após o acompanhamento das auditorias, mas a arrecadação média ainda foi baixa em 2011 e 2012, os anos a que se refere o acompanhamento.

⁵ O WGI apresenta, além destas, as dimensões de Participação Civil, Estabilidade Política e Efetividade de Governo (WGI, 2016).

⁶ A dimensão de Qualidade Regulatória procura capturar a percepção da habilidade do governo em formular e implementar políticas e regulamentos que permitam e promovam o desenvolvimento do setor privado (WGI, 2016).

comparativos, nesta dimensão o Chile obteve percentil 91,8, o Uruguai, 69,7 e o México, 66,8.

Na dimensão Tradição Legal⁷, o Brasil se encontrava no percentil 55,3, pior posicionado que o Chile (88,0) e o Uruguai (76,0), mas melhor do que o México (38,0), por exemplo.

Na dimensão Controle da Corrupção⁸, o Brasil se encontrava no percentil 44,2, pior posicionado que o Chile (90,9), o Uruguai (89,9) e novamente melhor posicionado que o México (26,4).

Esses dados mostram, novamente, que a sociedade brasileira atribui baixa credibilidade aos aspectos institucionais que favoreceriam uma relação entre governos e setor privado que fosse construtiva para o país no longo prazo.

Neste contexto de crescimento da participação privada em infraestrutura, em particular da concessão de aeroportos, em um ambiente de baixa credibilidade da sociedade brasileira a respeito das relações entre governos e empresas, o presente trabalho procura estudar a interação entre a expectativa a respeito da operação de um aeroporto sob concessão, no que diz respeito à execução dos contratos, e os resultados obtidos em seu leilão.

Se, por um lado, não se podem ignorar os aspectos formais e legais nas relações que envolvem os governos, por outro lado não se pode supor que esses aspectos correspondem ao que efetivamente ocorre.

Paralelamente, tem-se a definição de que a economia é “a ciência que estuda o comportamento humano como uma relação entre uma dada hierarquia de fins e os recursos, que são escassos e têm usos alternativos” (ROBBINS, 1932, p.15). Assim, pode ser interpretado que as ciências econômicas se interessam mais pelo conjunto de incentivos e forças que atuam sobre as decisões do ser humano do que pelos aspectos estritamente formais das sociedades. Dessa forma, observa-se a possibilidade de contribuição desta área do conhecimento para a compreensão do problema aqui apresentado.

Em particular, este trabalho abordará o problema sob o ponto de vista da teoria dos jogos, definida como disciplina que estuda “o comportamento dos

⁷ A dimensão Tradição Legal procura capturar a percepção de quanto os agentes confiam no cumprimento das regras da sociedade, inclusive no cumprimento de contratos (WGI, 2016).

⁸ A dimensão Controle da Corrupção procura capturar a percepção do quanto o poder público é exercido para ganhos privados, bem como o quanto o estado é capturado pelos interesses privados e da elite (WGI, 2016).

tomadores de decisão cujas decisões se afetam mutuamente”, introduzida nas ciências econômicas na década de 1940, por John von Neumann e Oskar Morgenstern (AUMANN, 2008; LEONARD, 2008).

Assim, o objetivo deste trabalho se divide em duas partes. Inicialmente se buscam compreender as justificativas estratégicas para uma decisão da concessionária sobre cumprir ou não cumprir um contrato previamente firmado, bem como para a decisão do governo sobre executar ou não as penalidades previstas. Posteriormente, admitindo que na ocasião do leilão do aeroporto as licitantes podem esperar um futuro descumprimento dos contratos, se busca compreender a influência dessa expectativa sobre o seu comportamento no leilão.

Para isso, o trabalho se organiza em sete capítulos, incluindo esta introdução. O segundo capítulo apresenta uma revisão bibliográfica dos conceitos utilizados no trabalho e o terceiro apresenta um breve histórico da infraestrutura aeroportuária no Brasil. O quarto e o quinto capítulos apresentam um modelo do atual mecanismo de concessão, integrando o leilão à operação de um aeroporto. O sexto capítulo propõe um mecanismo alternativo de concessão e o sétimo apresenta a discussão e as conclusões do trabalho.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo apresenta uma revisão bibliográfica a respeito dos conceitos relacionados ao objeto da pesquisa e à metodologia adotada.

2.1 ESTUDOS SOBRE CONCESSÕES DE INFRAESTRUTURA

Segundo Giambiagi et al. (2011), no período entre 1950 e 1980, o modelo de industrialização brasileiro teve como uma de suas características a participação direta do Estado no suprimento da infraestrutura, principalmente nos setores de energia e transportes. Em decorrência da crise financeira vivida na década de 80, a partir do governo de Collor iniciou-se a ruptura com esse modelo.

Assim, com a edição da Lei nº 8.031, de 12 de abril de 1990, posteriormente alterada pela Lei nº 9.491, de 9 de setembro de 1997, foi criado o Programa Nacional de Desestatização, com o objetivo, entre outros, de transferir à iniciativa privada “atividades indevidamente exploradas pelo setor público” (BRASIL, 1997, Art. 1º).

Com a desestatização, surge o interesse pelo estudo de como se dá, ou se daria, a relação entre os governos e a iniciativa privada no que diz respeito às atividades desestatizadas.

Até o início dos anos 2000, segundo Mueller (2001), ainda não havia no meio acadêmico brasileiro uma tradição de estudos sobre a regulação. Portanto, os estudos apresentados nesta seção foram publicados a partir dessa década.

Kuhn (2003), por exemplo, identificou ineficiências relacionadas à gestão aeroportuária centralizada no Brasil. À época, o setor aeroportuário ainda não fazia parte do programa nacional de desestatização, sendo que o autor, em suas conclusões, indica para a descentralização administrativa da Infraero, cujas diferentes modalidades são discutidas, e para a introdução de competição entre aeroportos.

Mello (2005) apresenta um estudo das primeiras experiências de participação privada em saneamento, concluindo que a inexperiência e a precariedade regulatória impactaram nos resultados da política, reduzindo os benefícios que a população poderia ter com a mesma.

Sampaio, Ramos e Sampaio (2005) analisaram a eficiência das usinas hidrelétricas brasileiras, tanto as estatais quanto as operadas pela iniciativa privada. Os autores concluíram que há diferenças nas características das usinas, como potência instalada, energia produzida e altura de queda, de forma que não se pôde inferir sobre as consequências da privatização no setor sobre a eficiência das mesmas.

Tiriaky (2008, p. 521) avaliou a correlação entre o arcabouço institucional de um país e o incentivo à participação do setor privado em infraestrutura. Ela concluiu que um ambiente institucional estável reduz o risco do investimento, “principalmente no que se refere à possibilidade de comportamento estratégico do governo e do setor privado”. Assim, a autora considerou essencial o fortalecimento do arcabouço institucional e do ambiente para negócios do país.

Bered (2009) estudou a atuação das agências reguladoras de telecomunicações, energia elétrica, saúde suplementar e transportes terrestres, concluindo que o modelo mais aberto de oferta de serviços públicos tem contribuído para um melhor desempenho econômico do Brasil. Todavia, concluiu que os níveis de investimento continuam baixos no país, que é necessária melhoria nos marcos regulatórios e que há dificuldade de operar agências autônomas no ambiente político nacional.

Sanvicente (2012) estudou as normas de fixação de taxas de retorno de concessões rodoviárias, concluindo que a regra vigente pode causar desbalanceamento entre o retorno do projeto e o retorno de mercado ao longo do período de concessão.

No setor de infraestrutura aeroportuária, Belém (2013) analisou o mecanismo do leilão de concessão dos aeroportos de Guarulhos, Viracopos e Brasília, ocorrido em 2012, no que diz respeito à restrição de alocação de no máximo um aeroporto por consórcio. O autor estimou o impacto dessa restrição sobre a receita esperada com o leilão.

Rolim e Oliveira (2015) estimaram, com ferramentas econométricas, o impacto das concessões dos grandes aeroportos na demanda de passageiros pelo transporte aéreo. Os autores concluíram, entre outros resultados, que as concessões impactaram positivamente na demanda por transporte aéreo no país, embora não tenham elevado a participação de mercado dos aeroportos concedidos.

Assim, pode-se observar que, na última década, a busca pela compreensão das consequências da desestatização de serviços públicos motivou investigações científicas.

Nesse contexto, a contribuição pretendida pela presente pesquisa é uma melhor compreensão das relações entre a credibilidade do governo no que se refere ao monitoramento do cumprimento dos contratos e as chances de sucesso de uma concessão, em particular aeroportuária. Assim, estuda-se uma integração entre as fases do leilão e da operação de um aeroporto e apresenta-se como a segunda interfere na primeira.

2.2 O PROBLEMA DO PRINCIPAL-AGENTE E A REGULAÇÃO

Segundo Stiglitz (2008), o problema do principal-agente ocorre quando há imperfeição da informação, no sentido de que o principal não tem plena ciência das ações do agente. Assim, a literatura trata do problema de como o principal pode desenhar um mecanismo de incentivos que induza o agente a agir da forma desejada.

A literatura da economia de incentivos, particularmente quando trata de um problema do tipo principal-agente, frequentemente fornece resultados que sugerem vantagens do uso de contratos completos, com recompensas ou penalidades cuidadosamente calculadas e explicitadas, com o objetivo de reduzir tanto o custo social quanto as desvantagens para o principal decorrentes da assimetria de informação.

Como exemplo de estudo desse tipo de problema, Souza (2013) analisou os incentivos presentes nos processos de apuração de infrações a regulamentos no setor de telecomunicações. No trabalho, elaborou um modelo utilizando a abordagem de teoria dos jogos e propôs um mecanismo de incentivos semelhante ao registro de pontos por infração em carteira de habilitação utilizado pelas autoridades de trânsito.

Outro exemplo é o trabalho de Uchôa (2015), que modelou um problema de concessão de auxílio-saúde pelo INSS, também com uma abordagem de teoria dos jogos. No problema, o médico perito tem a responsabilidade de emitir parecer sobre a solicitação do benefício em um ambiente de assimetria de informação, pois não sabe a real condição de saúde do solicitante. O autor identificou que o mecanismo

analisado incentiva segurados sem necessidade a solicitar o benefício, ao mesmo tempo em que não existe um monitoramento das decisões dos peritos. Nesse trabalho, o INSS pode ser interpretado como um principal e o perito e os segurados como agentes.

Souza (2005) analisou um modelo de plano de governo de candidatos a cargos eletivos com negociação salarial de servidores públicos. Foi modelado um conflito entre gastos com aumentos salariais ou com ampliação dos serviços públicos, sendo que grupos diferentes de eleitores são beneficiados com cada possível proposta de alocação orçamentária. Os candidatos propõem, então, seus planos de governo prevendo uma distribuição de orçamento entre essas possibilidades de gasto com o objetivo de vencer as eleições. Neste modelo, a sociedade pode ser interpretada como o principal e o governo, seu agente.

Bugarin (2006) elaborou um modelo utilizando a teoria dos jogos para analisar os efeitos das eleições sobre o cumprimento de compromissos firmados na renegociação de dívidas entre os estados e a União. Assim, foram estudados os incentivos, financeiros e políticos, que atuam sobre os tomadores de decisão, tanto do lado dos estados, decidindo se cumprem os compromissos, quando do lado da União, decidindo se executa as garantias no caso de descumprimento.

Wang e Pallis (2014) identificaram problemas de incentivo adverso na relação entre autoridades portuárias e operadores de terminais em um ambiente de competição imperfeita entre portos. Os autores construíram um modelo, utilizando conceitos de teoria dos jogos, para propor um mecanismo de incentivo em que o valor da outorga é determinado em função do desempenho dos operadores de terminais, representado pela quantidade de carga movimentada. Pela proposta, quando maior a produção do terminal, menor seria o valor pago pelo operador à autoridade pela outorga da concessão.

Paralelamente, Stigler (1971), ao descrever o funcionamento do processo político e sua relação com a regulação nos Estados Unidos, ressaltou a influência dos grandes grupos econômicos sobre os partidos políticos, que buscam atender seus interesses para obter apoio político e aumentar sua chance de sucesso nas eleições. Mesmo existindo diferenças culturais entre os países, parece razoável estender a análise de Stigler a qualquer democracia capitalista, como a brasileira.

Baron e Myerson (1982) modelaram um problema de principal-agente entre um órgão regulador e uma firma monopolista em que a firma tem uma vantagem

informativa em relação aos custos de produção. Em consonância com a observação de Stigler, os autores modelaram o interesse do regulador como uma ponderação entre a esperança de excedente do consumidor e a esperança de lucros da firma.

O tema do presente trabalho envolve um problema do tipo principal-agente, em que o governo, o principal, outorga, por meio de um contrato de concessão, a operação de um aeroporto à concessionária, o agente. Após a assinatura do contrato, há um incentivo à concessionária para descumprir cláusulas contratuais onerosas, na esperança de obter um ganho financeiro. Ocorrendo um descumprimento contratual, o governo deve decidir se aplica ou não a penalidade prevista contratualmente à concessionária. Assim, pode ocorrer um problema de incentivo adverso, em que a concessionária decide não cumprir o contrato. Em um segundo momento, é analisado o efeito desse resultado sobre o comportamento dos licitantes no leilão.

Para analisar este problema, será utilizada a disciplina de teoria dos jogos, cujos principais conceitos são apresentados na seção seguinte.

2.3 A TEORIA DOS JOGOS

A denominação da disciplina de teoria dos jogos, ao mesmo tempo em que suscita o interesse de quem com ela se depara, também gera controvérsias. Mas-Colell, Whiston e Green (1995), por exemplo, reconhecem que o termo “jogo” pode levar a uma interpretação que subvalorize a disciplina. Aumann (2008) sugere para esta disciplina a denominação de “teoria das decisões interativas”. Ainda assim, a nomenclatura se consolidou e transmite a característica central da teoria, que é a da ênfase dada pelos agentes à estratégia e à vitória, entendida como a maximização de seu resultado, analogamente aos jogadores da maioria dos jogos de tabuleiro (MAS-COLELL; WHISTON; GREEN, 1995).

Nesta seção são apresentados o histórico da disciplina e conceitos relacionados à modelagem e à solução de problemas utilizando suas ferramentas.

2.3.1 Histórico

Ernest Zermelo é considerado um precursor da Teoria dos Jogos, tendo apresentado, em 1913, o resultado de que o jogo de xadrez⁹ é estritamente determinado, no sentido de que, se jogado “corretamente”, sempre levará a um único resultado. Todavia, ainda não se sabe hoje qual é essa forma “correta” de se jogar, tampouco qual é o resultado, se é a vitória das peças brancas, das pretas ou um empate (AUMANN, 2008).

O conceito de forma “correta” de se jogar, na disciplina, não é o literal, razão pela qual esse termo foi destacado entre aspas. Não se refere ao resultado do jogo em situação real, nem exatamente a uma prescrição, mas a um indicador de quais decisões seriam tomadas por agentes racionais e sem limitações cognitivas.

Para jogos mais simples, como o jogo-da-velha ou o par-ou-ímpar, com alguma experiência ou uma análise cuidadosa o jogador descobre qual é a forma “correta” de se jogar. À medida que aumenta a complexidade do jogo, torna-se mais difícil, ou mesmo virtualmente impossível, descobrir esta solução. A ideia de forma “correta” de se jogar é representada pelo conceito de equilíbrio.

Em 1944 foi publicada a obra *Theory of Games and Economic Behavior*, do matemático húngaro John von Neumann e do economista austríaco Oskar Morgenstern, marcando a introdução da teoria dos jogos nas ciências econômicas e sua própria criação como disciplina científica (LEONARD, 2008; AUMANN, 2008).

Na década de 50, John Nash propôs uma divisão conceitual dos jogos entre cooperativos e não-cooperativos, sendo que, para estes, provou a existência de pontos de equilíbrio, o conceito hoje denominado de equilíbrio de Nash (LEONARD, 2008). O equilíbrio de Nash é o conceito de solução mais frequentemente aplicado nas ciências econômicas (AUMANN, 2008). No presente trabalho será modelada uma aplicação de jogo não cooperativo, motivo pelo qual esta revisão bibliográfica se restringe a essa categoria.

Na década de 1960, Selten desenvolveu teoria para jogos de informação imperfeita e, na década seguinte, propôs o critério de refinamento da mão trêmula para o equilíbrio de Nash, que introduz uma probabilidade de os jogadores cometerem erro ao selecionarem suas escolhas (GIBBONS, 1992; AUMANN, 2008).

⁹ Não somente o xadrez, mas qualquer jogo de duas pessoas, de soma zero e de informação perfeita é estritamente determinado (AUMANN, 2008).

Em 1967, Harsanyi construiu teoria para jogos de informação incompleta, relacionando-a aos jogos de informação imperfeita, e abriu caminho para o desenvolvimento da economia da informação, que se tornou um dos principais temas das ciências econômicas modernas e da teoria dos jogos (GIBBONS, 1992; AUMANN, 2008).

Esses trabalhos, somados aos de outros pesquisadores, transformaram as bases da microeconomia, permitiram o desenvolvimento da economia experimental e direcionaram a modelagem de problemas em organização industrial, comércio internacional e conflitos internacionais, tendo ainda aplicações na estratégia militar, na biologia evolucionária e na ciência da computação (AUMANN, 2008; LEONARD, 2008).

Segundo Biermann e Fernandez (1998), uma das mais famosas aplicações da teoria dos jogos foi o leilão de outorga do direito de exploração de bandas do espectro eletromagnético conduzido em 1994 pelo órgão regulador de telecomunicações dos Estados Unidos. Com a consultoria de especialistas na disciplina, o órgão regulador adotou um leilão simultâneo de múltiplas rodadas, que resultou em uma receita correspondente a 10 vezes o valor mais otimista estimado pela imprensa. Desde então, o órgão regulador adota formato similar de leilão para a outorga de novas licenças.

Concluído esse breve histórico, a próxima seção apresentará os principais conceitos dos jogos não-cooperativos.

2.3.2 Modelagem de problemas

Gibbons (1992) organiza a apresentação dos principais conceitos relacionados aos jogos não cooperativos em quatro classes de jogos: estáticos de informação completa, estáticos de informação incompleta, dinâmicos de informação completa e dinâmicos de informação incompleta.

Primeiramente serão apresentados os conceitos relacionados à modelagem e, em seguida, aqueles relacionados à solução.

A modelagem de um jogo consiste na tradução de uma situação de conflito na linguagem da lógica formal.

A ideia básica, em todos os jogos, é que um agente, chamado jogador, precisa tomar decisões que, conjuntamente com as decisões dos demais, levam a

algum resultado, sendo que o conjunto das decisões contingentes de um jogador é denominado de estratégia.

Cada jogador valoriza de forma diferente o resultado obtido, conforme descrito por sua *função de utilidade de von Neumann-Morgenstern*, e decide sua estratégia com o objetivo de maximizar seu retorno¹⁰, tentando antecipar da melhor forma possível as estratégias dos demais jogadores.

Um conceito que está presente em todos os jogos é o de conhecimento comum, formulado pelo filósofo David Lewis em 1969, que representa as regras e informações que todos os jogadores sabem e, mais do que isso, que todos os jogadores sabem que todos os jogadores sabem, e assim sucessivamente ao infinito. Qualquer que seja o modelo em análise, há informações que são de conhecimento comum, sendo que o modelo em si é pressuposto de conhecimento comum (AUMANN, 2008).

Um jogo estático é aquele em que os jogadores se movem¹¹ simultaneamente. Assim, ao tomar uma decisão, ainda não se sabe quais as decisões dos outros jogadores. Já em um jogo dinâmico, há uma sequência de ações, sendo que, quando chega o momento de um jogador se mover, ele pode ter informação sobre as decisões tomadas previamente pelos demais jogadores. Cada momento em que um jogador deve tomar decisão é chamado de nó do jogo.

Um jogo de informação completa tem por pressuposto que cada jogador é totalmente ciente das funções de utilidade dos outros jogadores. Em contraposição, em um jogo de informação incompleta há incerteza sobre as funções de utilidade dos outros jogadores. A cada possível utilidade de um jogador corresponde um “tipo” desse jogador, que o caracteriza.

Jogos de informação perfeita são aqueles em que, em cada movimento, o jogador tem conhecimento de todas as ações previamente tomadas. Em um jogo de informação imperfeita, há ações de algum jogador ou eventos estocásticos ocorridos que não são informados a outro jogador (JEHLE; RENY, 2011).

Para se modelar fenômenos aleatórios que influenciam no jogo, mas não são decorrentes das ações de nenhum jogador, é introduzida a natureza como um jogador. Dessa forma, nos momentos assim modelados, o jogo pode seguir qualquer

¹⁰ Os termos “retorno” e “resultado” serão usados indistintamente, em substituição ao termo em inglês *payoff*, mais usual na literatura da disciplina.

¹¹ O movimento de um jogador se refere à execução de sua ação.

dos caminhos definidos como possíveis ações da natureza, de acordo com uma distribuição de probabilidade, pressuposta como sendo de conhecimento comum.

Um jogo de informação incompleta pode, assim, ser representado como um jogo de informação completa e imperfeita, em que uma jogada da natureza define os tipos dos jogadores, de acordo com a distribuição de tipos *a priori*, sendo que o tipo definido para um jogador não é informado aos demais.

Havendo incerteza, um jogador tomará suas decisões com base na esperança de seu retorno, estimada por meios de crenças formadas por ele a respeito das informações que ele não detém.

Um jogo pode pressupor interação única, em que jogadores interagem uma única vez, obtêm seus resultados e sabem que jamais se encontrarão novamente, ou repetições, em que os jogadores sabem que terão outras oportunidades de interação, seja em número finito ou infinito.

Segundo Aumann (2008), a introdução de repetição permite modelar, endogenamente, o lado psicológico e informacional das interações duradouras. Assim, ocorrem fenômenos de informação subjetiva, como cooperação, altruísmo, confiança, punição e vingança, e de informação objetiva, nos casos de jogos de informação incompleta, como sinalização e revelação de informações privadas.

2.3.3 Conceitos de Solução

Paralelamente aos conceitos de modelagem dos jogos, Gibbons (1992) apresenta os conceitos de solução dos mesmos. A solução de um jogo consiste na aplicação das técnicas apropriadas ao tipo do jogo para a identificação da forma “correta” de se jogar, com a ressalva feita anteriormente a respeito do significado desse termo.

Em um jogo estático, o conceito mais básico de solução é o de dominância, que ocorre quando, independentemente das estratégias dos demais jogadores, cada jogador obtém seu melhor retorno com uma mesma estratégia. Assim, não há dúvida de qual ação tomar. Todavia, nem sempre existe um equilíbrio por dominância.

O jogo conhecido como Dilema do Prisioneiro, de elaboração atribuída a Albert Tucker, conforme Aumann (2008), apresenta uma demonstração da força do equilíbrio por dominância. Com cada jogador escolhendo a melhor estratégia para si,

tem-se um resultado que é ruim para ambos os jogadores, o único resultado Pareto-ineficiente existente no jogo.

Havendo infinitas repetições desse jogo, o teorema popular mostra que a solução Pareto-ótima de longo prazo é um equilíbrio.

O equilíbrio estratégico, ou equilíbrio de Nash, é a estratégia conjunta a partir da qual nenhum jogador pode obter melhor resultado desviando-se unilateralmente. Um jogo pode possuir múltiplos equilíbrios de Nash, podendo ser em estratégias puras, quando as estratégias são determinísticas, ou em estratégias mistas, quando um jogador é indiferente entre duas ou mais estratégias puras, mas o equilíbrio somente se configura se ele decidir aleatoriamente qual irá adotar. Nem sempre existe um equilíbrio de Nash em estratégias puras, mas todo jogo finito possui, necessariamente, pelo menos um equilíbrio de Nash em estratégias mistas. Segundo Gibbons (1992), se a teoria dos jogos conseguir fornecer uma solução única para um modelo, esta solução será um equilíbrio de Nash.

No que se refere às estratégias mistas, a decisão aleatória não significa que o agente literalmente sorteia qual decisão tomará. Antes disso, é uma abstração teórica que representa a ignorância dos demais agentes a respeito da decisão a ser tomada. O agente que adota a estratégia mista é indiferente entre qualquer uma das estratégias puras que compõem a mista, bem como a qualquer combinação delas. A importância do conceito de estratégia mista, e da decisão *como se fosse* aleatória, é evitar que outro jogador se desvie do comportamento preferido pelo primeiro. (AUMANN, 2008). O grifo da expressão *como se* foi utilizado para destacar o uso do argumento metodológico instrumentalista defendido por Milton Friedman, conforme apresentado na próxima seção.

Para jogos estáticos de informação incompleta, o conceito de solução equivalente ao equilíbrio de Nash é o equilíbrio Nash-Bayesiano. Esse se diferencia do primeiro por considerar não os resultados determinísticos do jogo, mas a esperança dos resultados, calculada ponderando-se resultados possíveis das diferentes realizações de tipo dos adversários pelas probabilidades atribuídas pelo jogador à realização desses tipos.

Para jogos dinâmicos, é normalmente utilizada a forma extensiva, ou em árvore, introduzida por von Neumann, em 1928, e generalizada por Kuhn em 1953, que consiste em uma descrição formal e completa de como um jogo é jogado, com a especificação da sequência dos movimentos dos jogadores, o que eles sabem em

cada momento, qual o papel da natureza no jogo e o resultado para cada jogador em cada possibilidade de nó terminal (AUMANN, 2008).

Em jogos dinâmicos de informação completa e perfeita, o conceito de solução mais básico é o de indução retroativa, em que o jogo é analisado do fim para o início e cada jogador toma suas decisões prevendo quais serão as decisões futuras dos demais jogadores.

Em um jogo de informação completa e imperfeita, não é possível aplicar a indução retroativa. Em vez disso, o jogo é dividido em subjogos e, obtendo-se equilíbrios de Nash em cada uma dessas divisões, constrói-se um equilíbrio para o jogo, denominado de equilíbrio de Nash perfeito em subjogos, que generaliza o conceito da indução retroativa (JEHLE; RENY, 2011).

Em jogos de informação completa e imperfeita, analogamente aos jogos estáticos, há o conceito de solução em estratégias mistas, que são denominadas de estratégias comportamentais quando se analisam as decisões aleatórias tomadas em cada nó. Foi demonstrado por Selten que todo jogo de memória perfeita possui pelo menos um equilíbrio perfeito em subjogos se consideradas soluções em estratégias comportamentais (JEHLE; RENY, 2011). Um jogo de memória perfeita é aquele em que um jogador, em cada movimento, tem plena ciência de suas próprias ações passadas.

Para jogos dinâmicos de informação incompleta, o conceito de equilíbrio apresentado por Gibbons (1992) é o de equilíbrio Bayesiano Perfeito. Como há equivalência entre jogos de informação incompleta e jogos de informação imperfeita, em determinados jogos de informação imperfeita este conceito também deve ser utilizado como um refinamento do equilíbrio perfeito em subjogos.

O equilíbrio Bayesiano Perfeito é obtido quando jogadores formam sistemas de crenças a respeito das informações que eles não detêm e decidem racionalmente conforme esses sistemas de crenças. Para os nós do jogo com probabilidade positiva de serem alcançados, as crenças são formadas com base na regra de Bayes (GIBBONS, 1992).

Se o sistema de crenças e estratégias comportamentais é consistente mesmo nos nós com probabilidade nula de serem alcançados, obtém-se um equilíbrio Sequencial (JEHLE; RENY, 2011), que pode ser interpretado como um refinamento do equilíbrio Bayesiano Perfeito.

Os conceitos de equilíbrio para as diferentes categorias de jogos são inter-relacionados, sendo que, à medida que os jogos ficam mais complexos, é necessário um conceito de equilíbrio mais forte para descartar equilíbrios não plausíveis que sobreviveriam a conceitos de equilíbrios adequados para jogos mais simples (GIBBONS, 1992).

Mesmo considerando os conceitos mais fortes de equilíbrio, como o equilíbrio Bayesiano Perfeito ou o equilíbrio Sequencial, há jogos com múltiplos equilíbrios, de forma que esses conceitos permanecem inconclusivos. Assim, foram definidos diversos critérios de refinamento para os equilíbrios de Nash, como o equilíbrio da mão trêmula, de Selten, e o equilíbrio intuitivo, de Cho e Kreps. Cabe ressaltar que, ainda assim, há jogos que permanecerão com múltiplos equilíbrios, o que é compreensível, considerando a complexidade de determinadas situações reais.

Os conceitos apresentados nesta seção são aplicados à solução do modelo desenvolvido para representar a situação de conflito objeto desta pesquisa, apresentado no capítulo 4. Antes da apresentação do modelo, porém, é apresentada uma discussão sobre a metodologia adotada e um histórico da infraestrutura aeroportuária no Brasil.

2.4 METODOLOGIA

Esta seção é dedicada à discussão da metodologia utilizada no presente trabalho e, com ela, espera-se justificar a técnica de pesquisa adotada, bem como permitir uma compreensão dos seus objetivos e dos significados e limitações das conclusões obtidas.

2.4.1 A metodologia da teoria dos jogos

Conforme mencionado anteriormente, a introdução da Teoria dos Jogos na economia e nas ciências sociais se deu com a obra de von Neumann e Morgenstern (1944).

Um dos conceitos introduzidos por esta obra é o hoje denominado de *função de utilidade de von Neumann-Morgenstern*, com o qual os autores procuram tratar as preferências humanas de forma cardinal. Na obra, os autores apresentam as propriedades técnicas das preferências individuais que são requeridas para que se

possa atribuir a elas uma interpretação cardinal, defendendo que esses requisitos são plausíveis.

Os autores mostram ainda que, caso os resultados sejam associados a probabilidades, os valores numéricos das utilidades de cada resultado podem ser combinados da mesma forma que a esperança estatística. Assim, passa-se a tratar o problema da escolha dos indivíduos atribuindo-se valorações que os indivíduos dão a cada um dos resultados.

Paralelamente, a teoria dos jogos utiliza o pressuposto de racionalidade do indivíduo, presente em toda a economia clássica, segundo o qual a economia deve se dedicar ao estudo do comportamento do indivíduo em sua dimensão de obter o melhor retorno possível com o mínimo de esforço.

A associação do conceito de racionalidade à cardinalização das preferências permite resolver os problemas considerando que os indivíduos são maximizadores da *função de utilidade de von Neumann-Morgenstern*. Mais ainda, havendo interações entre indivíduos cujas decisões se afetam mutuamente, passa-se a considerar que cada indivíduo racionalmente considera que os demais indivíduos são maximizadores de suas utilidades esperadas.

Assim, a teoria dos jogos pode ser classificada metodologicamente como pertencente à corrente do *individualismo metodológico*, que, segundo Blaug (1992), defende a construção dos modelos a partir da descrição das atitudes e expectativas dos indivíduos.

Aumann (1985, p. 5) apresenta uma análise filosófica da teoria dos jogos, defendendo a tese de que um conceito de solução deve ser julgado “mais pelo seu sucesso em estabelecer relações e prover compreensões sobre os processos sociais aos quais é aplicado do que por considerações sobre plausibilidade *a priori* baseada somente em sua definição”.

Essa visão pode ser classificada na abordagem metodológica *instrumentalista*, defendida, segundo Blaug (1992), por Milton Friedman. Esta abordagem argumenta que não é necessário que as teorias tenham correspondência descritiva com o mecanismo causal do fenômeno que pretendem explicar. Ao contrário, elas seriam apenas instrumentos para se fazer previsões.

Como exemplo, Friedman citou o pressuposto de maximização de retornos da teoria das firmas. Mesmo que os empresários não façam cálculos conscientemente para suas decisões de oferta de produtos, esse pressuposto pode ser utilizado, sob

a interpretação de que as empresas se comportam *como se* racionalmente fizessem esses cálculos e maximizassem seus retornos. O argumento de Friedman ficou, por esse motivo, conhecido como formulação *como se*. (BLAUG, 1992).

Para Aumann (1985), o objetivo da ciência não é ter aplicação prática nem prever com exatidão, mas entender o mundo. Uma vez que existe esse entendimento, considera que as aplicações seriam inevitáveis. Todavia, o autor reconhece que nem sempre a teoria dos jogos atinge o objetivo de explicar ou prover compreensão dos fenômenos reais, tendo consciência sobre as limitações do papel normativo da disciplina. Reconhecendo que suas prescrições são obtidas para uma idealização do comportamento racional, as mesmas devem ser adaptadas para o mundo real.

Por outro lado, Rubinstein (1991) argumenta que, diferentemente das ciências naturais, o objetivo da teoria dos jogos não seria o de fazer previsões, mas analisar as motivações sociais em situações de conflito.

Assim, o autor apresenta a disciplina como uma investigação abstrata da função e da lógica das instituições sociais e dos padrões de comportamento, de forma que deve ser construída uma ponte, ou interpretação, entre os conceitos formais abstratos da teoria e a realidade. A aplicação da teoria dos jogos perderia o sentido sem uma interpretação apropriada.

Rubinstein (1991) argumenta que um jogo não é uma descrição rígida das regras físicas do mundo, mas uma simplificação, que deve incluir apenas os fatores que são percebidos pelos jogadores como relevantes. Assim, a modelagem requer intuição, bom senso e dados empíricos, com o objetivo de determinar os fatores relevantes que são considerados nas estratégias dos jogadores e, portanto, que devem ser incluídos no modelo.

O autor argumenta ainda que existiria um mito na teoria dos jogos de que seria possível obter uma previsão miraculosa do resultado da interação entre seres humanos. Por décadas, a teoria dos jogos teria buscado a “grande solução” que iria cumprir essa tarefa, incentivada por uma interpretação errônea da palavra “racionalidade”. O autor, entretanto, não vê qualquer possibilidade de isso ser alcançado, argumentando, alternativamente, que a disciplina cumpre apenas duas tarefas: “construir modelos baseados na intuição e usar argumentos dedutivos baseados em conhecimento matemático” (RUBINSTEIN, 1991, p.923).

2.4.2 Técnicas das pesquisas aplicadas em Teoria dos Jogos

A partir desse arcabouço metodológico, pode-se sintetizar a técnica utilizada nas pesquisas aplicadas em teoria dos jogos, utilizando como comparação os trabalhos de Souza (2013), Uchôa (2015), Souza (2005), Bugarin (2006) e Wang e Pallis (2014).

O que se observa, nesses trabalhos, é uma busca por identificar os agentes e os aspectos estratégicos mais relevantes da situação em análise. Assim, descrevem-se os objetivos dos agentes, os conflitos existentes, os mecanismos disponíveis e os possíveis resultados das combinações de suas ações.

Os resultados são, normalmente, representados de forma paramétrica, na qual são agregadas dimensões monetárias e eventuais dimensões não monetárias, como aversão a esforço ou custos políticos, em uma única variável, a função de utilidade de von Neumann-Morgenstern.

Os trabalhos buscam representar a situação com a simplificação que for praticável, como objetivo de viabilizar a obtenção de uma solução para o jogo modelado e permitir a compreensão dos efeitos dos elementos mais relevantes.

A partir da modelagem, são aplicados os conceitos de solução apropriados para a categoria de cada jogo, para que se obtenham os equilíbrios do modelo. Por fim, é feita a interpretação dos resultados obtidos, relacionando os conceitos e variáveis formais aos aspectos do mundo real.

A técnica de pesquisa que se procurou representar brevemente nesta seção é adotada no presente trabalho, no capítulo 4.

2.4.3 Limitações do presente trabalho

A metodologia utilizada neste trabalho apresenta limitações que não podem ser desconsideradas na interpretação de seus resultados.

Primeiramente, o trabalho parte de um conjunto de pressupostos, que são estilizações do mundo real. As conclusões, mesmo se obtidas com correção analítica, são *verdadeiras apenas no abstrato*, ou seja, apenas se os pressupostos adotados fossem reais.

Como os fatos do mundo real divergem, em diferentes graus, dos pressupostos aqui adotados, seria imprudente esperar que os resultados possam ser utilizados como previsão do comportamento dos agentes reais.

A busca por falsificação estatística, ou mesmo por alguma forma de verificação, dos resultados obtidos, enriqueceria sobremaneira esta pesquisa. Ainda assim, é considerada fora do escopo deste trabalho, principalmente por limitações de tempo de pesquisa e de extensão desta dissertação.

Não obstante, espera-se que os resultados sejam úteis para a compreensão das *tendências* que as *causas* aqui analisadas têm sobre as *consequências* no mundo real. Este é o gênero de contribuição que este trabalho, como uma aplicação da teoria dos jogos, pretende dar para o problema estudado.

3 HISTÓRICO DA INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA NO BRASIL

O desenvolvimento da infraestrutura aeroportuária no Brasil ocorreu em consonância com a evolução da tecnologia aeronáutica e com os ciclos políticos do século XX e início do século XXI.

Nas décadas de 1910 a 1930, a aviação civil era incipiente, com voos inicialmente experimentais e posteriormente de lazer, até o início do uso dos aviões com finalidade comercial. As aeronaves eram de porte pequeno, de forma que os voos comerciais dedicaram-se, inicialmente, ao transporte de malas postais e de um número reduzido de passageiros (SANTOS, 1985).

Até a década de 1920, a hidroaviação teve mais progressos no Brasil do que a aviação terrestre, influenciada pela distribuição demográfica e geográfica do país e por dispensar infraestrutura de pouso e decolagem. Nesse período, foram criadas, por exemplo, as unidades de aviação naval onde hoje se situam os aeroportos do Galeão, no Rio de Janeiro, e de Florianópolis (SANTOS, 1985; INCAER, 1990).

Em 1919 foram construídos, no Campo de Marte, uma pista e um hangar, configurando a primeira infraestrutura aeroportuária propriamente dita em São Paulo (SANTOS, 1985).

Em meados da década de 20, a empresa aérea francesa Latécoère iniciou o transporte aéreo regular no litoral brasileiro, com aeronaves de rodas, utilizando inicialmente as praias como campos de pouso improvisados e posteriormente construindo pistas de grama (SANTOS, 1985).

Assim, esta primeira fase da infraestrutura aeroportuária civil no Brasil foi de responsabilidade dos próprios empreendedores privados, como forma de viabilizar a atividade que começavam a implantar.

A infraestrutura aeroportuária militar começou a ser implantada nesse mesmo período, sendo que sua expansão para o interior do Brasil foi marcada pela prestação de serviços de transporte de mala postal, atendendo também a finalidades civis.

Com o crescimento da demanda e do tamanho das aeronaves, passou a ser necessária infraestrutura de melhor porte, que exigia maiores investimentos. Assim, a década de 30 marca o início do investimento público em aeroportos civis. Em 1936 foi inaugurado o aeroporto Santos-Dumont, no Rio de Janeiro e, no ano seguinte, o

governo de São Paulo adquiriu um terreno com uma pista de experiência para a construção do aeroporto de Congonhas (INFRAERO, 2016 e SANTOS, 1985).

Em 1940, parte da área da então fazenda Cumbica foi doada ao Ministério da Guerra para a instalação de uma base aérea destinada a defender São Paulo. A base aérea foi inaugurada em 1945 (SANTOS, 1985).

Durante a 2ª Guerra Mundial foi criado o Ministério da Aeronáutica e, como apoio às operações dos aliados no norte da África, com auxílio dos Estados Unidos foram construídos ou reformados os aeroportos de Natal, Macapá, Belém, São Luís, Fortaleza, Recife, Maceió e Salvador (INFRAERO, 2016 e SANTOS, 1985).

Na década de 1960, com a chegada dos aviões comerciais a jato, foi necessário adaptar a infraestrutura aeroportuária existente para o recebimento destas aeronaves. A partir de então começaram os projetos e a construção dos terminais de Manaus e Brasília, bem como do novo terminal do aeroporto internacional do Rio de Janeiro, Galeão, inaugurado em 1977, então destinado a ser o principal aeroporto internacional do país (SANTOS, 1985).

Em 1973 foi criada a Infraero, consolidando a fase em que predominou o modelo estatal centralizado de operação de aeroportos. A partir de então, diversos aeroportos já existentes, incluindo os mais importantes do país, foram transferidos para a operação da Infraero. Outros foram construídos sob a administração da estatal (INFRAERO, 2013).

Ainda nessa década iniciou-se a construção do aeroporto de Guarulhos e foi feito o plano diretor e a desapropriação das áreas para possibilitar ampliação futura do aeroporto de Viracopos (SANTOS, 1985). Em 1984 foi inaugurado o aeroporto de Confins, em Minas Gerais, e, em 1985, o de Guarulhos (INFRAERO, 2013).

Ao longo das décadas de 1990, o transporte aéreo no Brasil passou por um período de desregulamentação (OLIVEIRA, 2007), com a gradativa redução dos controles de tarifas e de oferta de rotas.

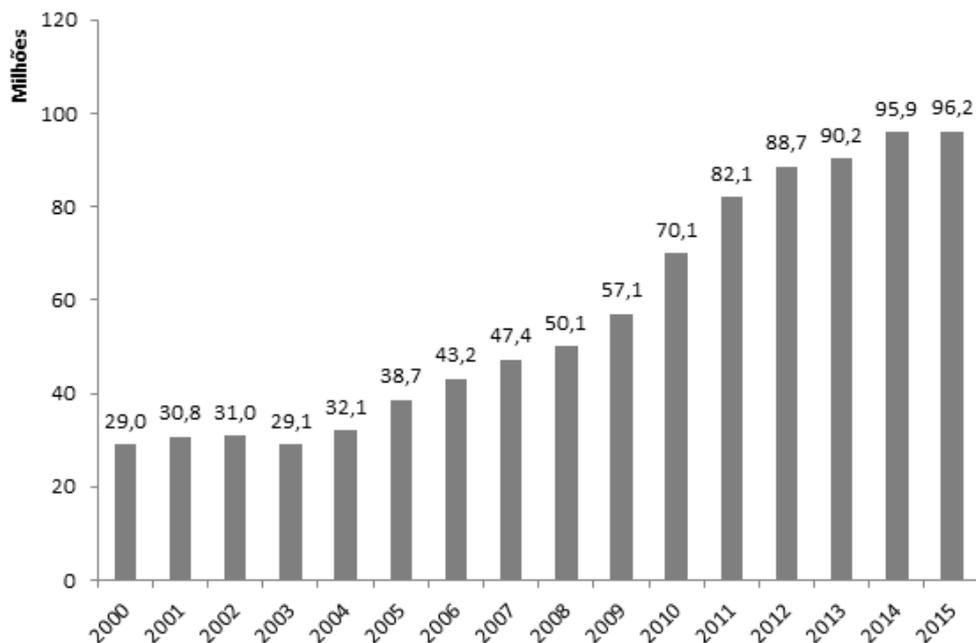
Em decorrência dessa desregulamentação, bem como da estabilização econômica do país, foi observado crescimento da demanda e da oferta de transporte aéreo. O Gráfico 1 apresenta a evolução do número de passageiros pagos transportados anualmente no transporte comercial no Brasil. Entre os anos de 2000 e 2015, este indicador apresentou uma elevação média de 8% ao ano.

Em decorrência desse crescimento, o Governo Federal decidiu iniciar a abertura da operação dos grandes aeroportos brasileiros para a participação da iniciativa privada.

Assim, em 2011 foi concedida para a iniciativa privada a conclusão da construção e a operação do aeroporto de São Gonçalo do Amarante, no Rio Grande do Norte. Em 2012 foram concedidos os aeroportos de Brasília, Guarulhos e Campinas e, em 2014, os aeroportos de Confins e Galeão.

Paralelamente, o Governo Federal iniciou o processo de regularização da delegação dos aeroportos de menor porte para os estados e municípios que os administravam (BRASIL, 2014). Parte dos aeroportos administrados pelos estados e municípios também conta com participação da iniciativa privada¹².

Gráfico 1 – Passageiros pagos transportados anualmente no transporte comercial no Brasil - mercado doméstico



Fonte: Relatório de Demanda e Oferta, ANAC (2015).

Dessa forma, aparentemente se inicia uma nova fase de provimento de infraestrutura aeroportuária civil no Brasil, na forma de concessões por prazo determinado, assim como ocorre em outros setores de infraestrutura. E as relações entre o governo e a iniciativa privada nesse novo modelo são, exatamente, o objeto de estudo do presente trabalho.

¹² Vide nota de rodapé 3, no capítulo 1.

4 ANÁLISE DO MECANISMO DE CONCESSÃO

Após a introdução aos conceitos do problema do principal-agente e da teoria dos jogos, bem como sua discussão metodológica e a contextualização histórica do provimento de infraestrutura aeroportuária no Brasil, apresentados nos capítulos anteriores, o presente capítulo tratará do objeto desta pesquisa, propriamente dito.

Assim, serão utilizadas ferramentas da teoria dos jogos para a análise dos aspectos estratégicos existentes na relação entre o governo e uma concessionária de aeroportos, no que se refere ao cumprimento do contrato de concessão.

De acordo com Sotomayor e Bugarin (em fase de elaboração)¹³, um estudo em teoria dos jogos pode ser dividido em duas fases: a modelagem e a solução.

Na modelagem, procura-se traduzir uma situação real na linguagem da lógica formal. O desafio, nessa fase, é identificar os aspectos estratégicos essenciais do problema analisado. Se, por um lado, ignorar elementos essenciais do problema compromete a própria utilidade do trabalho, por outro, incorporar elementos desnecessários pode poluir a solução eventualmente obtida com resultados irrelevantes ou, até mesmo, inviabilizar a derivação da solução.

Na fase da solução, tenta-se identificar a forma “correta” de jogar, aquela que seria escolhida por agentes racionais.

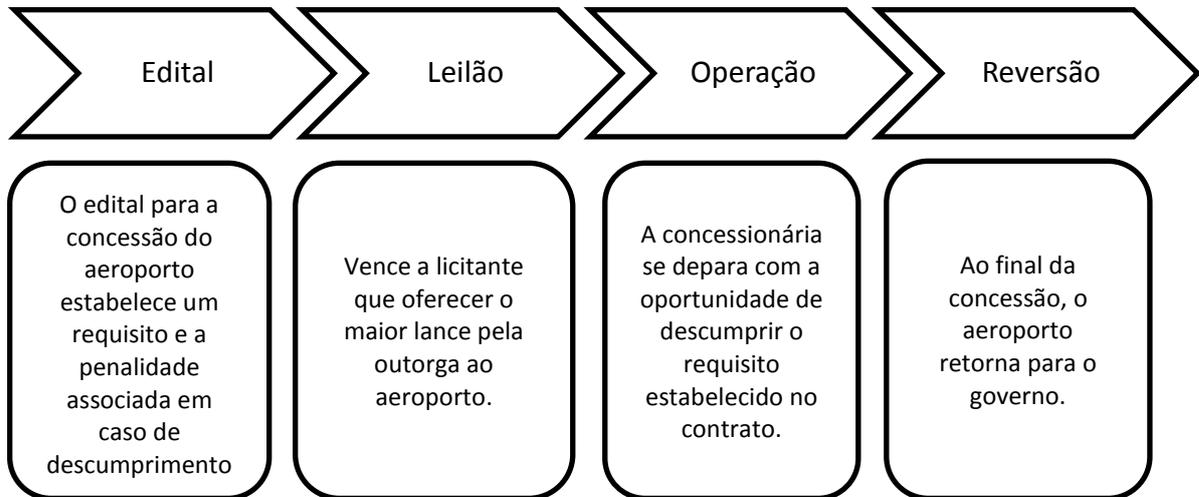
4.1 MODELAGEM DO PROBLEMA

O processo de concessão de um aeroporto é complexo, envolvendo um número tão grande de etapas, análises, interações e decisões que jamais poderia ser apresentado com justiça neste trabalho.

Assim, para que se possa estudar o problema aqui pretendido, é necessário simplificá-lo, atendo-se aos elementos essenciais para a situação de interesse. O Quadro 1 simplifica o processo de concessão em quatro fases, conforme os interesses deste trabalho.

¹³ Livro “Lições de Teoria dos Jogos” de Marilda Antônia de Oliveira Sotomayor e Maurício Soares Bugarin, em fase de elaboração.

Quadro 1 – Simplificação das fases de uma concessão de aeroporto



Fonte: Elaborado pelo autor

Considera-se que inicialmente é publicado um edital para a concessão do aeroporto, que contém um requisito e a penalidade a ser aplicada no caso do seu descumprimento.

Posteriormente, é realizado o leilão, sendo que vence a licitante que oferecer o maior pagamento pela outorga do aeroporto.

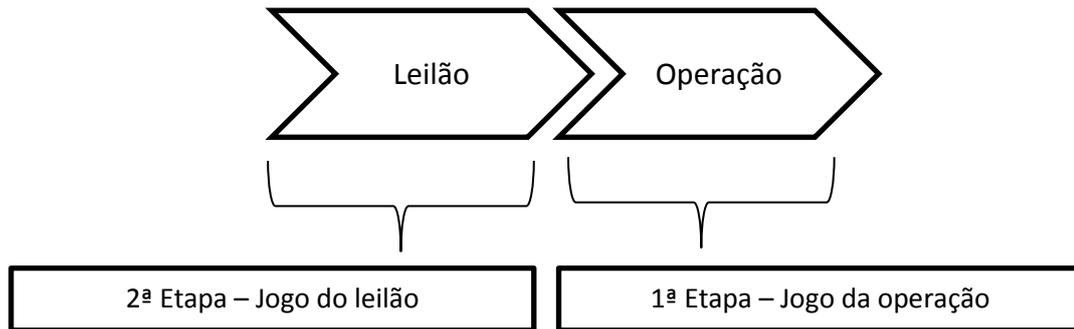
Após assinar o contrato de concessão, a concessionária inicia a operação do aeroporto e tem a oportunidade de descumprir o contrato firmado. Caso a concessionária descumpra, o governo deverá decidir se aplica ou não a penalidade.

Finalmente, encerra-se o período de concessão e o aeroporto retorna para o governo.

Dessas quatro fases, considera-se que ocorrem interações estratégicas em duas: no leilão, entre as licitantes, e na operação, entre a concessionária e o governo. Assim, o problema será dividido em dois jogos. Primeiramente será analisado o jogo da operação e, posteriormente, suas influências sobre o jogo do leilão, conforme apresentado no Quadro 2.

Antes de apresentar a modelagem dos jogos, cabe esclarecer a natureza do requisito do edital de concessão a que o trabalho se refere.

Quadro 2 - Apresentação dos jogos analisados



Fonte: Elaborado pelo autor

Pode-se pensar em três tipos de requisitos: aqueles relacionados (1) à segurança¹⁴ do aeroporto, (2) à disponibilização da infraestrutura necessária para o crescimento do movimento do aeroporto, e (3) ao oferecimento de determinado nível de serviço.

Os aspectos de segurança não são objeto do contrato de concessão. Em vez disso, são tratados por regulamentos aplicáveis a todos os aeroportos, independentemente de serem administrados por empresas privadas, empresas públicas ou diretamente pela administração pública. Assim, os requisitos contratuais tratados neste trabalho não se referem aos de segurança.

Por outro lado, um administrador aeroportuário tem um grande poder de mercado sobre os usuários. Mesmo que haja algum grau de concorrência entre aeroportos, este setor jamais pode ser considerado como de livre concorrência. Assim, o “nível de produção” ótimo social do aeroporto provavelmente será maior do que o “nível de produção” escolhido por um monopolista ou oligopolista.

O nível de produção, no caso de um aeroporto, se refere à capacidade de movimentação de passageiros e cargas, cuja ampliação exige investimentos. Assim, na elaboração do edital de concessão, o governo considera que não será de interesse do administrador aeroportuário constituir a capacidade de movimentação que seria o ótimo social e, portanto, sua construção é estabelecida como requisito. Cabe ressaltar que, mesmo que o governo não estabeleça qualquer requisito nesse sentido, o administrador privado poderá ter interesse em expandir a capacidade do aeroporto, mas somente até o nível que maximize seus lucros.

¹⁴ O termo em português *segurança* pode representar dois conceitos distintos, um relacionado à mitigação do risco de acidentes e incidentes e outro relacionado à mitigação do risco de interferência ilícita. Em inglês, estes conceitos são referidos pelos termos *safety* e *security*, respectivamente. Aqui, o termo se refere a ambas as acepções.

Também devido ao poder de mercado, o administrador aeroportuário possivelmente não terá interesse em manter o nível de serviço¹⁵ que seja considerado adequado pelo governo. Assim, o edital também estabelece requisitos para a manutenção de determinado nível de serviço.

Assim, o requisito contratual de interesse deste trabalho se refere a um requisito de ampliação de infraestrutura ou de manutenção de nível de serviço. Mais especificamente, a um requisito que o administrador aeroportuário privado não teria interesse em cumprir caso não houvesse a obrigatoriedade e a penalidade associada a seu descumprimento.

Feito esse esclarecimento, passa-se à análise do jogo da operação do aeroporto.

4.2 JOGO DA OPERAÇÃO

Para o jogo da operação, é apresentada inicialmente a modelagem do problema básico, descrevendo-se o seu contexto, definindo-se os jogadores, as regras previamente estabelecidas e os pressupostos de mecanismos que permitiriam o desvio em relação a estas regras, bem como os retornos dos jogadores.

4.2.1 Jogadores

São diversos os agentes envolvidos em uma concessão aeroportuária, podendo-se listar os passageiros, os moradores de regiões próximas ao aeroporto, os funcionários e acionistas da concessionária, as empresas aéreas, os órgãos de fiscalização da concessão, as pessoas detentoras de cargos políticos que tomam as decisões nas diferentes esferas de governo, os órgãos de controle dos governos, o poder judiciário, entre outros inúmeros agentes. Cada um desses agentes tem seus interesses e objetivos, conforme exemplificado a seguir.

¹⁵ Seguindo conceito utilizado pela Associação Internacional [das empresas] de Transporte Aéreo (IATA, 2016), o Nível de Serviço representa o conforto oferecido pelo aeroporto aos usuários e é calculado em função do tempo de espera nos diversos processos pelos quais o passageiro passa no aeroporto e da área por pessoa disponível nos diversos ambientes. Além das dimensões de nível de serviço consideradas pela IATA, os contratos de concessão de aeroportos do governo federal também contemplam dimensões subjetivas, como, por exemplo, a limpeza dos ambientes e a satisfação dos passageiros.

- a. Poder político, constituído pelos poderes executivo e legislativo. É o responsável por decisões políticas, por exemplo, qual o regime de prestação da infraestrutura aeroportuária¹⁶, qual o nível de serviço a ser oferecido nos aeroportos e qual o nível tarifário a ser praticado. Como objetivos do poder político, podemos citar:
- i. Aumentar sua aprovação popular, para aumentar a chance de vitória do grupo político nas próximas eleições. Especificamente no que diz respeito à infraestrutura aeroportuária, este objetivo pode ser perseguido com a minimização de tarifas, a maximização do nível de serviço dos aeroportos ou a preferência por obras com maior visibilidade;
 - ii. Obter apoio político do meio empresarial, tanto para melhorar suas condições de governabilidade quanto para obter financiamento para o grupo político em períodos eleitorais. No caso, este objetivo pode ser perseguido com o aumento do nível de rentabilidade dos aeroportos concedidos, bem como com a concessão de mais aeroportos;
 - iii. Aumentar as receitas governamentais, para aumentar os gastos governamentais e, por consequência, a visibilidade do governo. Este objetivo pode ser perseguido com o aumento do valor de outorga dos aeroportos concedidos;
 - iv. Melhorar a infraestrutura do país, para conferir maior eficiência à economia. Este objetivo pode ser perseguido com o investimento em infraestrutura.
- b. Agência reguladora, responsável tanto pela execução das decisões do poder político quanto pela manutenção da estabilidade do serviço e da segurança regulatória.
- c. Órgãos de controle, responsáveis pela fiscalização da transparência, legalidade e probidade dos atos dos agentes governamentais.
- d. Concessionária, a empresa que venceu a licitação do aeroporto e assumiu as responsabilidades definidas no edital e no contrato de concessão. Seu interesse é maximizar seu lucro;
- e. Poder judiciário, árbitro externo aos demais agentes, ao qual qualquer agente pode recorrer e que tem o poder de decisão final sobre qualquer assunto.

¹⁶ Se a prestação do serviço será feita, por exemplo, por administração direta, empresa estatal, concessão, entre outros.

f. A população em geral, que tem como objetivo obter acesso a bons serviços, no caso o serviço de infraestrutura aeroportuária, pelo menor custo possível, seja arcado diretamente, por meio de tarifas, seja indiretamente, por meio de impostos.

O jogo será modelado considerando dois jogadores: o governo, que reúne as atribuições e objetivos do poder político, da agência reguladora e dos órgãos de controle; e a concessionária.

O poder judiciário, por simplificação, não será incluído no jogo. Pode ser interpretado, alternativamente, que seus objetivos e decisões estão incorporados pelo jogador governo.

Será considerado, ainda, que os interesses da população estão internalizados nos objetivos do governo. Esta internalização está representada tanto no papel de poder político, que precisa de da aprovação da população para se manter no poder, quanto no papel de agência reguladora e de órgãos de controle, que prezam pela estabilidade do serviço e eficiência do gasto público.

4.2.2 Situação de início do jogo

O jogo ocorre durante a vigência de um contrato de concessão. Assim, por meio da licitação ficaram definidos os requisitos de investimento e nível de serviço, as regras de definição das tarifas regulamentadas¹⁷ e o valor de outorga a ser pago pela concessionária. Nas concessões de aeroportos federais ocorridas até a presente data, os primeiros parâmetros foram fixados pelo edital da concessão e o valor a ser pago pela outorga foi definido por leilão.

Assim, o leilão definiu implicitamente um retorno esperado para a concessionária, entendido como o valor presente líquido por ela estimado para o projeto. Definiu, ainda, um retorno esperado para o governo, com uma dimensão econômica, representada pela arrecadação com o valor de outorga e pela reversão das benfeitorias ao final da concessão, e uma dimensão política, representada pela satisfação da sociedade com a concessão.

O jogo se inicia com a concessionária se deparando com uma oportunidade de descumprimento do contrato de concessão e decidindo se o cumpre ou não.

¹⁷ Os editais e contratos de concessão dos aeroportos definem tanto os valores iniciais quanto os critérios de reajuste das tarifas de embarque, pouso, permanência e armazenagem.

Esta oportunidade de descumprimento ocorre quando a concessionária pode aumentar seu lucro ao não cumprir algum requisito do contrato, como, por exemplo, a execução de uma obra ou a manutenção de determinado nível de qualidade do serviço.

4.2.3 Conjunto de ações disponíveis aos jogadores

No modelo básico é considerado que o primeiro jogador a se mover é a concessionária e as ações disponíveis a ela são cumprir ou não cumprir o contrato.

Caso a concessionária decida cumprir o contrato, o jogo se encerra e o governo não é chamado a jogar.

Caso a concessionária tenha decidido não cumprir, o governo é chamado à ação, podendo decidir executar o contrato, com a aplicação das penalidades previstas, ou não executá-lo.

4.2.4 Papel da natureza

Quando considerado o modelo de informação incompleta, em que cada jogador pode ter diferentes tipos, a natureza terá o papel de definir qual tipo será atribuído a cada jogador.

4.2.5 Retornos nos nós finais

Os retornos do jogo estão normalizados para a situação em que o contrato, definido na licitação, é espontaneamente cumprido. Neste caso, é atribuído retorno zero para ambos os jogadores.

O incentivo para a concessionária não cumprir o contrato existe devido à expectativa de uma vantagem financeira, identificada pelo parâmetro f , em decorrência do não cumprimento, incrementando o retorno que lhe foi atribuído na licitação. A vantagem f é, portanto, o custo que a concessionária teria para cumprir o contrato.

Para o governo, o não cumprimento do contrato causa um prejuízo econômico, que será identificado pelo parâmetro g . Este parâmetro pode ser interpretado como o incremento esperado no valor arrecadado no leilão caso o requisito descumprido não tivesse sido exigido no edital da licitação. Alternativa ou complementarmente, pode-se pensar nesse prejuízo como uma medida da redução

do movimento de passageiros e cargas ocasionada pela menor qualidade ou pela restrição da oferta; nesse caso, o parâmetro f deve ser interpretado como a vantagem líquida, já considerando também essa redução de demanda¹⁸.

Uma vez que a concessionária descumprir o contrato, caso o governo o execute será aplicada à mesma uma multa p , da qual o governo arrecadará uma fração δ , que representa o valor líquido do desconto dos custos burocráticos do processo sancionatório¹⁹.

No caso de descumprimento, o governo terá ainda um dilema entre desagradar à concessionária, caso execute o contrato, ou à população, caso a concessionária fique impune. Ambas as consequências impactarão no resultado do governo, que, por hipótese, tem como objetivos tanto obter aprovação popular quanto aprovação do meio empresarial.

Esta hipótese tem respaldo nos argumentos de Stigler (1971) e na construção da função objetivo de um órgão regulador por Baron e Myerson (1982), apresentados na seção 2.2.

Adicionalmente, um dado que mostra que o atendimento aos interesses da concessionária não pode ser desprezado na modelagem dos interesses do poder político, que compõem os interesses do governo, é a participação dos grupos econômicos controladores das concessionárias nas doações a campanhas eleitorais²⁰.

Assim, caso o governo execute o contrato, punindo a concessionária, terá uma penalidade política e em seu retorno, representando a perda de apoio do meio empresarial. Caso aja permissivamente e não execute o contrato, terá uma penalidade política h , representando a perda do apoio da população.

A questão metodológica da agregação de parâmetros econômicos e políticos em uma mesma variável que representa o retorno, uma função de utilidade de von Neumann-Morgenstern, foi discutida no capítulo 2.

¹⁸ Vale lembrar que tanto o governo como a concessionária se beneficiam financeiramente com o consumo do serviço aeroportuário.

¹⁹ Bem como dos possíveis custos judiciais envolvidos.

²⁰ Conforme dados obtidos do Sistema de Prestação de Contas Eleitorais (SPCE WEB, 2015), do Tribunal Superior Eleitoral, e compilados pelo autor, 22% das doações para a campanha presidencial de 2014, para os candidatos que disputaram o segundo turno, foram feitas por grupos controladores das concessionárias dos 6 aeroportos concedidos pelo Governo Federal.

4.2.6 Representação do jogo

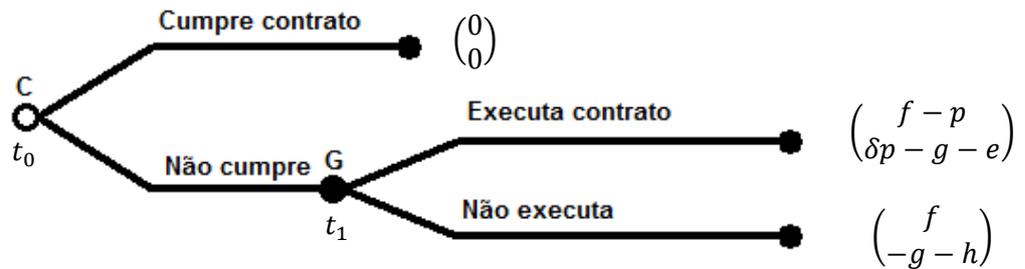
Descrito o problema, o mesmo é representado, na Figura 1, como um jogo dinâmico na forma extensiva ou de árvore. A Tabela 2 lista os símbolos utilizados.

Tabela 2 – Símbolos utilizados nas árvores do jogo.

	Símbolo	Descrição
Jogadores	C	Concessionária
	G	Governo
	N	Natureza
Parâmetros	p	Penalidade em caso de descumprimento do contrato
	δ	Custo relativo do processo sancionatório
	e	Valoração dada pelo governo ao apoio político do meio empresarial
	f	Vantagem financeira da concessionária, em caso de descumprimento do contrato.
	g	Valor financeiro do item contratual descumprido
	h	Valoração dada pelo governo ao apoio político da população
	μ	Probabilidade de que o governo seja forte
	ν	Probabilidade de que a concessionária seja eficiente
	t_i	Nós do jogo

Fonte: Elaboração própria

Figura 1 – Forma extensiva do jogo com informação completa e perfeita²¹.



Fonte: Elaboração própria

Os vetores de retorno estão representados adjacentes aos nós finais, sendo que o primeiro elemento representa o retorno da concessionária e o segundo, o do governo. Na próxima seção é apresentada a solução desse jogo.

²¹ As árvores dos jogos foram desenhadas com auxílio do *software* Gambit.

4.3 SOLUÇÃO DO JOGO COM INFORMAÇÃO COMPLETA E PERFEITA

O jogo, por ser de informação completa, é resolvido por indução retroativa, determinando-se primeiramente a decisão ótima do governo no nó t_1 para depois encontrar a escolha ótima da concessionária em t_0 .

Em t_1 , o governo escolhe executar o contrato se seu retorno for maior com esta escolha do que com a alternativa de não executar, o que ocorre se, e somente se:

$$\delta p + h \geq e \quad (1)$$

Do lado esquerdo da desigualdade, a parcela δp é a parcela econômica, sendo sempre positiva. Assim, a expressão indica que há incentivos para a execução do contrato.

Os parâmetros h e e , representando as parcelas de apoio político, podem reforçar ou inverter este incentivo. Caso o apoio político do meio empresarial e seja suficientemente valorizado pelo governo, a ponto de sobrepujar o apoio político da população h e o incentivo econômico, o governo não executará o contrato. Caso contrário, executará.

Seguindo nomenclatura tradicional em teoria dos jogos e análoga à utilizada por Bugarin (2006), define-se que o governo é forte se o ganho monetário com a execução do contrato somado ao apoio político da população supera a perda de apoio político do meio empresarial e é fraco caso contrário. Isto é, o governo é:

- a. Forte, se $\delta p + h \geq e$;
 - b. Fraco, se $\delta p + h < e$.
- (2)

No nó t_0 , a decisão da concessionária dependerá do tipo do governo com o qual está lidando e da relação entre os parâmetros f e p .

Caso o governo seja fraco, certamente não executará o contrato e, portanto, a concessionária não o cumprirá, levando ao fim do jogo, com resultado f para a concessionária e $(-g - h)$ para o governo.

Caso o governo seja forte, a concessionária preferirá cumprir o contrato se valer a desigualdade:

$$f \leq p \quad (3)$$

E preferirá não cumprir caso a desigualdade acima não seja válida.

Novamente, para estudar melhor estes subcasos, serão definidos dois tipos de concessionárias:

- a. Eficiente, se $f \leq p$;
 b. Ineficiente, se $f > p$. (4)

Foram utilizados os termos eficiente e ineficiente para transmitir a ideia de que, para uma empresa mais eficiente, o custo de cumprir um requisito (f) será mais baixo do que para uma ineficiente. Assim, na presença de um governo forte, apenas a concessionária ineficiente terá incentivo para descumprir o contrato.

Os resultados possíveis desse jogo podem ser resumidos na Tabela 3. Nota-se que os tipos de governo fraco e forte e o tipo de concessionária ineficiente têm estratégias dominantes. Apenas o tipo de concessionária eficiente deverá agir diferentemente dependendo do tipo de governo com o qual estiver interagindo. Vale ressaltar que no caso em que o governo é fraco, a concessionária escolherá não cumprir o contrato mesmo quando for eficiente e, portanto, estiver disposta a cumpri-lo caso houvesse certeza de que o governo executaria.

Tabela 3 – Resultados possíveis para o jogo com informação completa e perfeita

	Governo Forte $(\delta p + h \geq e)$	Governo Fraco $(\delta p + h < e)$
Concessionária Eficiente $(f \leq p)$	Concessionária cumpre	Concessionária não cumpre e governo não executa
Concessionária Ineficiente $(f > p)$	Concessionária não cumpre e Governo executa	Concessionária não cumpre e Governo não executa

Fonte: Elaboração própria

Esse resultado já oferece uma primeira prescrição para o comportamento do governo. Para induzir o cumprimento dos contratos, é necessário que o governo tenha independência em relação aos interesses dos grupos econômicos envolvidos na concessão. Porém, mesmo que exista essa independência, ainda assim pode ocorrer de o contrato ser descumprido, o que deve ser respondido com a aplicação das penalidades previstas.

4.4 JOGO COM INFORMAÇÃO INCOMPLETA

No modelo com informação completa e perfeita, cada jogador conhece, previamente, o tipo do outro ao escolher sua estratégia.

Todavia, em um caso concreto há incertezas quanto à valoração que o governo dá ao apoio da população e do meio empresarial e ainda quanto aos custos da concessionária. Dessa forma, uma versão mais realista do modelo pode ser desenhada utilizando o conceito de informação incompleta, relaxando a hipótese de que um jogador sabe, *a priori*, o tipo do outro.

Será estudado um caso de informação incompleta assimétrica, em que a concessionária não sabe qual é o tipo do governo.

Será pressuposto que a concessionária é eficiente, de forma que o parâmetro f receberá o índice E , e não sabe se o governo é fraco ou forte. Não foi considerado o caso para a concessionária ineficiente, pois, para ela, a ação é escolhida trivialmente, conforme apresentado na Tabela 3.

Assim, um processo aleatório, denominado de jogada da natureza, define se o governo será forte, com probabilidade μ , ou fraco, com probabilidade $(1 - \mu)$. Após a definição da natureza, o governo saberá o seu tipo, mas a concessionária saberá apenas essa distribuição de probabilidade.

A Figura 2 apresenta o jogo dinâmico no modelo com informação incompleta, em que os parâmetros h e e recebem índices F , no caso de o governo ser forte ($\delta p + h_F \geq e_F$), ou f , no caso de o governo ser fraco ($\delta p + h_f < e_f$).

A linha tracejada entre os nós t_1 e t_2 indica que esses dois nós compõem um conjunto de informação para a concessionária, ou seja, ela sabe que o jogo está em um desses dois nós, mas não sabe em qual.

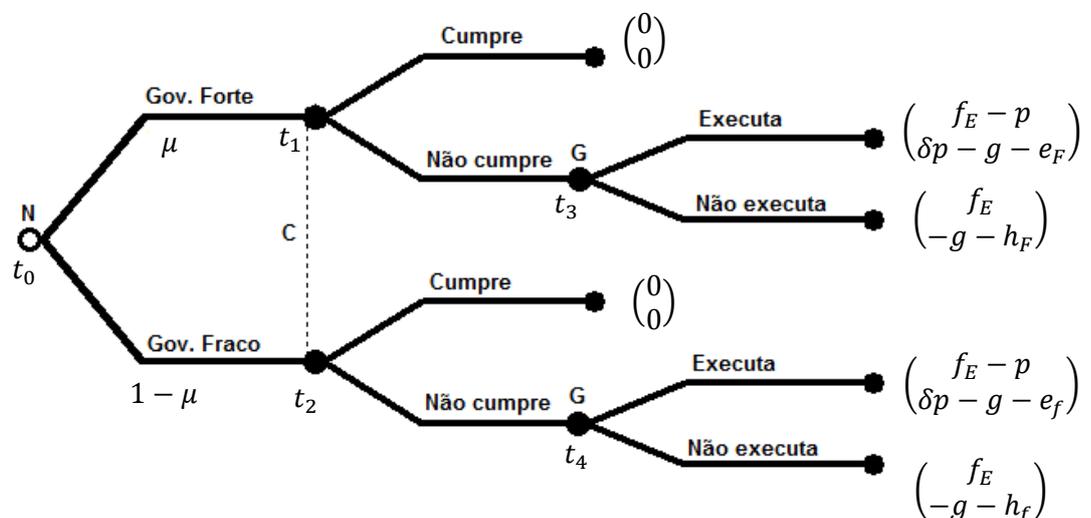


Figura 2 – Forma extensiva do jogo com informação incompleta apenas para a concessionária.

Com base nas conclusões obtidas para caso anterior, é possível concluir que a solução para o governo é trivial. Se a concessionária não cumprir o contrato e o governo for forte, o jogo chegará ao nó t_3 e o governo o executará. Se o governo for fraco, o jogo chegará ao nó t_4 e o contrato não será executado.

Assim, o jogo fica simplificado, de forma que podemos substituir os subjogos formados pelos nós t_3 e t_4 pelos correspondentes resultados de indução retroativa.

Todavia, mesmo com esta simplificação, o jogo como um todo não pode ser resolvido por indução retroativa, devido à incompletude da informação. Para resolvê-lo, é utilizado o conceito de solução por equilíbrio Bayesiano Perfeito. Assim, é considerado que a concessionária toma sua decisão avaliando seu retorno esperado como um agente neutro ao risco.

Caso a concessionária cumpra o contrato, independentemente do tipo do governo, o seu retorno será:

$$u_C | \text{cumpre} = 0$$

Caso a concessionária opte por não cumprir o contrato, sabe que, com probabilidade μ , o governo será forte e o executará e, com probabilidade $(1 - \mu)$, será fraco e não o executará. Portanto, sua utilidade esperada será:

$$E[u_C | \text{não cumpre}] = \mu(f_E - p) + (1 - \mu)f_E = f_E - \mu p$$

Com isso, a concessionária eficiente irá cumprir o contrato se, e somente se:

$$\mu \geq \frac{f_E}{p} \tag{5}$$

Portanto, no caso em que a concessionária é eficiente e não sabe qual é o tipo do governo, haverá incentivo ao cumprimento do contrato se a penalidade (p) ou a probabilidade de que o governo seja forte (μ) for suficientemente grande a ponto de fazer valer a desigualdade (5)²².

Assim, é evidenciada a importância da credibilidade do governo. Um governo com alta probabilidade de ser forte é um governo com boa reputação, capaz de induzir a concessionária a cumprir o contrato. Se o governo não tiver esta reputação, induzirá o não cumprimento do contrato. Assim, ter uma reputação de inflexibilidade, apesar de que isso pode implicar um custo político, é necessário para evitar o

²² Vale lembrar que $f_E < p$ portanto, $0 < f_E/p < 1$.

descumprimento dos contratos e os repetidos adiamentos e cancelamentos de benfeitorias.

O resultado obtido permanece válido mesmo na situação em que a informação é incompleta para ambos os jogadores, ou seja, quando nenhum jogador conhece qual é o tipo do outro, desde que seja considerado que ocorre uma única interação entre o governo e a concessionária. Isso porque, nessas condições, ter conhecimento a respeito do tipo da concessionária é irrelevante para a decisão do governo.

4.5 JOGO COM DUAS CONCESSIONÁRIAS

Quando é introduzida uma segunda concessionária no jogo, porém, as estratégias ótimas podem se alterar, pois a informação revelada na interação com a primeira concessionária influencia a decisão na segunda interação.

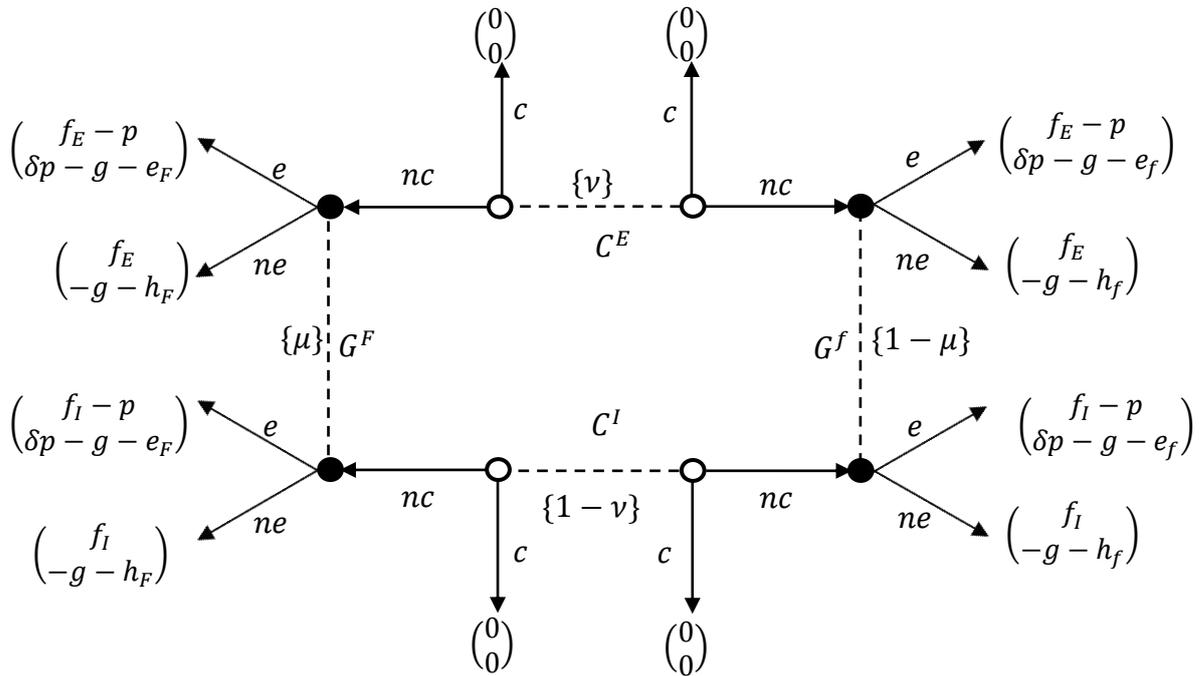
Assim como uma jogada da natureza define se o governo é forte (G^F) ou fraco (G^f), define se cada uma das concessionárias é eficiente (C^E , em que $p \geq f_E$), com probabilidade v , ou ineficiente (C^I , em que $p < f_I$), com probabilidade $(1 - v)$.

A forma extensiva de cada interação é apresentada na Figura 3, em que foram omitidas as setas correspondentes às ações da natureza. Como ocorrem duas interações, entre um mesmo governo e duas concessionárias diferentes, o jogo representado na Figura 3 se repete uma vez. Cada interação pode iniciar em qualquer dos nós brancos, conforme a realização dos tipos dos jogadores, com a observação de que o tipo do governo é o mesmo em ambas as interações. Os rótulos das ações são apresentados com as abreviações c (cumpre), nc (não cumpre), e (executa) e ne (não executa).

Será considerado, por simplificação, que o fator de desconto intertemporal é a unidade, ou seja, o peso dado pelo governo ao resultado da primeira interação é igual ao peso dado à segunda interação.

A solução deste jogo se desdobra em diversos subcasos, resultantes das combinações das possíveis realizações de tipo dos jogadores. Todavia, nos casos em que o governo é forte ou a concessionária é ineficiente, há jogador com estratégias dominantes, levando a soluções triviais.

Figura 3 – Forma extensiva do jogo com informação incompleta para ambos os jogadores.



Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado de Bugarin (2006).

O caso mais interessante ocorre quando $\mu \geq f_E/p$ de forma que uma concessionária eficiente teria incentivos para cumprir o contrato, mas a natureza define o tipo fraco para o governo e este se depara com um descumprimento de contrato na primeira interação. Ou seja, a primeira concessionária revelou-se do tipo ineficiente.

Se o governo, que é fraco, adotar sua estratégia de jogo sem repetição e não executar o contrato, revelará seu tipo. Com isso, na segunda interação, a segunda concessionária certamente descumprirá o contrato, mesmo que seja eficiente.

Há uma estratégia mais vantajosa para um governo que se depare com esta realização da natureza, de forma que adotar a estratégia do jogo com única interação não é um Equilíbrio Bayesiano Perfeito.

Se o governo decide executar o contrato no primeiro período, sofrerá uma perda em seu retorno nesse período, mas não revelará seu tipo. Assim, no início do segundo período, a concessionária não saberá com qual governo está lidando e formará suas crenças tendo como informação a probabilidade μ e a ação tomada pelo governo no primeiro período. Assim, a concessionária formará uma crença no segundo período de que o governo é forte com probabilidade μ_2 , conforme a regra de Bayes:

$$\mu_2 = \frac{\text{Prob. de que o Governo seja Forte}}{\text{Prob. de que o Governo seja Forte} + \text{Prob. de que seja Fraco e tenha executado}} \quad (6)$$

Se a estratégia em hipótese for equilíbrio para um governo Fraco, a probabilidade de um governo fraco executar no primeiro período é 1. Assim, a crença formada no segundo período será igual à probabilidade *ex-ante* de o governo ser forte.

$$\mu_2 = \frac{\mu}{\mu + (1 - \mu) \cdot 1} = \mu \quad (7)$$

Como no caso estudado temos por pressuposto que $\mu \geq f_E/p$, se a segunda concessionária for eficiente, o que ocorre com probabilidade ν , ela cumprirá o contrato.

Ainda, com probabilidade $(1 - \nu)$, a segunda concessionária é ineficiente e, nesse caso, descumpe o contrato independentemente da postura do governo no primeiro período.

Assim, as utilidades esperadas de um governo fraco ao executar (e) e ao não executar (ne) o contrato no primeiro período são, respectivamente:

$$\begin{aligned} E[u(G^f|e)] &= [\delta p - g - e_f] + [\nu \cdot 0 + (1 - \nu)(-g - h_f)] \\ E[u(G^f|ne)] &= [-g - h_f] + [-g - h_f] \end{aligned}$$

O primeiro termo entre colchetes no lado direito das equações acima representa a utilidade do governo no primeiro período e o segundo termo representa a utilidade esperada para o segundo período. Comparando as equações acima, conclui-se que o governo preferirá executar o contrato se e somente se valer a desigualdade:

$$\nu \geq \frac{e_f + g - \delta p}{g + h_f} - 1 \quad (8)$$

Como o governo é fraco, temos que $(e_f - \delta p > h_f)$, de forma que a fração da desigualdade (8) é maior do que 1, e, portanto, o lado direito da desigualdade é maior do que 0. Assim, é necessário que ν seja positivo para satisfazer a desigualdade.

Isso significa que, se a probabilidade de que a concessionária (no segundo período) seja eficiente for suficientemente alta, vale a pena para o governo fraco

executar o contrato no primeiro período e se beneficiar da vantagem da incerteza no segundo período.

Quanto maiores forem os valores da multa arrecadada (δp) e do valor atribuído ao apoio político da população (h_f), menor a exigência de v para satisfazer a desigualdade. Além disso, como a fração da desigualdade é maior do que 1, a adição de uma mesma constante ao numerador e ao denominador implicará a redução da fração. Assim, quanto maior for o valor do item descumprido (g), menor a exigência de v para satisfazer a desigualdade.

Por outro lado, quanto maior for o valor atribuído ao apoio do meio empresarial (e_f), mais difícil é satisfazer a desigualdade. Somente será possível satisfazer a desigualdade caso o lado direito da desigualdade (8) seja inferior a 1. Isso somente ocorre se ($e_f < 2h_f + \delta p + g$), ou seja, se o valor atribuído pelo governo ao apoio do meio empresarial não superar a multa arrecadada acrescida do valor do item descumprido e do dobro do valor atribuído ao apoio da população. Se o governo for tão fraco a ponto de inverter essa desigualdade, o contrato jamais será executado.

Assim, obtivemos um equilíbrio Bayesiano Perfeito em que o governo fraco tem uma vantagem informacional. Todavia, este equilíbrio somente se concretiza se $\mu \geq f^E/p$, ou seja, se a probabilidade de que o governo seja forte for suficientemente alta. Esta condição pode ser interpretada como uma condição de reputação mínima para que o governo tenha a vantagem informacional descrita nesse equilíbrio.

Esse resultado indica que, na presença de mais de uma interação, o rigor do governo em executar os contratos firmados se torna ainda mais importante, pois seu comportamento com uma concessionária passa a influenciar as decisões das demais. Podemos entender esse resultado como uma prescrição para que os governos sejam rigorosos a fim de evitar que concessionárias que estariam dispostas a cumprir os contratos desistam de fazê-lo ao observar a fraqueza do governo.

Na próxima seção é estudada a influência dos resultados deste capítulo, em particular do jogo de informação perfeita, sobre o leilão dos aeroportos.

5 ANÁLISE DO MECANISMO DE CONCESSÃO: JOGO DO LEILÃO

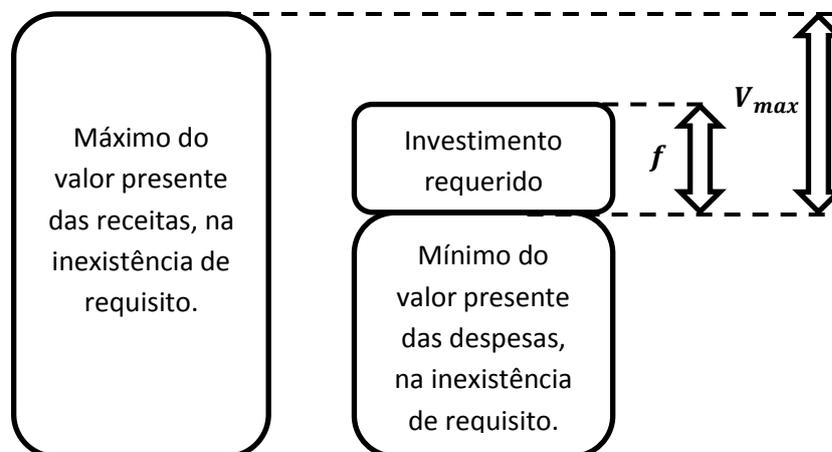
Na seção anterior o jogo da operação foi modelado como uma situação em que o leilão já fora realizado. Porém, espera-se que o conhecimento a respeito das possibilidades e consequências do não cumprimento do contrato seja utilizado pelas licitantes na elaboração do lance do leilão. Esta seção estuda esse fenômeno, seguindo as formulações para modelagem de leilão apresentadas em Sotomayor e Bugarin (em fase de elaboração) e Jehle e Reny (2011).

A estilização do leilão considera que a administração do aeroporto, na inexistência de um requisito de investimento, proporcionará receitas e despesas estimadas para o período de concessão que, na ocasião do leilão, são avaliadas por seu valor presente.

Considera-se, ainda, que esses dois parâmetros, receitas e despesas, dependem da forma como o aeroporto for gerenciado. Assim, é incluída no modelo uma dimensão de eficiência relativa à administração do aeroporto, que influencia a estimativa desses parâmetros. Todavia, há um consenso a respeito do retorno máximo que possa ser obtido com as receitas e do mínimo das despesas. A diferença entre esses dois valores será entendida como o lucro máximo que o aeroporto poderá fornecer ao seu administrador e será o valor máximo, V_{max} , que o governo e as licitantes consideram que possa ser atribuído ao aeroporto e, portanto, que possa ser pago pela sua outorga.

O Quadro 3 ilustra a relação entre esses valores.

Quadro 3 - Estilização das variáveis do leilão



Fonte: Elaboração própria

Assim, cada licitante i estima o lucro que poderá obter na inexistência de um requisito de investimento e essa estimativa será a valoração que atribui ao aeroporto, representada pela variável v_i .

No primeiro estágio do leilão, denominado *ex-ante*, cada licitante ainda não sabe a própria valoração do aeroporto, mas apenas a distribuição de probabilidade, de conhecimento comum, dessa variável no intervalo entre zero e V_{max} .

A característica estocástica da valoração é devida às próprias incertezas a respeito da avaliação do aeroporto e às incertezas a respeito da eficiência da concessionária, na dimensão relativa à administração.

Com a introdução de um requisito contratual, de investimento ou nível de serviço, é incluído um custo adicional f à operação do aeroporto, também representado no Quadro 3, que reduzirá o retorno da concessionária.

O custo f de cumprimento do requisito dependerá de uma segunda dimensão da eficiência, discreta, relacionada ao cumprimento do requisito, conforme o tipo da concessionária discutido no jogo da operação. Considera-se inicialmente que, na ocasião do leilão, cada licitante não sabe qual tipo de concessionária será, de forma que o custo é estimado em função da probabilidade de realização de cada tipo, conforme apresentado na equação (9). Este valor, portanto, é de conhecimento comum no estágio *ex-ante* do leilão.

$$E[f] = v(f_E) + (1 - v)(f_I) \quad (9)$$

Pressupõe-se que não há correlação entre a dimensão de eficiência relacionada ao cumprimento do requisito com a valoração que a licitante faz do aeroporto.

Adicionalmente, no estágio *ex-ante*, as licitantes não sabem o tipo do governo, sendo de conhecimento comum apenas que é forte (G_F , em que $\delta p + h_F \geq e_F$) com probabilidade μ ou fraco (G_f , em que $\delta p + h_f < e_f$) com probabilidade $(1 - \mu)$.

Com as informações de conhecimento comum, cada licitante define sua estratégia para o leilão, ou seja, o lance que dará em função da sua valoração.

No segundo estágio do leilão, denominado *interim*, cada licitante é informada de sua própria valoração do aeroporto, v_i , e deve definir o valor de seu lance, utilizando a estratégia planejada no estágio *ex-ante*.

No último estágio, denominado *ex-post*, o leilão é realizado e são definidos o vencedor e o pagamento que ele deverá fazer pela outorga da concessão.

É considerado que, após a assinatura do contrato, todos os tipos são revelados, ou seja, o posterior jogo da operação é de informação completa, de forma que valem os resultados obtidos na Seção 4.3.

Esse pressuposto pode ser interpretado como a situação em que, somente após a assinatura do contrato e o efetivo estabelecimento da concessionária, ela terá condições de saber sobre seus custos para o cumprimento do requisito, bem como terá maiores informações sobre o tipo do governo.

Assim, o leilão é estudado segundo o modelo de valores privados, em que a valoração é intrínseca a cada participante, e independentes, em que não há correlação entre as valorações.

Dessa forma, há dois níveis de incompletude da informação. O primeiro é referente ao valor bruto da concessão para a licitante, que lhe é revelado no estágio *interim* do leilão. O segundo é referente ao custo do cumprimento do contrato, que é revelado somente após o início da operação.

A descrição em três estágios se aplica aos quatro mecanismos mais comuns de leilão, citam-se, selado de primeiro preço, selado de segundo preço, aberto ascendente e aberto descendente. Sob o pressuposto de valorações privadas e independentes, os quatro mecanismos proveem a mesma receita esperada (MILGROM; WEBER, 1982)²³.

Sob esse pressuposto, a estratégia da licitante para o leilão selado de primeiro preço é equivalente à estratégia para o leilão aberto descendente, com a ressalva de que, no primeiro, se trata de um lance em envelope fechado, propriamente dito, e no segundo, do valor em que a licitante pretende manifestar a compra, caso nenhuma outra licitante o tenha feito em um valor mais alto (MILGROM; WEBER, 1982).

²³ Na existência de interdependência entre as valorações, esse resultado deixa de ser válido. Em casos mais gerais, Milgrom e Weber (1982) mostraram que o leilão aberto ascendente provê a maior receita esperada, seguido do leilão selado de segundo preço e, por último, do leilão aberto descendente ou selado de primeiro preço. Para prover maior robustez a problemas de colusão e dissuasão de entrada, Klemperer (1998, 2002) propôs um modelo híbrido em duas fases, sendo a primeira um leilão aberto ascendente e a segunda, um leilão selado de primeiro preço. Menezes e Dutra (2001) estudaram um leilão híbrido análogo ao de Klemperer (1998, 2002), mas com as fases invertidas, sendo a primeira um leilão selado de primeiro preço e a segunda, um leilão aberto ascendente. O modelo adotado pela ANAC para os aeroportos é similar ao estudado por Menezes e Dutra (2001).

Da mesma forma, a estratégia para o leilão selado de segundo preço, em que o lance é em envelope fechado, é equivalente à estratégia para o leilão aberto ascendente, em que a estratégia se refere ao valor máximo até o qual a licitante permanece no leilão (MILGROM; WEBER, 1982).

Considerando o pressuposto de que as valorações das licitantes são definidas, de forma privada, no estágio *interim*, e que os tipos do governo e da concessionária são definidos e informados publicamente no estágio *ex-post*, cada licitante i , neutra ao risco, elabora a sua estratégia no estágio *ex-ante* considerando as possíveis realizações, apresentadas a seguir.

Em comparação com o apresentado no capítulo anterior, há uma diferença na referência para a definição dos retornos. Aqui é atribuído retorno zero para a situação em que não é feita a concessão do aeroporto. São apresentados apenas os retornos com o período da operação, de forma que não é considerado o pagamento pela outorga.

a. Com probabilidade $\nu \cdot \mu$ será uma concessionária eficiente interagindo com um governo forte, de forma que cumprirá o contrato. Nessa situação, o retorno para o Governo com a operação do aeroporto, em comparação com a ausência da concessão, é g , o valor atribuído ao cumprimento do requisito. Para a Concessionária, o retorno é o valor presente líquido estimado para a operação do aeroporto, subtraído do custo de cumprimento do contrato:

$$u_{G,op} = g$$

$$u_{C,op} = v_i - f_E$$

b. Com probabilidade $\nu \cdot (1 - \mu)$ será um concessionária eficiente interagindo com um governo fraco. Neste caso, ela descumprirá o contrato e não será penalizada. Os retornos serão:

$$u_{G,op} = -h_f$$

$$u_{C,op} = v_i$$

c. Com probabilidade $(1 - \nu) \cdot \mu$ será uma concessionária ineficiente interagindo com um governo forte. Neste caso, ela descumprirá o contrato e será penalizada.

$$u_{G,op} = \delta p - e_F$$

$$u_{C,op} = v_i - p$$

d. Com probabilidade $(1 - \nu) \cdot (1 - \mu)$ será uma concessionária ineficiente interagindo com um governo fraco. Neste caso, ela descumprirá o contrato e não será penalizada.

$$\begin{aligned} u_{G,op} &= -h_f \\ u_{C,op} &= v_i \end{aligned}$$

Assim, o retorno esperado de cada licitante com a operação do aeroporto, caso vença o leilão, é:

$$\begin{aligned} E_i [u_{C,op}] &= \nu\mu[v_i - f_E] + \nu(1 - \mu)[v_i] + (1 - \nu)\mu[v_i - p] + (1 - \nu)(1 - \mu)[v_i] \\ E_i [u_{C,op}] &= v_i - \mu[\nu f_E + (1 - \nu)p] \end{aligned} \quad (10)$$

Para simplificar a notação, define-se o segundo termo do lado direito da equação acima como o custo regulatório esperado:

$$CR = \mu[\nu f_E + (1 - \nu)p] \quad (11)$$

Pode ser observado, comparando as equações (9) e (11), que $CR < E[f]$, indicando que, existindo a possibilidade de não cumprimento do contrato, o custo regulatório é inferior à esperança de custo do cumprimento do contrato.

Integrando a fase do leilão à fase da operação do aeroporto, o retorno esperado de uma licitante i com a concessão, ao elaborar um lance $\lambda_i(\cdot)$ para o leilão, que implicará em um valor de outorga²⁴ $o_i(\lambda_i, \lambda_j)$, pode ser definido por:

$$E[u_{i,con}] = \begin{cases} v_i - CR - o_i(\lambda_i, \lambda_j) & \text{se } \lambda_i(v_i) > \lambda_j(v_j) \text{ para todo } j \neq i \\ 0 & \text{se } \lambda_i(v_i) \leq \lambda_j(v_j) \text{ para algum } j \neq i \end{cases} \quad (12)$$

A primeira equação representa a situação em que a licitante vence o leilão e a segunda, em que perde. O índice j se refere a cada uma das N demais licitantes. Ficou convencionado que, em caso de lances iguais, nenhum jogador recebe o aeroporto.

A valoração V_{max} é normalizada para a unidade e é pressuposto que a função lance é estritamente crescente com a valoração e diferenciável, tendo como domínio

²⁴ O uso do valor de outorga em função dos lances, $o_i(\lambda_i, \lambda_j)$, nessa equação a torna aplicável a qualquer mecanismo de leilão.

as valorações possíveis, isto é, o intervalo entre zero e um, e como contradomínio o conjunto dos números reais não negativos, $l(\cdot): [0,1] \rightarrow \mathbb{R}_+$.

Essa normalização impõe restrições às variáveis f_E e p , que também devem ser inferiores a um.

A resolução do problema do leilão tem como objetivos a determinação da função lance da licitante e da esperança de receita do vendedor.

5.1.1 Estratégia em um leilão de primeiro preço

Para a resolução do problema, será considerado o mecanismo de leilão de primeiro preço, que, seguindo a formulação de Sotomayor e Bugarin (em elaboração) e de Jehle e Reny (2011), é interpretado como um jogo estático de informação incompleta.

O problema de maximização de cada jogador i no estágio *ex-ante* é representado pela Fórmula (13), em que λ_i é o lance dado pelo jogador i .

$$\max_{\lambda_i} [(v_i - CR - \lambda_i) Prob[vencer]] \quad (13)$$

Como demonstrado no Apêndice A, a solução deste problema fornece a estratégia de equilíbrio. No caso particular em que há duas licitantes e a função de densidade de probabilidade da distribuição da valoração é uniforme no intervalo entre zero e um, o lance de equilíbrio é:

$$l(v_i) = \begin{cases} \frac{v_i}{2} - \left[CR - \frac{CR^2}{2v_i} \right], & \text{se } v_i \in [CR, 1] \\ 0, & \text{se } v_i \in [0, CR] \end{cases} \quad (14)$$

O primeiro termo do lado direito representa o lance de equilíbrio do leilão na ausência do requisito de investimento, ou seja, na ausência de custo regulatório. Por construção, a licitante somente oferecerá lance se $CR \leq v_i \leq 1$. Com essa condição, o termo entre colchetes é positivo (ou nulo), menor do que CR e crescente com CR .

Assim, conclui-se pela equação (14) que a licitante deduz de seu lance uma quantia que depende monotonicamente do custo regulatório e, quanto maior o custo regulatório, maior a dedução.

Caso não houvesse a possibilidade de descumprir o requisito, o resultado do leilão seria análogo ao apresentado na equação (14), substituindo CR por $E[f]$. Como $CR < E[f]$, a dedução seria maior.

Ou seja, com a introdução da possibilidade de descumprimento do contrato, cada licitante faz um lance maior do que aquele que faria sem essa possibilidade. Esse efeito pode explicar a existência de leilões com lances surpreendentemente altos, mas seguidos de períodos de operação que frustram a expectativa do governo, com atrasos e cancelamentos de obras²⁵.

5.1.2 Receita esperada

Para uma situação com duas licitantes simétricas, com distribuição de valoração uniforme no intervalo entre zero e um, a receita esperada do governo, apresentada no Apêndice B, é:

$$E[R] = \frac{1}{3} - \left[CR \left(1 - CR + \frac{1}{3} CR^2 \right) \right] \quad (15)$$

O primeiro termo do lado direito representa a receita esperada do leilão na ausência do requisito. O termo entre colchetes é não negativo, crescente com CR e menor do que CR .

Coerentemente com a conclusão anterior, a introdução de um custo regulatório, em comparação com a ausência de requisito, reduz a receita esperada no leilão e, quanto maior o custo, maior é esse o impacto. Porém, o impacto é menor do que o valor do custo regulatório.

5.2 RESULTADO DA CONCESSÃO

Serão analisadas as consequências das possíveis realizações da concessão, integrando a fase do leilão, que a concessionária venceu pagando o seu lance pela outorga, à fase da operação do aeroporto.

Caso seja realizado o tipo forte para o governo, ele arrecadará o montante apresentado pela equação (15) no leilão. Adicionalmente, no jogo da operação, com probabilidade ν , irá interagir com uma concessionária eficiente, que cumprirá o

²⁵ Reportagens recentes, como a de Amora (2016), têm noticiado esses fatos nas concessões de aeroportos.

contrato. Com probabilidade $(1 - \nu)$, irá interagir com uma concessionária ineficiente, que não cumprirá o contrato, e, em resposta, irá aplicar a penalidade p .

A utilidade de von-Neumann Morgenstern obtida pelo governo forte com a concessão será, então:

$$u_{GF,con} = E[R] + E[u_{GF,op}]$$

$$u_{GF,con} = \frac{1}{3} - \left[CR \left(1 - CR + \frac{1}{3} CR^2 \right) \right] + \nu g + (1 - \nu)(\delta p - e_F)$$

$$u_{GF,con} = \frac{1}{3} - \left[CR \left(1 - CR + \frac{1}{3} CR^2 \right) \right] + g + (1 - \nu)(\delta p - g - e_F) \quad (16)$$

Caso o governo não estabeleça, no edital, requisito de investimento, o segundo, o terceiro e o quarto termos da equação acima serão nulos, de forma que o retorno do governo com a concessão é tão somente a arrecadação com o leilão, $1/3$.

Na presença de requisito, os termos deixam de ser nulos, de forma que ocorre uma expectativa de cumprimento do requisito, que o governo valora em g , e um abatimento na receita esperada com o leilão. Caso a concessionária seja do tipo eficiente, o retorno do governo forte com a concessão é composto apenas pelos três primeiros termos, pois o contrato é cumprido. Observa-se que:

$$\left[CR \left(1 - CR + \frac{1}{3} CR^2 \right) \right] < CR < E[f]$$

Além disso, lembrando que o parâmetro g corresponde à valoração dada pelo governo ao requisito contratual, pode ser adotada a aproximação $g \cong E[f]$. Assim, nessa realização da natureza o retorno para o governo com a concessão é maior do que seria na ausência do requisito contratual.

Isso pode ser interpretado como a situação em que o governo se “apropria” de uma “aposta” mal sucedida da licitante, que contava com a possibilidade de descumprir o contrato, pagando a mais no leilão por isso, mas se depara com uma realização em que a melhor alternativa é cumpri-lo.

Porém, caso a concessionária seja ineficiente, o quarto termo da equação (16) deixa de ser nulo, de forma que o governo arrecadará a multa, mas verá frustrado o cumprimento do requisito e perderá apoio político do meio empresarial.

Caso seja realizado o tipo fraco para o governo, ele arrecadará o montante apresentado pela equação (15) e verá frustrado o cumprimento do contrato, com o qual será permissivo. Sua utilidade com a concessão será:

$$u_{Gf,con} = \frac{1}{3} - \left[CR \left(1 - CR + \frac{1}{3} CR^2 \right) \right] - h_f \quad (17)$$

Esse é um péssimo resultado para o governo, pois além de sofrer um abatimento na receita do leilão, verá frustrado o cumprimento do requisito e ainda perderá apoio político da população.

Lamentavelmente, há exemplos de concessões que levaram a resultados compatíveis com essa conclusão. Os danos desse resultado são acentuados quando, na ocasião da licitação, o governo faz ameaças de executar o contrato, elevando o custo regulatório e, conseqüentemente, o abatimento na receita do leilão, e, no início da operação, demonstra sua fraqueza.

Uma prescrição que pode ser interpretada desse resultado é que, se o governo tem reputação de não executar contratos, deveria fazer o mínimo possível de exigências no edital, reduzindo o custo regulatório. Com isso, estaria reconhecendo que não haverá investimentos no aeroporto, mas, em contrapartida, arrecadará um valor maior no leilão.

5.3 Leilão com licitantes pré-informadas sobre seu tipo

Nesta seção é introduzido um modelo mais realista do jogo do leilão, no qual cada licitante sabe, já no estágio *ex-ante*, se seu tipo é eficiente ou ineficiente, mas não conhece o tipo da adversária.

Assim, analogamente à equação (12), o retorno esperado do aeroporto, com a concessão, será, para uma licitante que saiba que é eficiente:

$$E[u_{E,con}] = \begin{cases} v_i - \mu f_E - o_i(\lambda_i, \lambda_j) & \text{se } \lambda(v_i) > \lambda_j(v_j) \text{ para todo } j \neq i \\ 0 & \text{se } \lambda_i(v_i) \leq \lambda_j(v_j) \text{ para algum } j \neq i \end{cases} \quad (18)$$

Para a licitante que saiba que é ineficiente, seu retorno será:

$$E[u_{I,con}] = \begin{cases} v_i - \mu p - o_i(\lambda_i, \lambda_j) & \text{se } \lambda(v_i) > \lambda_j(v_j) \text{ para todo } j \neq i \\ 0 & \text{se } \lambda_i(v_i) \leq \lambda_j(v_j) \text{ para algum } j \neq i \end{cases} \quad (19)$$

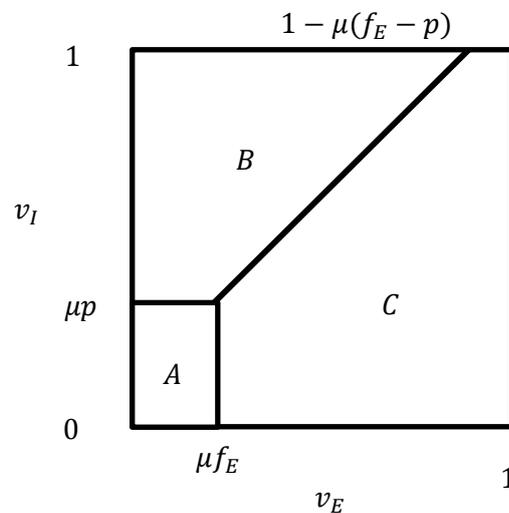
Como $f_E < p$, podemos verificar que a licitante eficiente tem uma utilidade esperada da concessão maior do que a ineficiente. Essa assimetria se traduz em uma vantagem no leilão para a licitante eficiente, que, para uma mesma valoração, oferecerá lance superior à ineficiente.

Com isso, a probabilidade de que uma licitante eficiente vença o leilão é maior do que a probabilidade de que uma ineficiente o vença, o que é positivo para o Governo. Serão apresentados o efeito alocativo e a receita esperada neste modelo.

5.3.1 Efeito alocativo

Para avaliar o efeito alocativo da assimetria gerada, observa-se que, quando ambas as licitantes são eficientes ou ambas são ineficientes, cada uma tem igual probabilidade de vencer o leilão. Assim, são apresentadas, no Quadro 4, as probabilidades de alocação quando participam do leilão uma licitante eficiente e uma ineficiente, mas cada uma delas conhece somente o seu tipo.

Quadro 4 – Espaço de distribuição das valorações



Fonte: Elaborado pelo autor

A região A representa as realizações de valorações em que ambas as licitantes oferecem lance nulo. É considerado que, nesse caso, o aeroporto não é vendido.

As realizações de valoração ocorrem nessa região com probabilidade:

$$P[A] = \mu^2 f_E p \quad (20)$$

A região B representa as realizações em que a licitante ineficiente vence o leilão. Isso ocorre quando sua valoração supera a valoração da eficiente em pelo menos a quantia $\mu(p - f_E)$.

Isso ocorre com probabilidade:

$$P[B] = 1/2 - \mu p + \mu^2 p^2 / 2 + \mu f_E - \mu^2 f_E p \quad (21)$$

A região C representa as realizações em que a licitante eficiente vence o leilão, o que ocorre com probabilidade:

$$P[C] = 1/2 + \mu p - \mu^2 p^2 / 2 - \mu f_E \quad (22)$$

A probabilidade de uma licitante eficiente vencer a licitação é maior que a de uma licitante ineficiente, o que é positivo para o governo. Assim, a situação dramática vista na seção anterior é atenuada quando as licitantes conhecem o seu tipo. Todavia, as incertezas sobre o tipo do governo e, portanto, sobre a execução do contrato permanecem na ocasião do leilão.

5.3.2 Receita esperada

A partir das equações (18), e considerando que, em um leilão selado de segundo preço, é estratégia fracamente dominante oferecer um lance igual à própria valoração, o lance da licitante eficiente é:

$$\lambda_{lsp,E} = \begin{cases} v_i - \mu f_E, & \text{se } v_i \in [\mu f_E, 1] \\ 0, & \text{se } v_i \in [0, \mu f_E) \end{cases} \quad (23)$$

O lance para a licitante ineficiente é semelhante ao apresentado na equação (23), substituindo f_E por p .

Para calcular a receita esperada no leilão, a análise será dividida em três casos: (1) com probabilidade ν^2 , ambas as licitantes são eficientes; (2) com probabilidade $(1 - \nu)^2$, ambas as licitantes são ineficientes; (3) com probabilidade $[2\nu(1 - \nu)]$, há uma licitante de cada tipo.

Assim, a contribuição do caso (1) para a receita esperada é:

$$E[R|Caso 1] = \nu^2 \cdot 2 \cdot \int_{\mu f_E}^1 \int_{\mu f_E}^{v_i} (v_j - \mu f_E) f(v_j) dv_j f(v_i) dv_i \quad (24)$$

Pressupondo distribuição de valoração uniforme e resolvendo a integral, obtém-se:

$$E[R|Caso 1] = v^2 \cdot \frac{1}{3} [1 - \mu f_E]^3 \quad (25)$$

Analogamente, a contribuição do caso (2) para a receita esperada é:

$$E[R|Caso 2] = (1 - v)^2 \cdot \frac{1}{3} [1 - \mu p]^3 \quad (26)$$

O caso (3) pode ser dividido em dois subcasos, nos quais, considerando i como eficiente e j como ineficiente: (3a) com probabilidade $\mu^2(f_E - p)^2/2$, ocorre:

$$v_i \geq v_j + \mu(f_E - p) \quad (27)$$

De forma que, se o aeroporto for vendido, será para a eficiente; e (3b) com a probabilidade complementar, ocorre a desigualdade oposta a (27), sendo que, caso o aeroporto seja vendido, será para a ineficiente. Assim, a contribuição do caso (3) para a receita esperada é:

$$E[R|Caso 3] = 2 \cdot v \cdot (1 - v) \cdot \left\{ \left[\int_{\mu f_E}^1 \int_{\mu p}^{v_i - \mu(f_E - p)} (v_j - \mu p) f(v_j) dv_j f(v_i) dv_i \right] + \left[\int_{\mu p}^1 \int_{\mu f_E}^{v_j - \mu(p - f_E)} (v_i - \mu f_E) f(v_i) dv_i f(v_j) dv_j \right] \right\} \quad (28)$$

Novamente, pressupondo distribuição de valoração uniforme, obtém-se:

$$E[R|Caso 3] = 2 \cdot v \cdot (1 - v) \left\{ \frac{1}{3} - \frac{1}{2} \mu(f_E + p) + \frac{1}{2} \mu^3(f^2 p + p^2 f) - \frac{1}{6} \mu^3(f^3 + p^3) \right\} \quad (29)$$

Somando os três casos, a receita esperada do leiloeiro fica:

$$E[R] = \frac{1}{3} - \mu p + \mu v(p - f_E) + \left\{ \mu^2 p^2 - 2\mu^2 v p^2 + \mu^2 v^2 p^2 + \frac{1}{3} (-\mu^3 p^3 + \mu^3 v p^3) + f_E \mu^3 v p^2 - f_E \mu^3 v^2 p^2 + f_E \mu^2 v^2 + f_E^2 \mu^3 v p - f_E^2 \mu^3 v^2 p - \frac{1}{3} (f_E^3 \mu^3 v) \right\}$$

Descartando os termos de mais alta ordem, entre chaves, obtém-se:

$$E[R] \cong \frac{1}{3} - \mu(vf_E + (1 - v)p) \quad (30)$$

$$E[R] \cong \frac{1}{3} - CR \quad (31)$$

Esse resultado é próximo ao obtido na equação (15), de forma que a introdução da situação em que as licitantes são pré-informadas sobre seu tipo não traz alterações significativas à receita esperada do leiloeiro.

No próximo capítulo será apresentada uma proposta de mecanismo alternativo de concessão com o objetivo de reduzir as incertezas existentes no mecanismo atual.

6 PROPOSTA DE MECANISMO ALTERNATIVO

Uma vez estudados, nos capítulos 4 e 5, modelos que idealizam o mecanismo existente de concessão de aeroportos, o presente capítulo propõe um mecanismo de incentivos alternativo, análogo ao proposto por Wang e Pallis (2014).

Assim, em vez de um modelo em que o governo estabelece os requisitos de investimento e posteriormente aplica penalidades em caso de descumprimento, é proposto um mecanismo em que os objetivos do governo são apresentados como metas opcionais para a concessionária. Caso as metas sejam atingidas, a concessionária obterá descontos no pagamento do valor da outorga.

Suponha, por exemplo, que o objetivo do governo seja que, em determinado aeroporto, um novo terminal de passageiros entre em operação na data D . No modelo de concessão vigente, para atingir este objetivo, o governo estabelece no edital de concessão como uma obrigação da concessionária construir um novo terminal e iniciar a sua operação até a data D . O não atendimento desse requisito deveria implicar em uma penalidade p para a concessionária.

Como visto, na ocasião do leilão as licitantes elaboram seus lances considerando não a obrigatoriedade de construção do terminal, mas a eventual opção por descumprir este requisito, incorrendo em um *risco* de sofrer a penalidade.

No modelo proposto, o edital de concessão disporia que a construção do terminal é opcional, sendo que, caso a concessionária o construa e inicie sua operação até a data D , receberá automaticamente um desconto d no valor a ser pago pela outorga. Cabe ressaltar que o pagamento pela outorga é, normalmente, parcelado no decorrer do período da concessão, de forma que o desconto pode ser programado conforme o calendário previsto para as obras.

É pressuposto que a incerteza a respeito da aplicação da penalidade não ocorre neste modelo. Isso porque se no modelo vigente é verossímil a possibilidade de o governo agir permissivamente e não aplicar uma penalidade em caso de infração, considera-se que no mecanismo proposto o governo não conseguirá conceder o desconto previsto no edital sem que a meta tenha sido atingida.

Pode ser interpretado que neste mecanismo o governo toma, na elaboração do edital de licitação, uma decisão irreversível de se comportar como do tipo forte.

Similarmente, na ocasião do leilão as licitantes internalizarão as regras do modelo proposto. Assim, espera-se que a licitante que, de fato, pretenda atender as

metas previstas no edital poderá acrescentar ao seu lance uma sobreoferta em função do desconto d , de forma que este modelo proporcione maiores incentivos ao cumprimento das metas e maiores lances no leilão, porém com descontos no pagamento efetivo da outorga.

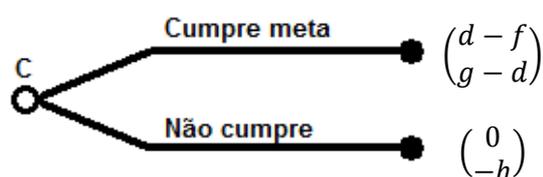
6.1 MODELAGEM DO MECANISMO PROPOSTO

Adotando a mesma abordagem paramétrica do Capítulo 4, o jogo da operação no modelo proposto fica trivial, pois equivale ao governo tomar uma decisão irreversível de se comportar como forte.

Para a definição dos retornos obtidos com a operação do aeroporto, tem-se que, se a concessionária cumpre a meta, tem como vantagem o desconto d no valor da outorga, mas tem um custo esperado f para fazer o investimento necessário. O governo terá, em sua utilidade, o acréscimo de g , o valor atribuído à meta cumprida, e a dedução do desconto concedido. Se a concessionária não cumpre a meta, deixa de ter o desconto e o custo. Nesse caso, o governo recebe o valor integral pela outorga e tem uma penalidade política h representando a perda do apoio da população.

A decisão da concessionária na operação do aeroporto está representada na Figura 4. Neste modelo, os retornos do governo são irrelevantes para a decisão, tendo sido apresentados com o único objetivo de tornar mais clara a convenção utilizada.

Figura 4 – Decisão da concessionária no modelo proposto

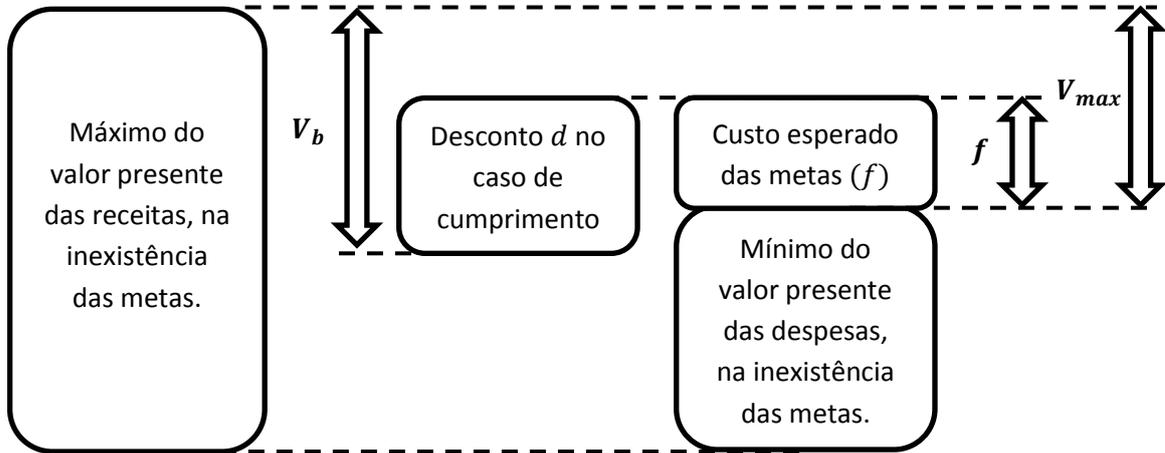


Fonte: Elaboração própria

Assim, reinterpretando a nomenclatura do capítulo 4, uma concessionária do tipo eficiente (aquela para a qual $d \geq f_E$) sempre cumprirá as metas. Por outro lado, uma concessionária ineficiente (aquela para a qual $d < f_I$) nunca as cumprirá.

Para a estilização do leilão, similarmente ao capítulo anterior, é atribuído retorno zero para a situação em que não é feita a concessão do aeroporto. O Quadro 5 apresenta a relação entre as variáveis no modelo proposto.

Quadro 5 - Estilização das variáveis do leilão no modelo proposto



Fonte: Elaboração própria

Similarmente ao analisado no Capítulo 5, no estágio *ex-ante* do leilão cada licitante apenas conhece a distribuição de probabilidade das valorações v_i no intervalo $[0, V_{max}]$, $V_{max} = 1$, a probabilidade de ser eficiente ν e tem a informação do valor do desconto d , $f_E < d < f_I$.

Cada licitante sabe que, caso vença o leilão, com probabilidade ν será eficiente e cumprirá a meta, obtendo o retorno com a operação:

$$u_{CE,op} = v_i + d - f_E$$

Ainda, com probabilidade $(1 - \nu)$, será ineficiente e não cumprirá a meta, obtendo com a operação o retorno:

$$u_{CI,op} = v_i$$

Assim, o retorno esperado de cada licitante com a operação, caso vença o leilão, é:

$$E_i [u_{C,op}] = \nu(v_i + d - f_E) + (1 - \nu)(v_i)$$

$$E_i [u_{C,op}] = v_i + \nu(d - f_E)$$

Definindo o segundo termo do lado direito da equação acima como o bônus esperado, $B = v(d - f_E)$, o retorno esperado de uma licitante i com a concessão, ao elaborar um lance $\lambda_i(\cdot)$ para o leilão, pode ser definido por:

$$E[u_{i,con}] = \begin{cases} v_i + B - o(\lambda_i, \lambda_j) & \text{se } \lambda_i(v_i) > \lambda_j(v_j) \text{ para todo } j \neq i \\ 0 & \text{se } \lambda_i(v_i) \leq \lambda_j(v_j) \text{ para algum } j \neq i \end{cases} \quad (32)$$

Considerando um leilão selado de segundo preço, é estratégia fracamente dominante para cada licitante oferecer um lance que seja igual à valoração acrescida do bônus:

$$l_{LSP}(v_i) = v_i + B \quad (33)$$

Conforme apresentado no apêndice B, havendo duas licitantes, com distribuição de valoração uniforme no intervalo entre zero e um, a receita esperada no leilão de sendo preço fica:

$$E[R_{LSP}] = \frac{1}{3} + B = \frac{1}{3} + v(d - f_E) \quad (34)$$

6.2 RESULTADO DA CONCESSÃO NO MODELO PROPOSTO

Analogamente ao capítulo anterior, serão analisadas as consequências das possíveis realizações da concessão.

Com probabilidade v , uma concessionária eficiente vencerá o leilão, de forma que a meta será cumprida e haverá o desconto d no pagamento da outorga. Com probabilidade $(1 - v)$, uma ineficiente vencerá, não cumprirá a meta e não receberá o desconto. O retorno do governo com a concessão será a soma da arrecadação no leilão com o seu retorno com a operação:

$$E[u_{G,con}] = v \left[\frac{1}{3} + v(d - f_E) + (g - d) \right] + (1 - v) \left[\frac{1}{3} + v(d - f_E) - h \right]$$

$$E[u_{G,con}] = \frac{1}{3} + v(g - f_E) + (1 - v)[-h] \quad (35)$$

Novamente, pode ser considerado que a valoração que o governo dá ao cumprimento da meta, g , é igual à esperança de custo de seu cumprimento quando

não se tem a informação a respeito da eficiência da concessionária, conforme apresentado na equação (9):

$$g = E[f] = v(f_E) + (1 - v)(f_I) \quad (36)$$

Sendo assim, $g > f_E$ e, portanto, a segunda parcela da equação (35), que é econômica, é positiva, representando o incremento no retorno do governo com a concessão caso seja realizado o tipo eficiente para a concessionária. A terceira parcela representa o custo político, com o qual o governo arca caso seja realizado o tipo ineficiente para a concessionária e, portanto, a meta não seja cumprida.

Assim, comparando as equações (35) e (17), vemos que, no modelo proposto, o retorno para o governo é maior do que ocorreria no modelo vigente com a realização do tipo fraco para o governo.

Já a comparação entre as equações (35) e (16) não é conclusiva sobre o modelo mais vantajoso para a realização do tipo forte para o governo. Todavia, o modelo proposto tem a vantagem de reduzir as incertezas.

Nesse modelo não há uma penalização direta à concessionária que não cumpre a meta, mas o que ocorre é que a esperança do bônus faz com que haja uma sobreoferta no leilão. Ou seja, a concessionária ineficiente, sem saber seu tipo, paga antecipadamente, no leilão, um valor que pode ser entendido como a penalidade pelo não cumprimento da meta.

Uma prescrição que pode ser interpretada desse resultado é que, caso o governo reconheça que seja do tipo fraco, terá vantagem em adotar o mecanismo proposto em vez do mecanismo usual de concessão. Isso porque, para esse tipo de governo, no mecanismo vigente não é esperado o cumprimento do contrato, enquanto que, no mecanismo proposto, haverá a possibilidade que a meta seja cumprida.

Já se o governo for do tipo forte, o resultado é ambíguo e depende da magnitude dos parâmetros, de forma que essa prescrição não pode ser feita.

Nota-se, ainda, que no mecanismo proposto não ocorre o custo político e , descrito no mecanismo vigente, que representa o desgaste do governo junto ao meio empresarial. A prevenção do embate entre governo e concessionária pode ser vista como uma vantagem adicional deste mecanismo.

6.3 LEILÃO COM LICITANTES PRÉ-INFORMADAS SOBRE SEU TIPO

Por fim, esta seção estuda o mecanismo proposto sob o pressuposto de que, no estágio *ex-ante* do leilão, as licitantes são informadas sobre seu tipo.

Assim, analogamente à equação (32), o retorno esperado da operação para uma licitante que saiba que é eficiente, definindo o bônus da eficiente como $\bar{B} = (d - f_E)$:

$$E[u_{E,con}] = \begin{cases} v_i + \bar{B} - o_i(\lambda_i, \lambda_j) & \text{se } \lambda_i(v_i) > l_j(v_j) \text{ para todo } j \neq i \\ 0 & \text{se } \lambda_i(v_i) \leq l_j(v_j) \text{ para algum } j \neq i \end{cases} \quad (37)$$

Para a licitante que saiba que é ineficiente, seu retorno será:

$$E[u_{I,con}] = \begin{cases} v_i - o_i(\lambda_i, \lambda_j) & \text{se } \lambda_i(v_i) > \lambda_j(v_j) \text{ para todo } j \neq i \\ 0 & \text{se } \lambda_i(v_i) \leq \lambda_j(v_j) \text{ para algum } j \neq i \end{cases} \quad (38)$$

Em um leilão selado de segundo preço, o lance da licitante eficiente e o lance da licitante ineficiente serão, respectivamente:

$$\lambda_{E,LSP}(v_i) = v_i + \bar{B} \quad (39)$$

$$\lambda_{I,LSP}(v_i) = v_i \quad (40)$$

Seguindo o mesmo desenvolvimento da receita esperada apresentado no capítulo anterior, obtém-se, para o mecanismo proposto:

$$E[R] = \frac{1}{3} + v^2 \bar{B} + 2v(1-v) \left(\frac{\bar{B}}{2} + \frac{\bar{B}^2}{2} + \frac{\bar{B}^3}{3} \right) \quad (41)$$

Novamente, comparando esta equação com a (34), vemos que o efeito do pressuposto de que as licitantes são pré-informadas sobre seu tipo sobre a receita esperada no leilão é ambíguo.

Todavia, aplicando o mesmo argumento da seção 6.2 e comparando com o resultado da seção 5.3.2, conclui-se que, independentemente do pressuposto adotado a respeito do conhecimento das licitantes a respeito de seu tipo no estágio *ex-ante* do leilão, o mecanismo de concessão proposto é superior ao mecanismo vigente para o governo de tipo fraco. Este é o principal mérito do mecanismo proposto, já que, para o governo do tipo forte, os resultados são ambíguos.

O Quadro 6 apresenta o efeito alocativo desse modelo se no leilão concorrem uma licitante eficiente e o outro ineficiente.

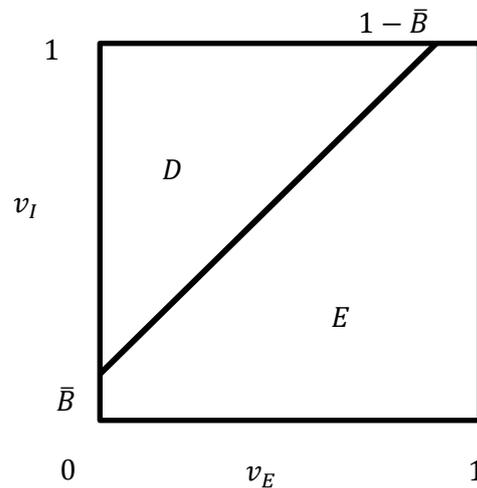
A região D representa as realizações de valorações em que a licitante ineficiente recebe o aeroporto. Isso ocorre com probabilidade:

$$P[D] = (1 - \bar{B})^2/2 = 1/2 - (d - f_E) + 1/2(d - f_E)^2 \quad (42)$$

A região E representa as realizações de valorações em que a licitante eficiente recebe o aeroporto, o que ocorre com probabilidade:

$$P[E] = 1/2 + (d - f_E) - 1/2(d - f_E)^2 \quad (43)$$

Quadro 6 – Espaço de valorações no mecanismo proposto



Fonte: Elaborado pelo autor

Assim como visto no mecanismo vigente, o caso em que as licitantes são pré-informadas sobre seu tipo é positivo para o governo, pois há uma maior probabilidade de vitória da licitante eficiente. Adicionalmente, note-se que, aqui, não ocorre situação em que o aeroporto não é vendido.

7 CONCLUSÕES

Na última década iniciaram-se as concessões de grandes aeroportos para a iniciativa privada. Todavia, para que as concessões sejam bem sucedidas, é necessário que os objetivos do governo sejam perseguidos pelas concessionárias que administram os aeroportos. Assim, configura-se um problema do tipo Principal-Agente, em que os incentivos presentes na relação entre as partes podem determinar se as decisões da concessionária estarão alinhadas ou não aos interesses do governo.

Após vencer o leilão, a concessionária do aeroporto poderá ter incentivos para se desviar do contrato firmado, não o cumprindo. Igualmente, o governo poderá ter incentivos para não executar as penalidades previstas no contrato.

Para analisar os aspectos estratégicos relacionados ao cumprimento de contrato em uma concessão, a mesma foi modelada na forma de dois jogos sucessivos: um representando o leilão e outro representando a operação do aeroporto. Ambos os jogos foram analisados parametricamente.

Analisou-se inicialmente o jogo da operação do aeroporto, introduzindo na função de utilidade da concessionária as vantagens e penalidades que podem ser obtidas por meio do descumprimento e, na função de utilidade do governo, a valoração dada ao cumprimento do contrato e ao apoio político de dois segmentos da sociedade: o meio empresarial, em especial o setor regulado, e a população.

Foi identificado que, no caso em que o governo atribui alta valoração ao apoio político do meio empresarial, ele tenderá a ser permissivo com o descumprimento, o que, por sua vez, desestimula o cumprimento do contrato. O tipo de governo que tenha essas características foi denominado de tipo fraco, em oposição ao tipo forte, que é independente do meio empresarial e, portanto, rigoroso com relação à execução dos contratos.

Foi mostrado, ainda, que, em um ambiente de informação incompleta, um governo com reputação de forte é capaz de induzir o cumprimento dos contratos, enquanto que um governo com baixa reputação, ou seja, permissivo, induz o descumprimento dos mesmos. Esse resultado tem, implicitamente, uma prescrição para o governo de ser rigoroso com os contratos, executando suas cláusulas quando os requisitos não são cumpridos. Adicionalmente, na presença de mais de uma

interação, entre um mesmo governo e diferentes concessionárias, a importância de se manter uma reputação de inflexibilidade é acentuada.

Passando-se para o jogo do leilão, mostrou-se que a incerteza a respeito do comportamento futuro do governo com relação ao descumprimento do contrato é internalizada pelas licitantes na ocasião do leilão. Assim, as licitantes incrementam seus lances com a expectativa de que poderão não cumprir o contrato.

Com isso, podem ocorrer lances surpreendentemente altos no leilão que, todavia, não podem ser vistos com otimismo. Ao contrário, indicam probabilidade de que o contrato não será cumprido.

Para a redução das incertezas, foi apresentada uma proposta original de mecanismo, que busca inverter, para o Governo, a vantagem de decidir primeiro na interação estratégica e poder transformar uma ameaça, que poderia ser vazia, em uma decisão irreversível de se comportar como forte.

Nesse mecanismo, em vez de estabelecer requisitos para a Concessionária, associados a penalidades no caso de descumprimento, o edital da concessão estabelecerá metas opcionais, associadas a descontos no valor da outorga no caso de seu atendimento.

Foi mostrado que o mecanismo proposto é vantajoso para o governo do tipo fraco, aumentando o retorno esperado para a concessão como um todo. Já para o governo do tipo forte, os resultados foram ambíguos, de forma que não se pôde concluir qual dos modelos seria mais vantajoso.

Assim, espera-se que este trabalho tenha contribuído para a compreensão das relações estratégicas existentes na operação de um aeroporto e nas suas influências sobre o leilão, oferecendo prescrições a respeito do comportamento do governo no período da operação.

Espera-se, por fim, que o trabalho tenha contribuído ao oferecer uma alternativa de mecanismo de concessão para um governo que se considere do tipo fraco, que, no mecanismo vigente, não teria boas perspectivas de ver concretizados seus objetivos com as concessões.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMORA, Dimmi. Com queda de passageiros, aeroportos privatizados pedem para não pagar aluguel. **Folha Online**, 4 mai. 2016. Disponível em: <www1.folha.uol.com.br/mercado/2016/05/1767647-com-queda-de-passageiros-aeroportos-privatizados-pedem-para-nao-pagar-aluguel.shtml>. Acesso em 29.mai. 2016.
- ANAC. Relatório de demanda e oferta do transporte aéreo. Brasília, 2015. Disponível em <www.anac.gov.br/assuntos/dados-e-estatisticas> Acesso em 12 fev. 2016.
- AUMANN, R. J. What Is Game Theory Trying to Accomplish?. In: ARROW, K.; HONKAPOHJA, S. **Frontiers of Economics**. Oxford: Blackwell, 1985. Disponível em <www.ma.huji.ac.il/raumann/publication.htm>. Acesso em 2 mar. 2016.
- AUMANN, R. J. Game theory. In: DURLAUF, S; BLUME, L.(Eds). **The new palgrave dictionary of economics**. 2nd ed. Basingstoke: Palgrave Macmillan, 2008.
- BARON, David P.; MYERSON, Roger B. Regulating a monopolist with unknown costs. **Econometrica**, 50(4), pp. 911-930. 1982.
- BELÉM, Antônio R. B. **Leilão dos aeroportos: uma análise da restrição de oferta unitária**. 2013, 56 f. Dissertação (Mestrado em Economia). Universidade de Brasília, Brasília, 2013.
- BERED, Rafael. **Regulação econômica: a aplicação da teoria e os efeitos da prática nos setores de infra-estrutura do Brasil**. 2009, 117 f. Dissertação (Mestrado em Economia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.
- BIERMANN, Harold S; FERNANDEZ, Luis. **Game theory with economic applications**. 2nd ed. Reading: Addison-Wesley, 1998. 452 p.
- BLAUG, Mark. **The methodology of economics: or how economists explain**. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, [1980] 1992. 286p.
- BRASIL. Lei nº 9491, de 9 de setembro de 1997. Altera procedimentos relativos ao Programa Nacional de Desestatização, revoga a Lei nº 8.031, de 12 de abril de 1990, e dá outras providências. **Diário Oficial {da} República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 11 set. 1997. Disponível em <<http://www.planalto.gov.br/>>. Acesso em 13 jan. 2016.
- BRASIL. Portaria SAC-PR nº 183, de 14 de agosto de 2014. Revoga a portaria nº SAC-PR nº 110, de 8 de julho de 2013, e aprova o plano geral de outorgas para a exploração de aeródromos civis públicos. Disponível em <www.aviacao.gov.br/acesso-a-informacao/outorgas/convenios-de-delegacao>. Acesso em 7 mar. 2016.

BUGARIN, Maurício S. Subnational Debt Renegotiation and Elections: Experimentation and Reputation in the Brazilian Fiscal Federalism. **Brazilian Review of Econometrics**, 26(1), pp.67-104. 2006.

ENGEL, Eduardo; FISCHER, Ronald; GALETOVIC, Alexander. **Public-private partnerships: when and how**. Mimeo, 2008. Disponível em <www.econ.uchile.cl/es/publicaciones/2>. Acesso em 17 fev. 2016.

GIAMBIAGI, Fabio; VILLELA, André; CASTRO, Lavinia B.; HERMANN, Jennifer (Org.). **Economia Brasileira Contemporânea**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. 272p.

GIBBONS, R. **Game theory for applied economists**. Princeton: Princeton University Press, 1992. 267 p.

IATA (International Air Transport Association). Página institucional na internet. Disponível em <www.iata.org>. Acesso em: 15 jan. 2016.

INCAER (Instituto Histórico-Cultural da Aeronáutica). **História Geral da Aeronáutica Brasileira**. Belo Horizonte: Itatiaia, 1990. 3 v.

INFRAERO. **40 anos servindo pessoas, empresas e o Brasil**. Infraero, 2013. Disponível em <www.infraero.gov.br>. Acesso em: 23 fev. 2016.

INFRAERO. Página institucional na internet. Disponível em <www.infraero.gov.br>. Acesso em: 3 fev. 2016.

JEHLE, Geoffrey A.; RENY, Philip J. **Advanced microeconomic theory**. 3rd. ed. Harlow: Pearson, 2011. 656 p.

KLEMPERER, Paul. Auctions with almost common values: The 'Wallet Game' and its applications. **European Economic Review**, 42, pp.757-769. 1998.

KLEMPERER, Paul. What Really Matters in Auction Design. **The Journal of Economic Perspectives**, 16(1), pp.169-189. 2002.

KUHN, Ernani L. **Impactos da competição entre aeroportos no Brasil**. 2003. 102 f. Dissertação (Mestrado em Economia do Setor Público) – Universidade de Brasília, Brasília, 2003.

LEONARD, Robert. game theory in economics, Origins of. In: DURLAUF, S; BLUME, L.(Eds). **The new palgrave dictionary of economics**. 2nd ed. Palgrave Macmillan, 2008.

MAS-COLELL, Andreu; WHINSTON; Michael D.; GREEN; Jerry R. **Microeconomic theory**. Oxford: Oxford University Press, 1995. 981 p.

MEIRELLES, Hely L. et al. **Direito administrativo brasileiro**. 36. ed. São Paulo: Malheiros, 2010. 872 p.

MELLO, Marina F. de. Privatização do setor de saneamento no Brasil: quatro experiências e muitas lições. **Economia aplicada**, 9(3), Ribeirão Preto, pp. 495-517. 2005.

MENEZES, Flavio M.; DUTRA, Joísa C. **Hybrid Auctions I: Theory**. Ensaios Econômicos, 421, Escola Brasileira de Economia e Finanças, Fundação Getúlio Vargas. 2001. Disponível em <epge.fgv.br>. Acesso em 17 mar. 2016.

MILGROM, Paul R.; WEBER, Robert J. A Theory of Auctions and Competitive Bidding. **Econometrica**, 50(5), pp. 1089-1122. 1982.

MUELLER, Bernardo. Regulação, informação e política: uma resenha da teoria política positiva da regulação. **Revista Brasileira de Economia de Empresas** 1(1), Brasília, pp. 9-29. 2001.

OLIVEIRA, Alessandro V.M. **A Experiência Brasileira na Desregulamentação do Transporte Aéreo: Um Balanço e Propositura de Diretrizes para Novas Políticas**. Documento de Trabalho nº 45, Secretaria de Acompanhamento Econômico do Ministério da Fazenda, 2007. Disponível em: <www.seae.fazenda.gov.br/central-de-documentos/>. Acesso em 23 fev. 2016.

PPI DATABASE: Base de Dados. Disponível em: <http://ppi.worldbank.org>. Acesso em: 11 jan. 2016.

ROBBINS, Lionel. **An essay on the nature and significance of economic Science**. Londres: Macmillan, 1932. 141 p.

ROLIM, Paula S. W.; OLIVEIRA, Alessandro V.M. **Estimating the impact of airport privatization and its stages on passenger demand: a regression-based event study**. Trabalho em desenvolvimento. Disponível em: <http://www.ssrn.com>. Acesso em 25 set. 2015.

RUBINSTEIN, Ariel. Comments on the Interpretation of Game Theory. **Econometrica**, 59(4), pp. 909-924. 1991.

SAMPAIO, Luciano M. B.; RAMOS, Francisco S.; SAMPAIO, Yony. Privatização e eficiência das usinas hidrelétricas brasileiras. **Economia aplicada**, 9(3), Ribeirão Preto, pp. 465-480. 2005.

SANTOS, Rubens Rodrigues dos. **Aeroportos: do campo de aviação à área terminal**. São Paulo: Contar, 1985. 208p.

SANVICENTE, Antonio Z. Problemas de estimação de custo de capital de empresas concessionárias no Brasil: uma aplicação à regulamentação de concessões rodoviárias. **Revista de Administração**, 47(1), pp. 81-95. 2012.

SISTEMA DE PRESTAÇÃO DE CONTAS ELEITORAIS (SPCE WEB): Base de Dados. Disponível em: < http://inter01.tse.jus.br/spceweb.consulta.receitasdespesas2014/ >. Acesso em 5 nov. 2015.

SOUZA, Ilan Bruno Guimarães de. **Negociação salarial dos servidores públicos federais: uma análise sob a ótica da economia política positiva**. 2005. 94f. Dissertação (Mestrado em Economia do Setor Público) – Universidade de Brasília, Brasília, 2005.

SOUZA, Nathalia Almeida de. **Informação e incentivo na regulação das telecomunicações no Brasil**. 2013. 150 f. Tese (Doutorado em Economia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

STIGLER, George J. The theory of economic regulation. **The Bell Journal of Economics and Management Science**, 2(1), pp 3-21. 1971.

STIGLITZ, Joseph E. principal and agent (ii). In: DURLAUF, S; BLUME, L.(Eds). **The new palgrave dictionary of economics**. 2nd ed. Palgrave Macmillan, 2008.

TIRIAKY, Gisele F. Desenvolvimento institucional e o envolvimento do setor privado na provisão de infra-estrutura. **Economia Aplicada**, Ribeirão Preto, 12(3), pp 499-525. 2008.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO (TCU). **Acórdão nº 1817/2010 – TCU – Plenário**. Brasília: TCU, 2010. Disponível em:
< <http://portal.tcu.gov.br/cidadao/cidadao.htm> >. Acesso em: 13 jan. 2016.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO (TCU). **Acórdão nº 1665/2014 – TCU – Plenário**. Brasília: TCU, 2014. Disponível em:
< <http://portal.tcu.gov.br/cidadao/cidadao.htm> >. Acesso em: 13 jan. 2016.

UCHÔA, Felipe Guimarães. **Estudo da Concessão do Benefício de auxílio-saúde e a Teoria dos Jogos**. 2015. 48f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Escola de Economia de São Paulo, São Paulo, 2015.

VON NEUMANN, John; MORGENSTERN, Oskar. **Games and economic behavior**. 3rd ed. Princeton: Princeton University Press, [1944] 1953. 641 p.

WANG, Grace W. Y.; PALLIS, Athanasios A. Incentive approaches to overcome moral hazard in port concession agreements. **Transportation Research Part E**, 67, pp 162-174. 2014.

WORLDWIDE GOVERNANCE INDICATORS (WGI): Base de Dados. Disponível em:
< <http://info.worldbank.org/governance/wgi/>>. Acesso em: 13 jan. 2016.

APÊNDICE – RESULTADOS DOS LEILÕES

A – LEILÃO SELADO DE PRIMEIRO PREÇO

Este Apêndice apresenta o desenvolvimento analítico do problema de maximização de uma licitante ao elaborar sua estratégia de lance no leilão, apresentado a fórmula (13).

A probabilidade de a licitante i vencer é a probabilidade de o seu lance ser maior que todos os outros, representada pelo produto das probabilidades acumuladas dos demais $F^{N-1}(l^{-1}(\lambda_i))$. Este resultado utiliza o pressuposto de que os jogadores são simétricos, de forma que $l_i = l, \forall i$. Assim, o problema de maximização da licitante i ficará representado por:

$$\max_{\lambda_i} \left[(v_i - CR - \lambda_i) F^{N-1}(l^{-1}(\lambda_i)) \right]$$

Pressupondo que a função é côncava, a condição de primeira ordem do problema de maximização acima é:

$$(v_i - CR - \lambda_i)(N - 1)F^{N-2}(l^{-1}(\lambda_i))f(l^{-1}(\lambda_i))(l^{-1})'(\lambda_i) - F^{N-1}(l^{-1}(\lambda_i)) = 0$$

Para que a solução do problema de maximização se configure um equilíbrio de Nash-Bayesiano, é necessário que, para todo jogador, seu lance seja igual à sua estratégia aplicada ao seu valor, ou seja, $\lambda_i = l(v_i), \forall i$. Lembrando, ainda, que $(l^{-1})'(l(v_i)) = (l'(v_i))^{-1}$, o desenvolvimento algébrico da condição de primeira ordem leva a:

$$l(v_i)[(N - 1)F^{N-2}(v_i)f(v_i)] + F^{N-1}(v_i)l'(v_i) = (v_i - CR)[(N - 1)F^{N-2}(v_i)f(v_i)]$$

Ou, equivalentemente,

$$\frac{d}{dv_i} [l(v_i)F^{N-1}(v_i)] = (v_i - CR) [(N - 1)F^{N-2}(v_i)f(v_i)]$$

Para prosseguir o desenvolvimento analítico desta equação, serão adotados dois pressupostos simplificadores: (1) participam do leilão apenas duas licitantes, de forma que $N = 2$; e (2) a distribuição de valoração é uniforme no intervalo entre zero e um, de forma que $f(v_i) = 1$. Assim, temos:

$$\frac{d}{dv_i} [l(v_i)v_i] = (v_i - CR)$$

Resolvendo esta equação diferencial ordinária, tem-se:

$$\frac{v_i^2}{2} - CR \cdot v_i = v_i l(v_i) + k$$

Utilizando $l(v_i = CR) = 0$, conclui-se que $k = -CR^2/2$. Assim, a solução do problema de maximização leva à função lance apresentada na Equação (44).

$$l(v_i) = \begin{cases} \frac{v_i}{2} - \left[CR - \frac{CR^2}{2v_i} \right] , & \text{se } v_i \in [CR, 1] \\ 0 & , \text{se } v_i \in [0, CR] \end{cases} \quad (44)$$

A receita esperada do leilão de primeiro preço é exatamente a esperança do lance do jogador com a maior valoração. No caso do leilão com dois jogadores que tenham a estratégia apresentada na equação (44), a receita esperada pode ser representada pela expressão abaixo.

$$E[R] = 2 \int_{CR}^1 \int_0^{v_1} \frac{v_i}{2} - \left[CR - \frac{CR^2}{2v_i} \right] dv_2 dv_1$$

Desenvolvendo analiticamente, obtém-se:

$$E[R] = \frac{1}{3} - \left[CR \left(1 - CR + \frac{1}{3} CR^2 \right) \right] \quad (45)$$

B – LEILÃO SELADO DE SEGUNDO PREÇO

Este Apêndice apresenta o desenvolvimento do cálculo da receita esperada do leiloeiro em um leilão selado de segundo preço que tenha lance de equilíbrio conforme apresentado na equação (33), replicada abaixo, considerando que há duas licitantes com valoração uniformemente distribuída no intervalo entre zero e um.

$$l_{LSP}(v_i) = V_{b,i} = v_i + B$$

Em um leilão de segundo preço, em decorrência do lance de equilíbrio, apresentado acima, a esperança da receita é igual à esperança do lance do jogador com a segunda maior valoração.

A probabilidade de que o jogador i tenha valoração v_i é $f(v_i)$. A probabilidade de que o jogador j tenha valoração acima da valoração do jogador i é $(1 - F(v_i))$. Então, a probabilidade de que o jogador tenha valoração v_i e que essa seja a segunda maior valoração é $f(v_i)(1 - F(v_i))$.

Como a valoração é distribuída no intervalo entre zero e um, a receita esperada do leiloeiro, caso o jogador i tenha a segunda maior valoração e o lance de equilíbrio $l_{LSP}(v_i)$, caso em que j vence o aeroporto, é:

$$R_{j \text{ vence}} = \int_0^1 l_{LSP}(v_i) f(v_i) (1 - F(v_i)) dv_i$$

Com jogadores simétricos, a receita esperada na situação em que i vence é análoga, de forma que a receita esperada com o leilão é:

$$E[R_{LSP}] = 2 \int_0^1 l_{LSP}(v_i) f(v_i) (1 - F(v_i)) dv_i$$

Com distribuição uniforme das valorações e o lance da equação (33), a receita esperada fica:

$$E[R_{LSP}] = \frac{1}{3} + B$$