

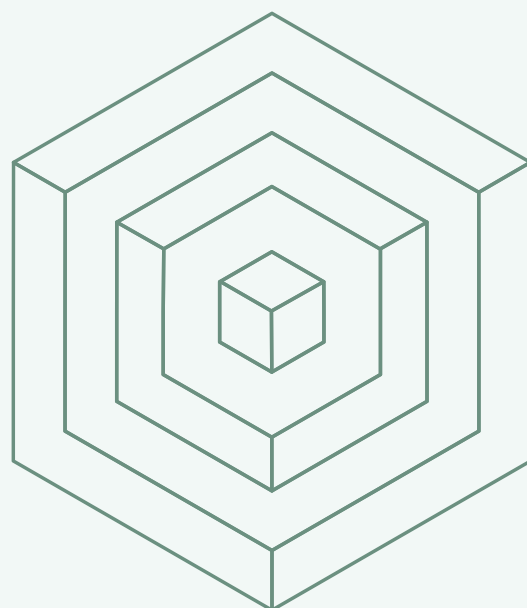
ENAP

Cadernos

nº 118

**Interdependência e restrição de capacidade em leilões combinatórios: estimando conjuntos de contratos para o leilão de construção e manutenção de rodovias**

Lucas Varjão Motta



*Coleção: Regulação*



**Coleção:**  
*Regulação*



**Interdependência e restrição  
de capacidade em leilões  
combinatórios: estimando  
conjuntos de contratos para  
o leilão de construção e  
manutenção de rodovias**

**Autor**

Lucas Varjão Motta

**Parecerista convidado**

Paulo Coutinho

Este caderno é resultado dos conhecimentos gerados pelas pesquisas realizadas no âmbito do Programa Cátedras Brasil, desenvolvido com o objetivo de selecionar projetos que gerem subsídios para a melhoria da gestão pública, com foco no desenvolvimento de soluções em análise de impacto regulatório, análise de resultado regulatório e mudanças regulatórias. A presente publicação é uma das entregas previstas no Edital nº 125 de 2020.

---

## Conheça o autor



**Lucas Varjão Motta**

Autor



Lucas Varjão Motta é doutor em economia pelo Pimes/UFPE (2016), atua em temas de leilões, infraestrutura, competição e inovação. Tem experiência em trabalhos sobre rodovias, indústria naval, geração e transmissão de energia, competição e em temas de avaliação de políticas públicas de competição e inovação. Atualmente é consultor econômico para a OCDE no setor de portos e aviação civil.

---

## Expediente



### **Escola Nacional de Administração Pública – Enap**

#### **Presidente**

Diogo Costa

#### **Diretora-Executiva**

Rebeca Loureiro de Brito

#### **Diretora de Altos Estudos**

Diana Coutinho

#### **Diretor de Educação Executiva**

Rodrigo Torres

#### **Diretor de Desenvolvimento Profissional**

Paulo Marques

#### **Diretora de Inovação**

Bruna Santos

#### **Diretora de Gestão Interna**

Alana Regina Biagi Lisboa

#### **Revisão**

Renata Mourão

Roberto Araújo

#### **Projeto gráfico**

Amanda Soares

Letícia Lopes

#### **Edição eletrônica**

Samyra Lima

A Escola Nacional de Administração Pública (Enap) é uma escola de governo vinculada ao Ministério da Economia (ME).

Tem como principal atribuição a formação e o desenvolvimento permanente dos servidores públicos. Atua na oferta de cursos de mestrados e doutorados profissionais, especialização lato sensu, cursos de aperfeiçoamento para carreiras do setor público, educação executiva e educação continuada.

A instituição também estimula a produção e disseminação de conhecimentos sobre administração pública, gestão governamental e políticas públicas, além de promover o desenvolvimento e a aplicação de tecnologias de gestão que aumentem a eficácia e a qualidade permanente dos serviços prestados pelo Estado aos cidadãos. Para tanto, desenvolve pesquisa aplicada e ações de inovação voltadas à melhoria do serviço público.

O público preferencial da Escola são servidores públicos federais, estaduais e municipais. Sediada em Brasília, a Enap é uma escola de governo de abrangência nacional e suas ações incidem sobre o conjunto de todos os servidores públicos, em cada uma das esferas de governo.

M921i Motta, Lucas Varjão

Interdependência e restrição de capacidade em leilões combinatórios: estimando conjuntos de contratos para o leilão de construção e manutenção de rodovias / Lucas Varjão Motta. -- Brasília: Enap, 2022.

57 p. : il. -- (Cadernos Enap, 118; Coleção: Regulação)

Inclui bibliografia

ISSN: 0104-7078

1. Infraestrutura. 2. Rodovia. 3. Contrato 4. Licitação. 5. Regulação. 6. Leilão. I. Título.

CDD 338.9

---

Bibliotecária: Tatiane de Oliveira Dias – CRB1/2230



Enap, 2022

Este trabalho está sob a Licença Creative Commons – Atribuição: Não Comercial – Compartilha Igual 4.0 Internacional.

As informações e opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade do(s) autor(es), não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista da Escola Nacional de Administração Pública (Enap). É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.



Escola Nacional de Administração Pública (Enap)  
Diretoria de Altos Estudos  
Coordenação-Geral de Pesquisa  
SAIS – Área 2-A – 70610-900 — Brasília-DF, Brasil

---









Aliás, a mesma ANA foi alvo de outra pesquisa, a de Carlos Roberto de Oliveira, que destaca a importância de que uma regulação mais eficaz deveria depender menos de mecanismos de comando e controle. A recente mudança no marco regulatório do saneamento é, inclusive, uma oportunidade de aperfeiçoar os instrumentos de AIR e ARR.

A diversidade de setores sujeitos à regulação é destaque em quatro cadernos.

Por exemplo, a discussão sobre hotelaria e os desafios trazidos pelas mudanças tecnológicas, caracterizadas pelo uso intensivo de plataformas digitais motivaram o trabalho de Bruno Martins Augusto Gomes.

Outro problema importante enfrentado pela regulação diz respeito ao meio ambiente. Carina Costa de Oliveira se debruçou sobre a “Política Nacional para a Gestão Integrada, a Conservação e o Uso Sustentável do Sistema Costeiro-Marinho”, propondo aperfeiçoamentos àquela política.

A maior eficiência em contratos de construção e manutenção de rodovias é o tema da pesquisa de Lucas Varjão Motta. As concessões em infraestrutura são caracterizadas por fortes interdependências contratuais e restrição de capacidade, favorecendo o uso dos chamados leilões combinatórios. O trabalho mostra que este tipo de leilão, de fato, reduz os custos.

Luiz Célio Souza Rocha, em sua pesquisa, estudou as possibilidades de usinas híbridas eólicas-fotovoltaicas com sistema de armazenagem de energia. A pesquisa destaca a importância de que a regulação considere o armazenamento de energia no cálculo do custo-benefício deste tipo de usina.

Que incentivos motivam o uso de AIR? A pesquisa desenvolvida por André Andrade Longaray e a investigação conduzida por Carlos Pereira e Érico Lopes dos Santos respondem a esta questão de formas distintas, mas complementares.

No primeiro caso, o regulador, por assim dizer, é exógeno à AIR e o pesquisador se pergunta sobre os determinantes da adoção de uma determinada metodologia

de AIR em detrimento de outras. Verifica-se que não há uma metodologia melhor do que outra. Adicionalmente, no tocante à inovação, não é apropriado admitir que sua presença no contexto regulatório reflita a boa escolha do método de AIR empregado na decisão.

Na pesquisa de Pereira e Santos, o regulador é pensado endogenamente. Existem vários estudos, na literatura, discutindo o problema da interferência externa (e.g. Congresso, Poder Executivo) no funcionamento dos órgãos reguladores. Assim, os autores se perguntam se o uso da AIR não seria percebida pelos servidores destes órgãos, como uma possível defesa contra intervenções externas. Os resultados dão suporte a esta hipótese.

Esperamos que os dez cadernos desta coleção inspirem muitas outras pesquisas na área da regulação.

**Claudio Djissey Shikida**

Coordenador-Geral de Pesquisa

Diretoria de Altos Estudos

# Sumário

## Executivo

---

Ao decidir por realizar uma concessão, o Estado se depara com um problema bastante complexo, relacionado à alocação daquele contrato a um agente capaz de executar a atividade, mas que o faça a um preço adequado. De acordo com Agência Infra (2020), em setembro de 2020, apenas 14% dos 55 mil km da malha rodoviária administrada pelo governo federal (DNIT) foram contratados sob o modelo do Crema, enquanto 74% eram regidos por contratos P.A.T.O. e outros 5% sob outros modelos. Os contratos do tipo Crema têm como característica a prestação do serviço durante um prazo de 5 a 7 anos, enquanto o modelo P.A.T.O. refere-se ao serviço de manutenção com prazo de um ano.

Adicionalmente, Campos Neto, Moreira e Motta (2018) avaliam que o limite da capacidade de concessão de rodovias está bastante próximo, visto que as rodovias de maior fluxo, em grande medida, já estão concedidas, restando apenas trechos de menor movimentação e, conseqüentemente, menor interesse do setor privado. Dessa forma, à parte restante da malha rodoviária cabe a manutenção por meio de Parceria Público-Privada (PPP) e/ou recursos fiscais. Os contratos do tipo Crema surgem como uma alternativa com utilização de recursos fiscais e características contratuais (como a duração) que visam prolongar os incentivos ao ente privado no que se refere à



e, assim, se promova ganhos para a União e a sociedade brasileira.

A metodologia aplicada consiste em definir um modelo de comportamento estratégico dos concorrentes nos leilões de construção e manutenção de rodovias, considerando tanto aspectos teóricos quanto os dados de resultados das licitações prévias. A construção desse arcabouço teórico permite então a definição de uma estratégia de identificação utilizando o método proposto por Rezende (2008).

Rezende (2008) propõe um método para estimar a valoração do competidor  $i$  acerca de um item, a partir da utilização do método e mínimos quadrados ordinários (MQO), o qual parte da estimação do lance contra covariáveis de interesse e um regressor que envolve o número de participantes em cada leilão. Ao utilizar tal método, é possível então obter estimativas estruturais sem que haja a necessidade de utilizar métodos estruturais, os quais exigem uma formulação específica para cada regra de leilão e uma elevada complexidade numérica.

O banco de dados construído inclui informações de pregões realizados entre janeiro de 2013 e janeiro de 2021, e permite a observação de mais de 79 mil lances realizados para 674 contratos, os quais constituem um valor nominal de R\$ 16.115 milhões. Identificou-se que as 639 empresas tiveram mais de 11 mil participações nas licitações desses contratos.

Para a construção das variáveis de interdependência e restrição de capacidade (que tem uma característica cumulativa) utilizou-se todo o período de observação (iniciado em 2013). A estimação apresentada na Tabela 6 considera apenas o período a partir de 2015, e aponta para coeficientes negativos e significantes das variáveis interdependência 500k e interdependência 750k, além de coeficiente positivo para a variável restrição de capacidade. Dessa forma, entende-se que as empresas tendem a competir de forma mais intensa por projetos em localidades próximas à sua sede. Nessa estimação, foram consideradas como variáveis: o valor estimado de investimento do empreendimento; *dummies* de número de competidores; *dummies* de ano; porte da empresa; *dummy* de tipo de obra (Crema ou P.A.T.O.).

Os resultados apontam para um efeito negativo da interdependência 500k e 750k sobre a valoração dos competidores, propondo que as empresas tendem a ofertar preços mais competitivos para empreendimentos localizados mais próximos de suas sedes. Por outro lado, foi possível encontrar um efeito positivo da restrição de capacidade sobre a valoração.

Tendo em mãos o modelo econométrico capaz de estimar a valoração dos competidores acerca dos contratos, passou-se para a etapa de simulação a partir de dados concretos dos leilões. Foram selecionados 10 contratos licitados anteriormente a serem disputados por 5 empresas, cujas características também foram extraídas das observações e para as quais foram estimadas as valorações. Os contratos tinham valor estimado que variava entre R\$ 2,1 milhões e R\$ 32 milhões e localizados no Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste do Brasil. Por sua vez, para fins de definição dos competidores, selecionou-se empresas de Goiás, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Rondônia e Pernambuco, algumas das quais operando projetos de manutenção e construção.

Na primeira etapa simulou-se a valoração atribuída pelos competidores a todos os contratos, porém de forma independente em leilões separados. Os resultados são apresentados na Tabela 10. Sob tal mecanismo, a valoração dos competidores gira em torno de R\$ 138 milhões, com exceção da empresa localizada em Minas Gerais, cujo valor chega a R\$ 133 milhões e representa a empresa mais competitiva. Quando considerando, no entanto, o formato combinatório, as estimativas se reduzem substancialmente, decorrente dos ganhos de escala promovidos pela interdependência. O destaque vai para a empresa localizada em Pernambuco, que apresenta ganhos substanciais, decorrente da localização de diversos projetos na divisa com a Bahia.

Tendo em vista ainda que o modelo de leilão combinatório permite que sejam realizadas ofertas para as mais diferentes combinações de contratos, não necessariamente ofertas para todos eles, foi realizado um exercício de elucidação da valoração. É importante ressaltar, no entanto, que um leilão com 10 projetos pode resultar em mais de mil combinações distintas de contratos, de forma que a definição de contratos de forma exaustiva não parece ser uma estratégia plausível. Nesse sentido, foram definidos pacotes com adição sequencial de contratos (um a um), até se obter o conjunto completo com os 10 contratos disponíveis. A ordem de formação desses pacotes, no entanto, depende da própria valoração por parte dos competidores e, conseqüentemente, da distância entre os contratos.

Esses resultados apontam para existência de ganhos potenciais decorrentes da utilização de um modelo combinatório. Adicionalmente, ressalta-se que os resultados de valoração podem ser utilizados para a simulação de outros modelos de leilão, os quais podem intensificar tais ganhos. Tendo em vista a complexidade e o custo de transação envolvido na participação em leilões combinatórios, sugere-se seguir modelos de leilão *clock*-combinatório já recomendados para outros tipos de contratos no Brasil. Um modelo com fase de descoberta pode



---

## Resumo

---

A sociedade brasileira pode se beneficiar da redução de custo dos contratos de construção e manutenção de rodovias. Esses ganhos são especialmente desejáveis em momentos, como os atuais, de crise orçamentária e crescente demanda pela prestação de serviços com característica de bens públicos. Devido à existência de interdependência entre os contratos, a introdução da lógica de leilões combinatórios pode permitir maior flexibilidade ao competidor em exibir suas preferências e, assim, exercer seus ganhos de escala na competição por contratos. Neste trabalho se apresentam estimativas da interdependência e restrição de capacidade vislumbradas pelos competidores, além de estimativas acerca dos ganhos potenciais gerados pela incorporação de leilão combinatório como o leilão *clock*-combinatório.

**Palavras-chave:** interdependência, restrição de capacidade, rodovias, leilão combinatório



Sumário

# 1.

Introdução

---

Pág. 20

---

# 2.

Revisão bibliográfica

---

Pág. 23

---

# 3.

Metodologia

---

Pág. 30

---

# 4.

Resultados

---

Pág. 40

---

# 5.

Comentários finais

---

Pág. 53

---





# 1.

## Introdução





---


## 1. Introdução

Ao decidir por realizar uma concessão, o Estado se depara com o problema bastante complexo relacionado à alocação desse contrato a um agente capaz de executar a atividade, mas que o faça a um preço adequado. As concessões de infraestrutura realizadas no âmbito federal têm se beneficiado dos leilões como uma ferramenta de descoberta de preços, porém a utilização adequada exige a observação de diversos fatores, como a preferência dos agentes concorrentes e as características dos contratos. Em um dos trabalhos que lhe rendeu o Nobel de Economia em 2020, Milgrom (2004) ressalta que um apropriado desenho do leilão deve considerar as características de dependência existente entre contratos e os efeitos delas sobre o valor de fechamento do leilão.

Assim como no leilão de faixas de rádio, analisadas por Milgrom (2004), há conhecimento sobre a dependência geográfica existente entre contratos, dentre outros, de construção e manutenção de rodovias, licenças de tv a cabo e linhas de transmissão de energia (DE SILVA, 2005; GANDAL, 1997; MOTTA, 2017). De forma geral, pode-se dizer que para alguns agentes, contratos de localidades vizinhas podem





A grayscale photograph of a person sitting at a desk, viewed from the side, looking at a laptop. The laptop screen displays a webpage with various images and text. A large, white, bold number '2.' is overlaid on the left side of the image, partially covering the laptop screen. The background is a plain wall. A solid teal-colored vertical bar is on the right side of the image.

# 2.

## Revisão bibliográfica

---



## 2. Revisão bibliográfica

### 2.1 Rodovias no Brasil

De acordo com Agência Infra (2020)<sup>1</sup>, em setembro de 2020, apenas 14% dos 55mil km da malha rodoviária administrada pelo governo federal (DNIT) estão com contratados sob o modelo do Crema, enquanto 74% são regidos por contratos P.A.T.O. e outros 5% sob outros modelos. Os contratos do tipo Crema tem como característica a prestação do serviço durante um prazo de 5 a 7 anos, enquanto o modelo P.A.T.O. refere-se ao serviço de manutenção com prazo de um ano.

Tendo em vista o caráter de bem público das rodovias, devido a suas propriedades de não rivalidade e não exclusão, sabe-se que a oferta do nível socialmente ótimo dessa infraestrutura depende fundamentalmente do Estado. Apesar da existência de efeitos sobre a dinâmica da economia, entre outros, a capacidade fiscal de um país pode ser grande barreira na manutenção e expansão da malha rodoviária, de forma que tem sido prática comum à adoção de estratégias alternativas para tal, como as concessões.

.....  
1 <https://www.agenciainfra.com/blog/com-orcamento-insuficiente-dnit-tem-so-14-da-malha-rodoviaria-com-programa-de-conservacao-de-longo-prazo/>



De acordo com Soares e Campos Neto (2006), é possível discernir quatro modelos básicos de licitação/leilão de concessão de monopólios naturais: a disputa pelo menor prazo da concessão, o maior valor de outorga, a disputa pela menor tarifa e a combinação dos três critérios anteriores.

Campos Neto, Moreira e Motta (2018) discutem a evolução dos modelos de concessão de rodovias no Brasil, México, Chile, Colômbia e Estados Unidos, apontando para as necessidades e decisões tomadas em cada um dos países. Nessa análise comparada, avalia-se que no Brasil alguns mecanismos específicos se destacam, como: o gatilho de investimentos como um bom instrumento para exigir inversões; a incorporação do fluxo efetivo de veículos no cálculo da recomposição do equilíbrio econômico-financeiro, além de mecanismo de compartilhamento de ganhos de produtividade com os usuários da rodovia, conhecido como Fator X. O documento destaca que, apesar de ter sido um dos países com maior evolução na concessão de rodovias, o limite da capacidade de concessão está bastante próximo haja visto que as rodovias de maior fluxo, em grande medida, já estão concedidas, restando apenas trechos de menor movimentação e, conseqüentemente, menor interesse do setor privado. Dessa forma, à parte restante da malha rodoviária cabe a manutenção por meio de Parceria Público-Privada (PPP) e/ou recursos fiscais. Os contratos de construção, restauração e manutenção de rodovias (Crema) surgem como uma alternativa com utilização de recursos fiscais e características contratuais (como a duração) que visam prolongar os incentivos ao ente privado no que se refere à manutenção de níveis de qualidade elevados dos pavimentos e das sinalizações.

Os projetos associados ao Crema são licitados através de pregão eletrônico realizado no portal de compras do governo federal (ComprasNet), onde é divulgado o edital e demais documentos do certame, é realizada a inscrição e envio de documentos de habilitação por parte dos interessados e é conduzido o processo de apresentação de ofertas.

Neste leilão os participantes são convidados a apresentarem uma oferta inicial para o item do contrato, o qual é seguido de propostas adicionais na etapa de lances. Tendo em vista que se trata de um leilão de procura, o critério de escolha da melhor proposta é o menor preço, respeitado o valor máximo estipulado em edital. Como destacado em edital, a proposta deverá incluir todos os custos operacionais e encargos associados à execução da atividade definida no termo de referência.









3.

# Metodologia

T. Montanelli

GIORGIO BOCCA

STORIA DELLA REPUBBLICA ITALIANA

BOCCA

GIORGIO BOCCA

GIORGIO BOCCA STORIA DELLA REPUBBLICA ITALIANA

GIORGIO BOCCA STORIA DELL'ITALIA PARTIGIANA

GIORGIO BOCCA METROPOLIS

BOCCA

GIORGIO BOCCA

GIORGIO BOCCA IL PROVINCIALE

GIORGIO BOCCA L'INFERNO

G. Bocca

GIULIO BEDESCHI  
LA NEVE  
LA PACE  
LA GUERRA

Arrigo PETACCO Marco FERRARI Caporetto





---

## 3. Metodologia

### 3.1 Metodologia

De forma simplificada, a metodologia consiste em construir um modelo de comportamento estratégico dos concorrentes nos leilões de construção e manutenção de rodovias, considerando tanto aspectos teóricos quanto os dados de resultados das licitações prévias. A construção desse arcabouço teórico permite então a definição de uma estratégia de identificação utilizando o método proposto por Rezende (2008), para estimar a distribuição da valoração dos contratos por parte dos concorrentes. Após uma avaliação de diferentes modelos de leilão combinatório, decidiu-se pela utilização de um modelo de leilão *clock*-combinatório (CRAMTON *et. al.*, 2006) tendo em vista a facilidade de implementação e a experiência prévia de simulações em mercados brasileiros (SILVA, 2015). Finalmente, uma comparação entre modelos permite avaliar potenciais diferenças de resultados em termos de valores arrecadados pelo leiloeiro.

Assim, o trabalho segue os seguintes passos:

1º Passo – Definição de arcabouço teórico.

2º Passo – Estimação da valoração.

3º Passo – Definir um modelo combinatório.

4º Passo – Simular e avaliar o resultado do modelo combinatório.

5º Passo – Apresentar questões a serem observadas.

Após uma descrição do ambiente das concessões para manutenção, para a execução do primeiro passo, avaliou-se os modelos de comportamento estratégico estabelecidos pela literatura que relativa a leilões com efeitos de economias de escala e restrições de capacidade, como de Gandal (1997), De Silva (2005), Jofre-Bonet e Pesendorfer (2003). Conforme apresentado anteriormente, De Silva (2005).

No que se refere ao segundo passo, Rezende (2008) propõe um método para estimar a valoração do competidor  $i$  acerca de um item, a partir da utilização do método e mínimos quadrados ordinários (MQO), o qual parte da estimação do lance contra covariáveis de interesse e um regressor que envolve os números de participantes em cada leilão. Ao utilizar tal método, é possível então obter estimativas estruturais sem que haja a necessidade de utilizar métodos estruturais, os quais exigem uma formulação específica para cada regra de leilão e uma elevada complexidade numérica.

Para sustentar teoricamente o modelo proposto, Rezende (2008) se faz de algumas hipóteses que são comumente empregadas na literatura. Apresenta-se tais hipóteses seguindo de perto Rezende (2008) e, quando necessário, apresentando uma interpretação sobre a validade delas para o caso estudado.

*Hipótese 1:  $V_{il} = \mu_l + \sigma_l \epsilon_{il}$  é i.i.d. com a distribuição  $F$ .*

A primeira hipótese é reflexo da valoração dos concorrentes de um leilão, ou seja, assume-se o paradigma de valores privados independentes. Assim, a valoração normalizada,  $\epsilon_{il} = (V_{il} - \mu_l) / \sigma_l$  tem uma distribuição comum que não varia entre leilões ou competidores. Importante mencionar que uma apropriada especificação do modelo econométrico estimado deve capturar as variações de valoração, atribuindo-se ao erro apenas a parte privada da valoração atribuída pelos concorrentes. Dessa forma, fazendo-se de uma boa especificação e considerando-se independência entre as valorações privadas,









objetivo do modelo adaptado pode ser definida como:

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} (b_{ij})x_{ij}$$

Onde  $b_{ij}$  é o lance submetido pelo competidor  $i$  para o pacote  $j$ , e  $x_{ij}$  é a variável de decisão para a qual é atribuída o valor 0 ou 1, onde 1 representa que o pacote  $j$  foi atribuído ao competidor  $i$ . A variável  $x$  é utilizada então para que se possa checar as diferentes combinações de pacotes a fim de encontrar aqueles que minimizam a função-objetivo.

Silva (2011) define ainda algumas restrições a serem consideradas no PDG. Uma delas é a restrição de garantia financeira, a qual visa minimizar o risco relativo à falta de capacidade financeira do competidor de realizar os investimentos previstos em cada projeto para o qual decide participar.

No quinto passo apresenta-se as ressalvas que se deve levar em consideração quando analisando os resultados do modelo.

### 3.2 Dados

A plataforma do ComprasNet tem sido utilizada pelo governo federal como um ambiente de realização de licitações, desde o cadastro de fornecedores e levantamento de preços, até a realização dos leilões, assim como ambiente de disponibilização de informações e transparência. Os principais dados utilizados neste estudo foram obtidos por meio do ComprasNet e do site do DNIT.

O banco de dados construído inclui informações de pregões realizados entre janeiro de 2013 e janeiro de 2021, e permite a observação de mais de 79 mil lances realizados para 674 contratos, os quais constituem um valor nominal de R\$ 16.115 milhões. Identificou-se que as 639 empresas tiveram mais de 11 mil participações nas licitações desses contratos. A Tabela 1 apresenta estatísticas descritivas.









A black and white photograph of a hand reaching for a book on a library shelf. The hand is in the foreground, wearing a ribbed sweater cuff. The shelves are filled with books, and the background is slightly blurred. A large green rectangular overlay is on the right side of the image.

4.

Resultados

---





---

## 4. Resultados

Tendo em vista que a interdependência se refere a capacidade de um concorrente de oferecer lances mais agressivos devido à operação de outros contratos, a abordagem adotada refere-se à contagem do número de contratos ganhos por um determinado concorrente em uma determinada região ou proximidade, conforme apresentado na tabela abaixo. Ainda, pode-se substituir a contagem dos contratos pela soma de seus investimentos estimados, de forma a considerar a escala dos projetos. Finalmente, de posse das distâncias entre as obras, é possível definir um limite de distância para que as obras possam contar como um fator positivo para o concorrente. Tendo em vista que a relação entre a interdependência pode ter uma relação não linear, foram criadas variáveis que avaliam o número de obras vencidas em diferentes faixas de distância. Assim, a variável interdependência 250 refere-se aos contratos obtidos numa distância de até 250 km da sede da empresa. A variável interdependência 500, refere-se aos contratos entre 250 km e 500 km.

Tendo em vista que a restrição de capacidade é um efeito transitório, que persiste durante o período de grande



Variável dependente: Log (Lance)		
Dummy N. Competidores 6	0.003	(0.067)
Dummy N. Competidores 7	-0.035	(0.041)
Dummy N. Competidores 8	-0.213**	(0.107)
Dummy N. Competidores 9	-0.169**	(0.071)
Dummy N. Competidores 10	-0.053	(0.040)
Dummy N. Competidores 11	-0.036	(0.045)
Dummy N. Competidores 12	-0.113***	(0.039)
Dummy N. Competidores 13	-0.086**	(0.036)
Dummy N. Competidores 14	-0.121***	(0.039)
Dummy N. Competidores 15	-0.127***	(0.038)
Dummy N. Competidores 16	-0.134***	(0.044)
Dummy N. Competidores 17	-0.164***	(0.052)
Dummy N. Competidores 18	-0.182***	(0.035)
Dummy N. Competidores 19	-0.094**	(0.039)
Dummy N. Competidores 20	-0.162***	(0.037)
Dummy N. Competidores 21	-0.140***	(0.044)
Dummy N. Competidores 22	-0.189***	(0.037)
Dummy N. Competidores 23	-0.120***	(0.042)
Dummy N. Competidores 24	-0.149***	(0.039)
Dummy N. Competidores 25	-0.142***	(0.055)
Dummy N. Competidores 26	-0.228***	(0.043)
Dummy N. Competidores 27	-0.181***	(0.041)
Dummy N. Competidores 28	-0.131***	(0.044)

Variável dependente: Log (Lance)		
Dummy N. Competidores 29	-0.277***	(0.059)
Dummy N. Competidores 30	-0.210***	(0.043)
Dummy N. Competidores 31	-0.197***	(0.043)
Dummy N. Competidores 32	-0.238***	(0.044)
Dummy N. Competidores 33	-0.161***	(0.041)
Dummy N. Competidores 34	-0.180***	(0.042)
Dummy N. Competidores 35	-0.187***	(0.044)
Dummy N. Competidores 36	-0.213***	(0.044)
Dummy N. Competidores 37	-0.214***	(0.042)
Dummy N. Competidores 39	-0.204***	(0.042)
Dummy N. Competidores 41	-0.262***	(0.058)
Dummy N. Competidores 45	-0.196***	(0.051)
Dummy Porte da Empresa 3	-0.166***	(0.047)
Dummy Porte da Empresa 5	-0.215***	(0.041)
Constante	-0.287	(0.238)

Fonte: elaboração própria.

Para a construção das variáveis de interdependência e restrição de capacidade (que tem uma característica cumulativa) utilizou-se todo o período de observação (iniciado em 2013). A estimação apresentada na Tabela 6 considera apenas o período a partir de 2015, e aponta para coeficientes negativos e significantes das variáveis interdependência 500k e interdependência 750k, além de coeficiente positivo para a variável restrição de capacidade. Dessa forma, entende-se que as empresas tendem a competir de forma mais intensa por projetos em localidades próximas à sua sede. Nessa estimação, foram consideradas como variáveis: o valor estimado de investimento do empreendimento; *dummies* de número de competidores; *dummies* de ano; porte da empresa; *dummy* de tipo de obra (Crema ou P.A.T.O.).

**Tabela 5 – Estimativas do modelo não restrito**

Variável dependente: Log (Lance)		
log(Valor Estimado)	1.011***	(0.0003)
Interdependência 250k	-0.0004	(0.001)
Interdependência 500k	-0.002***	(0.001)
Interdependência 750k	-0.002***	(0.0005)
Interdependência 1000k	0.0001	(0.0003)
Rest. Capacidade 24 meses	0.001***	(0.0003)
log(Valor Estimado)*rest. Capacidade 24 meses	-0.001***	(0.0003)
Constante	-0.006	(0.051)

Ano	Sim
Dummies de competidores	Sim
Tipo de Obra	Sim
Porte da Empresa	Sim

Fonte: elaboração própria.

Rezende (2005) propõe que a estimativa para a valoração pode ser feita sem a imposição de uma distribuição para os erros, como apresentada na tabela acima, ou pode-se realizar imposições a respeito de tal distribuição. Dentre outras, Rezende sugere testar para distribuição normal, uniforme e logaritmo. Após tais estimações, foram realizados testes para verificar se as imposições de distribuição têm correspondência nos dados quando considerando o modelo não restrito. O resultado dos testes F sobre os parâmetros dos modelos é apresentado na tabela abaixo. Como pode ser visto, os testes são rejeitados, indicando que é mais apropriado o uso do formato não restrito.

**Tabela 6 – Teste F sobre forma funcional**

Estatística	Não restrito	Uniforme	Normal	Logaritmo
R2	0.9657	0.9643	0.9642	0.9643
Estatística F		155.85	264.66	298.81
Valor p		0	0	0

Fonte: elaboração própria.

Tendo em mãos o modelo econométrico capaz de estimar a valoração dos competidores acerca dos contratos, passou-se para a etapa de simulação a partir de dados concretos dos leilões. Foram selecionados 10 contratos licitados anteriormente a serem disputados por 5 empresas, cujas características também foram extraídas das observações e para as quais foram estimadas as valorações.

**Tabela 7 – Contratos selecionados**

Objeto	Número da Licitação	Valor Estimado (Investimento)	Ano
Pregão Eletrônico - Serviços de manutenção rodoviária (conservação/recuperação) nas Rodovias Federais BR-343/PI e BR-226/PI, sob a coordenação da Superintendência Regional DNIT/PI, nas condições, quantidades, prazos e especificações constantes do Anexo I (Termo de Referência) do Edital	882016	R\$ 2.140.922	2016
Pregão Eletrônico - Execução dos serviços necessários à manutenção (conservação/recuperação) rodoviária na Rodovia BR-364/RO, Trecho: Div. MT/RO - Div. RO/MT, Subtrecho: Divisa dos Municípios de PB/Vilhena - Entr. RO-383(A) (Riozinho), Segmento: Km 100,00 - Km 226,80, Extensão: 126,80 Km.	1092016	R\$ 21.382.888	2016
Pregão Eletrônico - Seleção de empresa com vistas à Execução sob o regime de empreitada a preços unitários, dos serviços necessários à manutenção rodoviária (conservação/recuperação) na Rodovia BR-470/SC	2892016	R\$32.866.101	2016







Quando considerado, no entanto, o formato combinatório, as estimativas se reduzem substancialmente, decorrente dos ganhos de escala promovidos pela interdependência. O destaque vai para a empresa localizada em Pernambuco, que apresenta ganhos substanciais, decorrentes da localização de diversos projetos na divisa com a Bahia.

**Tabela 9 – Valoração sob mecanismo não combinatório**

Estado	Valoração dos 10 contratos (não combinatório)	Valoração dos 10 contratos – modelo combinatório
Goiás	R\$ 138.946.039	R\$ 122.612.213
Minas Gerais	R\$ 133.436.143	R\$ 115.730.788
Rio de Janeiro	R\$ 139.214.170	R\$ 124.830.030
Rondônia	R\$ 139.365.581	R\$ 123.743.505
Pernambuco	R\$ 137.860.840	R\$ 111.688.203

Fonte: elaboração própria.

Tendo em vista ainda que o modelo de leilão combinatório permite que sejam realizadas ofertas para as mais diferentes combinações de contratos, não necessariamente ofertas para todos eles, foi realizado um exercício de elucidação da valoração. É importante ressaltar, no entanto, que um leilão com 10 projetos pode resultar em mais de mil combinações distintas de contratos, de forma que a definição de contratos de forma exaustiva não parece ser uma estratégia plausível. Nesse sentido, foram definidos pacotes com adição sequencial de contratos (um a um), até se obter o conjunto completo com os 10 contratos disponíveis. A ordem de formação desses pacotes, no entanto, depende da própria valoração por parte dos competidores e, conseqüentemente, da distância entre os contratos. A ordem de incorporação de cada projeto ao pacote foi definida com base na distância do projeto. A tabela abaixo apresenta os pacotes formados e os valores atribuídos por cada participante.

**Tabela 10 – Estimação da valoração para os conjuntos de contratos**

Pacote	Obra	Competidor	Valor
1	Alto do Araguaia-MT	ANAPOLIS	R\$ 14.875.750
2	Vitória da Conquista-BA	ANAPOLIS	R\$ 16.914.582
3	Tucano-BA	ANAPOLIS	R\$ 22.670.593
4	Bendegó-BA	ANAPOLIS	R\$ 37.145.395
5	Ibó-BA	ANAPOLIS	R\$ 47.285.318
6	Palmares-PE	ANAPOLIS	R\$ 69.577.894
7	Senador Pompeu-CE	ANAPOLIS	R\$ 73.092.080
8	Teresina-PI	ANAPOLIS	R\$ 74.966.719
9	Rio do Sul-SC	ANAPOLIS	R\$ 103.802.578
10	Vilhena-RO	ANAPOLIS	R\$ 122.612.213
1	Vitória da Conquista-BA	BELO HORIZONTE	R\$ 1.973.299
2	Tucano-BA	BELO HORIZONTE	R\$ 7.508.106
3	Bendegó-BA	BELO HORIZONTE	R\$ 21.298.472
4	Ibó-BA	BELO HORIZONTE	R\$ 30.896.228
5	Alto do Araguaia-MT	BELO HORIZONTE	R\$ 45.276.582
6	Rio do Sul-SC	BELO HORIZONTE	R\$ 72.256.555
7	Teresina-PI	BELO HORIZONTE	R\$ 74.012.344
8	Palmares-PE	BELO HORIZONTE	R\$ 94.934.047
9	Senador Pompeu-CE	BELO HORIZONTE	R\$ 98.222.860
10	Vilhena-RO	BELO HORIZONTE	R\$ 115.730.788



<b>Pacote</b>	<b>Obra</b>	<b>Competidor</b>	<b>Valor</b>
1	Palmares-PE	RECIFE	R\$ 21.685.855
2	Ibó-BA	RECIFE	R\$ 31.021.035
3	Tucano-BA	RECIFE	R\$ 35.849.842
4	Bendegó-BA	RECIFE	R\$ 48.589.798
5	Vitória da Conquista-BA	RECIFE	R\$ 50.535.199
6	Senador Pompeu	RECIFE	R\$ 52.620.386
7	Teresina-PI	RECIFE	R\$ 54.355.754
8	Alto do Araguaia-MT	RECIFE	R\$ 68.287.636
9	Vilhena-RO	RECIFE	R\$ 85.366.611
10	Rio do Sul-SC	RECIFE	R\$ 111.688.203

Fonte: elaboração própria.

H1-AC  
Design

# 5.

## Comentários finais

---



---

## 5. Comentários finais

Este trabalho se constitui como o primeiro grande esforço em identificar e estimar os efeitos proporcionados pela interdependência nos leilões de manutenção de rodovias sob a estrutura de um modelo combinatório.

Até onde se tem conhecimento, montou-se o banco de dados mais completo acerca das licitações de tais contratos, permitindo a observação de cerca de 79 mil lances realizados entre 2013 e 2019. Esse volume de dados foi utilizado para conduzir estimativas acerca da valoração dos competidores por contratos de manutenção de rodovias. Identificou-se a existência de efeitos de interdependência sobre a valoração, de forma que as empresas tendem a realizar lances mais fortes dependendo de características geográficas da localização da sua sede e a localização das obras. Em menor medida, foi possível identificar indícios da existência de restrição de capacidade afetando as empresas.

Considerando tais efeitos foi possível estimar a valoração de empresas concorrentes por diferentes pacotes de contratos, seguindo um arcabouço de leilão combinatório. Comparando-se tais resultados com as valorações das

empresas num modelo de leilão sequencial, percebe-se a existência de ganhos que podem ser obtidos a partir da implementação de leilão combinatório.

Tendo em vista a complexidade e o custo de transação envolvido na participação em leilões combinatório, sugere-se seguir modelos de leilão *clock*-combinatório já recomendados para outros tipos de contratos no Brasil. Um modelo com fase de descoberta pode proporcionar ganhos de informação e, assim, reduzir os custos de participação. Adicionalmente, os leilões de manutenção de rodovia já possuem componente *clock*, o que pode reduzir o custo de entrada dos participantes.

Este trabalho se constitui como um importante passo para a implementação de leilões combinatórios no Brasil. É importante ressaltar, no entanto, que sejam realizados testes sob outras propostas de leilão combinatório.



## REFERÊNCIAS

CORREIA, M. B. C. *Porque as reformas permanecem? A trajetória gradualista de mudanças no setor de infraestrutura rodoviária no Brasil entre 1985-2010*. Doutorado - Escola de Administração de Empresas de São Paulo, São Paulo, 2011.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). *Edital nº 0061/2021-23/2021/DNIT*. [http://www1.dnit.gov.br/anexo/Edital/Edital\\_edital0061\\_21-23\\_0.pdf](http://www1.dnit.gov.br/anexo/Edital/Edital_edital0061_21-23_0.pdf)

OLIVEIRA, A.F. *Teoria dos Jogos Algorítmica e Otimização Combinatória*. IME – Universidade de São Paulo. São Paulo. 2009.

PARKES, D. C. Iterative Combinatorial Auctions. In: *Combinatorial Auctions*, MIT Press. Cambridge, MA, 2006.

REGO, E. E. *Proposta de aperfeiçoamento da metodologia dos leilões de comercialização de energia elétrica no ambiente regulado: aspectos conceituais, metodologias e suas aplicações*. Tese (doutorado). Programa e Pós-Graduação em Energia EP-FEA-IEE-IF - Universidade de São Paulo, 2012.

REZENDE, I. Econometrics of Auctions by Least Squares. *J. Appl. Econ.* 23: p. 925–948, 2008.

RIBEIRO, G. M. P. *Leilões Combinatórios*. Dissertação (mestrado). Instituto Politécnico de Lisboa – Instituto Superior de Contabilidade e Administração de Lisboa, 2014.

SERMAN, C. *Análise dos Aspectos Críticos em Processo de Concessão de Rodovias*. Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

SILVA, E.B. *Leilão combinatório: estudo de abordagens computáveis para o setor elétrico brasileiro*. Tese (doutorado). Faculdade de Engenharia Mecânica - Universidade Estadual de Campinas, 2015.

SILVA, A. J. D. *Leilões de certificado de energia elétrica: máximo excedente versus máxima quantidade negociada*. Dissertação (mestrado). Faculdade de Engenharia Mecânica - Universidade Estadual de Campinas, 2003.

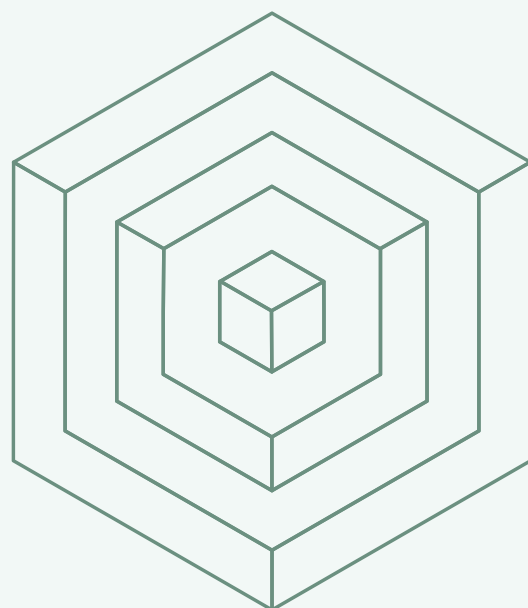
SOARES, R. P.; NETO, C. A. S. C. Das concessões rodoviárias às parcerias público-privadas: preocupação com o valor do pedágio. Brasília: Ipea. *Texto para discussão n. 1.186*, 2006.

SUDIP GUPTA, *Strategic overbidding in dynamic auctions: structural estimation of value of synergy, production and operations management*, 10.1111/poms.13282, v.30, n.2, p. 584-605, 2020.

ENAP

# Cadernos

Caderno nº 118



**Coleção:** *Regulação*

