



Universidade de Brasília – UnB

Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de Políticas  
Públicas – FACE

Departamento de Economia – ECO

Programa de Pós-Graduação em Economia – PPGE

Mestrado Profissional em Gestão Econômica de Finanças Públicas

## **A REGRESSÃO QUANTÍLICA E A ECONOMIA NOS PREGÕES ELETRÔNICOS**

**Dijalma José da Silva**

Brasília

2022

Professora Doutora Márcia Abrahão Moura  
**Reitora da Universidade de Brasília**

Professor Doutor Enrique Huelva Unternbäumen  
**Vice-Reitor da Universidade de Brasília**

Professor Doutor Lúcio Remuzat Rennó Júnior  
**Decano de Pesquisa e Pós-Graduação**

Professor Doutor José Márcio Carvalho  
**Diretor da Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de  
Políticas Públicas**

Professor Doutor Roberto de Goes Ellery Júnior  
**Chefe do Departamento de Economia**

Professora Doutora Marina Delmondes de Carvalho Rossi  
**Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Economia**

DIJALMA JOSÉ DA SILVA

## **A REGRESSÃO QUANTÍLICA E A ECONOMIA NOS PREGÕES ELETRÔNICOS**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Gestão Econômica de Finanças Públicas do Programa de Pós-Graduação em Economia do Departamento de Economia da Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de Políticas Públicas da Universidade de Brasília.

**Orientadora:** Profa. Dra. Milene Takasago.

**Coorientador:** Prof. Dr. João Maria de Oliveira.

Brasília

2022

Universidade de Brasília – UnB  
Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de Políticas  
Públicas – FACE

Departamento de Ciências Econômicas – ECO  
Programa de Pós-Graduação em Economia – PPGE

DIJALMA JOSÉ DA SILVA

## **A REGRESSÃO QUANTÍLICA E A ECONOMIA NOS PREGÕES ELETRÔNICOS**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Gestão Econômica de Finanças Públicas do Programa de Pós-Graduação em Economia do Departamento de Economia da Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de Políticas Públicas da Universidade de Brasília.

Orientadora: Profa. Dra. Milene Takasago.

Banca Examinadora:

---

Profa. Dra. Milene Takasago – Presidente  
PPGE/ECO/FACE/UnB

---

Prof. Dr. Roberto de Goes Ellery Junior – Membro Interno  
PPGE/ECO/FACE/UnB

---

Prof. Dr. Cláudio Hamilton Matos dos Santos – Membro Externo  
ME/IPEA

---

Prof. Dr. Vander Mendes Lucas – Membro Suplente  
PPGE/ECO/FACE/UnB

Brasília, 30 de agosto de 2022.

À Deus, à Cristiane, ao Miguel, à Sofia e  
ao Henrique.

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, por me capacitar no desenvolvimento do presente estudo.

À minha esposa, Cristiane, e aos meus filhos, Miguel, Sofia e Henrique, pelo tempo dividido entre a família e a presente Dissertação.

À minha mãe, Maria José, que sempre acreditou que a educação é a maior herança e que não pode ser tirada por ninguém.

Ao meu irmão, Fábio – amigo de todas as horas.

À Diretoria de Contratos e aos meus colegas da Coordenação de Contratos de Serviços Sob Demanda, que me apoiaram incondicionalmente na conclusão das linhas que se seguem.

Aos meus professores orientadores, Dra. Milene Takasago e Dr. João Maria de Oliveira, que amenizaram o caminho a ser trilhado no desenvolvimento da presente pesquisa.

A Fundação Educacional Caio Martins (FUCAM), cujo papel foi de enorme importância em minha formação como cidadão.

À Universidade de Brasília (UnB), por propiciar a oportunidade de realizar o curso de Mestrado, demonstrando que a tríade ensino-pesquisa-extensão pode alcançar toda a comunidade universitária, inclusive, os servidores.

“O economista mestre tem de possuir uma rara combinação de dons. Ele tem de ser matemático, historiador, estadista, filósofo - em algum grau. Ele tem de compreender símbolos e falar em palavras. Tem de contemplar o particular em termos do geral, e tocar abstrato e concreto no mesmo voo do pensamento. Tem de estudar o presente à luz do passado com o objetivo do futuro. Nenhuma parte da natureza humana ou das suas instituições deve cair completamente fora do seu olhar. Tem de ser voluntarioso e desinteressado numa disposição simultânea; tão indiferente e incorruptível quanto um artista, mas por vezes tão terra a terra quanto um político”.

**John Maynard Keynes**

## RESUMO

Ao passo que os repasses de recursos públicos às Universidades para fazer face às suas despesas são cada vez menores, comprar bens/serviços de forma eficiente se tornou fundamental. Dessa forma, o presente estudo buscou identificar as variáveis responsáveis pelas melhores economias quando da aquisição de bens e serviços pela Universidade de Brasília. Para tanto, primou-se pelo foco econômico, pois perpassa pela Teoria dos Leilões e pela Teoria das Forças de Mercado da Oferta e da Demanda. Nesse ínterim, a Teoria dos Leilões traz conceitos teóricos importantes que devem ser entendidos quando um bem/serviço está sendo transacionado. Aliado a isso, entender o mercado que o bem/serviço está inserido é fundamental para que a referida Universidade possa atuar em suas aquisições. O modelo utilizado para chegar as variáveis foi o econométrico, fazendo uso da modelagem da regressão quantílica. Como resultado obteve-se que nem todas as variáveis têm efeitos econômicos na aquisição dos bens/serviços a serem adquiridos, e que se o bem estiver inserido em um mercado caracterizado como oligopólio ou monopólio, as variáveis analisadas não surtem os devidos efeitos. Contudo, quando o bem/serviço está inserido em um mercado caracterizado como perfeito, três variáveis se destacam em proporcionar maior economia, quais sejam: quantidade, número de participantes e quantidade de lances – que mais geram economia quando da aquisição de um bem, e melhores preditoras à construção de um modelo de regressão a ser utilizado pela Universidade de Brasília para estimar essa economia. Os resultados são de que se a Universidade em tela agregar maior demanda de bens/serviços em uma licitação, além de estimular a participação de mais licitantes e estimular maior quantidade de lances em um mercado de maior concorrência, ela terá ganhos de escala em suas compras.

**Palavras-chave:** Teoria dos Leilões. Licitação. Pregão eletrônico. Regressão quantílica.



## ABSTRACT

While transfers of public resources to Universities to meet their expenses are increasingly smaller, buying goods/services efficiently has become fundamental. Thus, the present study sought to identify the variables responsible for the best savings when purchasing goods and services at the University of Brasília. To this end, the economic focus was prioritized, as it passes through the Theory of Auctions and the Theory of Market Forces of Supply and Demand. In the meantime, Auction Theory brings important theoretical concepts that must be understood when a good/service is being transacted. Allied to this, understanding the market in which the good/service is inserted is essential for the aforementioned University to be able to act in its acquisitions. The model used to arrive at the variables was the econometric one, using quantile regression modeling. As a result, it was found that not all variables have economic effects on the acquisition of goods/services to be acquired, and that if the good is inserted in a market characterized as oligopoly or monopoly, the variables analyzed do not have the proper effects. However, when the good/service is inserted in a market characterized as perfect, three variables stand out in providing greater savings, namely: quantity, number of participants and number of bids – which generate the most savings when purchasing a good, and best predictors for the construction of a regression model to be used by the University of Brasília to estimate this economy. The results are that if the University in question aggregates greater demand for goods/services in a bidding process, in addition to encouraging the participation of more bidders and stimulating a greater number of bids in a more competitive market, it will have gains of scale in its purchases.

**Keywords:** Auction Theory. Bidding. Electronic bidding. Quantile regression.

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 4.1 –	Álcool etílico.....	47
Gráfico 4.2 –	Ração animal.....	53
Gráfico 4.3 –	Ar condicionado.....	59
Gráfico 4.4 –	Gás comprimido oxigênio medicinal.....	65

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 –	Valoração privada no leilão ascendente.....	24
Tabela 2.2 –	Valoração privada do leilão de lance fechado de segundo preço.....	25
Tabela 3.1 –	Quantidade de processos de compras – período 2021-2022.....	39
Tabela 4.1 –	Estatística descritiva – Álcool Etílico.....	48
Tabela 4.2 –	Modelo 1A da Regressão Quantílica – Álcool Etílico.....	49
Tabela 4.3 –	Modelo 1B da Regressão Quantílica – Álcool Etílico.....	50
Tabela 4.4 –	Estatística descritiva – Ração Animal.....	54
Tabela 4.5 –	Modelo 2A da Regressão Quantílica – Ração Animal.....	55
Tabela 4.6 –	Modelo 2B da Regressão Quantílica – Ração Animal.....	56
Tabela 4.7 –	Estatística descritiva – Ar Condicionado.....	60
Tabela 4.8 –	Modelo 3A da Regressão Quantílica – Ar Condicionado.....	61
Tabela 4.9 –	Modelo 3B da Regressão Quantílica – Ar Condicionado.....	62
Tabela 4.10 –	Estatística descritiva – Gás Comprimido Oxigênio Medicinal.....	66
Tabela 4.11 –	Modelo 4A da Regressão Quantílica – Gás Comprimido Oxigênio Medicinal.....	67
Tabela 4.12 –	Modelo 4B da Regressão Quantílica – Gás Comprimido Oxigênio Medicinal.....	68

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 3.1 – Regressão Quantílica.....	43
Equação 3.2 – Regressão Quantílica para economia do item.....	44
Equação 3.3 – Critério de Informação de Akaike.....	44
Equação 4.1 – Regressão Quantílica – Álcool Etílico.....	51
Equação 4.2 – Regressão Quantílica – Ração Animal.....	57
Equação 4.3 – Regressão Quantílica – Ar Condicionado.....	63

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

B2B	- <i>Business to Business</i>
B2C	- <i>Business to Consumer</i>
CATMAT	- Catálogo de Materiais
CIA	- Critério de Informação de Akaike
Dr.	- Doutor
Dra.	- Doutora
ECO	- Departamento de Economia
FACE	- Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de Políticas Públicas
FIOCRUZ	- Fundação Oswaldo Cruz
FUCAM	- Fundação Educacional Caio Martins
IFES	- Instituição de Federal de Ensino Superior
MQO	- Mínimos Quadrados Ordinários
MS	- Ministério da Saúde
PPGE	- Programa de Pós-Graduação em Economia
Prof.	- Professor
Profa.	- Professora
RQ	- Regressão Quantílica
SES	- Secretaria de Estado de Saúde
SIASG	- Sistema Integrado de Administração de Serviços Gerais
SRP	- Sistema de Registro de Preços
UTI	- Unidade de Terapia Intensiva
UnB	- Universidade de Brasília

## LISTA DE SÍMBOLOS

- $Q_{\tau}(Y|X)$  - Valor Estimado de  $Y$  dado  $X$  em um quantil específico
- $x_1$  - Variável  $x_1$
- $\beta(\tau)$  - Intercepto estimado da função em um quantil específico
- $\beta(\tau)x_1$  - Coeficiente estimado da variável  $x_1$  em um quantil específico
- $\tau$  - Representa o quantil que está sendo analisado

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>16</b>
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E QUESTIONAMENTOS DE PESQUISA .....	16
1.2 PROBLEMA DE PESQUISA E HIPÓTESE .....	17
1.3 OBJETIVOS .....	17
1.3.1 Objetivo geral .....	17
1.3.2 Objetivos específicos .....	18
1.4 JUSTIFICATIVA .....	18
1.5 ESTRUTURA DA PESQUISA .....	18
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>20</b>
2.1 INTRODUÇÃO .....	20
2.2 A TEORIA DOS LEILÕES .....	21
2.2.1 Tipos de leilões .....	23
2.2.2 Tática dos licitantes .....	24
2.2.3 Os participantes são neutros ao risco .....	27
2.2.4 Os licitantes são simétricos .....	28
2.2.5 Valor privado, valor comum e “maldição do vencedor” .....	28
2.2.6 Número de licitantes .....	30
2.3 AS FORÇAS DE MERCADO DA OFERTA E DA DEMANDA NOS LEILÕES ...	32
2.4 O USO DAS REGRESSÕES NOS PREGÕES .....	33
<b>3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO E COLETA DE DADOS</b> .....	<b>37</b>
3.1 INTRODUÇÃO .....	37
3.2 ESTRATÉGIA DE COLETA DE DADOS .....	39
3.3 ANÁLISE E TRATAMENTO DOS DADOS .....	40
3.4 MODELO ECONOMETRICO .....	40
3.4.1 Introdução .....	40
3.4.2 Regressão Quantílica .....	41
<b>4 RESULTADO E ANÁLISES DOS DADOS DA PESQUISA</b> .....	<b>46</b>
4.1 RESULTADO E DISCUSSÃO DA REGRESSÃO QUANTÍLICA – ALCOOL ETÍLICO .....	46

4.2 RESULTADO E DISCUSSÃO DA REGRESSÃO QUANTÍLICA – RAÇÃO ANIMAL .....	52
4.3 RESULTADO E DISCUSSÃO DA REGRESSÃO QUANTÍLICA – AR CONDICIONADO .....	58
4.4 RESULTADO E DISCUSSÃO DA REGRESSÃO QUANTÍLICA – GÁS COMPRIMIDO OXIGÊNIO MEDICINAL .....	64
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>70</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>73</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>77</b>
<b>APÊNDICE A – Regressão Quantílica – Álcool Etílico .....</b>	<b>78</b>
<b>APÊNDICE B – Regressão Quantílica – Ração Animal .....</b>	<b>81</b>
<b>APÊNDICE C – Regressão Quantílica – Ar Condicionado .....</b>	<b>84</b>
<b>APÊNDICE D – Regressão Quantílica – Gás Comprimido Oxigênio Medicinal .....</b>	<b>86</b>



## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E QUESTIONAMENTOS DE PESQUISA

O Brasil vem passando por momentos difíceis, sobretudo, quando avaliado do ponto de vista econômico. Ano após ano, recursos para custeio e investimento na administração pública são cada vez menores em face às obrigações constitucionais, em especial, à educação.

Em relação aos repasses às Instituições de Federais de Ensino Superior (IFESs), tal realidade não se mostra diferente, uma vez que há algum tempo tem-se alguma redução nos recursos para custeio e investimento nas universidades.

Diante desse cenário e, entre outras medidas, as linhas que se seguem propuseram modelos econométricos para que a Universidade de Brasília (UnB) (BRASIL, 1961) programe melhor suas compras públicas, de forma racional e eficiente, dados os recursos escassos de trabalho e capital, realizando menos licitações, aumentando a quantidade licitada por pregão e, conseqüentemente, obtendo ganhos de escala e economia nos custos de transação.

As modalidades de licitações, em sua acepção geral, são formas de leilões, mas uma espécie de leilão reverso. A partir do momento que o Estado faz uso do leilão para a busca do melhor preço, conseqüentemente, tal ação se dá em um mercado competitivo com as melhores propostas. Nesse viés, do ponto de vista da Administração, a melhor proposta é aquela que oferece o melhor preço e, por vezes, aliada à melhor técnica; e, do ponto de vista econômico, a melhor proposta é aquela onde a administração maximizará seu lucro – dito de outro modo, a proposta de menor lance, onde a administração pagará o menor valor possível.

Os setores de compras públicas podem lançar mão de dados estatísticos ou econométricos para modelar o valor estimado de uma licitação ou até a economia realizada pela administração pública. Ao simular uma licitação, por exemplo, com variáveis que explicam ou proporcionam a variabilidade da economia gerada em um item de compra, a administração poderá melhor estimar as variáveis que proporcionam o lucro máximo – no caso da administração pública, a melhor economia. Logo, as compras públicas, por ser um tema transversal, permeiam por diferentes áreas das Ciências Sociais e podem ser explicadas pelas teorias econômica e administrativa dada a sua convergência.

Diante do exposto, vale questionar: quais seriam as variáveis em um leilão que faz com que, em maior ou menor amplitude, as melhores propostas possam ser aceitas pela administração? Em que medida tais variáveis interferem no valor final do bem a ser licitado pela administração pública? As linhas que se seguem buscaram responder tais questionamentos, ao passo que a identificação de tais variáveis pode acarretar em um direcionamento assertivo pela UnB no tratamento enquanto estrutura universitária.

## 1.2 PROBLEMA DE PESQUISA E HIPÓTESE

O problema de pesquisa da presente se limitou a responder o seguinte questionamento: quais são as variáveis, em um modelo econométrico, que maximizam a economia à UnB quando das compras públicas?

Na referida Universidade é possível identificar procedimentos licitatórios de itens com grandes economias à administração pública, bem como procedimentos licitatórios que não apresentam nenhuma economia. Tais divergências motivam o norte do presente estudo: demonstrar que os procedimentos licitatórios no ambiente universitário em questão podem ser analisados em um modelo econométrico.

Assim, entender o que proporciona a diferença de economia entre os itens é de suma importância, uma vez que ajudará a UnB nas aquisições de bens e serviços de forma mais eficiente no que tange à alocação de recurso. Nesse sentido, a hipótese a ser levantada é que existem variáveis que impactam/auxiliam, em maior ou menor proporção, no melhor/menor lance, que podem justificar a diferença desses preços em cada item do pregão.

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo geral

Identificar quais são as variáveis que impactam no melhor/menor lance via análise de modelo econométrico e em que medida se dá o impacto dos itens a serem licitados pela UnB. Nesse viés, a escolha dos itens de análise se deu naqueles que permeassem a tríade pesquisa-ensino-extensão da Universidade, bem como itens de atividades administrativas concernentes. Logo, buscou-se no portal Painel de Preços

(BRASIL, 2022b) os itens mais licitados em âmbito nacional que convergem com os itens licitados pela UnB. Tal proposição fundamenta uma base robusta de dados nas linhas que se seguem, a fim de empreender alguma regressão com quantidade suficiente de dados.

### 1.3.2 Objetivos específicos

- Analisar as variáveis quantitativas;
- Analisar as variáveis qualitativas;
- Medir o impacto das variáveis quantitativas;
- Medir o impacto das variáveis qualitativas; e
- Estimar o valor de economia de alguns itens de compras analisados via modelo econométrico.

### 1.4 JUSTIFICATIVA

O presente estudo teve por justificativa auxiliar a UnB na realização das licitações públicas.

Faz-se importante salientar que tal Universidade, como instituição pública de ensino, pesquisa e extensão, licita desde caneta (para atender atividade-meio ou atividade-fim) à ração animal (para atender atividade-fim). Essa ampla categoria de compras – atípica em outras instituições públicas – acarreta na necessidade de que as compras sejam as mais assertivas possíveis. Assim, a UnB deve fazer mais com menos (eficiência), buscando atender alguns princípios fundamentais que devem ser alcançados pelo Estado (economia e eficiência). Logo, a Universidade deve sempre buscar escalar suas economias – o que traz benefícios a longo prazo, ao passo que os recursos públicos às IFESs têm sido cada vez menores.

### 1.5 ESTRUTURA DA PESQUISA

A presente pesquisa foi estruturada em cinco capítulos, conforme se segue:

- 1) Introdução;

- 2) Referencial teórico, com a abordagem dos seguintes temas: “Teoria dos Leilões”; “as forças de mercado da oferta e da demanda nos leilões”; e, “o uso das regressões nos pregões eletrônicos”;
- 3) Procedimento metodológico e coleta de dados, com o intuito de analisar os resultados da pesquisa;
- 4) Resultados e análise dos dados da pesquisa; e
- 5) Considerações finais.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 INTRODUÇÃO

Tendo em vista que a ciência econômica é transversal, que permeia outras ciências, o referencial teórico que se segue tratou de três temas distintos, mas interdependentes entre si, a saber: 1) A Teoria dos Leilões; 2) As forças de mercado da oferta e da demanda nos leilões; e, 3) As regressões utilizadas em trabalhos anteriores que analisaram os pregões eletrônicos (leilão reverso).

Segundo Menezes, Silva e Linhares (2007), a Teoria dos Leilões oferta um modelo explícito de formação de preços, que tem como característica não obrigar o vendedor na função de estabelecer o preço do bem, deixando que este seja determinado pelo mercado. E ainda, aqueles autores afirmam que os governos têm interesse nos leilões reversos, tendo em vista que estes são utilizados nas compras públicas. Ao estabelecer o preço máximo que deseja pagar pelo bem ou serviço, aguardam lances decrescentes dos participantes interessados no fornecimento.

No tangente às forças de mercado da oferta e demanda, independentemente do item a ser analisado, estas ditam o preço. Portanto, na presente pesquisa cabe analisar por qual motivo determinados itens apresentam maiores economias, menores ou nenhuma economia quando da aquisição pela Universidade de Brasília (UnB). Assim, fez-se por bem analisar quais variáveis e fatores de mercado influenciam as diferenças de economia entre os itens.

Por último, mas não menos importante, verificaram-se estudos anteriores que fizeram uso da regressão para a confirmação de variáveis que influenciam na composição dos preços a serem licitados. A regressão utilizada em grande parte dos estudos sobre as compras públicas verificados se deu via Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). Contudo, buscou-se aqui fazer uso da Regressão Quantílica (RQ), que faz uso da minimização dos erros absolutos ponderados (SANTOS, 2012), dado que este tipo de regressão é mais robusto quando da presença de *outliers* – muito comum nos pregões.

## 2.2 A TEORIA DOS LEILÕES

Buscar estabelecer o comportamento dos licitantes em relação aos valores de seus lances em um determinado pregão se torna complexo quando cada licitante estima, de modo privado, o valor de seu lance para a aquisição do bem. Além disso, outra variável complexa é a aversão ao risco ou risco neutro de cada participante em um leilão (KLEMPERER, 1999; WILSON, 1977).

Apesar de ser difícil entender o comportamento de quem compra ou de quem vende, a Teoria dos Leilões apresenta explicações interessantes de como se comportam os leilões, podendo ser aplicadas, em tese, às compras públicas. Além disso, infere-se da Teoria dos Leilões que os lances ofertados podem ser compostos tanto por valor privado como por valor comum. Assim, um lance ofertado pode inferir e captar todo o comportamento de um licitante (BARTOLINI; COTTARELLI, 1994).

O leilão é um mecanismo de venda onde um agente (leiloeiro) recebe ofertas (lances) de vários indivíduos (participantes) que determinarão quem receberá o objeto e qual será o preço final (MENEZES, 1995). E ainda, pode ser definido como um modal de bens regido pela Lei da Oferta e Procura, onde o preço é obtido pelo maior lance ofertado pelos interessados arrematantes. O caso mais simplista de leilão é quando alguém quer vender um bem e há diferentes compradores em potencial (FERRICHE, 2009).

A Teoria dos Leilões é importante por razões práticas, empíricas e teóricas. Primeiro, grande volume de transações econômicas se dá via leilões. Os governos fazem uso de leilões para vender títulos do tesouro, câmbio, direitos minerais (campos de petróleo e outros ativos), empresas a serem privatizadas etc. (KLEMPERER, 1999). Casas, carros, produtos agrícolas e pecuários, arte e antiguidades também são itens comumente vendidos em leilões (KLEMPERER, 1999; BARTOLINI; COTTARELLI, 1994).

Desde a segunda metade da década de 1990, as variações de leilão são empregadas com grande sucesso em vendas eletrônicas *Business to Business* (B2B)<sup>1</sup> e *Business to Consumer* (B2C)<sup>2</sup>. Tal sucesso fez com que os Estados se

---

<sup>1</sup> “[...] processo que envolve duas ou mais empresas, sendo elas no formato de pessoa jurídica, que se relacionam através do comércio eletrônico (NOVAES, 2015; CLAYCOMB; IYER; GERMAIN, 2005 *apud* SANTOS, 2016, p. 15).

<sup>2</sup> “[...] envolve transações de varejo entre empresas e compradores individuais” (TURBAN; KING, 2004 *apud* OLIVEIRA, 2009, p. 17).

modernizassem em seus processos de aquisição de bens e serviços, fazendo uso dos leilões reversos. Assim, no Brasil, por exemplo, os leilões reversos têm sido utilizados nas licitações de bens e serviços via modalidade pregão eletrônico no Portal Comprasnet (BRASIL, 2022a), tendo alcançado resultados positivos no que tange aos aspectos de agilidade, transparência e redução de custos (MENEZES; SILVA; LINHARES, 2007).

Segundo Klemperer (1999), a Teoria dos Leilões tem sido a base de muitos trabalhos teóricos para desenvolver a compreensão de outros métodos de formação de preço, como observado, por exemplo, em grande parte das lojas de varejo e em negociações onde tanto o comprador quanto o vendedor estão ativamente envolvidos na determinação do preço.

Cabe esclarecer que a Teoria em questão foi estabelecida em uma concepção onde as regras do jogo são dadas, ao passo que os jogadores (licitantes) devem escolher a melhor estratégia para a aquisição do prêmio ou para “ganhar o jogo”. Tal proposição foi estabelecida com base na Teoria dos Jogos elaborada por Vickrey (1961), em um dos primeiros estudos empreendidos sobre a Teoria dos Leilões do ponto de vista econômico. Aquele autor teceu comentários sobre quatro tipos de leilões; e, a importância dos referidos tipos de leilões é que estes formam a base da Teoria dos Leilões, entre os quais, o leilão ascendente, comumente utilizado pela UnB em suas aquisições – contudo, um leilão reverso, pois quem ganha é o licitante que oferecer o bem/serviço pelo menor preço. Desse modo, as compras públicas via licitações são analisadas sob a ótica da Teoria dos Leilões, tendo como comprador o Governo e, como vendedores, os participantes; o Governo informa o preço máximo que admite pagar por um determinado bem/serviço, para, em seguida, receber lances decrescentes de fornecedores interessados, implementando, assim, um mecanismo de leilão reverso com base no atributo preço, possibilitando a disputa por contratos, mediante a submissão de lances decrescentes, por fornecedores, fazendo uso do Portal Comprasnet (BRASIL, 2022a; MENEZES; SILVA; LINHARES, 2007).

A nível governamental, em face ao leilão reverso, atualmente faz-se uso da ferramenta pregão eletrônico – utilizado na metodologia do presente estudo –, comumente utilizado pelo Governo em suas compras, bem como pelas IFESs, que se assemelha ao leilão ascendente, mas de modo reverso, pois, as variações dos quatro principais tipos de leilões surgiram ao longo do tempo.

### 2.2.1 Tipos de leilões

Antes de adentrar nos tipos de leilões propostos por Vickrey (1961), posteriormente analisados mais profundamente por Klemperer (1999), Wilson (1977) e Riley e Samuelson (1981), faz-se necessário observar que o modelo básico foi construído nas seguintes hipóteses:

- 1) Os licitantes são neutros ao risco;
- 2) Os licitantes são simétricos (homogêneos); e
- 3) Os licitantes têm informações independentes que licitam de forma independente por um único objeto.

Posto isso, quatro tipos de leilões são analisados, segundo a ótica da Teoria dos Leilões, quais sejam:

- 1) Leilão de lance ascendente (também chamado de leilão inglês, aberto ou oral): o preço é sucessivamente elevado até restar apenas um licitante, que ganha o objeto pelo preço final. Pode ser realizado fazendo com que o vendedor anuncie os preços publicamente, ou fazendo com que os próprios licitantes apresentem os preços, ou enviando lances eletronicamente com o melhor lance atual publicado. No modelo mais comumente utilizado pela Teoria dos Leilões (por vezes, chamado de leilão japonês), o preço aumenta continuamente, enquanto os licitantes abandonam gradualmente o leilão. Os licitantes observam quando seus concorrentes desistem, até que não retornem ao leilão (PELLEGRINI, 2018; FERRICHE, 2009).
- 2) Leilão de lance descendente (também conhecido como leilão holandês por economistas, pois é utilizado na venda de flores na Holanda): o funcionamento é de modo oposto ao leilão ascendente, ou seja, o leiloeiro começa com um preço muito alto e depois baixa o preço continuamente. O primeiro licitante que disser que aceitará o preço atual ganha o objeto a esse preço.
- 3) Leilão de lance fechado de primeiro preço: cada licitante envia um único lance independente, sem ver os lances dos outros, e o objeto é vendido ao licitante que fizer o lance mais alto. O vencedor paga seu lance, ou seja, o preço é o lance mais alto ou “primeiro” (FERREIRA, 2019).
- 4) Leilão de lance fechado de segundo preço (também denominado leilão de Vickrey): o licitante envia um único lance, sem ver os lances dos outros, e o



objeto é vendido ao licitante que fizer o lance mais alto. No entanto, o preço que o licitante de preço mais alto paga é o preço do segundo maior lance ou “segundo preço” (KLEMPERER, 1999).

Em suma, os tipos de leilões, por serem diferentes, fazem com que os licitantes utilizem de estratégias para obterem os melhores resultados possíveis. Assim, faz-se importante tratar da tática dos licitantes, pois fazer uso da mesma estratégia em leilões distintos nem sempre traz os mesmos resultados.

### 2.2.2 Tática dos licitantes

Vickrey (1961) constatou em seus estudos que independentemente do tipo de leilão, as suas receitas eram equivalentes. Surge então o “Teorema de Equivalência de Receitas” (FERRICHE, 2009) (MENEZES, 1995). Aqui vale questionar: dados os quatro tipos de licitação outrora evidenciados, como deve se comportar o licitante, com o intuito de maximizar o seu lucro nesse jogo, com base na Teoria dos Leilões? Suponha-se a seguinte situação hipotética:

Tabela 2.1 – Valoração privada no leilão ascendente.

Licitantes	A	B	C	D
Valor Privado	10	20	30	40

Fonte: Adaptado de Ferriche (2009).

Cada licitante tem consigo um valor privado, sendo que a estratégia dominante é permanecer na licitação até que o preço atinja esse valor privado. Assim, supondo um leilão ascendente, com lances com intervalo de R\$ 5,00 (cinco reais) sendo o lance inicial de R\$ 5,00 (cinco reais), todos os licitantes ainda estão no jogo. Quando da segunda rodada de lances, o valor de lance privado do licitante "A" é atingido, e esse se retira do jogo, pois para ele não faz mais sentido pagar um valor superior do que o seu valor privado. Por conseguinte, lances sucessivos se repetem até que o valor do leilão chegue a R\$ 30,00 (trinta reais). Neste preço licitado, os licitantes "B" e "C" também deixam o jogo, tendo o valor da licitação ultrapassado o valor privado do licitante "B" e igualado ao valor privado do licitante "C". Nessa situação, o único que ainda permanece no jogo é o licitante "D", pois, o valor da licitação de R\$ 30,00 (trinta

reais) está abaixo do seu valor privado. Dessa forma, a aquisição do prêmio se dá pelos R\$ 30,00 (trinta reais) – o que demonstra que quando o valor privado da penúltima pessoa for atingido, ela desistirá, e aquele com o valor mais alto ganhará com o preço igual ao valor do segundo maior lance. É por isso que os leilões ascendentes são denominados de leilões abertos de segundo preço (FERRICHE, 2009). Cabe esclarecer que o teorema proposto deve atender as hipóteses de valor privado, ou seja, cada licitante conhece apenas o seu valor e desconhece dos demais; e que os licitantes são neutros em relação ao risco. O teorema de equivalência de receita foi dado com base em apenas dois licitantes. Na hipótese relaxada de valor privado, valorações comuns para as avaliações e mais que dois licitantes, jogadores aprendem sobre seus valores quando outros jogadores abandonam um leilão ascendente e condicionam seu comportamento a tais informações (KLEMPERER, 1999).

Suponha-se, então, outra situação hipotética levando em conta tratar-se de um leilão de valores privados de lance fechado de segundo preço. A Teoria afirma que um jogador oferecer seu valor verdadeiro é ótimo, independentemente da ação dos outros jogadores (KLEMPERER, 1999).

Tabela 2.2 – Valoração privada do leilão de lance fechado de segundo preço.

Licitante	B (Lance)	D (Valoração privada)	B (Lance)
Valoração privada/Lance	-	40	30
Valoração privada/Lance	50	40	-

Fonte: Adaptado de Ferriche (2009).

Levando em conta que o valor privado do licitante "D" é de R\$ 40,00 (quarenta reais), tem-se o seguinte questionamento: deve o licitante "D" efetuar um lance menor, igual ou maior do que seu valor privado? A Teoria afirma que a estratégia de equilíbrio dominante para o licitante "D" é efetuar um lance igual à sua valoração.

Diante do exposto, têm-se as seguintes situações:

- 1) Licitante dando um lance menor do que a sua valoração: supondo que o licitante "D" apresente um lance de R\$ 35,00 (trinta e cinco reais), é possível

que o segundo maior lance seja menor que R\$ 35,00 (trinta e cinco reais). Nesse caso, o licitante "D" sagra-se vencedor e paga a mesma quantia – no caso, R\$ 30,00 (trinta reais) do lance do licitante "B", que pagaria se tivesse efetuado um lance de R\$ 40,00 (quarenta reais).

- 2) Licitante dando um lance igual ao da sua valoração: ao imaginar a mesma situação, onde o licitante "D" deu um lance de R\$ 35,00 (trinta e cinco reais), e o licitante "B" deu um lance entre R\$ 36,00 (trinta e seis reais) e R\$ 39,00 (trinta e nove reais). No caso, o licitante "D" perde a licitação para um lance maior do que o seu lance proposto, mas menor do que a sua valoração privada. Assim, este mesmo licitante deixa de ganhar uma licitação onde poderia ter se sagrado vitorioso caso tivesse ofertado sua valoração de R\$ 40,00 (quarenta reais).
- 3) Licitante dando um lance maior do que sua valoração: supondo que o licitante "D" apresente um lance de R\$ 50,00 (cinquenta reais), acima da sua valoração. Algumas situações são possíveis. Se o mesmo licitante ganha a licitação e o segundo maior lance é menor do que R\$ 40,00 (quarenta reais), sua vitória não foi, de qualquer forma, influenciada por ter ofertado mais do que R\$ 40,00 (quarenta reais), pois pagará o preço do leilão fechado de segundo preço. Mas se o licitante "D" perde para um lance maior do que o seu, ofertar acima do seu valor privado não lhe traz benefício algum (apenas aumenta o preço pago pelo primeiro, caso fique em segundo lugar). Contudo, pode acontecer de o licitante "D" ganhar a licitação e a segunda melhor oferta situar-se entre R\$ 40,00 (quarenta reais) e R\$ 45,00 (quarenta e cinco reais). Nesse caso, o licitante "D" acaba pagando um valor maior do que sua valoração, atrapalhando a maximização do seu retorno e minimizando sua receita marginal.

Tal exemplo numérico simples, mas não menos importante, vai ao encontro do estudo de Vickrey (1961), posteriormente tratado no artigo de Klemperer (1999), ao evidenciar que, em um leilão de valores privados de lance fechado de segundo preço, é ótimo para um jogador apresentar seu valor verdadeiro, independentemente do que os outros jogadores façam. Em outras palavras, "dizer a verdade" é uma estratégia de equilíbrio dominante.

Diante do exposto, têm-se algumas conclusões: o resultado do leilão descendente é estrategicamente equivalente ao leilão de lance fechado de primeiro preço, ao passo que as funções das licitações dos jogadores são exatamente iguais.

Situação semelhante ocorre com o leilão ascendente, onde o resultado é estrategicamente equivalente ao leilão de lance fechado de segundo preço. Contudo, a premissa somente é aceita quando a neutralidade ao risco está presente.

### 2.2.3 Os participantes são neutros ao risco

Como visto, o resultado do leilão ascendente é estrategicamente equivalente ao leilão de lance fechado de segundo preço, bem como o leilão descendente é estrategicamente equivalente ao leilão de lance fechado de primeiro preço. Mas tal fato somente se mostra verdadeiro quando se tem a hipótese de que os participantes são neutros ao risco. Sem que essa premissa exista, o teorema de equivalência de receitas entre os tipos de leilões deixa de existir, ou seja, uma ruptura da hipótese da neutralidade ao risco leva à não equivalência de receita entre os leilões.

Para Nunes e Nunes (2017), as incertezas fazem com que os proponentes empreendam lances maiores em leilões onde eles pagam seus próprios lances. Tal afirmativa é confirmada por Klemperer (1999), a declarar como a aversão ao risco afeta o resultado das receitas equivalentes: em um leilão de segundo preço ou ascendente, a aversão ao risco não tem efeito sobre a estratégia ótima do licitante que permanece na licitação até o seu valor real. Mas, em um leilão de primeiro preço, um pequeno aumento no lance de um jogador aumenta ligeiramente sua probabilidade de ganhar ao custo de uma menor margem em sua receita. Assim, a aversão ao risco faz com que os licitantes empreendam lances mais agressivos nos leilões de primeiro preço (FERRICHE, 2009).

Trazendo o modelo à situação fática, sobretudo, em relação às compras governamentais, o pregão é uma espécie de leilão que mais se assemelha ao leilão inglês; contudo, reverso; logo, equivalente ao de lance fechado de segundo preço. Nesse caso, a melhor estratégia para quem é neutro ao risco é assumir um lance próximo de seu valor real, pois “coloca pressão” nos demais licitantes, em especial, ao licitante detentor da segunda maior proposta – o que pode fazer com o licitante desista da licitação, pois, a princípio, pode ter atingido o seu valor privado. Em consequência, a margem de lucro da primeira proposta mais alta é reduzida, podendo até ser superior ao seu valor privado, dando origem ao que se denomina, na Teoria dos Leilões, de “maldição do vencedor”.

#### 2.2.4 Os licitantes são simétricos

A simetria das informações garante que os indivíduos que disputam um bem em um determinado mercado têm pleno conhecimento do valor do bem, ou seja, as informações são uniformes e, a princípio, ninguém detém mais ou menos informação que seu concorrente. Nesse viés, o modelo de Vickrey (1961) garante que cada par de participantes tem a mesma crença sobre como o valor de um terceiro é distribuído, ou seja, os valores de quaisquer pares formados pelos demais participantes são identicamente distribuídos (MENEZES, 1995). Contudo, a chave fundamental dos leilões é a presença de assimetria de informação (KLEMPERER, 1999). Assim, quando a premissa de simetria é deixada de lado, não é possível afirmar em um leilão de primeiro preço se o bem será vendido pelo maior lance realizado, como afirmado por Vickrey (1961), pois, a existência de assimetria em um leilão pode fazer com que um participante vença um leilão com um lance muito inferior ao seu valor de oportunidade se os demais licitantes subestimarem o bem (FERRICHE, 2009).

A assimetria, segundo Nunes e Nunes (2017), nos casos dos leilões, se dá quando um dos proponentes tem maior quantidade ou melhor qualidade de informações que seus concorrentes, ou seja, tem informação privilegiada. O principal problema da assimetria é que os custos de coletar e obter todas as informações é elevado, além do que um dos licitantes pode conter informações privilegiadas sobre o bem a ser negociado. Tal problema não se dá apenas nos leilões, mas também em atividades econômicas (mercado financeiro, por exemplo). Tal assimetria pode fazer com que haja uma pequena vantagem por parte de quem detém a informação, maximizando o valor do leilão, bem como a elevação do custo de participação, fazendo com que apenas o licitante que detém a informação participe do leilão. A assimetria de informação ainda causa outros problemas relacionados ao valor privado, ao valor comum e à maldição do vencedor.

#### 2.2.5 Valor privado, valor comum e “maldição do vencedor”

Nos conceitos de modelo de valor privado e modelo de valor comum, segundo Vickrey (1961), tem-se um dos problemas que causa assimetria de informação (KLEMPERER, 1999).

No modelo de valor privado, cada licitante sabe quanto valoriza o objeto à venda; mas, seu valor é uma informação privada para si mesmo. O seu valor não é

afetado pelo conhecimento das preferências ou informações de qualquer outro licitante (KLEMPERER, 1999). Os valores de bem privado se aplicam muito bem em leilões de consumo privado (obras de arte, por exemplo, para não revenda), uma vez que a avaliação privada atribuída por cada licitante à obra é única. Contudo, quando se trata de compras públicas, onde se tem a necessidade de uma convergência de preço, tem-se a situação do valor de modelo comum. O exemplo mais prático é a compra de letras do Tesouro ou ações para revenda potencial futura. Como todos os licitantes têm o mesmo preço para o item, o conhecimento do item é imperfeito por parte dos licitantes, fazendo com que a avaliação comum melhor preveja o futuro valor do bem. Assim, quanto mais comum é o valor, este tende a convergir para um preço médio de consenso (BARTOLINI; COTTARELLI, 1994).

Segundo Bartolini e Cottarelli (1994), os leilões também foram diferenciados conforme a venda de um único item (pintura, por exemplo) ou de várias unidades de um item homogêneo (letras do Tesouro, por exemplo). Dado que as aquisições públicas via pregão podem ser caracterizadas como a compra de uma unidade ou de várias unidades, o pregão, uma das formas de leilão, se molda bem aos casos de aquisições unitárias ou múltiplas de bem de valor comum.

No modelo de valor comum, o valor real é o mesmo para todos, mas, os licitantes têm informações privadas diferentes sobre qual é realmente esse valor. Por exemplo, o valor de um contrato de arrendamento de petróleo depende da quantidade de petróleo existente no subsolo, e os licitantes podem ter acesso a sinais<sup>3</sup> diferentes sobre essa quantidade. Nesse caso, um licitante alteraria sua estimativa do valor se soubesse de outro "sinal" de algum licitante. Dessa forma, tal modelo contrasta com o caso do modelo de valor privado, onde seu valor não seria afetado pelo conhecimento das preferências ou de informações de qualquer outro licitante (KLEMPERER, 1999; MILGROM, 1981; MYERSON, 1981).

Um modelo geral abrangendo os dois casos especiais supramencionados pressupõe que cada licitante recebe um sinal de informação privada, mas permite que o valor de cada licitante seja uma função geral de todos os sinais. Por exemplo, seu valor para uma pintura pode depender, principalmente, de sua própria informação privada (o quanto você gosta), mas também um pouco sobre a informação privada do

---

<sup>3</sup> Sinais são informações que um determinado licitante detém em maior ou menor medida.

outro (o quanto ele gosta), porque isso afeta o valor de revenda ou prestígio de possuí-lo (KLEMPERER, 1999; MYERSON, 1981).

Segundo Nunes e Nunes (2017), quando da ruptura da hipótese do valor privado do bem, o licitante passa a se preocupar com a possibilidade que esteja dando um lance acima do valor de mercado. Quando se tem a hipótese de valor comum do bem, os participantes passam a considerar, na tomada de decisão, os lances propostos pelos concorrentes, acarretando a dependência entre os lances. Conseqüentemente, surge o que a Teoria dos Leilões chamou de "maldição do vencedor", em consequência ao valor comum.

A maldição do vencedor é amplamente conhecida como sendo um fenômeno onde o "sortudo" vencedor paga um preço acima do valor do produto, com avaliações viesadas e superavaliadas da mercadoria a ser leiloada, resultando em perda para o adquirente (NUNES; NUNES, 2017). É uma característica em leilões de valor comum: cada licitante deve reconhecer que ganha o objeto somente quando tiver o sinal mais alto. A falha em levar em conta as más notícias sobre os sinais dos outros que acompanham qualquer vitória pode levar o vencedor a pagar mais, em média, do que o prêmio vale (KLEMPERER, 1999). Na prática, lances abaixo do preço do valor de mercado em pregões é muito comum, mesmo com mecanismos de preços inexecutáveis.

Apesar da importância do modelo traçado por Vickrey (1961) sobre as informações independentes, a dependência das informações são reais e devem ser disseminadas e divulgadas tanto pelo leiloeiro quanto pelos licitantes.

## 2.2.6 Número de licitantes

Vários estudos exploraram a relação entre o número de licitantes participantes do leilão e as receitas do leilão. Claramente, uma maior concorrência de mercado (expressa por um número maior de licitantes) provavelmente levará a maiores receitas de leilão.

Para além do seu efeito na estrutura do mercado, a probabilidade de um licitante com uma avaliação elevada em um leilão aumenta claramente com o número de licitantes. Assim, além de seu efeito nas estratégias individuais, um número maior de licitantes leva a um lance vencedor mais alto.

Do mesmo modo, no entanto, um número maior de licitantes também reforça a maldição do vencedor. O vencedor entre muitos licitantes provavelmente está mais longe da avaliação de consenso (a média da distribuição) do que o vencedor entre poucos licitantes. A combinação desses dois efeitos, como evidenciaram Wilson (1977) e Milgrom e Weber (1982), é que o lance vencedor aumenta em probabilidade para o valor "verdadeiro" do bem à medida que as participações nos leilões aumentam, mesmo que a cada lance individual o valor diminua. Nesse sentido, tem-se um amplo consenso na Teoria dos Leilões: a ampla participação dos licitantes nos leilões deve aumentar as receitas dos leilões. No entanto, como o número de licitantes, em geral, é considerado exógeno em relação ao formato do leilão, pouco se sabe sobre os incentivos concernentes à participação dos licitantes proporcionados pelos diferentes formatos de leilão (BARTOLINI; COTTARELLI, 1994).

Wilson (1977), analisando leilões de lance fechado de primeiro preço, aponta que a formação de preços via procedimento de licitação competitiva satisfaz uma versão da lei dos grandes números<sup>4</sup>, tanto no sentido probabilístico quanto no sentido econômico; ou seja, se em um leilão de lance fechado, um vendedor oferece para vender pelo lance mais alto um item com um valor monetário definido, mas desconhecido, e cada um dos muitos licitantes envia um lance com base apenas em sua amostra privada de informações sobre o valor, onde a amostra dos licitantes são independentes e identicamente distribuídas condicionadas ao valor, então, o lance máximo é quase certamente igual ao valor real. Assim, nenhum licitante conhece o verdadeiro valor do item, mas é essencialmente certo que o vendedor receberá esse valor como preço de venda. Nesse viés, aquele autor afirma que à medida que o número de licitantes aumenta, mesmo que esse licitante tenha informações incompletas da amostra sobre o valor, o preço converge quase certamente para o "valor verdadeiro". Resultado semelhante foi encontrado por Milgrom e Weber (1982) ao analisarem um leilão de segundo preço.

Convergindo com a teoria posta, em um leilão reverso, como é o caso da modalidade pregão, onde se tem um preço máximo dado pela administração, não sendo aceitas propostas maiores que este preço, e que este preço é maior ou igual ao "valor real" desconhecido pelo mercado, uma quantidade maior de licitantes supõe uma maior quantidade de lances, que proporciona um acirramento pelo bem,

---

<sup>4</sup> A média aritmética dos resultados da realização da mesma experiência repetidas vezes tende a se aproximar do valor esperado à medida que mais tentativas se sucederem (ROSS, 2010).



acarretando no pagamento de preços menores. Contudo, esse valor "converge" para o valor real do bem, desconhecido por todos na licitação. Posto isso, a Teoria dos Leilões, na prática, leva a pensar em alguns problemas práticos do cotidiano no mundo das licitações, como, por exemplo, uma licitação deserta, que pode ocorrer por dois motivos, quais sejam: 1) O preço estimado de ponto de partida pela administração é menor do que o preço de custo do licitante; e, 2) Um leilão de aquisição de produto/serviço em um mercado imperfeito, onde há poucos interessados em licitar o bem.

Diante do exposto, conhecer a oferta e a demanda de um item a ser adquirido é importante, pois, a determinação do preço do bem/serviço pode ser influenciada pelas variáveis em um procedimento licitatório ou pela própria característica de mercado do bem/serviço.

### 2.3 AS FORÇAS DE MERCADO DA OFERTA E DA DEMANDA NOS LEILÕES

Tratar de oferta e demanda nos leilões é algo significativo para o presente estudo. Entender se o bem a ser comprado pela UnB, por exemplo, está inserido em um mercado competitivo eleva as chances de existência de compradores e vendedores, e que nenhum deles influenciem a direção dos preços ou tragam impacto significativo sobre o preço de mercado. Por exemplo, se a referida Universidade deseja comprar café, e não somente ela, mas também outras IFESs, bem como outros órgãos governamentais, além da própria iniciativa privada, parece que se tem uma quantidade razoável de empresas partícipes na licitação. Consequentemente, tem-se um mercado competitivo. Mas pode ocorrer da Universidade em comento desejar comprar equipamentos médicos hospitalares para a tríade ensino-pesquisa-extensão, onde o mercado não é competitivo, havendo poucos fornecedores para o bem.

A oferta e a demanda estão tão intrínsecas na Teoria dos Leilões que Vickrey (1961) propôs em seu estudo que uma empresa responsável por determinar o padrão ótimo de transações de uma determinada mercadoria poderia disponibilizar um relatório imparcial das curvas de custo marginal dos vendedores e do valor marginal competitiva das curvas dos compradores, ou pelo menos das partes dessas curvas, cobrindo uma faixa de preços que certamente abarcaria o preço de equilíbrio.

Segundo Mankiw (2020), apesar da diversidade de mercados no mundo, presumir a existência de uma concorrência perfeita é simplificação útil, pois, os

mercados perfeitamente competitivos são os mais fáceis de analisar, uma vez que todos tomam o preço como dado pelas condições de mercado. Nesse ínterim, a Lei da Demanda afirma que, mantido tudo mais constante, a quantidade demandada de um bem diminui, quando seu preço aumenta; e, pelo lado da oferta, mantido tudo mais constante, a oferta de um bem aumenta, quando seu preço aumenta.

Trazendo para o caso dos pregões, supondo que o item é um bem que faz parte de um mercado competitivo, o que se tem é que a quantidade demandada pela administração é fixada, haja vista a necessidade do órgão. Cabe, então, pelo lado de "N" ofertantes, que participarão da licitação, determinarem o preço ótimo de equilíbrio, por meio de lances subsequentes. Tal procedimento criará um mecanismo cujo valor privado (subjeto de cada licitante), em conjunto com o valor comum do bem (dado pelos sinais analisados por cada licitante) convergirá para um "preço real" do bem ainda desconhecido.

## 2.4 O USO DAS REGRESSÕES NOS PREGÕES

Estudos sobre pregões são bastante comuns, existindo ampla literatura sobre o tema. Contudo, grande parte da literatura tem como ênfase questões legais ou administrativas.

Recentemente, alguns estudos vêm ofertando alguma abordagem econômica sobre a questão, ao passo que nas linhas que se seguem se tem a amostragem de alguns desses trabalhos, em especial, de variáveis que impactam o valor final de uma licitação.

Faria *et al.* (2010) analisaram os fatores determinantes na variação dos preços dos produtos adquiridos por meio do pregão eletrônico. Fazendo uso do método MQO, aqueles autores apresentaram um modelo que explicasse a variação percentual que o pregão eletrônico proporcionou ao preço de venda do produto. Para a verificação de existência linear entre as variáveis utilizadas e a redução trazida pelo pregão eletrônico, eles empreenderam previamente uma correlação simples de Pearson, concluindo que das oito variáveis analisadas, apenas duas não apresentaram correlações significantes a 10%, sendo que as demais apresentaram correlações significantes a 5%. Ali foram propostos quatro modelos, onde o "modelo4", que

envolvia as variáveis número de fornecedores, especificidade dos ativos, frequência e quantidade, obteve um grau de associação de 83,5% com a variável dos preços praticados. Além disso, concluiu-se, por meio do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), resultado de 0,696, ou seja, 69% das variações no preço praticado em licitações são explicadas pela variação conjunta das variáveis escolhidas pelo modelo. E para verificar a confiabilidade do modelo, dada a regressão aplicada, os pressupostos de normalidade dos resíduos, a homocedasticidade e a multicolinearidade entre as variáveis independentes foram testados, comprovando que o modelo proposto atendia aos pressupostos estatísticos de regressão, sendo válido para a previsão das variações dos preços praticados em pregões eletrônicos.

Em outro estudo, Melo e Diniz Filho (2018) estabeleceram como objetivo geral verificar os impactos que as variáveis independentes número de fornecedores, número de lances, dados na disputa e quantidade comprada, promovem na variável dependente "preço de venda". Ali fez-se uso, mais uma vez, da regressão linear. O levantamento de dados se deu na base do Sistema Integrado de Administração de Serviços Gerais (SIASG) e no Comprasnet, aleatoriamente, evitando tendência de viés de dados que distorçam os resultados. O escopo da análise se limitou a verificar a modalidade de licitação pregão – a mais utilizada nas contratações públicas. Tal pesquisa apontou, com base na modelagem utilizada, que o modelo de regressão obteve valor  $P$  do teste  $F$  de 0,000139, significando, estatisticamente, que pelo menos uma das variáveis ali utilizadas impactava no preço de venda do produto em pregões eletrônicos. Após a verificação de pressupostos de homocedasticidade, normalidade e multicolinearidade, concluiu-se que a variável independente fornecedores era estatisticamente significativa com  $p$ -value  $< 0,05$ , e que influenciava a variável dependente preço de venda. E em relação às variáveis número de lances e quantidade comprada, estas apresentaram  $p$ -value  $\geq 0,05$ , caracterizando o fato de não impactarem a variável dependente preço de venda, indo de encontro com o estudo de Faria *et al.* (2010) (onde a quantidade comprada o  $p$ -value foi significativa). Como os estudos supramencionados não identificam quais itens de compras foram analisados, podem gerar diferenças de informações, mesmo utilizando o mesmo método.

Amurim *et al.* (2020), fazendo uso de variáveis quantitativas e qualitativas, buscaram identificar os fatores explicativos da ocorrência de comportamento oportunista do agente público nos processos licitatórios. Como fundamentação

teórica, aqueles autores fizeram uso dos primeiros trabalhos sobre a Teoria dos Custos de Transação, que tem na racionalidade limitada e no oportunismo dos indivíduos seus pressupostos básicos. Fazendo uso de teste de correlação de Pearson e regressão linear múltipla, e definindo 17 variáveis independentes como fatores explicativos do nível de oportunismo (variável dependente), eles chegaram a alguns resultados interessantes. Demonstraram uma correlação positiva e significativa entre o nível de oportunismo e a modalidade de licitação pregão presencial. Outro resultado encontrado foi a relação negativa e significativa observada entre o nível de oportunismo e as variáveis dispensa de licitação e pregão eletrônico. A interpretação apresentada por aqueles autores foi que quando o processo se dá na modalidade pregão presencial, tem-se alguma interação entre o agente público e os licitantes, aumentando as ações oportunistas, enquanto na modalidade pregão eletrônico, o contato é menor, diminuindo, conseqüentemente, as possibilidades de interação, fazendo com que haja uma mitigação do risco de ações oportunistas – o contato é menor do que no pregão presencial. E ainda, o estudo apontou uma correlação negativa e significativa entre as variáveis preço estimado e contratado, com a interpretação de que a divulgação dos preços estimados nos editais de licitação acarretava em menor desvio do preço contratado em relação ao estimado, mostrando-se a eficiência de tal prática no controle e gerenciamento das despesas públicas. A conclusão foi que a identificação da falta de divulgação do preço estimado por parte da instituição aumentava o oportunismo no processo tanto por parte dos fornecedores quanto dos agentes públicos, e que a modalidade do pregão presencial e a não indicação do fiscal de contratos aumentam o nível de oportunismo em processos licitatórios.

Trabalho singular realizado por Ferreira (2019), também fazendo uso da regressão linear múltipla, buscou analisar as variáveis independentes valor estimado, quantidade de licitantes, quantitativo do material demandado na licitação, tentativa de negociação, incisividade na negociação, número de lances, valor da proposta inicial do licitante, se pregão tradicional ou registro de preços, e como variável dependente, o "menor preço alcançado". Aquele estudo analisou os seguintes itens de compras: álcool, café, copo, cola, caneta, pasta, fita e açúcar. Em relação ao item açúcar, apenas os itens quantidade de licitantes e valor estimado tiveram significância de 95%. Já em relação ao item copo, as variáveis quantidade de licitantes, quantitativo demandado, valor estimado e número de lances lograram efeito considerável em mais

de 98% sobre o preço final do pregão. Sobre o item café, as variáveis quantidade de licitantes, quantidade de itens e valor estimado, bem como o tipo de pregão, foram significantes. Em suma, supôs-se ali que em grande parte dos itens analisados, as variáveis quantidade de licitantes, quantidade de itens e valor estimado, convergem para a explicação de um modelo para os itens analisados, em um nível de significância de 95%.

Diante do exposto, as pesquisas acadêmicas sobre o tema em comento, em grande parte, fazem uso da regressão linear por MQO. Contudo, fazer uso de tal ferramenta exige cuidado com o tratamento dos dados, inclusive, com a retirada de *outliers*, a verificação de normalidade, a homocedasticidade, entre outros pré-requisitos que devem ser atendidos. Assim, a presente pesquisa poderia seguir a mesma linha de raciocínio, mas, a essência do comportamento das informações de um pregão eletrônico sofreria grandes alterações. As informações não são simétricas, pois, ao mesmo tempo que um licitante pode submeter um lance de grande valor agregado, outro licitante pode submeter um de pequeno valor, e somente estes licitantes têm um valor privado intrínseco que o conhece – valor que, em geral, destoa da média. Dessa forma, buscou aqui lançar mão de outro tipo de regressão: a quantílica, que pudesse levar em conta a essência do leilão via pregão eletrônico, aproveitando a assimetria das informações existentes.

### 3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO E COLETA DE DADOS

#### 3.1 INTRODUÇÃO

A presente pesquisa se deu de modo quantitativo, pois partiu do princípio de que tudo pode ser quantificável, ou seja, que opiniões, problemas e informações serão mais bem entendidos se traduzidos em forma de números. Trata-se da atividade de pesquisa que faz uso da quantificação tanto nas modalidades de coleta de informações quanto no tratamento dessas, através de técnicas estatísticas simples (percentual, média, desvio-padrão, por exemplo) e complexas (coeficiente de correlação, análise de regressão, por exemplo) (MICHEL, 2015).

Em relação ao método, fez-se uso do econométrico, tendo como modelo a utilização da Regressão Quantílica (RQ). O método econométrico é voltado para análise de dados e problemas econômicos. Estuda o aspecto quantitativo das relações entre os fenômenos econômicos e como podem afetar as situações patrimoniais, financeiras e contábeis, de pessoas físicas e/ou jurídicas. Tem sua base em três grandes campos de estudo, a saber: 1) Teoria Econômica ou Contábil, fornecendo princípios e ditames; 2) Matemática, fornecendo a linguagem ideal ou a forma de expressão simbólica para tais campos do conhecimento; e, 3) Estatística, que trabalha com os dados numéricos da observação, permitindo estabelecer a relação entre a realidade observada e a teoria existente (MICHEL, 2015).

Assim, buscou-se identificar as variáveis que impactam na economia quando da utilização do pregão eletrônico, em especial, as variáveis quantidade de itens licitados, número de fornecedores e número de lances. Mesmo as variáveis qualitativas, como o sistema adotado na licitação, se Sistema de Registro de Preços (SRP) ou pregão eletrônico, foram convertidas em uma variável "Dummy", a fim de verificar a possibilidade da existência de algum efeito na economia gerada quando adotado. As variáveis analisadas são evidenciadas no Quadro 3.1, a seguir.

Quadro 3.1 – Variáveis para análise utilizadas na pesquisa.

Variável	Descrição	Condição da Variável
VEI	É o valor de economia do item, dado pela diferença entre o valor estimado e o menor valor.	Dependente
SRP	Variável "Dummy", que atribui "1" se o pregão foi por "SRP" ou "0 se pregão eletrônico.	Independente
Q	Quantidade a ser comprada de um determinado item.	Independente
F	Número de itens ganhos pelo mesmo licitante em um mesmo pregão ou pregão diferente.	Independente
NP	Número de participantes em disputa por um determinado item em pregão.	Independente
QL	Quantidade de Lances ofertados por um item em um pregão.	Independente

Fonte: Elaboração própria.

Tendo em vista que análise teve como foco materiais, a modalidade pregão foi escolhida por dois motivos. Primeiro, é a modalidade de licitação mais utilizada; e, segundo, é a modalidade que detêm maiores ganhos de economia à administração. A escolha de qual material/item analisar se deu pela sua quantidade licitada no painel de preços – uma quantidade representativa e suficiente para a análise que não prejudicasse a presente pesquisa. Assim, foram analisados os itens mais comprados em âmbito nacional; contudo, itens que a Universidade de Brasília (UnB) também adquire, uma vez que o objetivo é construir modelos econométricos que possam ser utilizados por tal ambiente universitário. A ideia foi a escolha de materiais utilizados em atividades administrativas, bem como utilizadas na tríade ensino-pesquisa-extensão.

Como delimitação temporal, buscou-se analisar os pregões de materiais realizados no período 2021 a 15 de março de 2022 – data da última atualização da base. Nesse sentido, foram criados 95.270 processos de compras, sendo que as compras na modalidade de licitação pregão foi responsável por 46% das compras em 2021, e 66% das compras em 2022, conforme evidenciado na Tabela 3.1, a seguir.

Tabela 3.1 – Quantidade de processos de compras – período 2021-2022.

Ano	Dispensa de Licitação	Inexigibilidade de Licitação	Concorrência	Tomada de Preços	Concorrência Internacional	Pregão	Pregão
2021	44.078	2.234	2	4	1	39.605	46%
2022	3.072	118	0	0	0	6.156	66%

Fonte: Brasil (2022b).

### 3.2 ESTRATÉGIA DE COLETA DE DADOS

A coleta de dados se deu no Painel de Preços<sup>5</sup> (BRASIL, 2022b), quando da análise dos preços de materiais. A plataforma escolhida deve-se ao fato que é um *site* governamental que reúne o relatório de todas as licitações realizadas no país, independentemente do ente federativo (União, Estados, Municípios, Distrito Federal) que tenha utilizado ou aderido ao referido portal de compras para a realização de licitações de sua competência. Ali, é possível a realização de filtros que busquem materiais iguais, bem como a exportação desses dados em extensão "xlsx" ou "csv". Na presente pesquisa, uma das estratégias utilizadas foi o Catálogo de Materiais (CATMAT)<sup>6</sup>, para buscar materiais semelhantes adquiridos.

Primeiramente, buscou-se verificar os itens de compras mais transacionados em âmbito nacional, convergindo com os transacionados pelos processos de compras realizados pela UnB no ano de 2020 e início de 2021. Tal convergência mostrou-se importante, dado que apenas a quantidade de um mesmo item comprado pela referida Universidade não seria suficiente para a utilização da regressão. Por meio de filtro, lograram-se os seguintes itens para análise: álcool etílico, ração animal, ar-condicionado e gás comprimido oxigênio medicinal. Dessa forma, estes foram escolhidos para análise e tratamento de dados.

<sup>5</sup> *Site* do Governo Federal que reúne dados/relatórios de informações de todas as licitações realizadas pelos órgãos da União, dos estados, dos municípios e do Distrito Federal.

<sup>6</sup> É o catálogo de materiais composto pelos itens mais adquiridos pelas compras públicas. Tem como objetivo agregar itens com características e unidades de medidas iguais.



### 3.3 ANÁLISE E TRATAMENTO DOS DADOS

Quando do acesso ao Painel de Preços (BRASIL, 2022b) para extrair os dados em comento, alguns procedimentos foram aqui empreendidos. O primeiro passo foi filtrar somente por "pregão", escolhendo a "Modalidade de Compra". Para a filtragem de algum item específico, optou-se pelo Código de Material daquele item. A unidade de fornecimento também se mostrou importante para padronizar os itens escolhidos. Após tal procedimento, fez-se a exportação dos dados. Verificou-se, então, a existência de itens com características diferentes, que foram devidamente tratados, com o intuito de buscar a quantidade de itens com a maior semelhança possível.

Aqui vale destacar que nem todas as variáveis a serem analisadas estavam disponíveis de imediato; logo, as atas dos pregões tiveram que ser analisadas em busca de informações como, por exemplo, valor estimado, quantidade de lances, quantidade de fornecedores, e se o pregão foi SRP ou eletrônico.

### 3.4 MODELO ECONOMETRICO

#### 3.4.1 Introdução

A regressão linear de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) deve atender alguns pressupostos de normalidade, homocedasticidade e multicolinearidade que são verificados sobre o modelo, além da verificação/do tratamento de *outliers*, que muito provavelmente existem nos pregões. A retirada de *outliers* para que o modelo de regressão linear seja ajustado nem sempre é a melhor técnica, uma vez que em um leilão, por exemplo, as quantidades, os lances, o menor lance, o maior lance e os valores estimados podem ser discrepantes, seja por aspectos comportamentais, dada a valoração privada que cada agente e principal tem do item a ser licitado, seja pelo valor estimado do item, tendo sido subestimado ou valorado. A título de exemplo, é comum que um órgão de pesquisa como, por exemplo, a Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ) (Fundação vinculada ao Ministério da Saúde – MS, responsável em promover a saúde e o desenvolvimento social, além de gerar e difundir conhecimento científico e tecnológico) ou o Instituto Butantan (instituição pública considerada como centro de pesquisa biológica ligada à Secretaria de Estado de Saúde – SES do Estado

de São Paulo), demandem uma quantidade bem maior de reagente do que uma Instituição de Federal de Ensino Superior (IFES), que trabalha com a tríade ensino-pesquisa-extensão. Dessa forma, a retirada desses *outliers* e dos pontos de alavancagem nem sempre é a melhor forma de tratar esses dados, pois são informações reais que devem ser consideradas. E para resolver tal problema têm-se outros métodos de regressão que podem ser utilizados – no presente estudo, fez-se uso da RQ.

### 3.4.2 Regressão Quantílica

A RQ, diferente da regressão linear, surge com o intuito de resolver alguns problemas que são difíceis de resolver nas Ciências Sociais, entre os quais, a assimetria dos dados. Como exemplo, vale destacar os estudos de desigualdade de renda, pobreza, rendimento escolar e serviços de saúde, que podem ser devidamente investigados no quartil inferior da distribuição (GUJARATI, 2019). Outro problema é a falta de distribuição de normalidade dos erros do modelo. Sobre a questão, Santos (2012) observa que quando essa distribuição não é alcançada, ou seja, quando os erros estão distribuídos de uma forma assimétrica ou possuem uma cauda mais pesada que a da distribuição normal, a *performance* deste método na estimação é ruim e as suposições básicas do modelo não são verificadas.

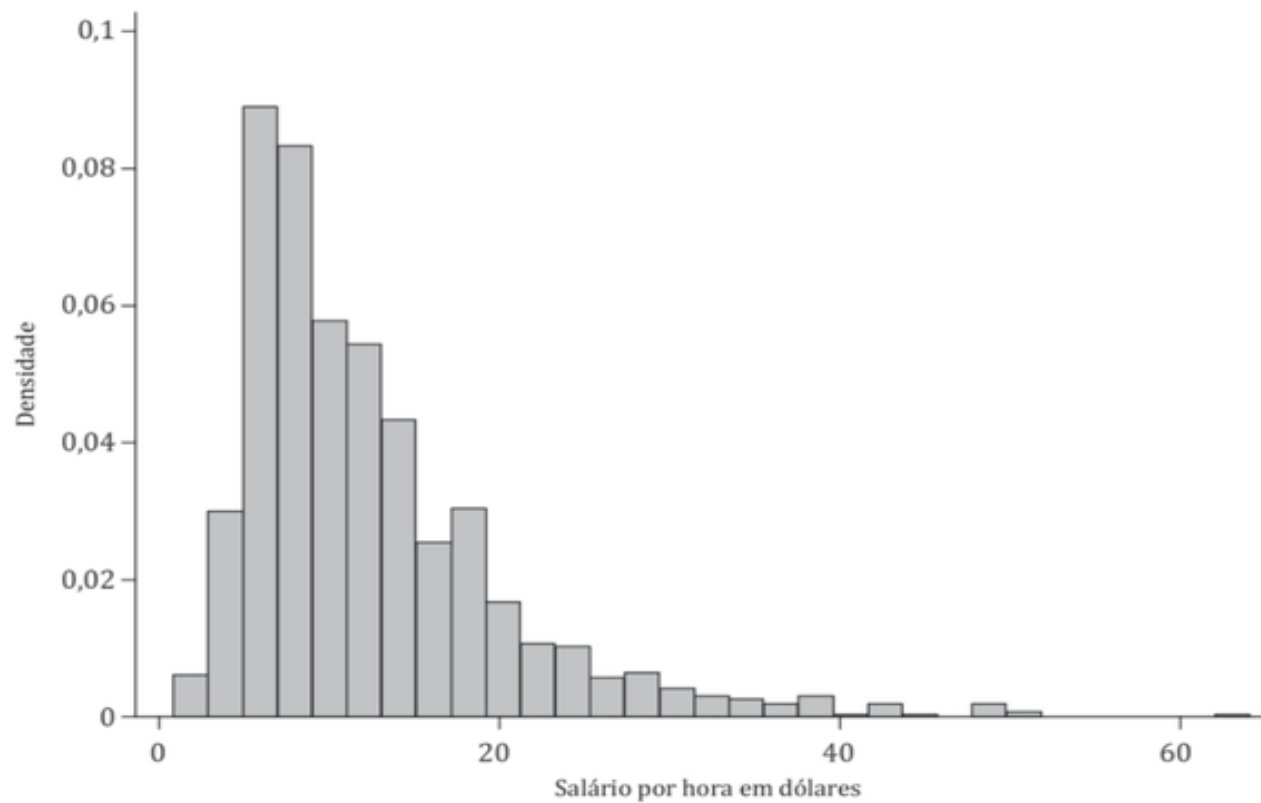
**FIGURA 20.1** Histograma dos salários por hora

Figura 3.1 – Histograma dos salários por hora.

Fonte: Gujarati (2019, p. 429).

Ao analisar a Figura 3.1, foi possível observar que a distribuição é altamente assimétrica (à direita) por ter uma calda mais longa à direita. Assim, o formato do histograma ali existente sugere que uma regressão por MQO pode não refletir a heterogeneidade dos salários pela distribuição com um todo (GUJARATI, 2019). Outro problema que pode ser encontrado na utilização do método MQO é a influência que os *outliers* exercem nas estimativas dos parâmetros do modelo. Para resolver tal problema, esses dados precisam ser analisados com certo critério, onde se tem uma decisão subjetiva se os dados devem ou não permanecer. Sobre a questão, Santos (2012) assevera que tanto os *outliers* na variável dependente quanto nas variáveis independentes podem atrapalhar na identificação da verdadeira relação entre as variáveis de interesse. Assim, buscando contornar o inconveniente de pressupostos da regressão clássica, entre elas, a pressuposição de homocedasticidade, a sensibilidade a *outliers*, as possíveis falhas quando a variável resposta é assimétrica, a utilização da RQ é a mais indicada (COSTA *et al.*, 2015).

A RQ tem na mediana a medida alternativa de tendência central. Consequentemente, é menos sensível às observações discrepantes, além de fornecer mais informação em distribuições assimétricas. Sua principal característica é a análise da distribuição em vários segmentos, que são chamados de quantis. Os quantis segmentam ou particionam o número de observações em grupos de mesmo tamanho denominado quartis (divisões em quatro grupos), quintis (divisão em cinco grupos), decis (divisão em dez grupos) ou centis (divisão em 100 grupos) (GUJARATI, 2019).

Diferente da regressão linear, a RQ leva a uma quantidade maior de curvas a serem interpretadas, condicionada aos quantis propostos. Dessa forma, a função a seguir expressa a regressão linear dado o quantil condicional de ordem  $\tau$  de  $(Y|X)$ .

$$Q_{\tau}(Y|X) = \beta(\tau) + \beta_1(\tau)x_1 + \dots + \beta_p(\tau)x_p \quad (3.1)$$

Equação 3.1 – Regressão Quantílica.

Fonte: Elaboração própria.

onde:

$Q_{\tau}(Y|X)$  = quantil condicional dado  $(Y|X)$ ;

$\beta$  = intercepto; e

$\beta_1(\tau)x_1 + \dots + \beta_p(\tau)x_p$  = coeficientes desconhecidos dado as variáveis  $x_1$  e  $x_p$ .

A função é semelhante à da regressão linear, com exceção da condição de que o que se deve analisar é a regressão nos quantis.

Posto isso, fez-se a seguinte proposta de um modelo de RQ para estimar o valor de economia do item nos pregões:

$$VEI = \beta(\tau) + \beta_1(\tau)SRP + \beta_2(\tau)QL + \beta_3(\tau)Q + \beta_4(\tau)F + \beta_5(\tau)NP \quad (3.2)$$

Equação 3.2 – Regressão Quantílica para economia do item.

Fonte: Elaboração própria.

onde:

VEI = Valor de Economia do Item;

$\beta$  = intercepto;

$\tau$  = quantil condicional a ser analisado;

SRP = Variável "Dummy", que atribui "1" se o pregão foi por "SRP" ou "0 se pregão eletrônico;

QL = Quantidade de Lances ofertados por um item em um pregão;

Q = Quantidade a ser comprada de um determinado item;

F = Número de itens ganhos pelo mesmo licitante em um mesmo pregão ou pregão diferente; e

NP = Número de participantes em disputa por um determinado item em pregão

Em relação ao critério de escolha do modelo, fez-se uso do Critério de Informação de Akaike (CIA), que parte da suposição da existência de um “modelo verdadeiro”, desconhecido, de modo que, para um grupo de modelos candidatos, o melhor modelo é aquele que apresenta a menor divergência em relação ao “modelo verdadeiro” (SILVA, 2021; AKAIKE, 1974). O CIA toma a função de *log*-verossimilhança maximizada como estimativa da divergência e penaliza o número de parâmetros  $p$  indexados ao modelo, dado pela equação que se segue:

$$CIA = -2l(\theta) + 2p \quad (3.3)$$

Equação 3.3 – Critério de Informação de Akaike.

Fonte: Elaboração própria.

onde:

$l(\theta)$  = função de *log-verossimilhança* maximizada; e

$p$  = número de parâmetros do vetor  $\theta$  parâmetros  $p$  indexados ao modelo.

A fim de verificar a significância dos coeficientes dos modelos e para testar a significância entre os modelos de vários quantis, fez-se uso do método "br" (KOENKER; D'OREY, 1994) e do "Teste de Wald" (SILVA, 2021), respectivamente.

Como a distribuição não é homogênea, têm-se *outliers* tanto na variável dependente quanto na independente, e dado que a variável de economia do item dos pregões tem uma distribuição assimétrica, a utilização de RQ é recomendável para a análise do comportamento dos pregões. E ainda, a fim de testar, criar e analisar os resultados esperados do modelo de regressão, fez-se uso do RStudio (2022) – ferramenta de desenvolvimento integrado.

## **4 RESULTADO E ANÁLISES DOS DADOS DA PESQUISA**

### **4.1 RESULTADO E DISCUSSÃO DA REGRESSÃO QUANTÍLICA – ALCOOL ETÍLICO**

O presente estudo analisou 164 itens de compra de diversos pregões em relação ao item álcool etílico.

É sabido que um item de compra pode ter uma ou mais unidades, dependendo do planejamento de cada órgão.

No caso em tela, o primeiro procedimento de análise foi a verificação do comportamento da distribuição da variável dependente VEI, evidenciado no Gráfico 4.1, a seguir.

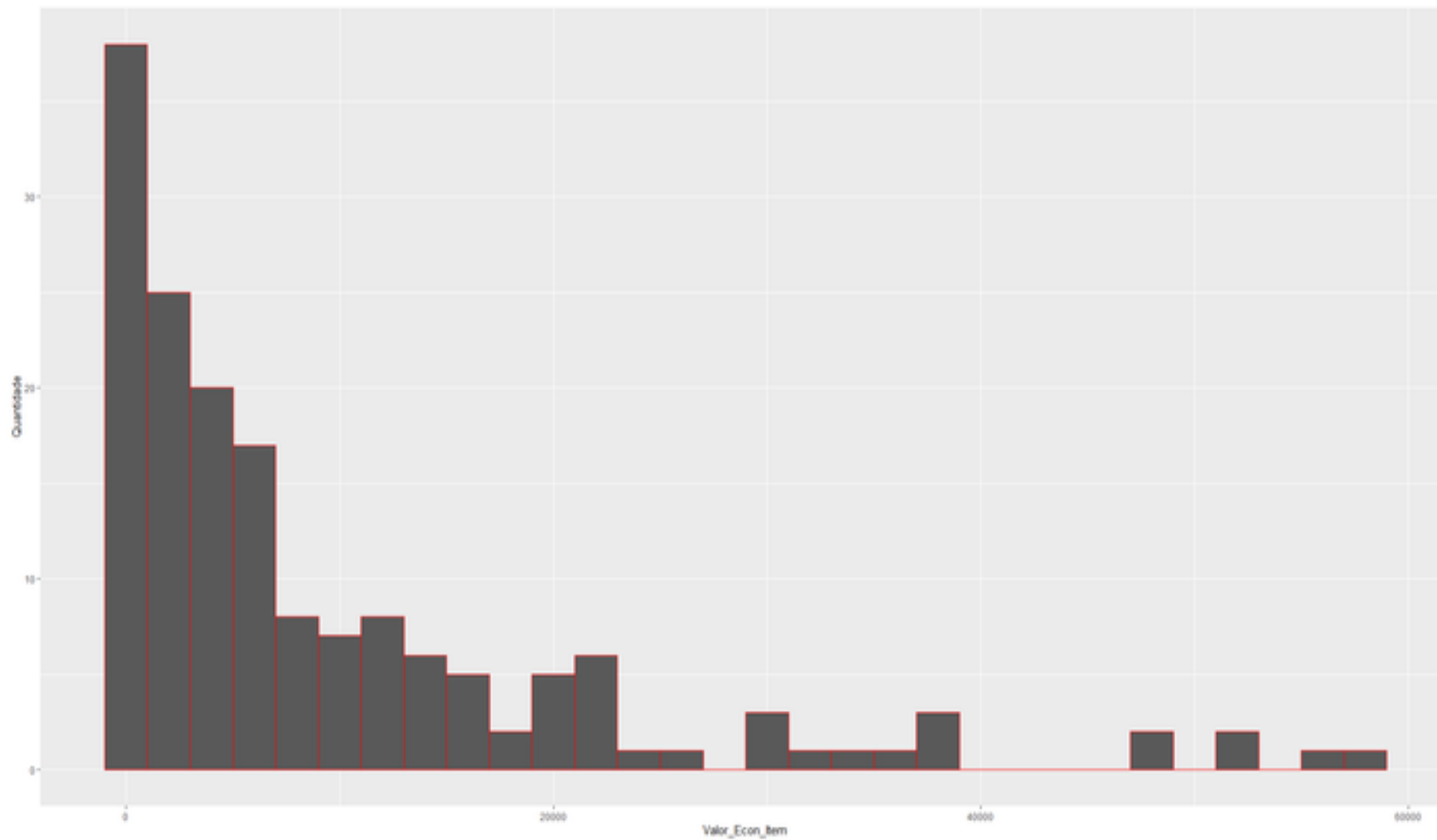


Gráfico 4.1 – Álcool etílico.

Fonte: Elaboração própria.



Diante do exposto no Gráfico 4.1, percebeu-se que a distribuição da variável a ser explicada (VEI) dos dados se assemelha a uma distribuição assimétrica com calda longa à direita. Nesse viés, empreendeu-se a ação de estatística descritiva das variáveis, conforme evidenciado na Tabela 4.1, a seguir, preliminarmente à aplicação do modelo.

Tabela 4.1 – Estatística descritiva – Álcool Etílico.

Variável	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
VEI	18	1150	4755	9547	12456	57900
Q	30	600	1742	3358	5000	20436
F	1	1	1.5	2	2	7
QL	2	22	39	56	70	893
NP	1	8	14	14.9	20	50

Fonte: Elaboração própria.

Conforme o exposto, em relação ao item Álcool Etílico, foi possível verificar uma grande dispersão, tendo sua economia variado de R\$ 18,00 (dezoito reais) a R\$ 57.900,00 (cinquenta e sete mil e novecentos reais) aos cofres públicos, dado como ponto de referência o valor estimado. Outra grande variação é a quantidade licitada que, a depender do órgão, varia de 30 a 20.436 unidades. Tem-se, então, uma grande dispersão dos dados.

Constatou-se também a verificação de *outliers* tanto na variável dependente quanto nas independentes, ao passo que o Teste de Breusch-Pagan foi aplicado, sendo possível verificar a heterocedasticidade no modelo de regressão. Assim, a regressão linear por MQO não seria a mais adequada. Por isso, a Regressão Quantílica (RQ) foi aplicada para os quartis 0.25, 0.50, e 0.75, obtendo os resultados evidenciados na Tabela 4.2, a seguir.

Tabela 4.2 – Modelo 1A da Regressão Quantílica – Álcool Etílico.

Variável	Quartis		
	0.25	0.50	0.75
(Intercept)	-2249.220*** $p = 0.00545$	-2,077.55** $p = 0.02060$	-535.463 $p = 0.66497$
SRP	36.964 $p = 0.95168$	-298.94 $p = 0.65983$	-584.085 $p = 0.53604$
Q	0.653*** $p = 0.00000$	1.543*** $p = 0.00000$	2.634*** $p = 0.00000$
F	-29.214 $p = 0.88350$	136.251 $p = 0.53942$	-90.251 $p = 0.76973$
NP	239.755*** $p = 0.00000$	286.658*** $p = 0.00000$	293.564*** $p = 0.00000$
QL	10.528*** $p = 0.00981$	8.128* $p = 0.07167$	4.746 $p = 0.44717$

Onde: \* $p < 0.1$ ; \*\* $p < 0.05$ ; \*\*\* $p < 0.01$ .

Fonte: Elaboração própria.

Diante do exposto na Tabela 4.2, foi possível verificar que os coeficientes de quantidade e número de participantes são significantes ao nível de 0.01, apontando um nível de confiança acima de 95% em todos os quartis analisados. Em relação à variável quantidade de lances, mostrou-se significativa ao nível de 0.01, e 0.1 nos quartis 0.25 e 0.50, demonstrando um nível de confiança de 95% e 90%, respectivamente.

Quando da análise da variável quantidade, foi possível interpretar que uma unidade a mais em um item a ser licitado promove uma economia de R\$ 0.65 (sessenta e cinco centavos de real), R\$ 1.54 (um real e cinquenta e quatro centavos) e R\$ 2.63 (dois reais e sessenta e três centavos) nos quartis 0.25, 0.50, e 0.75, respectivamente.

Em relação à variável número de participantes, significa que um fornecedor a mais em disputa por um item a ser licitado promove uma economia de R\$ 239,00 (duzentos e trinta e nove reais), R\$ 286,00 (duzentos e oitenta e seis reais) e R\$ 293,00 (duzentos e noventa e três reais) nos quartis 0.25, 0.50, e 0.75, respectivamente.

E por fim, ao analisar a variável quantidade de lances, significa que um lance a mais em um leilão promove uma economia de R\$ 10,52 (dez reais e cinquenta e dois centavos) e R\$ 8,12 (oito reais e doze centavos) nos quartis 0.25, e 0.50, respectivamente.

Tendo em vista que a forma de compra, se " Sistema de Registro de Preços – SRP" ou "pregão eletrônico", e a frequência com que uma empresa ganha uma licitação, não deram significantes, vale a pena retirá-las do modelo e empreender uma próxima análise para a verificação de novos resultados. Nesse íterim, uma quantidade menor de variáveis que não deram significantes tende a melhorar o modelo.

Tabela 4.3 – Modelo 1B da Regressão Quantílica – Álcool Etílico.

Variável	Quartis		
	0.25	0.50	0.75
(Intercept)	-2,252.499*** $p = 0.00013$	-2,235.815*** $p = 0.00013$	-1,279.475* $p = 0.10198$
Q	0.663*** $p = 0.00000$	1.561*** $p = 0.00000$	2.615*** $p = 0.00000$
NP	237.084*** $p = 0.00000$	294.579*** $p = 0.00000$	294.361*** $p = 0.00000$
QL	10.510*** $p = 0.00570$	8.339** $p = 0.02657$	5.500 $p = 0.28061$

Onde: \* $p < 0.1$ ; \*\* $p < 0.05$ ; \*\*\* $p < 0.01$ .

Fonte: Elaboração própria.

Com base nesse novo modelo, aplicando-se o Teste de Hipótese, pelos resultados evidenciados, foi possível verificar que os coeficientes de quantidade e número de participantes são significantes ao nível de 0.01, apontando um nível de confiança acima de 95% em todos os quartis analisados. Em relação à variável quantidade de lances, mostrou-se significativa ao nível de 0.1 e 0.05 nos quartis 0.25 e 0.50, demonstrando um nível de confiança de 90% e 95%, respectivamente. Já no quartil 0.75, tal variável não se mostrou significativa.

Diante do exposto, vale empreender somente a interpretação dos coeficientes que foram significantes. Assim, em relação à variável quantidade, uma unidade a mais em um item a ser licitado promove uma economia de R\$ 0.66 (sessenta e seis

centavos de real), R\$ 1,56 (um real e cinquenta e seis centavos) e R\$ 2,61 (dois reais e sessenta e um centavos) nos quartis 0.25, 0.50, e 0.75, respectivamente.

Em relação à variável número de fornecedores, significa que um fornecedor a mais em disputa por um item a ser licitado promove uma economia de aproximadamente R\$ 237,00 (duzentos e trinta e sete reais), R\$ 294,00 (duzentos e noventa e quatro reais) e R\$ 294,00 (duzentos e noventa e quatro reais) nos quartis 0.25, 0.50, e 0.75, respectivamente.

E por final, ao analisar a variável quantidade de lances, significa que um lance a mais em um leilão promove uma economia de R\$ 10,51 (dez reais e cinquenta e um centavos) no quartil 0.25 e R\$ 8,33 (oito reais e trinta e três centavos) no quartil 0.50.

Conforme o exposto, entendeu-se como o melhor modelo de regressão aquele referente ao quartil 0.25, dado que o CIA foi de 3358.031 – o menor possível entre os três propostos. E em relação à significância entre os modelos, aplicou-se o "Teste de Wald" com  $p$ -value para estatística F de 0.0003665\*\*\*, demonstrando que os modelos têm comportamentos diferentes nos quartis de 0.25, 0.50 e 0.75.

Dessa forma, foi possível propor o seguinte modelo de regressão referente ao quartil 0.25, para estimar, em futuras licitações, o valor do álcool etílico em suas aquisições:

$$VEI = -2.252,499 + 0,664 * Q + 237,085 * NP + 10,511 * QL \quad (4.1)$$

Equação 4.1 – Regressão Quantílica – Álcool Etílico.

Fonte: Elaboração própria.

onde:

VEI = Valor de Economia do Item;

Q = Quantidade a ser comprada de um determinado item;

NP = Número de participantes em disputa por um determinado item em pregão; e

QL = Quantidade de Lances ofertados por um item em um pregão;

Entrementes, a UnB empreendeu a aquisição de 4.522 unidades de álcool etílico em 2021, tendo oito participantes na licitação, que promoveram 167 lances. Inserindo tais dados no modelo aqui apontado, logrou-se uma economia estimada de R\$ 4.402,13 (quatro mil e quatrocentos e dois reais e treze centavos).

Tendo conhecimento de que todo ano a UnB empreende um processo de compra semelhante, sugere-se maximizar a economia, aumentando a quantidade demandada alinhada às necessidades da Universidade. Nesse viés, hipoteticamente, se a UnB dobrasse as aquisições de álcool etílico, mantendo tudo mais constante, ter-se-iam o seguinte ganho: economia de escala promovida pela Universidade, aumentando-a em 68% do valor do modelo inicial, dado que quanto maior a quantidade de itens na licitação, menor será o preço por unidade. De fato, grandes quantidades estimulam os participantes às margens de lucros menores, sendo recompensados pela venda em grande quantidade. Além disso, tem-se uma expectativa que quantidades maiores atraiam maior número de empresas a participarem do procedimento licitatório, ocorrendo, conseqüentemente, maior competição. Outro ganho seria a economia nos custos da transação, fazendo com que os custos endógenos e exógenos em duas licitações sejam absorvidos por apenas uma licitação.

#### 4.2 RESULTADO E DISCUSSÃO DA REGRESSÃO QUANTÍLICA – RAÇÃO ANIMAL

A presente pesquisa analisou 421 itens de compra de diversos pregões em relação ao item ração animal.

É sabido que um item de compra pode ter uma ou mais unidades, dependendo do planejamento de cada órgão.

No caso em tela, o primeiro procedimento de análise foi a verificação do comportamento da distribuição da variável dependente VEI, evidenciado no Gráfico 4.2, a seguir.

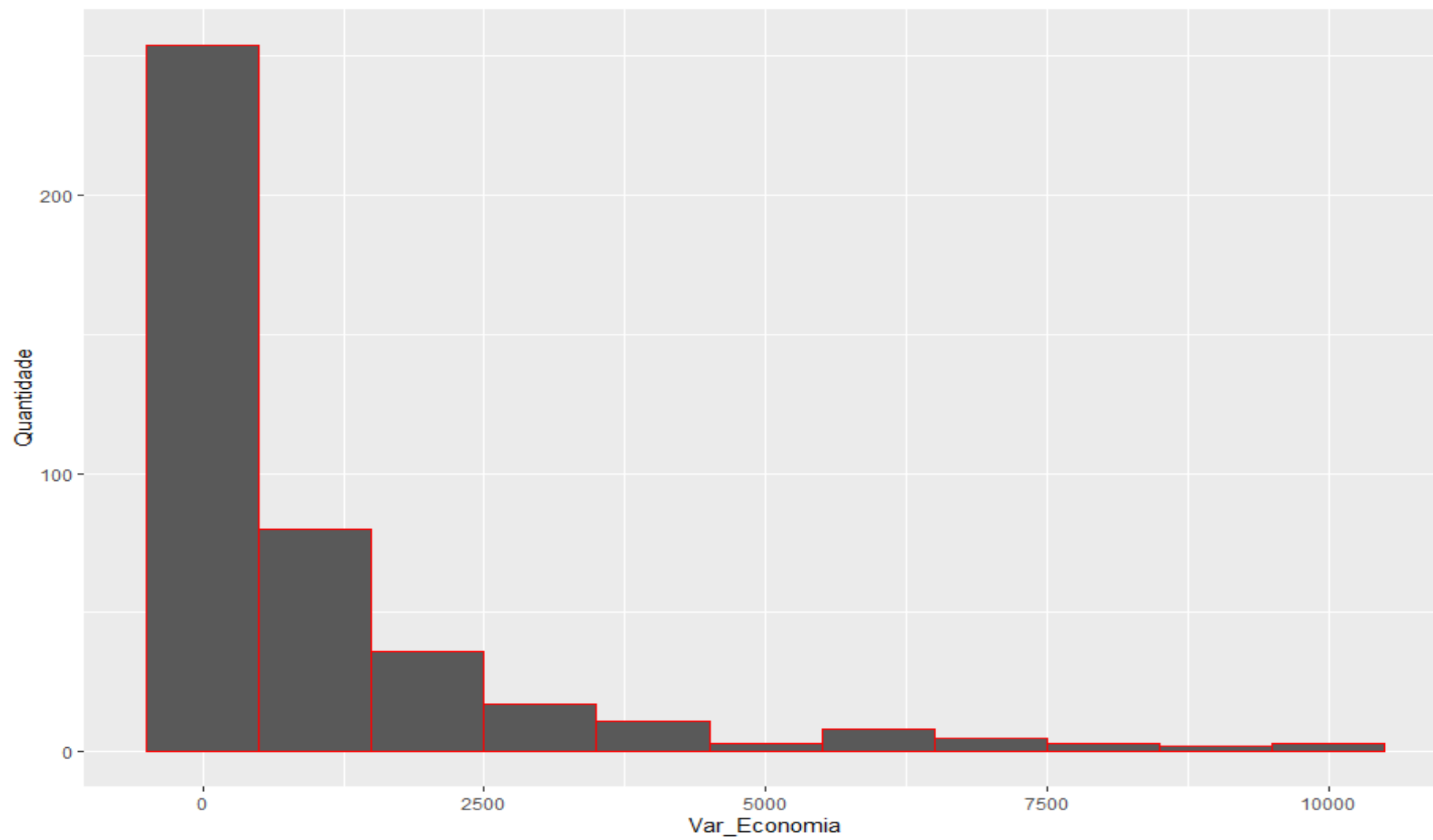


Gráfico 4.2 – Ração animal.

Fonte: Elaboração própria.

Diante do exposto no Gráfico 4.2, percebeu-se que a distribuição da variável a ser explicada (VEI) dos dados se assemelha a uma distribuição assimétrica com calda longa à direita. Nesse viés, empreendeu-se a ação de estatística descritiva das variáveis, conforme evidenciado na Tabela 4.4, a seguir, preliminarmente à aplicação do modelo.

Tabela 4.4 – Estatística descritiva – Ração Animal.

Variável	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
VEI	0	4	248	1009	1094	9660
Q	1	7	30	600	250	25000
F	1	6	30	36	65	86
QL	1	5	9	38	17	958
NP	1	2	3	3	4	8

Fonte: Elaboração própria.

Conforme o exposto, em relação ao item ração animal, foi possível verificar uma grande dispersão, tendo sua economia variado (VEI) de R\$ 0,00 (zero real) a R\$ 9.660,00 (nove mil e seiscentos e sessenta reais) aos cofres públicos, dado como ponto de referência o valor estimado. Outra grande variação é a quantidade licitada que, a depender do órgão, varia de uma a 25.000 unidades. Observou-se, então, grande dispersão dos dados. A quantidade de lances também apresentou grande dispersão, tendo licitações que passaram por um a 958 lances. Aqui vale atentar-se para a reduzida participação de licitantes (um a oito licitantes), demonstrando pouca concorrência, dado os 421 itens analisados.

Por conseguinte, constatou-se a verificação de *outliers* tanto na variável dependente quanto nas independentes. E ainda, o Teste de Breusch-Pagan foi aplicado e verificou-se heterocedasticidade no modelo de regressão. Assim, a regressão linear por MQO não seria a mais adequada. Por isso, a RQ foi aplicada para os quartis 0.25, 0.50, e 0.75, obtendo os resultados evidenciados na Tabela 4.5, a seguir.

Tabela 4.5 – Modelo 2A da Regressão Quantílica – Ração Animal.

Variável	Quartis		
	0.25	0.50	0.75
(Intercept)	-35.14649** $p = 0.02576$	-128.599*** $p = 0.00081$	-375.245*** $p = 0.00000$
Q	0.091*** $p = 0.00000$	0.218*** $p = 0.00000$	0.558*** $p = 0.00000$
F	- 0.21612 $p = 0.22381$	0.001 $p = 0.99817$	0.033 $p = 0.85400$
QL	0.485*** $p = 0.00000$	0.063 $p = 0.66528$	0.174** $p = 0.00476$
NP	23.170*** $p = 0.00000$	126.296*** $p = 0.00000$	372.182*** $p = 0.00000$

Onde: \* $p < 0.1$ ; \*\* $p < 0.05$ ; \*\*\* $p < 0.01$ .

Fonte: Elaboração própria.

Diante do exposto na Tabela 4.5, foi possível verificar que os coeficientes de quantidade e número de participantes são significantes ao nível de 0.01, apontando um nível de confiança acima de 95% em todos os quartis analisados. Em relação à variável quantidade de lances, mostrou-se significativa ao nível de 0.01, e 0.1 nos quartis 0.25 e 0.75, demonstrando um nível de confiança de 95% e 90%, respectivamente.

Nesse sentido, quando se analisa a variável quantidade, foi possível interpretar que uma unidade a mais em um item a ser licitado promove uma economia de R\$ 0,09 (nove centavos de real), R\$ 0,21 (vinte e um centavos de real), e R\$ 0,55 (cinquenta e cinco centavos de real) nos quartis 0.25, 0.50, e 0.75, respectivamente.

Em relação à variável número de participantes, significa que um fornecedor a mais em disputa por um item a ser licitado promove uma economia de R\$ 23,17 (vinte e três reais e dezessete centavos), R\$ 126,29 (cento e vinte e seis reais e vinte e nove centavos) e R\$ 372,18 (trezentos e setenta e dois reais e dezoito centavos) nos quartis 0.25, 0.50, e 0.75, respectivamente.

Por fim, ao analisar a variável quantidade de lances, significa que um lance a mais em um leilão, promove uma economia de R\$ 0,48 (quarenta e oito centavos de real) e R\$ 0,17 (dezessete centavos de real) nos quartis 0.25, e 0.75, respectivamente.



Tendo em vista que a frequência com que um licitante ganha um item de um determinado pregão não apresentaram significantes, vale retirá-las do modelo e empreender uma próxima análise para a verificação de novos resultados. Nesse viés, uma quantidade menor de variáveis tende a melhorar o modelo.

Tabela 4.6 – Modelo 2B da Regressão Quantílica – Ração Animal.

Variável	Quartis		
	0.25	0.50	0.75
(Intercept)	-49.329*** $p = 0.00089$	-128.505*** $p = 0.00189$	-373.887*** $p = 0.00000$
Q	0.092*** $p = 0.00000$	0.218*** $p = 0.00000$	0.558*** $p = 0.00000$
QL	0.505*** $p = 0.00000$	0.063 $p = 0.71205$	0.174*** $p = 0.00074$
NP	23.852*** $p = 0.00000$	126.266*** $p = 0.00000$	372.038*** $p = 0.00000$

Onde: \* $p < 0.1$ ; \*\* $p < 0.05$ ; \*\*\* $p < 0.01$ .

Fonte: Elaboração própria.

Com base no modelo evidenciado na Tabela 4.6, aplicando-se o Teste de Hipótese, foi possível verificar que os coeficientes de quantidade e número de participantes são significantes ao nível de 0.01, demonstrando um nível de confiança acima de 95% em todos os quartis analisados. Já em relação à variável quantidade de lances, mostrou-se significativa ao nível de 0.1 nos quartis 0.25 e 0.75, apontando um nível de confiança de 95%; no quartil 0.50, tal variável não se mostrou significativa.

Nesse íterim, fez-se a interpretação somente dos coeficientes que foram significantes. Assim, em relação à variável quantidade, uma unidade a mais em um item a ser licitado promove uma economia de R\$ 0,09 (nove centavos de real), R\$ 0,21 (vinte e um centavos de real) e R\$ 0,55 (cinquenta e cinco centavos de real) nos quartis 0.25, 0.50, e 0.75, respectivamente.

Em relação à variável número de participantes, significa que um fornecedor a mais em disputa por um item a ser licitado promove uma economia de aproximadamente R\$ 23,85 (vinte e três reais e oitenta e cinco centavos), R\$ 126,26

(cento e vinte e seis reais e vinte e seis centavos) e R\$ 372,03 (trezentos e setenta e dois reais e três centavos) nos quartis 0.25, 0.50, e 0.75, respectivamente.

Por fim, ao analisar a variável quantidade de lances, significa que um lance a mais em um leilão, promove uma economia de R\$ 0.50 (cinquenta centavos de real) e R\$ 0.17 (dezessete centavos de real) nos quartis 0.25 e 0.75.

Diante do exposto, o melhor modelo de regressão é do quartil 0.25, dado que o CIA foi de 6905.4 – o menor possível entre os três propostos. E em relação à significância entre os modelos, aplicou-se o "Teste de Wald" com  $p$ -value para estatística F de  $2.154e-14^{***}$ , demonstrando que os modelos são estatisticamente diferentes nos quartis de 0.25, 0.50 e 0.75.

Dessa forma, foi possível propor o seguinte modelo de regressão referente ao quartil 0.25, para estimar, em futuras licitações, o valor da ração animal em suas aquisições:

$$VEI = -49,329 + 0,092 * Q + 23,085 * NP + 0,505 * QL \quad (4.2)$$

Equação 4.2 – Regressão Quantílica – Ração Animal.

Fonte: Elaboração própria.

onde:

VEI = Valor de Economia do Item;

Q = Quantidade a ser comprada de um determinado item;

NP = Número de participantes em disputa por um determinado item em pregão; e

QL = Quantidade de Lances ofertados por um item em um pregão;

Entrementes, a UnB empreendeu a aquisição de 30 unidades de ração animal em 2019, tendo dois participantes na licitação, que promoveram 124 lances. Inserindo tais dados no modelo aqui apresentado, logra-se uma economia estimada de R\$ 62.221,00 (sessenta e dois mil e duzentos e vinte e um reais).

Tendo conhecimento de que todo ano a UnB empreende um processo de compra semelhante, sugere-se maximizar a economia, aumentando a quantidade demandada alinhada às necessidades da Universidade. Nesse viés, hipoteticamente, se a UnB dobrasse as aquisições de ração animal, mantido tudo mais constante, tem-se os seguintes ganhos: economia de escala promovida pela Universidade, aumentando-a em 4% em relação ao valor do modelo inicial, dado que quanto maior

a quantidade de itens na licitação, menor será o preço por unidade. De fato, grandes quantidades estimulam os participantes às margens de lucros menores, sendo recompensados pela venda em grande quantidade. Além disso, tem-se uma expectativa que quantidades maiores atraiam maior número de empresas a participarem do procedimento licitatório, ocorrendo, conseqüentemente, maior competição. Outro ganho seria a economia nos custos de transação, fazendo com que os custos endógenos e exógenos em duas licitações sejam absorvidos por apenas uma licitação. Cabe aqui uma observação em relação à este item específico: a quantidade de participantes na licitação é muito baixa, devendo ser estimulada a divulgação e o chamamento de uma quantidade maior de empresas que forneçam esse tipo de item.

#### 4.3 RESULTADO E DISCUSSÃO DA REGRESSÃO QUANTÍLICA – AR CONDICIONADO

O presente estudo analisou 267 itens de compra de diversos pregões em relação ao item ar condicionado.

É sabido que um item de compra pode ter uma ou mais unidades, dependendo do planejamento de cada órgão.

No caso em tela, o primeiro procedimento de análise foi a verificação do comportamento da distribuição da variável dependente VEI, evidenciado no Gráfico 4.3, a seguir.

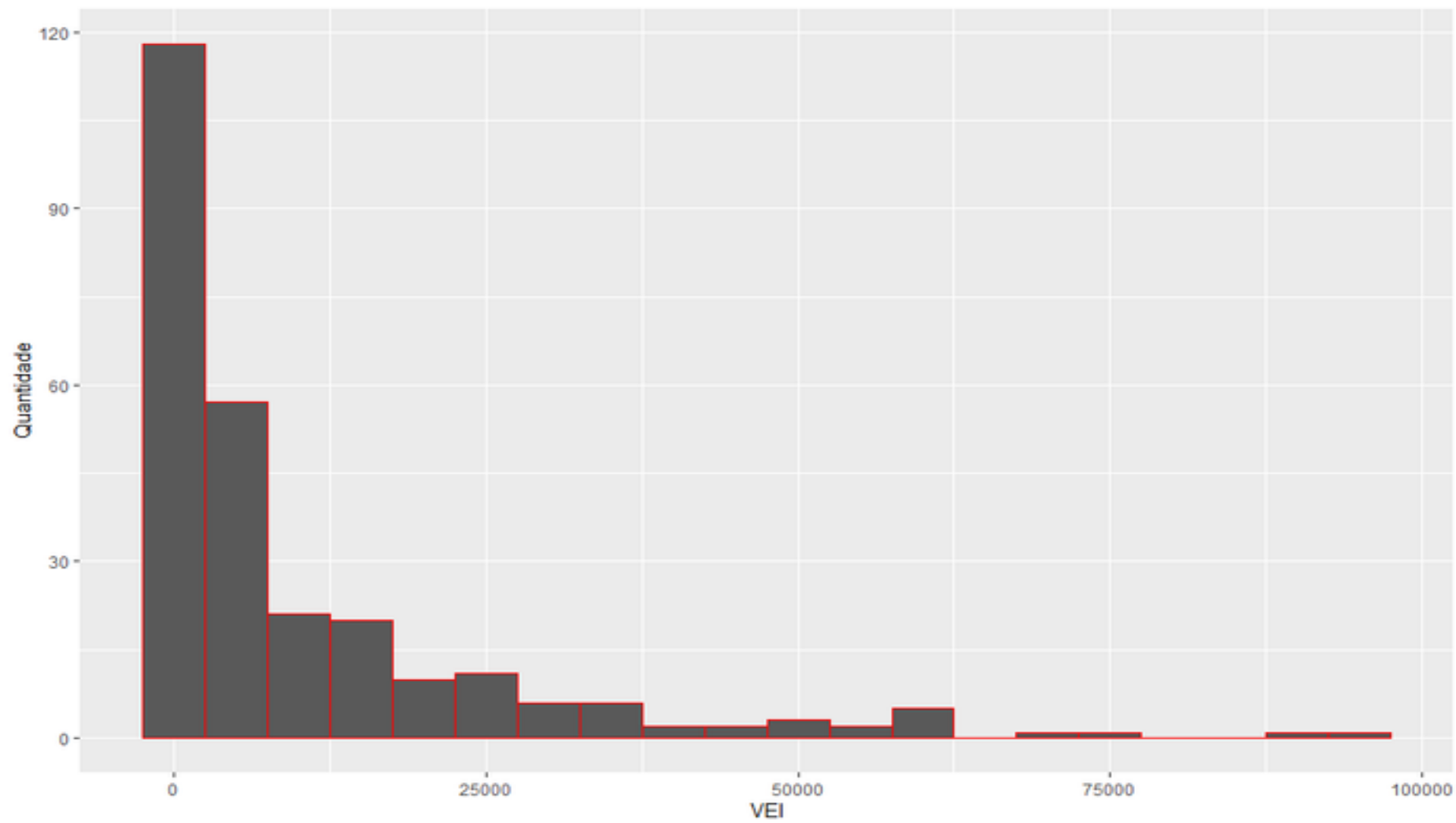


Gráfico 4.3 – Ar condicionado.

Fonte: Elaboração própria.

Diante do exposto no Gráfico 4.3, percebeu-se que a distribuição da variável a ser explicada (VEI) dos dados se assemelha a uma distribuição assimétrica com calda longa à direita. Nesse viés, empreendeu-se a ação de estatística descritiva das variáveis, conforme evidenciado na Tabela 4.7, a seguir, preliminarmente à aplicação do modelo.

Tabela 4.7 – Estatística descritiva – Ar Condicionado.

Variável	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
VEI	0	175	3372	10250	12776	94267
Q	1	6	15	25	25	313
F	1	2	5	6	8	16
QL	1	9	26	56	56	690
NP	1	5	8	10	13	34

Fonte: Elaboração própria.

Conforme o exposto, em relação ao item ar condicionado, foi possível verificar uma grande dispersão em economia (VEI), tendo variado de R\$ 0,00 (zero real) a R\$ 94.267,00 (noventa e quatro mil e duzentos e sessenta e sete reais) aos cofres públicos, dado como ponto de referência o valor estimado. Outra grande variação é a quantidade licitada, que variou de uma a 313 unidades, bem como a quantidade de lances, que chegou, em um único item, a 690 lances. A quantidade de vezes que uma empresa se sagrou vencedora em mais de uma licitação também chamou atenção, tendo uma única empresa sido beneficiada em 16 itens. A participação de licitantes também foi bem expressiva, com licitações cuja participação foi de apenas um licitante e licitações cuja participação foi de 34 participantes.

Por conseguinte, constatou-se a verificação de *outliers* tanto na variável dependente quanto nas independentes. O Teste de Breusch-Pagan também foi aplicado, verificando-se a heterocedasticidade no modelo de regressão linear. Assim, a regressão linear por MQO não seria a mais adequada. Por isso, a RQ foi aplicada para os quartis 0.25, 0.50 e 0.75, obtendo os resultados evidenciados na Tabela 4.8, a seguir.

Tabela 4.8 – Modelo 3A da Regressão Quantílica – Ar Condicionado.

Variável	Quartis		
	0.25	0.50	0.75
(Intercept)	-1984.911*** $p = 0.00089$	-3088.934*** $p = 0.00021$	-6171.819*** $p = 0.00000$
Q	29.583*** $p = 0.00001$	132.298*** $p = 0.00000$	296.716*** $p = 0.00000$
QL	7.551*** $p = 0.00578$	19.731*** $p = 0.00000$	28.873*** $p = 0.00000$
NP	378.371*** $p = 0.00000$	601.740*** $p = 0.00000$	1226.811*** $p = 0.00000$
F	-21.621 $p = 0.66696$	-94.592 $p = 0.17670$	36.990 $p = 0.71489$
VN	73.702 $p = 0.92760$	240.989 $p = 0.83091$	819.125 $p = 0.6164$

Onde: \* $p < 0.1$ ; \*\* $p < 0.05$ ; \*\*\* $p < 0.01$ .

Fonte: Elaboração própria.

Diante do exposto na Tabela 4.8, foi possível verificar que os coeficientes de quantidade, número de participantes e quantidade de lances são significantes ao nível de 0.01, apontando um nível de confiança acima de 95% em todos os quartis analisados. Em relação à variável quantidade de vezes que uma empresa ganhou o item da licitação e valor negociado do item pelo pregoeiro, com base no Teste de Hipótese, não se obteve significativo, tendo o  $p$ -value dado acima de 0.1, aceitando a hipótese nula.

Nesse sentido, a interpretação a ser feita quando se analisa a variável quantidade é que uma unidade a mais em um item a ser licitado promove uma economia de R\$ 29,58 (vinte e nove reais e cinquenta e oito centavos), R\$ 132,29 (cento e trinta e dois reais e vinte e nove centavos) e R\$ 296,71 (duzentos e noventa e seis reais e setenta e um centavos) nos quartis 0.25, 0.50, e 0.75, respectivamente.

Em relação à variável número de participantes, significa que um fornecedor a mais em disputa por um item a ser licitado promove uma economia de R\$ 378,37 (trezentos e setenta e oito reais e trinta e sete centavos), R\$ 601,74 (seiscentos e um reais e setenta e quatro centavos) e R\$ 1.226,81 (um mil e duzentos e vinte e seis reais e oitenta e um centavos) nos quartis 0.25, 0.50, e 0.75, respectivamente.

Por fim, ao analisar a variável quantidade de lances, significa que um lance a mais em um leilão promove uma economia de R\$ 7,55 (sete reais e cinquenta e cinco centavos), R\$ 19,73 (dezenove reais e setenta e três centavos) e R\$ 28,87 (vinte e oito reais e oitenta e sete centavos) nos quartis 0.25, 0.50 e 0.75, respectivamente.

Tendo em vista que a frequência com que um licitante ganha um item de um determinado pregão e o valor negociado não deram significantes, fez-se lícito retirá-las do modelo e empreender uma próxima análise para a verificação de novos resultados, pois uma quantidade menor de variáveis tende a melhorar o modelo.

Tabela 4.9 – Modelo 3B da Regressão Quantílica – Ar Condicionado.

Variável	Quartis		
	0.25	0.50	0.75
(Intercept)	-2118.347*** $p = 0.00000$	-3251.443*** $p = 0.00000$	-5695.682*** $p = 0.00000$
Q	29.522*** $p = 0.00000$	131.643*** $p = 0.00000$	296.556*** $p = 0.00000$
QL	7.782*** $p = 0.00034$	19.827*** $p = 0.00000$	28.961*** $p = 0.00000$
NP	370.299*** $p = 0.00000$	598.736*** $p = 0.00000$	1197.624*** $p = 0.00000$

Onde: \* $p < 0.1$ ; \*\* $p < 0.05$ ; \*\*\* $p < 0.01$ .

Fonte: Elaboração própria.

Após a retirada das variáveis quantidade de vezes que uma empresa ganhou o item da licitação e valor negociado, grandes alterações nos valores das variáveis não foram notadas, com exceção do intercepto, que passou de -1984.91131 para -2118.347. Assim, com base nesse modelo, aplicando-se o Teste de Hipótese, foi possível verificar que os coeficientes de quantidade, quantidade de lances e número de participantes são significantes ao nível de 0.01, demonstrando um nível de confiança acima de 95% em todos os quartis analisados.

Nesse íterim, ao analisar a variável quantidade de lances desse item, significa que um lance a mais em um leilão promove uma economia de R\$ 7,78 (sete reais e setenta e oito centavos), R\$ 19,82 (dezenove reais e oitenta e dois centavos) e R\$ 28,96 (vinte e oito reais e noventa e seis centavos) nos quartis 0.25, 0.50 e 0.75, respectivamente.

De fato, uma unidade a mais na variável quantidade promove uma economia de R\$ 29,52 (vinte e nove reais e cinquenta e dois centavos), R\$ 131,64 (cento e trinta e um reais e sessenta e quatro centavos) e R\$ 296,55 (duzentos e noventa e seis reais e cinquenta e cinco centavos) nos quartis 0.25, 0.50 e 0.75, respectivamente.

Conforme o exposto, o melhor modelo de regressão é do quartil 0.25, dado que o CIA foi de 5568.9 – o menor possível entre os três propostos. E em relação à significância entre os modelos, aplicou-se o "Teste de Wald" com  $p$ -value para estatística F de  $5.551e-16^{***}$ , abaixo de 0.01, apontando que os modelos são estatisticamente diferentes nos quartis de 0.25, 0.50 e 0.75.

Dessa forma, foi possível propor o seguinte modelo de regressão referente ao quartil 0.25 para a UnB melhor estimar, em futuras licitações do item em comento, o valor de economia a ser gerado em suas aquisições:

$$VEI = -2118,34 + 29,52 * Q + 370,29 * NP + 7,78 * QL \quad (4.3)$$

Equação 4.3 – Regressão Quantílica – Ar Condicionado.

Fonte: Elaboração própria.

onde:

VEI = Valor de Economia do Item;

Q = Quantidade a ser comprada de um determinado item;

NP = Número de participantes em disputa por um determinado item em pregão; e

QL = Quantidade de Lances ofertados por um item em um pregão;

Entrementes, em 2021, a UnB empreendeu a aquisição de 206 unidades de ares-condicionados – unidades com características semelhantes às analisadas. Constatou-se, então, a quantidade de 20 participantes, logrando 101 lances (BRASIL, 2022b). Assim, colocando tais dados no modelo aqui apresentado, a Universidade pode chegar a uma economia estimada de R\$ 12.131,13 (doze mil e cento e trinta e um reais e treze centavos).

Tendo conhecimento de que de tempos em tempos a UnB empreende processos de compra semelhante, sugere-se maximizar a economia, aumentando a quantidade demandada, alinhada às suas necessidades. Nesse viés, hipoteticamente,



se a UnB dobrasse as aquisições de ares-condicionados, mantido tudo mais constante, ter-se-iam os ganhos sob as seguintes vertentes: economia de escala promovida pela UnB, aumentando-a em 50% em relação ao valor do modelo inicial, dado que quanto maior a quantidade de itens na licitação, maior é o ganho em escala por unidade. Além disso, é sabido que grandes quantidades estimulam os participantes às margens de lucros menores, sendo recompensados pela venda em grande quantidade; logo, tem-se a expectativa que quantidades maiores atraiam maior número de empresas a participarem do procedimento licitatório, acarretando, conseqüentemente, em maior competição. Outro ganho seria a economia nos custos de transação, fazendo com que os custos endógenos e exógenos em duas licitações ou mais sejam absorvidos por apenas uma licitação.

#### 4.4 RESULTADO E DISCUSSÃO DA REGRESSÃO QUANTÍLICA – GÁS COMPRIMIDO OXIGÊNIO MEDICINAL

Por último, empreendeu-se a análise do comportamento do item gás comprimido oxigênio medicinal (m<sup>3</sup>). Suspeita-se que por se tratar de um item de compra específico, dada a sua natureza, talvez não existam tantas empresas que forneçam esse tipo de item, podendo resultar em uma espécie de oligopólio. Nesse ínterim, foram analisados 109 itens semelhantes de compras de diversos pregões.

É sabido que um item de compra pode ter uma ou mais unidades, dependendo do planejamento de cada órgão.

No caso em tela, o primeiro procedimento de análise foi a verificação do comportamento da distribuição da variável dependente VEI, evidenciado no Gráfico 4.4, a seguir.

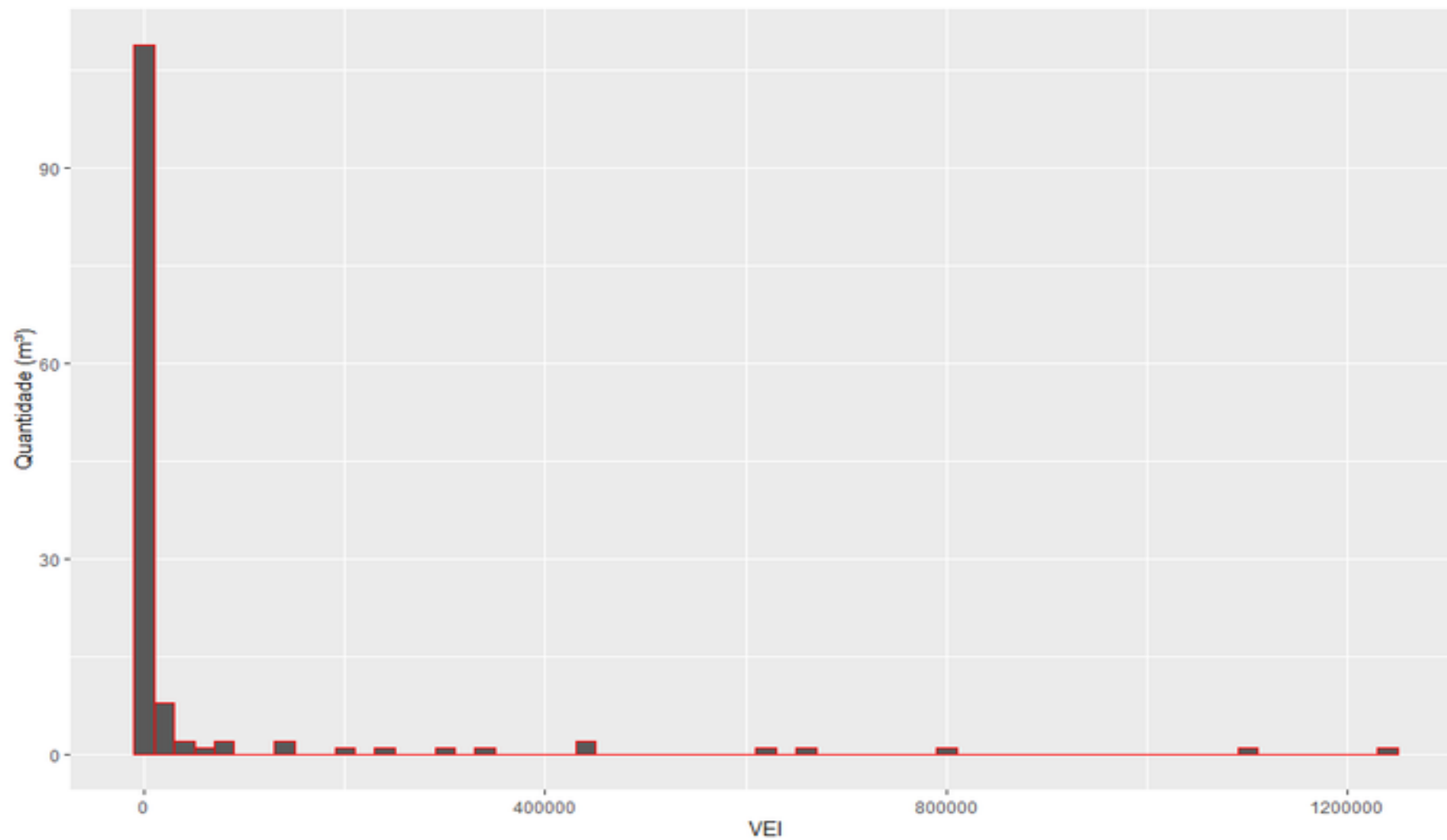


Gráfico 4.4 – Gás comprimido oxigênio medicinal.

Fonte: Elaboração própria.

Diante do exposto no Gráfico 4.4, percebeu-se que a distribuição da variável a ser explicada (VEI) dos dados se assemelha a uma distribuição assimétrica com calda longa à direita. Nesse viés, empreendeu-se a ação de estatística descritiva das variáveis, conforme evidenciado na Tabela 4.10, a seguir, preliminarmente à aplicação do modelo.

Tabela 4.10 – Estatística descritiva – Gás Comprimido Oxigênio Medicinal.

Variável	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
VEI	0	1.5	20	52863	375	1246000
Q	3	440	1500	60584	5167	3000000
F	1	2	4	5	8	11
QL	1	2	3	11	10	393
NP	1	1	2	2	2	4

Fonte: Elaboração própria.

Conforme o exposto, em relação ao item em tela, chamou a atenção o número de empresas que participaram dos 109 itens licitados. Aqui, cada item licitado, no máximo, não passou de quatro empresas concorrendo entre si. Ao analisar as medidas de tendência central, na média e na mediana, apenas duas empresas disputaram os itens entre si – o que demonstra baixa competitividade e pode se tratar de um item bem específico e que o seu fornecimento pode ser bastante limitado a poucas empresas no mercado. Outro fato que chama a atenção é a quantidade de lances dados, que, no máximo, chegaram a 393 lances – bem abaixo da quantidade de lances analisados dos outros itens. Apesar da grande quantidade, que vai de três a 3.000.000 de metros cúbicos de gás, o fato da existência de poucos licitantes pode fazer com que reflita negativamente no modelo de regressão aqui exposto.

Constatou-se ainda a verificação de *outliers* tanto na variável dependente quanto nas independentes. O Teste de Breusch-Pagan foi aplicado, ao passo que se verificou a heterocedasticidade no modelo de regressão linear. Assim, a regressão linear por MQO não seria a mais adequada. Por isso, a RQ foi aplicada para os quartis 0.25, 0.50 e 0.75, obtendo os resultados evidenciados na Tabela 4.11, a seguir.

Tabela 4.11 – Modelo 4A da Regressão Quantílica – Gás Comprimido Oxigênio Medicinal.

Variável	Quartis
----------	---------

	0.25	0.50	0.75
(Intercept)	-2.404*** $p = 0.00000$	-2.586 $p = 0.33342$	12.03813 $p = 0.27030$
Q	0.000*** $p = 0.00000$	-0.000 $p = 0.14031$	-0.000 $p = 0.37609$
QL	2.423*** $p = 0.00578$	2.408*** $p = 0.00000$	2.342*** $p = 0.00000$
NP	-4.826*** $p = 0.00000$	-0.550*** $p = 0.00000$	7.654 $p = 0.13848$
F	0.00000 $p = 0.99796$	0.748** $p = 0.01572$	-1.014 $p = 0.41629$

Onde: \* $p < 0.1$ ; \*\* $p < 0.05$ ; \*\*\* $p < 0.01$ .

Fonte: Elaboração própria.

Diante do exposto na Tabela 4.11, foi possível verificar que os coeficientes de quantidade são significativos apenas no quartil 0.25, com  $p$ -value = 0.00000, enquanto o número de participantes é significativo nos quartis 0.25 e 0.50, com  $p$ -value = 0.00000. Já quantidade de lances foi significante em todos os quartis, com  $p$ -value = 0.00578 no quartil 0.25 e  $p$ -value = 0.00000 nos quartis 0.50 e 0.75.

A interpretação a ser feita quando se analisa a variável quantidade é que uma unidade a mais em um item a ser licitado não se economiza nada para esse item específico nos quartis 0.25, 0.50 e 0.75, respectivamente.

Em relação à variável número de participantes, significa que um fornecedor a mais na disputa por um item a ser licitado promove uma perda de economia de R\$ 4,82 (quatro reais e oitenta e dois centavos) e R\$ 0,66 (sessenta e seis centavos de real) nos quartis 0.25 e 0.50, respectivamente.

Por fim, ao analisar a variável quantidade de lances, significa que um lance a mais em um leilão promove uma economia de R\$ 2,42 (dois reais e quarenta e dois centavos), R\$ 2,40 (dois reais e quarenta centavos) e R\$ 2,34 (dois reais e trinta e quatro centavos) nos quartis 0.25, 0.50 e 0.75, respectivamente.

De fato, os coeficientes analisados para esse item, apesar de significantes, proporcionarão um modelo ruim, já que não apresenta ganhos à UnB. Por exemplo, as quantidades a mais nesse item não oferece ganhos a mais. E em relação ao número de participantes, por se ter uma quantidade tão baixa nas licitações, tem-se perda ao invés de ganhos. Aqui vale recordar que, no auge da recente pandemia do

novo Corononavírus, em alguns entes federativos, se deu importante falta de gás oxigênio nos leitos de internação de Unidade de Terapia Intensiva (UTI), dado que as empresas não logravam suprir a alta demanda por este item.

Buscando verificar o comportamento da RQ com as variáveis significativas, foi proposto um novo modelo que recebesse 10 vezes mais a quantidade original das variáveis. O resultado da simulação apontou que maior quantidade de participantes na licitação trazem maior economia ou, no mínimo, diminuem a sua perda. Nesse item, ao aumentar o número de participantes em 10 vezes mais, junto com as demais variáveis, tem-se uma redução de R\$ 4,82 (quatro reais e oitenta e dois centavos) para R\$ 0,48 (quarenta e oito centavos de real), demonstrando a importância de mais participantes em procedimentos licitatórios acerca do item em questão. Para o item Quantidade a ser comprada, não ocorreu alteração de valor em relação ao primeiro modelo, demonstrando que maiores quantidades não proporcionam maiores ganhos. E em relação à variável Quantidade de Lances ofertados por um item em um pregão, um lance a mais proporciona ganhos de R\$ 0,24 (vinte e quatro centavos de real) nos quartis 0.25 e 0.50, enquanto de R\$ 0,23 (vinte e três centavos de real) no quartil 0.75 – valores que diferem do primeiro modelo.

Tabela 4.12 – Modelo 4B da Regressão Quantílica – Gás Comprimido Oxigênio Medicinal.

Variável	Quartis		
	0.25	0.50	0.75
(Intercept)	2.404*** $p = 0.00000$	-1.502 $p = 0.33342$	14.343 $p = 0.10377$
Q2	0.000*** $p = 0.00000$	0.00000 $p = 0.14031$	0.000 $p = 0.3578$
QL1	0.242*** $p = 0.00578$	0.240*** $p = 0.00000$	0.235*** $p = 0.00000$
NP3	-0.482*** $p = 0.00000$	0.110*** $p = 0.00000$	0.331 $p = 0.47939$

Onde: \* $p < 0.1$ ; \*\* $p < 0.05$ ; \*\*\* $p < 0.01$ .

Fonte: Elaboração própria.

Para este item específico não se deu a proposição do modelo, dado não ser interessante à administração. Como hipótese tem-se que o modelo não reage muito bem a mercados específicos, que tem características de oligopólio – o que não quer

dizer que não se possa ter economia com o item licitado, mas que as variáveis, apesar de significantes, não geram ganhos de escala à administração, mesmo aumentando a sua quantidade demandada, e dado poucas empresas que participam das licitações em todo o Brasil.

Destarte, a amostra extraída de 135 itens licitados em todo o Brasil, somadas todas as empresas, apontou que apenas 30 empresas participaram das licitações. Em alguns itens licitados, o máximo de participantes chegou a quatro licitantes e que, fazendo uso da média como medida de tendência central, apenas duas empresas concorreram a itens em licitações.

Em suma, a presente análise buscou verificar que o modelo não se aplica a mercados de menor concorrência. Itens a serem licitados que têm o comportamento de oligopólio não se recomenda o modelo em questão, já que este foi construído levando em conta um mercado de maior concorrência, conforme predisposto na Teoria dos Leilões. Desse modo, a verificação pela administração em que mercado o item está inserido é de extrema importância.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, não se pode negar que as variáveis quantidade, número de participantes e quantidade de lances são as aquelas que mais geram economia quando da aquisição de um bem, e melhores preditoras à construção de um modelo de regressão a ser utilizado pela Universidade de Brasília (UnB) para estimar economia. Nesse sentido, ao analisar os itens álcool etílico, ração animal, ar-condicionado e gás comprimido oxigênio medicinal, essas foram as variáveis mais significativas à construção do modelo à UnB.

O número de participantes é a variável que teve mais impacto em valores absolutos para economia em todos os itens analisados, ou seja, um licitante a mais gera mais economia do que uma unidade do item a mais em quantidade. Contudo, para ganhos de escala, a variável quantidade é mais relevante, pois é uma variável que a administração logra aumentar a sua demanda para justificar os ganhos de economia em escala; do contrário, fazer com que uma quantidade maior de licitantes participe de uma licitação a ser promovida é bem mais complexo, mas necessário.

Destarte, as variáveis valor negociado pelo pregoeiro e se o pregão foi por sistema de registro de preços ou leilão normal não se mostraram significativas. As razões para isso: em relação ao valor negociado pelo pregoeiro, da amostra extraída, observou-se que grande parte dos itens com valor negociado pelo pregoeiro foi com o intuito de que a empresa igualasse a sua proposta ao valor estimado; ou seja, a ferramenta de negociação pelo pregoeiro não foi utilizada nos itens analisados visando a redução do preço para gerar economia, mas sim, para que a proposta do participante igualasse o preço do valor estimado proposto pela administração. Logo, a economia é "zero", já que o menor valor do licitante é igual ao valor estimado do item – o que não quer dizer que não tenha tido valores negociados por pregoeiros com intuito de redução do preço; contudo, grande parte dos órgãos não utiliza a negociação pelo pregoeiro como prática para a redução do preço, deixando para o próprio pregão essa redução por meio dos seus mecanismos. A prática de negociação pelo pregoeiro buscando a maior economia possível pode/deve ser estimulada pelos órgãos buscando ganhos ainda maiores.

Em relação à variável Sistema de Registro de Preços (SRP) ou o pregão eletrônico, ambos se enquadram em espécie de um leilão. Dos itens analisados, essas variáveis não deram significantes, não podendo afirmar qualquer relação na utilização

de um ou de outro para gerar maior economia à administração. Contudo, atualmente, se utiliza mais SRP. Tal justificativa dessa utilização é o fato da não necessidade de prévio empenho para toda a quantidade a ser adquirida – situação que engessa o orçamento com as compras. Assim, os valores são empenhados à medida que os itens são, de fato, solicitados ao ganhador da licitação. Sobre a questão, estudos posteriores podem ser realizados, mas sugere-se um balanceamento entre os dados.

Os achados na presente pesquisa, de fato, convergem com a Teoria dos Leilões, com as forças de equilíbrio de mercado e com os estudos analisados por meio de regressões nos pregões eletrônicos. Em relação à Teoria dos Leilões, que afirma que a melhor forma de encontrar um preço ideal para o bem é por meio do leilão, dado ser uma ferramenta que converge o bem para o seu valor real, mostrou-se verdadeira ao analisar o valor dos itens. Aqui, os preços de cada item convergem para um preço médio comum quando da presença de mais licitantes.

Outro fator importante são os pontos de outliers ou a alavancagem nos pregões. Há tantos lances maiores quanto menores que distanciam da média. A Teoria dos Leilões traz tal problema na definição de valor privado e valor comum, onde cada licitante valora o bem a ser leiloado. No valor privado, cada licitante conhece seus próprios motivos e estabelece sua valoração, enquanto no valor comum, os licitantes, por meio de sinais/informações, aprendem uns com os outros ao captar as informações, aprendendo mais sobre o bem a ser adquirido e tendo uma valoração mais assertiva. Outro problema surge em consequência disso: a “maldição do vencedor”, que configura na ação de ofertar um lance maior do que o licitante estaria disposto a oferecer, fazendo com que sua margem de lucro seja reduzida. Isso também é verdade quando se analisa, na prática, grandes descontos dados por empresas. Os motivos desses lances são exógenos, e a administração as desconhece, mais algumas razões são levantadas, tais como: primeira vez da empresa em procedimento licitatório e querer explorar o "mundo" das licitações; em outros casos, empresas já estão consolidadas no mercado e mantêm um grande estoque e preferem ganhar no giro da mercadoria ao invés no percentual de lucro; em outras situações, as empresas estão se dissolvendo e necessitam transformar seu ativo patrimonial em dinheiro; e, as empresas sabem que o item demandado é fornecido por poucas empresas e, por isso, não estão dispostas a negociar o preço em valores menores.



Em relação aos modelos dos itens aqui analisados, mostraram-se relevantes e podem ser utilizados pela UnB. Buscando ganhos de escala, a Universidade pode empreender menos licitações e aumentar a quantidade demandada, sobretudo, em itens de compras que são habituais. Por conseguinte, se a UnB tem pleno conhecimento que todo ano determinados itens devem ser licitados para atender suas necessidades, recomenda-se pensar em compras com volume maiores e diminuir a frequência das licitações. Esse simples procedimento faz com que haja ganhos de escala, dado que quanto maior a quantidade demandada pela Universidade, menor será o preço; conseqüentemente, uma quantidade maior despertará maiores interesses, atraindo maior número de participantes no procedimento licitatório, acirrando ainda mais a competitividade. Por outro lado, a UnB poderá economizar com custos de transação, pois empreenderá menor quantidade de procedimentos licitatórios, onde os custos de duas licitações ou mais poderão ser absorvidos por apenas um procedimento licitatório.

Por fim, conhecer a estrutura de mercado onde o item está inserido é extremamente importante. Quando do início da presente empreitada, imaginou-se que o modelo traria ganhos em qualquer tipo de mercado, desde que participasse do procedimento do pregão. Mas foi possível verificar que não há ganhos quando se analisa itens de compras que têm comportamento de oligopólio, como verificado no caso do item gás comprimido oxigênio medicinal. Neste, a participação da licitação se deu por poucas empresas. E ainda vale destacar que dos 135 itens analisados, apenas 30 participaram de licitações em todo o Brasil, sendo que a média de disputa por item ficou em duas empresas apenas.

Dessa forma, não há modelo pronto e devem ser verificados e realizados com cuidados para sua aplicação. Contudo, os modelos aqui propostos podem ser utilizados pela UnB, bem como o setor de compras da Universidade pode construir novos modelos para estimar a economia que teria na aquisição de um determinado bem.

As linhas que se seguiram foram, de fato, preliminares, somadas aos vários outros estudos que buscam fortalecer os setores de logística e compras da administração pública e auxiliar a UnB a maximizar suas economias na aquisição de bens em momentos de restrição orçamentária e financeira.

## REFERÊNCIAS

AKAIKE, Hirotugu. A new look at the statistical model identification. **IEEE Transactions on Automatic Control**, v. AC-19, n. 6, p. 716-723, dez. 1974. Disponível em: [http://bayes.acs.unt.edu:8083/BayesContent/class/Jon/MiscDocs/Akaike\\_1974.pdf](http://bayes.acs.unt.edu:8083/BayesContent/class/Jon/MiscDocs/Akaike_1974.pdf). Acesso em: 4 abr. 2022.

AMURIM, Elisangela Pires da S. de; LIMA, José Ricarte de; RAMOS, Fernando M.; MACAGNAN, Clea Beatriz. Fatores explicativos do comportamento oportunista do agente público em procedimentos licitatórios: estudo em universidade estadual brasileira. **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v. 6, n. 12, p. 101435-101454, dec. 2020. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/article/view/22074/17624>. Acesso em: 4 abr. 2022.

BARTOLINI, Leonardo; COTTARELLI, Carlo. Treasury bill auctions: issues and uses. **International Monetary Fund**, Working Paper n. 94/135, nov. 1994.

BRASIL. **Comprasnet**. Brasília, 2022a. Disponível em: <https://www.comprasnet.gov.br/seguro/loginPortal.asp>. Acesso em: 23 jan. 2022.

BRASIL. **Lei n. 3.998, de 15 de dezembro de 1961**. Autoriza o Poder Executivo a instituir a Fundação Universidade de Brasília, e dá outras providências. Brasília, 1961. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/1950-1969/l3998.htm#:~:text=Autoriza%20o%20Poder%20Executivo%20a,Bras%C3%ADIA%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%A2ncias](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1950-1969/l3998.htm#:~:text=Autoriza%20o%20Poder%20Executivo%20a,Bras%C3%ADIA%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%A2ncias). Acesso em: 15 mar. 2022.

BRASIL. Ministério da Economia. **Painel de Preços**: análise de materiais. Brasília, 2022b. Disponível em: <https://paineldeprecos.planejamento.gov.br/analise-materiais>. Acesso em: 18 abr. 2022.

COSTA, Caio César de Medeiros; FERREIRA, Marco Aurélio Marques; BRAGA, Marcelo José; ABRANTES, Luiz Antônio. Fatores associados à eficiência na alocação de recursos públicos à luz do modelo de regressão quantílica. **Rev. Adm. Pública**, Rio de Janeiro, v. 49, n. 5, p. 1319-1347, set./out. 2015.

FARIA, Evandro Rodrigues de; FERREIRA, Marco Aurélio Marques; SANTOS, Lucas Maia dos; SILVEIRA, Suely de Fátima Ramos. Fatores determinantes na variação dos preços dos produtos contratados por pregão eletrônico. **RAP**, Rio de Janeiro, v. 44, n. 6, p. 1405-1428, nov./dez. 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rap/a/S8SpSJxsfwgqxnHGs6rgh/?lang=pt#:~:text=As%20vari>

%C3%A1veis%20n%C3%BAmero%20de%20fornecedores,4%25%20das%20varia%C3%A7%C3%B5es%20dos%20pre%C3%A7os. Acesso em: 4 jul. 2022.

FERREIRA, Tiago Olimpio. **Pregão eletrônico e negociação**: fatores determinantes na busca do menor preço. Brasília, 2019. 125 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Economia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

FERRICHE, Roberta Coube. **Teoria de Leilões com aplicação ao mercado de petróleo brasileiro**. 2009. Dissertação (Mestrado em Finanças e Economia Empresarial) – Escola de Pós-Graduação em Economia, Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 2009. Disponível em:  
<https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/2683/Roberta%20Ferriche%20-%20Disserta%C3%83%C2%A7%C3%83%C2%A3o.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 4 jul. 2022.

GUJARATI, Damodar. **Econometria**: princípios, teoria e aplicações prática. São Paulo: Saraiva Uni, 2019.

KLEMPERER, Paul. Auction Theory: a guide to the literature. **Journal of Economic Surveys**, v. 13, n. 3, p. 227-286, jul. 1999. Disponível em:  
[https://www.cs.princeton.edu/courses/archive/spr09/cos444/papers/klemperer\\_guide.pdf](https://www.cs.princeton.edu/courses/archive/spr09/cos444/papers/klemperer_guide.pdf). Acesso em: 4 jul. 2022.

KOENKER, Roger; D'OREY, Vasco. A remark on algorithm AS 229: computing dual Regression Quantiles and regression rank scores. **Journal of the Royal Statistical Society**, v. 43, n. 2, p. 410-414, 1994.

MANKIW, Nicholas Gregory. **Introdução à economia**. Trad. da 8. ed. norte-americana. Trad. de Allan Vidigal Hastings e Elisete Paes e Lima. 4. ed. São Paulo: Cengage, 2020.

MELO, Erika Regina Santos; DINIZ FILHO, José Washington de Freitas. Elementos impactantes na variação dos preços em pregões eletrônicos. **RAGC**, v. 6, n. 25, p. 162-178, 2018.

MENEZES, Flávio M. Uma introdução à Teoria dos Leilões. **R. de Econometria**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 2, p. 235-255, nov. 1994/mar. 1995. Disponível em:  
<https://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/bre/article/view/2973/1869>. Acesso em: 4 jul. 2022.

MENEZES, Ronald do Amaral; SILVA, Renaud Barbosa da; LINHARES, Alexandre. **Leilões eletrônicos reversos multiatributo**: uma abordagem de decisão multicritério aplicada às compras públicas brasileiras. **RAC**, v. 11, n. 3, p. 11-33, jul./set. 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rac/a/8VvkZ9DqrWtmqMRD3zRtMLZQ/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 4 jul. 2022.

MICHEL, Maria Helena. **Metodologia e pesquisa científica em Ciências Sociais**: um guia para acompanhamento da disciplina e elaboração de trabalhos monográficos. 3 ed. atual. e ampl. São Paulo: Atlas, 2015.

MILGROM, Paul R. Rational expectations, information acquisition, and competitive bidding. **Econometrica**, v. 49, n. 4, p. 921-943, jul. 1981.

MILGROM, Paul R.; WEBER, Robert J. A Theory of Auctions and competitive bidding. **Econometrica**, v. 50, n. 5, p. 1089-1122, set. 1982. Disponível em: <https://www.nccr-finrisk.uzh.ch/media/pdf/MilgromWeber.pdf>. Acesso em: 4 jul. 2022.

MYERSON, Roger B. Optimal auction design. **Mathematics of Operations Research**, v. 6, n. 1, p. 58-73, fev. 1981. Disponível em: <http://www.eecs.harvard.edu/cs286r/courses/spring07/papers/myerson.pdf>. Acesso em: 4 jul. 2022.

NUNES, Ricardo da Costa; NUNES, Selene Peres. Venda de ativos públicos em diferentes formatos de leilão. **Revista de Estudos e Pesquisa em Administração**, v. 1, n. 1, p. 59-72, dez. 2017.

OLIVEIRA, Allysson dos Santos. **E-commerce**: uma visão do B2C – Business to Consumer. 2009. Monografia (Bacharelado em Administração) – Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas, Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2009. Disponível em: <https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/235/10006/1/20734491.pdf>. Acesso em: 4 jul. 2022.

PELLEGRINI, Guilherme Martins. **Licitação multiunitária**: modelagem de contratações públicas a partir da Teoria dos Leilões. 2018. 142 f. Dissertação (Mestrado em Direito) – Escola de Direito de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2018. Disponível em: [https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/24296/DISSERTA%c3%87%c3%83O\\_GUILHERME\\_MARTINS\\_COM\\_FICHA\\_PARA\\_ENTREGA.pdf?sequence=7&isAllowed=y](https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/24296/DISSERTA%c3%87%c3%83O_GUILHERME_MARTINS_COM_FICHA_PARA_ENTREGA.pdf?sequence=7&isAllowed=y). Acesso em: 4 jul. 2022.

RILEY, John G; SAMUELSON, William F. Optimal auctions. **The American Economic Review**, v. 71, n. 3, p. 381-392, jun. 1981. Disponível em: <http://www.eecs.harvard.edu/cs286r/courses/spring05/0-150a.pdf>. Acesso em: 4 jul. 2022.

ROSS, Sheldon. **Probabilidade**: um curso moderno com aplicações. Trad. de Alberto Resende De Conti. 8. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

RSTUDIO. 2022. Disponível em: <https://www.rstudio.com/products/rstudio/>. Acesso em: 2 abr. 2022.

SANTOS, Bruno Ramos dos. **Modelos de Regressão Quantílica**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto de Matemática e Estatística, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/45/45133/tde-12042012-154333/publico/DissertacaoBrunoRamosdosSantos.pdf>. Acesso em: 4 jul. 2022.

SANTOS, Rafael Carvalho Batista. **B2B**: critérios decisórios de escolha na distribuição de medicamentos na cidade de João Pessoa/PB. 2016. 58 f. Monografia (Bacharelado em Administração) – Departamento de Administração, Centro de Ciências Sociais Aplicada, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/2024/1/RCBS08092017.pdf>. Acesso em: 4 jul. 2022.

SILVA, Alan da. **Regressão Quantílica com distribuições assimétricas**. 2021. Dissertação (Mestrado em Estatística) – Departamento de Estatística, Instituto de Ciências Exatas, Universidade de Brasília, Brasília, 2021. Disponível em: [https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/40470/1/2020\\_AlandaSilva.pdf](https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/40470/1/2020_AlandaSilva.pdf). Acesso em: 4 abr. 2022.

VICKREY, William. Counterspeculation, auctions, and competitive sealed tenders. **The Journal of Finance**, v. 16, n. 1, p. 8-37, mar. 1961. Disponível em: <https://www.cs.princeton.edu/courses/archive/spr09/cos444/papers/vickrey61.pdf>. Acesso em: 4 abr. 2022.

WILSON, Robert. A bidding model of perfect competition. **The Review of Economic Studies**, v. 44, n. 3, p. 511-518, out. 1977. Disponível em: [https://www.nccr-finrisk.uzh.ch/media/pdf/Wilson\\_77.pdf](https://www.nccr-finrisk.uzh.ch/media/pdf/Wilson_77.pdf). Acesso em: 4 abr. 2022.

## APÊNDICES

## APÊNDICE A – Regressão Quantílica – Álcool Etílico

```
setwd("C:/Users/teletrabalho/Desktop/Mestrado/Políticas Sociais/Base_Contratos")

library(pacman)
library(dplyr)
library(psych)
library(car)
library(MASS)
library(DescTools)
library(QuantPsyc)
library(ggplot2)
library(openxlsx)
library(stats)
library(tidyverse)
library(rstatix)
library(stats)
library(ggpubr)
library(lmtest)
library(outliers)
library(robustX)
library(robustbase)
library(Matching)
library(quantreg)
library(stargazer)
library(rsq)

dados <- read.xlsx("LicitacaoUnB2019Alcoolv1.xlsx", sheet = "teste", colNames = TRUE)

dados$F <- as.integer(dados$F)
dados$NP <- as.integer(dados$NP)
dados$QL <- as.integer(dados$QL)
dados$Q <- as.integer(dados$Q)
dados$VEI <- as.integer(dados$VEI)
dados$SRP <- as.factor(dados$SRP)
glimpse(dados)

summary(dados$VEI)
summary(dados$Q)
summary(dados$F)
summary(dados$QL)
summary(dados$NP)
summary(dados$Valor_Estimado)
summary(dados$Menor_Lance)

## Regressão Quantílica - Álcool Etílico

ggplot(data = dados, aes(x = VEI)) +
  geom_density() + ggtitle('Distribuição Assimétrica') +
  xlab("Valor_Econ_Item")+
  ylab("Quantidade")
```

```
ggplot(data = dados) +
  geom_histogram(color = 'red', mapping = aes(x = VEI), binwidth = 2000) +
  xlab("Valor_Econ_Item")+
  ylab("Quantidade")
```

```
Econ_Item1 <- VEI ~ SRP + Q + F + NP + QL
Econ_Item <- VEI ~ Q + NP + QL
```

*#Estimando as regressões quantílicas, utilizada posteriormente na obtenção dos erros padrões*

```
RegQuant251 <- rq(Econ_Item1, tau = 0.25, method = "br", data = dados)
summary(RegQuant251, se = "iid")
RegQuant501 <- rq(Econ_Item1, tau = 0.50, method = "br", data = dados)
summary(RegQuant501, se = "iid")
RegQuant751 <- rq(Econ_Item1, tau = 0.75, method = "br", data = dados)
summary(RegQuant751, se = "iid")
```

```
RegQuant25 <- rq(Econ_Item, tau = 0.25, method = "br", data = dados)
summary(RegQuant25, se = "iid")
RegQuant50 <- rq(Econ_Item, tau = 0.50, method = "br", data = dados)
summary(RegQuant50, se = "iid")
RegQuant75 <- rq(Econ_Item, tau = 0.75, method = "br", data = dados)
summary(RegQuant75, se = "iid")
```

```
AIC(RegQuant25)
AIC(RegQuant50)
AIC(RegQuant75)
stepAIC(RegQuant25)
stepAIC(RegQuant50)
stepAIC(RegQuant75)
AIC <- AIC(RegQuant)
extractAIC.rq(RegQuant25)
AIC
```

```
stargazer(RegQuant251, RegQuant501, RegQuant751,
  title="Resultados",
  align=T,
  ci=F,
  ci.level = 0.95,
  type = "text",
  out = "tabela.text")
```

```
stargazer(RegQuant25, RegQuant50, RegQuant75,
  title="Resultados",
  align=T,
  ci=F,
  ci.level = 0.95,
  type = "text",
  out = "tabela.text")
```



```
#Anova function for quantile regression fits  
  
#Por coeficientes  
  
anovacoef = anova.rq(RegQuant25, RegQuant50, RegQuant75, test = "Wald", joint = FALSE)  
anovamod = anova.rq(RegQuant25, RegQuant50, RegQuant75, test = "Wald", joint = TRUE)  
anovacoef  
anovamod
```

## APÊNDICE B – Regressão Quantílica – Ração Animal

```

setwd("C:/Users/teletrabalho/Desktop/Mestrado/Políticas Sociais/Base_Contratos")

library(pacman)
library(dplyr)
library(psych)
library(car)
library(MASS)
library(DescTools)
library(QuantPsyc)
library(ggplot2)
library(openxlsx)
library(stats)
library(tidyverse)
library(rstatix)
library(stats)
library(ggpubr)
library(lmtest)
library(outliers)
library(robustX)
library(robustbase)
library(Matching)
library(quantreg)
library(stargazer)
library(rsq)

Racao <- read.xlsx("LicitacaoRacaoAnimal.xlsx", sheet = "teste", colNames = TRUE)

Racao$F <- as.integer(Racao$F)
Racao$NP <- as.integer(Racao$NP)
Racao$QL <- as.integer(Racao$QL)
Racao$Q <- as.integer(Racao$Q)
Racao$VEI <- as.integer(Racao$VEI)
Racao$SRP <- as.factor(Racao$SRP)
Racao$VN <- as.factor(Racao$VN)
glimpse(Racao)
table(Racao$VN)
levels(Racao$VN) # NÃO = CATEGORIA DE REFERÊNCIA
levels(Racao$SRP) # NÃO = CATEGORIA DE REFERÊNCIA

summary(Racao$Q)
summary(Racao$Valor_Estimado)
summary(Racao$F)
summary(Racao$QL)
summary(Racao$NP)
summary(Racao$VEI)

## Regressão Quantílica - Álcool Etílico
ggplot(data = Racao, aes(x = VEI)) +
  geom_density() + ggtitle('Distribuição Assimétrica') +

```

```

  xlab("VEI")+
  ylab("Densidade")
ggplot(data = Racao) +
  geom_histogram(color = 'red', mapping = aes(x = VEI), binwidth = 1000) +
  xlab("Var_Economia") +
  ylab("Quantidade")

VEI <- VEI ~ Q + QL + NP

#Estimando as regressões quantílicas, utiliza posteriormente na obtenção d
os erros padrões

RegQuant25 <- rq(VEI, tau = 0.25, method = "br", data = Racao)
summary(RegQuant25, se = "iid")
RegQuant50 <- rq(VEI, tau = 0.50, method = "br", data = Racao)
summary(RegQuant50, se = "iid")
RegQuant75 <- rq(VEI, tau = 0.75, method = "br", data = Racao)
summary(RegQuant75, se = "iid")

##Comparação AIC entre regressões quantílicas

AIC(RegQuant25)
AIC(RegQuant50)
AIC(RegQuant75)
stepAIC(RegQuant25)
stepAIC(RegQuant50)
stepAIC(RegQuant75)
AIC <- AIC(RegQuant25, RegQuant50, RegQuant75)
extractAIC.rq(RegQuant25, RegQuant50, RegQuant75)
AIC

stargazer(RegQuant25, RegQuant50, RegQuant75,
          title="Resultados",
          align=T,
          ci=TRUE,
          ci.level = 0.90,
          type = "text",
          out = "tabela.text")

#Anova function for quantile regression fits

#Por coeficientes

anovacoef = anova.rq(RegQuant25, RegQuant50, RegQuant75, test = "Wald", jo
int = FALSE)
anovamod = anova.rq(RegQuant25, RegQuant50, RegQuant75, test = "Wald", joi
nt = TRUE)
anovacoef
anovamod

##Gráfico de coeficientes quantílicos

```

```
quantreg.all = rq(VEI, tau = seq(0.10, 0.75, by=0.10), data = Racao)
quantreg.plot = summary(quantreg.all)
plot(quantreg.plot)
```

## APÊNDICE C – Regressão Quantílica – Ar Condicionado

```

ArCond <- read.xlsx("ArCondicionado.xlsx", sheet = "Cond", colNames = TRUE
)

ArCond$F <- as.integer(ArCond$F)
ArCond$NP <- as.integer(ArCond$NP)
ArCond$QL <- as.integer(ArCond$QL)
ArCond$Q <- as.integer(ArCond$Q)
ArCond$VEI <- as.integer(ArCond$VEI)
ArCond$VN <- as.factor(ArCond$VN)
glimpse(ArCond)
levels(ArCond$VN) # NÃO = CATEGORIA DE REFERÊNCIA

summary(ArCond$Q)
summary(ArCond$F)
summary(ArCond$Valor_Estimado)
summary(ArCond$QL)
summary(ArCond$NP)
summary(ArCond$VEI)

## Regressão Quantílica - Álcool Etílico

ggplot(data = ArCond, aes(x = VEI)) +
  geom_density(color = 'red', mapping = aes(x = VEI), binwidth = 100) + gg
title('Distribuição Assimétrica') +
  xlab("VEI")+
  ylab("Densidade")
ggplot(data = ArCond) +

  geom_histogram(color = 'red', mapping = aes(x = VEI), binwidth = 5000) +
  xlab("VEI") +
  ylab("Quantidade")

AR <- VEI ~ Q + QL + NP
AR1 <- lm(VEI ~ Q + QL + NP + F + VN, data = ArCond)
summary(AR1)

bptest(AR1)

outlier(ArCond$VEI)
outlier(ArCond$Q)
outlier(ArCond$QL)
outlier(ArCond$NP)
outlier(ArCond$F)

#Estimando as regressões quantílicas, utiliza posteriormente na obtenção d
os erros padrões

```

```
RegQuant25 <- rq(AR, tau = 0.25, method = "br", data = ArCond)
summary(RegQuant25, se = "iid")
RegQuant50 <- rq(AR, tau = 0.50, method = "br", data = ArCond)
summary(RegQuant50, se = "iid")
RegQuant75 <- rq(AR, tau = 0.75, method = "br", data = ArCond)
summary(RegQuant75, se = "iid")
```

### ***##Comparação AIC entre regressões quantílicas***

```
AIC(RegQuant25)
AIC(RegQuant50)
AIC(RegQuant75)
stepAIC(RegQuant25)
stepAIC(RegQuant50)
stepAIC(RegQuant75)
AIC <- AIC(RegQuant25, RegQuant50, RegQuant75)
extractAIC.rq(RegQuant25, RegQuant50, RegQuant75)
AIC
```

## APÊNDICE D – Regressão Quantílica – Gás Comprimido Oxigênio Medicinal

```

Gas <- read.xlsx("Gas.xlsx", sheet = "teste", colNames = TRUE)

Gas$F <- as.integer(Gas$F)
Gas$NP <- as.integer(Gas$NP)
Gas$NP2 <- as.integer(Gas$NP2)
Gas$NP3 <- as.integer(Gas$NP3)
Gas$QL <- as.integer(Gas$QL)
Gas$Q <- as.integer(Gas$Q)
Gas$VEI <- as.integer(Gas$VEI)
Gas$SRP <- as.factor(Gas$SRP)
Gas$VN <- as.factor(Gas$VN)
glimpse(Gas)
table(Gas$VN)
table(Gas$SRP)
levels(Gas$VN) # NÃO = CATEGORIA DE REFERÊNCIA
levels(Gas$SRP) # NÃO = CATEGORIA DE REFERÊNCIA

summary(Gas$Q)

summary(Gas$Valor_Estimado)
summary(Gas$F)
summary(Gas$QL)
summary(Gas$NP)
summary(Gas$VEI)

## Regressão Quantílica - Álcool Etílico

ggplot(data = Gas, aes(x = VEI)) +
  geom_density() + ggtitle('Distribuição Assimétrica') +
  xlab("VEI")+
  ylab("Densidade")

ggplot(data = Gas) +
  geom_histogram(color = 'red', mapping = aes(x = VEI), binwidth = 200) +
  xlab("VEI") +
  ylab("Quantidade (m³)")

VEI <- VEI ~ Q + QL + NP
VEIsim <- VEI ~ Q2 + QL1 + NP3

RegQuant251 <- rq(VEIsim, tau = 0.75, method = "br", data = Gas)
summary(RegQuant251, se = "iid")
summary(VEI1)

#Estimando as regressões quantílicas, utiliza posteriormente na obtenção d
os erros padrões

RegQuant25 <- rq(VEI, tau = 0.25, method = "br", data = Gas)
summary(RegQuant25, se = "iid")
RegQuant50 <- rq(VEI, tau = 0.50, method = "br", data = Gas)
summary(RegQuant50, se = "iid")

```

```
RegQuant75 <- rq(VEI, tau = 0.75, method = "br", data = Gas)
summary(RegQuant75, se = "iid")
```

### **##Comparação AIC entre regressões quantílicas**

```
AIC(RegQuant25)
AIC(RegQuant50)
AIC(RegQuant75)
stepAIC(RegQuant25)
stepAIC(RegQuant50)
stepAIC(RegQuant75)
AIC <- AIC(RegQuant25, RegQuant50, RegQuant75)
extractAIC.rq(RegQuant25, RegQuant50, RegQuant75)
AIC
```

```
stargazer(RegQuant25, RegQuant50, RegQuant75,
          title="Resultados",
          align=T,
          ci=TRUE,
          ci.level = 0.90,
          type = "text",
          out = "tabela.text")
```

### **#Anova function for quantile regression fits**

#### **#Por coeficientes**

```
anovacoef = anova.rq(RegQuant25, RegQuant50, RegQuant75, test = "Wald", joint = FALSE)
anovamod = anova.rq(RegQuant25, RegQuant50, RegQuant75, test = "Wald", joint = TRUE)
anovacoef
anovamod
```

### **##Grafico de coeficientes quantilicos**

```
quantreg.all = rq(VEI, tau = seq(0.10, 0.75, by=0.10), data = Gas)
quantreg.plot = summary(quantreg.all)
plot(quantreg.plot)
```