

# Como estimar preço em compras públicas usando econometria com o ChatGPT

Franklin Brasil Santos

Kleberson Roberto de Souza

[Auditores federais e pesquisadores em compras]

## 1. Introdução

Em 1975, Mauro Celso cantava sobre comprar ingredientes no varejo para fazer farofa, envolvendo um quilo de farinha, um pé e orelha de porco. Mas comprar ingredientes em grande escala, como o governo precisa fazer, é bem mais complicado. Quanto é justo pagar? E se a entrega for longe dos centros produtores? E se a compra for urgente?

Essas são questões que os compradores públicos enfrentam diariamente. O governo precisa estimar o preço de mercado aceitável para muitas compras, de uma variedade enorme de produtos, em quantidades geralmente expressivas, em unidades compradoras espalhadas pelo país inteiro. Isso tende a ser mais difícil do que preparar farofa, envolvendo complicações metodológicas e riscos diversos de desperdício e fraude (Santos, 2019; Souza e Santos, 2022; Santos e Souza, 2024).

Um caminho metodológico para enfrentar esse desafio é empregar a econometria, um ramo da economia que usa a estatística para investigar relações entre variáveis. Técnicas econométricas podem ajudar a promover estimativas robustas e precisas, como já defendeu o TCU no Acórdão n. 3089/2015-Plenário<sup>1</sup>.

Com o avanço da inteligência artificial, novas ferramentas podem ajudar a utilizar esses métodos mais sofisticados. Neste artigo, mostramos como usar o ChatGPT para estimar preços, a partir de dados históricos de compras anteriores, integrando técnicas econométricas para considerar fatores relevantes como quantidade, localização e modalidade de licitação. E para fazer isso basta conversar naturalmente com a máquina, com resultados rápidos e sem grande esforço de operação. E ainda contando com sugestões e dicas do algoritmo.

A lei geral de licitações exige que a pesquisa de preços se baseie em bancos de dados públicos e considere efeitos de economia de escala e peculiaridades locais (art. 23 da Lei 14.133/2021). Avaliar matematicamente esses fatores é essencial para cumprir a legislação e mitigar riscos de sobrepreço e insucesso nas contratações.

Mas como fazer isso?

Nossa ideia é usar o poder de processamento de inteligência artificial (IA) e a facilidade de operação do ChatGPT, usando linguagem natural para analisar grandes volumes de dados e aplicar econometria para estimativas precisas, ajustadas às características da compra. Estimar bem, conforme o tamanho da farofa.

---

<sup>1</sup> Outros julgados do TCU que usaram econometria: 1.583/2016-P, 2619/2019-P, 1.568/2020, 909/2021-P.

## 2. Contexto

A análise adequada é crucial para extrair informações significativas de grandes volumes de dados. Esse processo envolve várias etapas, como a coleta, limpeza, transformação e modelagem dos dados. Ferramentas como Python e R são amplamente utilizadas para essas tarefas (Lortie, 2022).

A econometria é uma subdisciplina da economia que utiliza estatísticas para testar hipóteses e estimar relações econômicas. Um dos modelos econométricos mais comuns é a regressão linear múltipla, que possibilita medir em que grau uma variável de interesse, chamada de 'dependente' (y), é influenciada por uma ou mais variáveis independentes (x) (Wooldridge, 2013).

Estudos apontam que modelos de linguagem (LLM), como o ChatGPT, podem revolucionar a pesquisa econômica e a análise de dados, aumentando a produtividade ao automatizar tarefas microeconômicas, incluindo limpeza e pré-processamento de dados, treinamento de modelos, interpretação de resultados, insights para tomada de decisão (Korinek, 2023; Hassani; Silva, 2023).

No planejamento das compras públicas, a econometria pode ser aplicada para avaliar a relação entre o preço e possíveis fatores influentes. O preço unitário, por exemplo, pode ser modelado como variável dependente, enquanto elementos como quantidade, localização e modalidade de licitação podem ser as variáveis independentes.

Diversos estudos utilizaram técnicas econométricas para analisar preços em compras públicas, identificando fatores de influência estatisticamente significativos e seus efeitos nos preços. A tabela a seguir resume alguns desses estudos:

**Tabela 1: Fatores determinantes de preço em compras públicas**

Fator	Efeito	Estudos
Quantidade ↑	(Preço ↓)	Faria et al (2010); Lacerda (2012); Arantes; Cruz Neto (2019); Callegaro (2020); Bastos; Cavalcante (2021); Silva (2022); Carvalho (2023); Ferreira (2023)
Quantidade ↑	(Preço ↑)	Souza (2023); Silva; Sales; Medina (2021)
Número de Licitantes ↑	(Preço ↓)	Faria et al (2010); Lima (2017); Diniz Filho; Melo (2018); Reis; Cabral (2018); Silva; Sales; Medina (2021); Silva (2022); Carvalho (2023); Souza (2023); Welker (2024)
Valor Estimado ↑	(Preço ↑)	Lacerda (2012); Silva; Sales; Medina (2021)
Compra por Dispensa	(Preço ↑)	Arantes; Cruz Neto (2019); Fazio (2022)
Compra por SRP	(Preço ↓)	Lima (2017); Souza (2023)
Fornecedor ME/EPP	(Preço ↑)	Lima (2017); Fiuza et al (2023)
Especificidade do Ativo ↑	(Preço ↑)	Faria et al (2010)
Frequência de transações ↑	(Preço ↓)	Faria et al (2010)
Compra no Sul ou Sudeste	(Preço ↓)	Lacerda (2012)
Compra no Norte	(Preço ↑)	Callegaro (2020)

Fonte: Elaboração própria

É fácil perceber que a quantidade é, em geral, fortemente associada ao desempenho das compras. Quanto maior o volume negociado, menor o preço final, coerente com o movimento previsto pela economia de escala na teoria microeconômica, fenômeno que o TCU e parte da literatura chamam de 'efeito barganha' (Acórdão nº 2984/2013-P; Oliveira et al, 2010). Isso, porém, não acontece em todos os cenários, como demonstram os estudos de Silva, Sales e Medina (2021) e Souza (2023).

A pesquisa de Callegaro (2020) apontou que o efeito da quantidade comprada é mais evidente quanto menor o valor agregado do item. Quanto maior o nível de complexidade do produto, tende a diminuir o peso da quantidade na determinação do preço final.

Já o número de licitantes é unanimidade. Em todos os estudos, quanto mais participantes na disputa, menor o preço final. Essa é uma comprovação empírica extremamente relevante para reforçar o princípio da competitividade positivado pela Lei 14133/21.

Outro fator que aparece em dois estudos é a localização do comprador. Em Lacerda (2012) as regiões Sul e Sudeste tendem a pagar mais barato. Na pesquisa de Callegaro (2020), a região Norte paga mais caro, sem significância estatística das demais regiões. É um indicativo de que, em alguns casos, o local de entrega pode impactar as estimativas.

Vale ressaltar a pesquisa de Callegaro (2020). Investigando produtos médico-hospitalares, ela evidenciou que os preços são influenciados pelo tipo de produto e pelo mercado fornecedor regional. Itens com características genéricas, como álcool e luvas, se comportam de maneira diferente daqueles com especificidades de fabricação, como agulha anestésica e cateter periférico. Além disso, a localização dos fornecedores influencia os preços, especialmente quando a produção está concentrada em uma região específica. Cada produto analisado foi associado a uma região diferente que oferecia preços mais baixos.

Isso reforça a noção de que as pesquisas de preço merecem tratamento específico, conforme a realidade do mercado envolvido. Fórmulas genéricas e simplistas podem gerar distorções indesejadas.

Também podemos verificar que há estudos apontando desempenho melhor de pregões quando comparados com dispensas de licitação (Arantes; Cruz Neto, 2019; Fazio, 2022).

Essas referências fornecem uma base sólida para a utilização de métodos econométricos na pesquisa de preços, evidenciando a relevância e a eficácia dessas técnicas para a obtenção de estimativas precisas e confiáveis.

Merece destaque, ainda, o papel preponderante que a estimativa pode desempenhar no resultado final da compra pública. Estudos apontam que quanto maior a estimativa, maior o preço adjudicado, sugerindo a possibilidade do efeito ancoragem e ressaltando a importância de metodologias robustas na pesquisa de preços (Lacerda, 2012; Silva; Sales; Medina, 2021).

Outro efeito adverso de estimativas inadequadas é a ilusão de economia. É comum chamar de "economia" em pregão a diferença entre o preço estimado e o preço vencedor.

Porém, como alerta Leonardo Sales (2016), uma diferença gritante entre a referência e o preço final na licitação pode indicar, em vez de um bom negócio, um sério erro na estimativa, resultando em ganho fictício para o governo. Isso, inclusive, pode confundir resultados de pesquisas que comparam valor estimado e homologado como medida de desempenho em compras públicas (Chiappinelli, 2020).

Há, ainda, mais um efeito potencial da estimativa imprecisa: o insucesso da compra. Um pregão ou um item podem ser cancelados por ausência de interessados (deserto) ou por preço acima do estimado (fracassado). Licitações canceladas geram retrabalho, frustração de expectativas e dificuldades no cumprimento da missão (Oliveira, 2023).

Diversos estudos buscaram avaliar fatores explicativos para o cancelamento de itens, que pode chegar próximo de 50% dos objetos licitados. A principal causa identificada é recorrentemente a fragilidade na pesquisa de preços. Quantidades pequenas também são apontadas como determinante de insucesso, por não atrair fornecedores (Gomes, 2016; Alves, 2019; Arantes et al, 2019; Oliveira, 2019; Neves; Moré, 2020; Araújo, 2022; Carvalho; Caríssimo, 2022; Oliveira, 2023).

Portanto, uma estimativa mal calibrada pode resultar em grave prejuízo. Por estimular ou permitir o sobrepreço; por confundir a noção de economia; por desestimular o interesse do mercado; ou por impedir a adjudicação pelo preço ofertado.

Para tornar o cenário ainda mais complexo, vale destacar o alerta de Dijalma Silva (2022), de que é fundamental conhecer a estrutura de mercado do produto pretendido. Os efeitos de fatores determinantes dos preços variam, especialmente quando o cenário é de oligopólio, com poucos ou apenas um fornecedor relevante. O autor ressalta que não há modelo universal de comportamento para todos os objetos.

Daí a relevância de propor metodologias que possam ser adaptadas para cada cenário, como esta que apresentamos.

### **3. Metodologia**

#### **3.1 Descrição do Módulo de Análise de Dados do ChatGPT**

O módulo de análise de dados do ChatGPT (*Data Analyst*) é uma ferramenta avançada de inteligência artificial desenvolvida pela OpenAI, disponível para assinantes do serviço Plus. Este módulo permite avaliar grandes volumes de dados de maneira rápida e precisa. Utilizando algoritmos de aprendizado de máquina e técnicas de processamento de linguagem natural (NLP), o ChatGPT pode extrair informações relevantes, identificar padrões e gerar insights acionáveis a partir dos dados analisados.

O ChatGPT é particularmente eficaz na análise de dados estruturados e não estruturados, tornando-o adequado para diversas aplicações em administração pública, incluindo a pesquisa de preços para licitações. A ferramenta oferece previsões confiáveis e suporte à tomada de decisões (Brown et al., 2020).

## 3.2 Desenvolvimento do Método

**Coleta de Dados:** Para coletar dados relevantes, sugerimos bases públicas de licitações. Exemplos são o Banco de Preços em Saúde (BPS), o Painel de Preços, o Portal Nacional de Compras Públicas (PNCP). A ideia é filtrar os dados de interesse e extrair em formato de planilha eletrônica, para carregar depois no ChatGPT. É importante que os dados coletados contenham, no mínimo, a descrição do objeto, quantidade, localização da unidade compradora, modalidade de licitação, preços unitários homologados.

Quanto mais detalhes estiverem disponíveis, melhor, porque podem ser acrescentados ao modelo econométrico, como número de licitantes, quantidade de lances, forma de disputa, tipologia da unidade compradora, sigilo ou não do orçamento, modelagem da compra, regime de registro de preços, benefícios a micro e pequenas empresas, fornecedor vencedor e suas características. Espera-se, obviamente, que a coleta respeite os requisitos exigidos pelas normas, como prazo máximo de validade das referências em relação à data da pesquisa de preços.

**Processamento dos Dados:** No ChatGPT, os dados foram processados utilizando a biblioteca Pandas, uma ferramenta para a manipulação e análise de dados em Python. O aplicativo gera automaticamente os códigos e desenvolve os procedimentos, sem exigir conhecimento especializado do usuário e apresentando resultados de modo facilmente compreensível.

**Modelagem Econométrica:** Para estimar os preços unitários, aplicamos a regressão linear múltipla. Como fatores independentes, o modelo considerou a quantidade, localização e modalidade de licitação. O preço unitário foi a variável dependente. Realizamos várias iterações com o ChatGPT, testando hipóteses e modelagens alternativas, buscando desenvolver um modelo coerente e robusto. Os resultados foram validados utilizando métodos de validação cruzada para garantir a precisão e robustez das estimativas. Detalharemos isso na próxima seção.

Ao final, solicitamos ao ChatGPT que produzisse e exportasse em Word um relatório da pesquisa de preços, para servir de formalização do procedimento, explicando toda a metodologia e os resultados obtidos, destacando os principais achados e recomendações. Essa estrutura metodológica assegura que o processo de pesquisa de preços seja rigoroso, transparente e baseado em dados confiáveis.

## 4. Resultados

### 4.1 Análise Descritiva dos Dados

Para ilustrar a aplicação do método desenvolvido, utilizamos um estudo de caso baseado em dados de 442 compras públicas de Dipirona 500 mg em comprimido, extraídos do BPS

para o ano de 2023, relativos às transações cadastradas diretamente no sistema por unidades compradoras<sup>2</sup>, assim como aquisições realizadas no Comprasnet (Siasg).

A análise descritiva inicial indicou dispersão significativa nos preços unitários, com mínimo de R\$ 0,08 e máximo de R\$ 83,20, média de R\$ 0,77 e coeficiente de variação de 612%.

## 4.2 Processamento dos Dados

Inicialmente, os dados foram avaliados pelo ChatGPT, que forneceu um panorama inicial e sugeriu algumas ideias de análises possíveis. Para fazer isso, bastou carregar o arquivo e pedir, gentilmente, ao aplicativo: *“Por favor, analise esses dados”*.

Para lidar com valores muito discrepantes, chamados de outliers, utilizamos o coeficiente de variação (CV) como instrumento de homogeneização, como sugerido por Santos (2016) e já utilizado pelo TCU, a exemplo do Acórdão n. 355/2019-Plenário. Esse procedimento atende à Instrução Normativa Seges n. 65/2021, que determina a análise crítica na pesquisa de preços, especialmente quando houver grande variação entre os valores coletados.

O método do coeficiente de variação até 25% vem sendo empregado em normas de pesquisa de preços de diversos órgãos, que adotam a ‘média saneada’ como mecanismo de análise dos valores de referência coletados, a exemplo do Decreto n. 42.967/2022 de Pernambuco e a Instrução Normativa n. 01/2022 da Secretaria de Administração da Prefeitura de Goiânia.

Assim, pedimos ao ChatGPT: *“Exclua linhas cujos preços unitários estejam acima ou abaixo da média + desvio padrão, até que o CV fique igual ou menor que 25%”*. Como resposta, o CV caiu para 22%, permitindo uma análise mais confiável dos preços. A dispersão nos preços unitários diminuiu consideravelmente, com mínimo de R\$ 0,09 e máximo de R\$ 0,27, e média saneada de R\$ 0,16.

Esses resultados iniciais permitiram uma base mais consistente para a subsequente modelagem econométrica, conforme descrito na seção seguinte.

## 4.3 Resultados dos Modelos Econométricos

Aplicamos um modelo de regressão linear múltipla para estimar os preços unitários. As variáveis independentes consideradas foram a quantidade comprada, a localização (UF) e a modalidade de licitação (Pregão ou Dispensa).

Após alguns testes, identificamos que era mais adequado usar a quantidade como função logarítmica. Essa abordagem está alinhada com estudos anteriores, como Callegaro (2020) e Ferreira (2023). A forma funcional logarítmica captura melhor a dinâmica da economia de escala.

---

<sup>2</sup> Na extração, foram desconsideradas compras do tipo ‘judicial’. Realizamos procedimentos manuais de compatibilização para juntar as planilhas exportadas de dados cadastrados pelas unidades compradoras e compras originadas do Comprasnet. Dados com preços unitários zerados foram excluídos.

O aumento de quantidade tem forte efeito no começo, de poucas para muitas unidades. Imagine a diferença entre comprar 10 e 1000 comprimidos. Mas à medida que vamos aumentando o volume, como, por exemplo, de 5 milhões para 10 milhões de comprimidos, chega um momento em que o efeito no preço começa a reduzir, até estabilizar, e cada novo item adicionado tem pouquíssima ou nenhuma influência no preço final. É assim que o logaritmo funciona.

Os resultados mostraram que:

- Quantidades maiores tendem a reduzir o preço unitário.
- A localização pode impactar os preços, refletindo variações regionais.
- O pregão resulta em valores mais competitivos.

#### 4.4 Validação

Para assegurar a precisão e a robustez dos resultados, utilizamos métodos de validação cruzada, sugeridos e executados pelo ChatGPT. Este procedimento confirmou que as estimativas de preços unitários eram confiáveis e consistentes. O *R-squared* indicou que cerca de 40% da variabilidade no preço unitário era explicada pelo modelo, sugerindo um bom ajuste, mas com espaço para melhorias.

As variáveis 'quantidade' e 'pregão' foram estatisticamente significativas ao nível de 5% ( $P < 0.05$ ) em todos os modelos, indicando que cada uma contribuía de forma relevante para explicar o preço unitário. A localização, em geral, não foi significativa, exceto a região Norte, quando comparada ao Centro-Oeste.

O ChatGPT não encontrou multicolinearidade problemática e os resíduos eram normalmente distribuídos. Esses resultados validam o modelo, embora mais variáveis ou técnicas mais avançadas possam ser empregadas para aperfeiçoar as análises.

#### 4.5 Estudo de Caso: Compra pequena no Amazonas e grande em São Paulo

Fizemos simulações para testar o modelo. No primeiro cenário, uma compra hipotética de 50.000 comprimidos de Dipirona 500 mg no Amazonas, por pregão.

Usamos o Amazonas como variável dummy de localização. Uma variável dummy assume 0 ou 1 para indicar ausência ou presença de um efeito categórico, nesse caso, a compra realizada (1) ou não (0) no Amazonas.

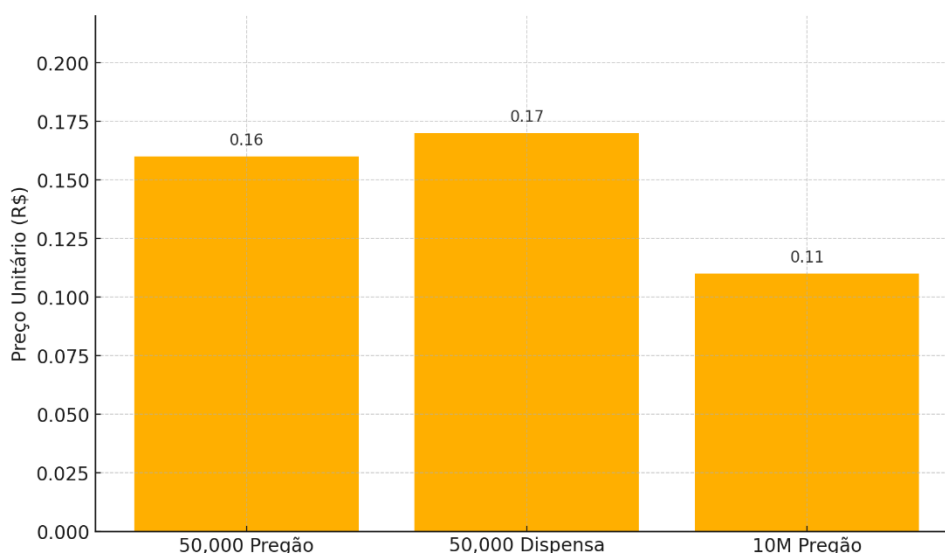
Para processar essa ideia, solicitamos ao algoritmo: *“Vamos rodar uma regressão de modo a estimar o preço unitário para uma compra pretendida de 50000 comprimidos no Amazonas, por pregão. Use, como variáveis independentes, o logaritmo da quantidade, uma dummy para o Amazonas e uma dummy para a modalidade de licitação Pregão.”*

A estimativa de preço unitário para este cenário foi de **R\$ 0,16** por comprimido. A localização no Amazonas não foi estatisticamente significativa, mas a quantidade e a modalidade de pregão influenciaram positivamente o preço.

Para comparação, pedimos ao ChatGPT que estimasse o preço unitário para a mesma quantidade comprada por Dispensa de licitação, resultando em um valor de **R\$ 0,17** por comprimido, uma diferença de 11% superior devido à modalidade de licitação.

Em um segundo cenário, simulamos a compra de 10 milhões de comprimidos em São Paulo, por pregão. Os resultados indicaram estimativa de **R\$ 0,11** por comprimido, quase 30% menor do que no cenário de 50 mil comprimidos no Amazonas, e 36% menor quando comparado com a Dispensa no estado do Norte. A localização da compra em São Paulo não foi significativa para afetar o preço.

**Gráfico 1. Estimativas de Preço Unitário em 3 Cenários**



Os resultados corroboram, em parte, os estudos anteriores, no sentido de que a quantidade e o pregão tendem a baixar os preços. Embora as duas simulações não tenham validado a relevância do local da unidade compradora, outras unidades federativas poderiam ter resultado diferente. Por exemplo, no Paraná, os preços são menores, em nível altamente significativo. A grande vantagem do método aqui proposto é justamente a adaptação às características de uma compra específica.

Vale citar textualmente a interpretação dos resultados, desenvolvida pelo ChatGPT:

1. **Economias de Escala:** Comprar em grandes quantidades pode resultar em preços unitários significativamente menores. As instituições podem considerar consolidar suas necessidades e realizar compras em maiores volumes para obter preços mais competitivos.
2. **Importância da Modalidade de Licitação:** O pregão eletrônico parece ser uma modalidade mais eficiente em termos de custo, resultando em preços unitários menores comparados à dispensa de licitação. As instituições devem preferir o pregão sempre que possível para aproveitar a competitividade do processo.



3. **Estratégia de Compras:** Para otimizar custos, as instituições de saúde devem avaliar suas estratégias de compras, preferindo pregões e considerando a consolidação de compras para aproveitar os descontos por volume.

Tudo isso, depois de estabilizado o modelo de regressão, levaria cerca de 10 minutos para ser executado, incluindo o tempo para exportar o relatório da pesquisa em Word.

Para facilitar o entendimento do passo-a-passo realizado, a conversa que tivemos com o ChatGPT está em: [bit.ly/DipironaChatGPT](https://bit.ly/DipironaChatGPT). Os dados que usamos no estudo podem ser baixados em: [bit.ly/Dipirona500BPS2023](https://bit.ly/Dipirona500BPS2023).

Desconhecemos metodologia atualmente empregada na Administração Pública que seja capaz de promover esses resultados, demonstrando uma inovação significativa no campo das pesquisas de preços em licitações públicas. Esta metodologia permite fundamentar rigorosamente os passos adotados e a estimativa desenvolvida, cumprindo os requisitos exigidos pela lei de licitações e incorporando aos cálculos os efeitos dos fatores determinantes do preço de referência.

A mesma metodologia, com alguns ajustes, pode ser empregada também por órgãos de controle, permitindo auditorias mais precisas e uma supervisão mais eficaz das compras. Podemos vislumbrar, no futuro, a incorporação de métodos similares diretamente no BPS, Comprasnet e PNCP, facilitando a pesquisa de preços ao automatizar a parametrização com base nos dados já conhecidos. Essa automatização não apenas agilizará o processo, mas também aumentará a precisão das estimativas.

Como fase-bônus, fizemos mais algumas perguntas ao ChatGPT e descobrimos que as compras no último trimestre de 2023 eram mais baratas, com significância estatística. As transações mais recentes indicavam uma tendência de redução dos preços em relação ao restante do ano. Este achado sublinha a importância de considerar efeitos sazonais e dinâmicas temporais dos preços no planejamento das compras (Banco Mundial, 2017).

## 5. Conclusão

### 5.1 Resumo dos Principais Achados

Este estudo apresentou um método inovador para a pesquisa de preços em compras públicas, utilizando o módulo de análise de dados do ChatGPT em combinação com técnicas econométricas. Aplicando este método a dados reais de compras de Dipirona 500 mg em comprimido, extraídos do Banco de Preços em Saúde (BPS) para o ano de 2023, obtivemos resultados significativos.

Os principais achados incluem:

- **Variação de Preços:** Identificamos que os preços unitários de Dipirona 500 mg variam significativamente com base na quantidade comprada e modalidade de compra.

- **Homogeneização dos Dados:** Utilizamos o coeficiente de variação (CV) para remover outliers e garantir que os dados fossem homogêneos e representativos. Esse processo permitiu uma análise mais confiável.
- **Modelagem Econométrica:** A aplicação de um modelo de regressão linear múltipla revelou que maiores quantidades compradas resultam em preços unitários menores. Além disso, a localização e a modalidade de compra podem influenciar os preços.
- **Estudos de caso hipotéticos:** As simulações para a compra de 50.000 unidades no Amazonas e 10 milhões de comprimidos em São Paulo demonstraram as possibilidades de variações expressivas na estimativa, conforme a realidade efetiva de cada aquisição pretendida.

## 5.2 Implicações Práticas

As implicações práticas deste estudo são de grande relevância para a administração pública. A metodologia desenvolvida proporciona uma ferramenta robusta e eficiente para a pesquisa de preços, alinhada com os requisitos da Lei 14.133/21. Ao utilizar técnicas avançadas de análise de dados e econometria, é possível obter estimativas de preços mais precisas e confiáveis, contribuindo para a transparência e eficiência das licitações públicas. As simulações realizadas exemplificam como essa metodologia pode ser aplicada em contextos específicos, ajudando gestores públicos a tomar decisões mais informadas e otimizar o uso dos recursos públicos.

Vale ressaltar as vantagens de usar o ChatGPT. Embora seja possível realizar as mesmas análises em outros softwares, como o Python, a ferramenta da OpenAI permite a operação com comandos de linguagem natural, como uma conversa, sem exigir conhecimento especializado em estatística ou programação. O aplicativo ainda pode explicar didaticamente os procedimentos, oferecer ideias e sugerir abordagens com base nos dados e nos objetivos pretendidos, de modo contextual com o ambiente normativo e de negócios das compras governamentais. A Inteligência Artificial faz a ponte entre o conhecimento econométrico e a experiência em licitações do comprador público.

## 5.3 Limitações e Sugestões para Pesquisas Futuras

Embora os resultados obtidos sejam promissores, este estudo tem limitações. A qualidade dos dados é fundamental para a precisão das estimativas, e eventuais inconsistências ou incompletudes nos dados podem impactar os resultados. Além disso, o modelo econométrico utilizado pode ser aprimorado com a inclusão de variáveis adicionais e a aplicação de técnicas mais sofisticadas de aprendizado de máquina.

Para pesquisas futuras, sugerimos:

- **Ampliação do Escopo:** Aplicar a metodologia desenvolvida a outros tipos de medicamentos e produtos adquiridos pela administração pública, para verificar a generalização dos resultados.

- **Inclusão de Novas Variáveis:** Incorporar variáveis como características dos fornecedores, histórico de preços e condições de mercado, bem como dados de licitações canceladas, para melhorar a precisão dos modelos.
- **Técnicas Avançadas de IA:** Explorar o uso de técnicas avançadas de inteligência artificial, como redes neurais e aprendizado profundo, para aprimorar a modelagem e a previsão de preços, a exemplo de metodologias inovadoras para estimar transações imobiliárias (Marzagão; Ferreira; Sales, 2021).

#### 5.4 Desafios e Oportunidades

Apesar dos benefícios, a adoção de Inteligência Artificial (IA) e Aprendizado de Máquina (AM) na administração pública enfrenta desafios significativos. A implementação dessas tecnologias requer uma infraestrutura tecnológica adequada, que nem sempre está disponível em todos os órgãos públicos. Além disso, é necessário capacitar os servidores públicos para utilizarem essas ferramentas de forma eficaz. Questões éticas também surgem, especialmente relacionadas ao uso de dados pessoais e à transparência dos algoritmos utilizados (Mittelstadt et al., 2016).

No entanto, as oportunidades oferecidas pela IA e AM são vastas. No contexto das pesquisas de preços, essas tecnologias podem automatizar e aprimorar o processo de coleta e análise de dados, proporcionando estimativas mais precisas e confiáveis. A adoção de IA e AM pode, assim, transformar a maneira como a administração pública conduz suas pesquisas de preços, promovendo maior transparência e eficiência.

Num contexto de transações de compras públicas que representam valores em torno de R\$ 1 trilhão por ano (Ribeiro; Inacio Junior, 2019), certamente vale o investimento em ferramentas que aperfeiçoem os procedimentos, assim como investimento em capacitação das pessoas que operam tais ferramentas. A profissionalização dos compradores públicos é um tema urgente e essencial (Santos; Pércio, 2022).

#### 5.5 Considerações Finais

Este estudo demonstrou que a combinação de ferramentas de inteligência artificial, como o ChatGPT, com técnicas econométricas, oferece uma abordagem poderosa para a pesquisa de preços em compras públicas. A aplicação prática deste método tem o potencial de transformar a gestão pública, promovendo maior transparência, eficiência e economia de recursos. Esperamos que os resultados apresentados incentivem a adoção de tecnologias avançadas na administração pública e inspirem novas pesquisas na área.

E o ChatGPT ainda ajudou a escrever este artigo, sugerindo ideias para alguns parágrafos. Embora o algoritmo tenha recomendado algumas referências fictícias, isso não afetou a qualidade das análises de dados!

Esperamos, sinceramente, provocar o debate sobre o uso de tecnologias mais avançadas no aperfeiçoamento das compras públicas. Que a nossa farofa nos deixe “fortes como um touro” e de “cabeça inteligente”, como cantava Mauro Celso.

## Agradecimentos

Agradecemos a ajuda dos nossos leitores-beta, que avaliaram as versões preliminares do texto e fizeram valiosas sugestões: Felipe Vilaça, Caio Costa e Ronaldo Correa.

## Referências

ALVES, Joice Gaspar. Efeitos nos pregões eletrônicos de uma instituição de ensino superior após a regulamentação da pesquisa de preços e da formação do preço de referência. Dissertação (Mestrado em Gestão de Organizações Públicas) UFSM, 2019

ARANTES, Rodrigo Eloy; CRUZ NETO, Adalberto Felinto da. Análise dos fatores que explicam variações nos preços praticados em compras de medicamentos quimioterápicos para o sistema único de saúde (SUS) a partir de modelo econométrico. *JMPHC | Journal of Management & Primary Health Care | ISSN 2179-6750*, 11, 2019.

ARANTES, Tiago; SFORSIN, Andréa Cássia Pereira; PINTO, Vanusa Barbosa; MARTINS, Maria Cleusa. Avaliação dos desfechos licitatórios na modalidade pregão eletrônico de um hospital universitário. *Revista de Administração em Saúde, São Paulo*, v. 19, n. 76, jul./set. 2019

ARAÚJO, Angélica Carmo. Eficiência nos pregões eletrônicos do Superior Tribunal Militar: principais fatores que motivam o cancelamento de itens. Dissertação (Mestrado em Administração Pública). Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa, São Paulo, 2022.

BANCO MUNDIAL. Um ajuste justo, análise da eficiência e equidade do gasto público no Brasil. 2017.

BASTOS, Ernane Ferreira; CAVALCANTE, Luiz Ricardo. Pregão eletrônico e dispensa de licitação: uma análise dos valores contratados pela administração pública federal. *Revista do Serviço Público- RSP*, v. 72, n. 1, 41-66 p., 2021.

BROWN, Tom, et al. Language models are few-shot learners. *Advances in neural information processing systems*, 33: 1877-1901, 2020.

CALLEGARO, Eduany Wende dos Santos. Heterogeneidade dos preços das compras públicas hospitalares e seus fatores associados. Dissertação (Mestrado em Economia). UFMG, 2020.

CARVALHO, Danilo Pereira de. Determinantes de eficiência nas compras públicas: evidências empíricas para o Governo Federal Brasileiro. (Mestrado em Economia). Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa, Brasília, 2023.

CARVALHO, Tatiane de Paiva; CARÍSSIMO, Cláudio Roberto. Motivos de cancelamento de licitações em uma sociedade de economia mista no interior de São Paulo. *Caderno de Estudos Interdisciplinares*, 4.1: 81-103, 2022.

CHIAPPINELLI, Olga. Decentralization and public procurement performance: New evidence from Italy. *Economic Inquiry*, 2020, 58.2: 856-880.

DINIZ FILHO, José Washington de Freitas; MELO, Erika Regina Santos. Elementos impactantes na variação dos preços em pregões eletrônicos. *RAGC*, 6.25, 2018.

FARIA, E. R.; FERREIRA, M. A. M.; SANTOS, L. M.; SILVEIRA, S. F. R. Fatores determinantes na variação dos preços dos produtos contratados por pregão eletrônico. *Revista de Administração Pública*, v. 44, n. 6, 1405-1428, 2010

FAZIO, Dimas. The two sides of discretion: Assessing efficiency and quality in government purchases. *Available at SSRN 4212969*, 2022.

FERREIRA, Raíssa Marçal de Barros. As variáveis que influenciam na economicidade obtida pelos pregões eletrônicos no âmbito da Universidade Federal de Pernambuco. Dissertação (Mestrado em Gestão Pública para o Desenvolvimento do Nordeste) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2023.

FIUZA, Eduardo PS, et al. Set asides and value thresholds in Brazilian public procurement from small businesses. 2023. <https://congresscreator.org>

GOMES, Renato José De Sena. Um estudo sobre as variáveis que influenciam na eficiência dos pregões eletrônicos como ferramenta das compras públicas. *Revista de Mestrados Profissionais*, Volume V, Número 1, 2016

HASSANI, Hossein; SILVA, Emmanuel Sirmal. The role of ChatGPT in data science: how ai-assisted conversational interfaces are revolutionizing the field. *Big data and cognitive computing*, 7.2: 62, 2023.

KORINEK, Anton. *Language models and cognitive automation for economic research*. National Bureau of Economic Research, 2023.

LIMA, Márcia Gabriela Souza. Fatores que determinam o desempenho em termos de variação de preço e prazo de entrega das compras por pregão eletrônico. Dissertação (Mestrado em Administração). UFBA, 2017.

LORTIE, C. Python and R for the Modern Data Scientist. *Journal of Statistical Software*, v. 103, 2022.

MARZAGÃO, Thiago; FERREIRA, Rodrigo; SALES, Leonardo. A note on real estate appraisal in Brazil. *Revista Brasileira de Economia*, 2021, 75: 29-36.

MITTELSTADT, Brent Daniel, et al. The ethics of algorithms: Mapping the debate. *Big Data & Society*, 2016, 3.2: 2053951716679679.

NEVES, Meryellem Yokoyama; MOREÍ, Rafael Pereira Ocampo. Pregão eletrônico: um estudo das causas de cancelamento de itens no âmbito de uma universidade federal. *Revista do Serviço Público*, [S. l.], v. 71, n. 1, 2020

OLIVEIRA, Laércio de, et al. Efeito barganha e cotação: fenômenos que permitem a ocorrência de superfaturamento com preços inferiores às referências oficiais. *Revista do TCU*, 119: 29-36. 2010.

OLIVEIRA, Leila Helena Caldas. Fatores que contribuem para o cancelamento de itens dos pregões eletrônicos: análise dos processos de compras da UNIFAL-MG. Dissertação (Mestrado em Administração Pública)- Universidade Federal de Alfenas, 2019.

OLIVEIRA, Marco Antônio Moreira de. Cancelamentos de itens em pregões eletrônicos: análise em uma universidade pública. 2023. 151 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Administração Pública em Rede Nacional)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2023.

OLIVEIRA, Marco Antônio Moreira de. Cancelamentos de itens em pregões eletrônicos: análise em uma universidade pública. 2023. 151 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Administração Pública em Rede Nacional)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2023.

REIS, Paulo Ricardo da Costa; CABRAL, Sandro. Para além dos preços contratados: fatores determinantes da celeridade nas entregas de compras públicas eletrônicas. *Revista de Administração Pública*, v. 52: 107-125, 2018.

RIBEIRO, Cássio Garcia; INÁCIO JUNIOR, Edmundo. *O mercado de compras governamentais brasileiro (2006-2017): mensuração e análise*. Texto para Discussão, IPEA, 2019.

SALES, Leonardo Jorge. Proposta de modelo de classificação do risco de contratos públicos. Dissertação (Mestrado em Economia do Setor Público). UnB. 2016.

SANTOS, Franklin Brasil. *Preço de referência em compras públicas: ênfase em medicamentos*. 3ª ed. Publicontas, 2019.

SANTOS, Franklin Brasil; PERCIO, Gabriela. *Profissionalização das compras públicas: um caminho inescapável*. In: LOPES, Virgínia Bracarense, SANTOS, Felipe Vilaça Loureiro. *Compras públicas centralizadas no Brasil*, Editora Fórum, 2022

SANTOS, Franklin Brasil; SOUZA, Kleberon Roberto de. Como combater a corrupção em licitações. 4ª ed. Belo Horizonte: Fórum, 2024.

SILVA, D. G.; SALES, P. B.; MEDINA, M. M. C. Fatores que impactam os resultados das licitações: uma análise da ancoragem dos valores de referência aos preços adjudicados à luz da Teoria dos Leilões. *Acanto em Revista*, v. 8, n. 08, 2021.

SILVA, Dijalma José da. A regressão quantílica e a economia nos pregões eletrônicos. Dissertação (Mestrado em Economia). Universidade de Brasília, 2022.

SOUZA, Cleidiane Aparecida de Jesus Melo; TEIXEIRA, Arilda; COSTA, Marcos Rosa. Produtos sustentáveis nas compras públicas: fatores que interferem no preço das aquisições nos pregões eletrônicos. *RAGC*, v. 13, 2023.

SOUZA, Kleberon Roberto de; SANTOS, Franklin Brasil. Como combater o desperdício no setor público: gestão de riscos na prática. 2ª ed. Belo Horizonte. Fórum, 2022.

WELKER, Adrieli Garcias da Rosa, et al. Fatores determinantes para a diferença entre o valor estimado e o preço final: uma análise dos pregões eletrônicos da Prefeitura de Uberlândia. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis). Universidade Federal de Uberlândia, 2024.