

Análise das Flutuações de Preços da Cebola e seus Efeitos sobre o Consumo no Setor Alimentício com Modelos de Machine Learning

Lucas Eduardo de Oliveira Aparecido

IFSULDEMINAS Campus Muzambinho / lucas.aparecido@ifsuldeminas.edu.br

João Paulo Balbino da Silva

IFSULDEMINAS Campus Muzambinho

Guilherme Botega Torsoni

IFMS – Campus Naviraí

Isadora Batista Goulart

IFSULDEMINAS Campus Muzambinho

RESUMO:

A cebola (*Allium cepa* L.) é uma das hortaliças mais consumidas no Brasil e possui elevada importância econômica para o setor agrícola e para o abastecimento alimentar. Entretanto, os preços desse produto apresentam elevada variabilidade ao longo do tempo, influenciada por fatores como sazonalidade da produção, condições climáticas, custos logísticos e dinâmica de oferta e demanda. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo analisar o comportamento dos preços da cebola no mercado brasileiro, identificando padrões de evolução temporal, sazonalidade, variabilidade mensal e diferenças regionais na formação de preços. Foram utilizados dados históricos de preços no período de 2000 a 2025, organizados em série temporal e analisados por meio de estatísticas descritivas e visualizações gráficas. Os resultados indicaram que, entre 2000 e 2010, os preços permaneceram relativamente baixos, com média próxima de R\$ 0,80 kg⁻¹, enquanto a partir da década de 2010 observou-se tendência de elevação gradual. A volatilidade aumentou significativamente após 2020, com pico de aproximadamente R\$ 3,50 kg⁻¹ em 2022. A análise sazonal evidenciou maiores preços entre abril e junho, com médias próximas de R\$ 2,20 kg⁻¹, enquanto os menores valores ocorreram entre setembro e dezembro, com médias inferiores a R\$ 1,50 kg⁻¹. Diferenças regionais também foram observadas, com preços médios variando entre R\$ 2,09 kg⁻¹ e R\$ 2,83 kg⁻¹ nos principais mercados analisados. Os resultados contribuem para compreender a dinâmica do mercado da cebola e podem auxiliar no planejamento da produção e comercialização dessa hortaliça.

PALAVRAS-CHAVE: preços agrícolas, séries temporais, sazonalidade, volatilidade de preços, mercado de hortaliças, comercialização agrícola.

Realização:

Introdução

A cebola (*Allium cepa* L.) é uma das hortaliças mais importantes do mundo, desempenhando papel fundamental na alimentação humana e na economia agrícola de diversos países. No Brasil, esse produto ocupa posição de destaque tanto na produção quanto no consumo, sendo amplamente utilizado na preparação de alimentos e presente na base da culinária nacional. Além de sua relevância nutricional e culinária, a cebola também possui significativa importância econômica para agricultores, comerciantes e agentes da cadeia de abastecimento alimentar.

Apesar de sua ampla produção e distribuição, o mercado da cebola caracteriza-se por apresentar fortes oscilações de preços ao longo do tempo, decorrentes de fatores como variações climáticas, ciclos de produção agrícola, custos logísticos, flutuações na oferta e mudanças na demanda. Produtos hortícolas, em especial, são reconhecidos por sua elevada sensibilidade às condições ambientais e às dinâmicas de mercado, o que contribui para a ocorrência de volatilidade nos preços ao longo dos anos. Essas variações podem afetar diretamente tanto a renda dos produtores quanto o acesso dos consumidores aos alimentos.

No contexto brasileiro, a produção de cebola ocorre em diferentes regiões ao longo do ano, incluindo estados do Sul, Sudeste e Nordeste, o que resulta em uma alternância regional de oferta e em padrões sazonais de preços. Dessa forma, períodos de maior produção podem levar à redução dos preços nos mercados atacadistas, enquanto eventuais quebras de safra ou problemas logísticos podem gerar aumentos expressivos nos valores comercializados. A compreensão desses padrões é essencial para o planejamento da produção agrícola, para a gestão de riscos na comercialização e para a formulação de políticas públicas voltadas à estabilidade dos mercados alimentares.

Nos últimos anos, o avanço das técnicas de análise de dados e dos métodos de machine learning tem ampliado as possibilidades de investigação de séries temporais agrícolas, permitindo identificar padrões complexos de comportamento de preços, sazonalidade e volatilidade. Essas abordagens têm sido utilizadas para melhorar a capacidade de previsão de preços e apoiar processos de tomada de decisão em cadeias produtivas agrícolas.

Diante desse contexto, torna-se relevante compreender a dinâmica de formação de preços da cebola no mercado brasileiro ao longo do tempo. Assim, o presente estudo tem como objetivo analisar a evolução temporal, a sazonalidade, a variabilidade mensal e as diferenças regionais nos preços da cebola, utilizando dados históricos de mercado. Ao identificar padrões de comportamento na série de preços, busca-se contribuir para uma melhor compreensão da dinâmica desse mercado hortícola, fornecendo subsídios para produtores, comerciantes e pesquisadores interessados na economia agrícola e na segurança alimentar.

O objetivo desta pesquisa é analisar o comportamento dos preços da cebola no mercado brasileiro ao longo da série histórica, identificando padrões de evolução temporal, sazonalidade, variabilidade mensal e diferenças regionais na formação de preços.

Fundamentação Teórica

Mercado de hortaliças e formação de preços

Os mercados de hortaliças apresentam características específicas que os diferenciam de outros produtos agrícolas, principalmente devido à perecibilidade, sazonalidade da produção e elevada sensibilidade às condições climáticas. Esses fatores contribuem para a ocorrência de oscilações significativas nos preços ao longo do tempo. A cebola (*Allium cepa* L.), uma das hortaliças mais consumidas no mundo, apresenta forte relevância econômica e alimentar, sendo amplamente utilizada na culinária e na indústria de alimentos (FAO, 2022).

No Brasil, a produção de cebola está distribuída em diferentes regiões ao longo do ano, destacando-se estados das regiões Sul, Sudeste e Nordeste. Essa distribuição geográfica da produção permite que o abastecimento ocorra em diferentes períodos do ano, mas também contribui para variações de oferta entre regiões, influenciando diretamente a formação dos preços nos mercados atacadistas (CEPEA, 2023). Em mercados agrícolas, os preços são determinados principalmente pela interação entre oferta e demanda, podendo sofrer impactos de fatores como produtividade agrícola, custos de transporte, condições climáticas e mudanças no comportamento do consumidor (GOODWIN; PIGGOTT, 2001).

Produtos hortícolas, como a cebola, apresentam ainda maior volatilidade de preços quando comparados a commodities agrícolas armazenáveis, como grãos. Isso ocorre porque a capacidade de armazenamento é limitada, o que reduz a possibilidade de regulação da oferta ao longo do tempo e aumenta a sensibilidade do mercado a choques de produção (TOMEK; ROBINSON, 2003).

Sazonalidade e volatilidade em séries de preços agrícolas

A sazonalidade é uma característica comum em séries temporais agrícolas, refletindo o calendário de plantio e colheita das culturas. No caso das hortaliças, as oscilações sazonais são frequentemente observadas ao longo do ano, com períodos de maior oferta resultando em preços mais baixos e períodos de menor produção associados à elevação dos preços (GOODWIN; PIGGOTT, 2001).

Além da sazonalidade, a volatilidade de preços é um elemento importante na análise de mercados agrícolas. A volatilidade pode ser influenciada por fatores como eventos climáticos extremos, mudanças na área cultivada, custos de produção e flutuações na demanda de mercado. Estudos sobre mercados hortícolas indicam que a volatilidade tende a ser mais acentuada em produtos perecíveis, nos quais a capacidade de ajuste da oferta é limitada no curto prazo (BIRTHAL et al., 2019).

A compreensão desses padrões é fundamental para produtores, comerciantes e formuladores de políticas públicas, pois permite identificar períodos de maior risco econômico e desenvolver estratégias de planejamento da produção e comercialização.

Diferenças regionais na formação de preços

A formação de preços de produtos agrícolas também apresenta diferenças espaciais, associadas à localização das áreas produtoras e dos centros consumidores. Regiões com maior concentração populacional e maior demanda tendem a apresentar preços mais elevados, principalmente em função dos custos logísticos envolvidos no transporte dos produtos agrícolas (BARRETT, 2001).

Em contrapartida, regiões produtoras ou localizadas próximas às áreas de cultivo podem apresentar preços menores devido à maior disponibilidade de produto e aos menores custos de distribuição. A literatura sobre economia agrícola destaca que a integração entre mercados regionais e a eficiência das cadeias logísticas desempenham papel fundamental na determinação dos preços finais dos alimentos (GOODWIN; PIGGOTT, 2001).

No caso da cebola, estudos indicam que a alternância entre regiões produtoras ao longo do ano influencia diretamente os padrões de preços nos mercados atacadistas. Dessa forma, a análise das diferenças regionais contribui para compreender melhor a dinâmica de abastecimento e comercialização dessa hortaliça.

Análise de séries temporais e aplicações em mercados agrícolas

A análise de séries temporais é amplamente utilizada em estudos econômicos e agrícolas para investigar padrões de comportamento de preços ao longo do tempo. Esse tipo de abordagem permite identificar tendências de longo prazo, padrões sazonais e períodos de maior volatilidade nos mercados (BOX; JENKINS; REINSEL, 2015).

Nos últimos anos, técnicas baseadas em análise de dados e métodos de machine learning têm sido cada vez mais aplicadas ao estudo de mercados agrícolas, possibilitando a identificação de padrões complexos e o desenvolvimento de modelos de previsão de preços. Essas ferramentas podem contribuir para melhorar a tomada de decisão por parte de produtores, comerciantes e formuladores de políticas públicas, especialmente em mercados caracterizados por elevada volatilidade, como o de hortaliças (SHANKAR et al., 2023).

Dessa forma, a análise de séries históricas de preços constitui uma ferramenta importante para compreender o funcionamento dos mercados agrícolas e apoiar estratégias de planejamento e gestão da produção.

Método de Pesquisa

O presente estudo foi desenvolvido com base em dados históricos de preços da cebola (*Allium cepa* L.) obtidos a partir de registros de mercados atacadistas e bases de dados de comercialização agrícola. A série analisada compreende o período de 2000 a 2025, contendo informações de preços médios mensais e anuais do produto em diferentes regiões ou centros de abastecimento.

Os dados utilizados foram organizados em planilhas eletrônicas, permitindo a construção de uma série temporal contínua de preços expressos em reais por quilograma (R\$ kg⁻¹). Posteriormente, os registros foram tratados para remoção de valores inconsistentes e organização cronológica, possibilitando a aplicação das análises estatísticas e gráficas.

Para avaliar o comportamento dos preços ao longo do tempo, foi calculado o preço médio anual da cebola, permitindo identificar tendências de longo prazo na série histórica. A evolução temporal foi representada graficamente por meio de um gráfico de linha, possibilitando observar variações no patamar médio de preços e possíveis períodos de maior volatilidade no mercado.

A sazonalidade foi investigada a partir do cálculo da média e da mediana mensal dos preços, considerando todos os anos da série histórica. Essa abordagem permitiu identificar padrões recorrentes de aumento ou redução de preços ao longo dos meses do ano, associados aos ciclos de produção agrícola e à dinâmica de oferta do produto. Os resultados foram representados graficamente, permitindo visualizar o comportamento sazonal da série de preços e identificar períodos de maior ou menor pressão de preços no mercado.

A dispersão dos preços ao longo dos meses foi avaliada por meio da construção de gráficos do tipo boxplot, os quais permitem visualizar a distribuição dos dados, incluindo mediana, quartis e valores extremos. Essa análise possibilitou identificar meses com maior amplitude de preços, indicando períodos de maior volatilidade no mercado da cebola.

Para investigar possíveis diferenças na formação de preços entre mercados, foi realizada uma comparação entre os preços médios da cebola em diferentes regiões ou centros de comercialização. Essa análise permitiu identificar variações espaciais no comportamento dos preços, associadas a fatores como proximidade de áreas produtoras, custos logísticos e intensidade da demanda nos centros consumidores. Os resultados foram apresentados em forma de gráficos comparativos, permitindo avaliar a heterogeneidade regional na formação de preços.

As análises estatísticas e a construção dos gráficos foram realizadas utilizando ferramentas de análise de dados e planilhas eletrônicas, bem como bibliotecas de visualização gráfica para séries temporais. Essas ferramentas permitiram o processamento dos dados, o cálculo das estatísticas descritivas e a geração das representações gráficas utilizadas na interpretação dos resultados.

Resultados e Discussão

A evolução do preço médio anual da cebola (Figura 1) evidencia mudanças importantes no comportamento do mercado ao longo da série histórica analisada (2000–2025). Nos primeiros anos do período, especialmente entre 2000 e 2010, os preços médios permaneceram relativamente baixos e estáveis, situando-se geralmente entre R\$ 0,30 kg⁻¹ e R\$ 0,80 kg⁻¹. Esse comportamento indica um período de maior estabilidade de mercado e menor volatilidade de preços. A partir da década de 2010, observa-se uma tendência gradual de elevação no patamar médio dos preços, com valores próximos ou superiores a R\$ 1,00 kg⁻¹ em diversos anos da série. Esse aumento pode estar associado a fatores estruturais do mercado agrícola, como elevação dos custos de produção, mudanças na dinâmica de oferta e demanda e maior integração entre mercados regionais.

Nos anos mais recentes, especialmente após 2020, nota-se uma intensificação da volatilidade, com oscilações mais pronunciadas nos preços médios anuais. O ano de 2022 apresentou o maior valor médio da série, alcançando aproximadamente R\$ 3,31 kg⁻¹, caracterizando um pico significativo no comportamento da série temporal. Esse aumento expressivo sugere a ocorrência de um choque de oferta no mercado, possivelmente relacionado a eventos climáticos adversos, redução de área cultivada ou problemas logísticos na cadeia de abastecimento. Nos anos subsequentes observa-se certa redução no patamar médio de preços, embora ainda em níveis superiores aos observados nas décadas anteriores, indicando uma possível recomposição da oferta no mercado.

Esse comportamento é coerente com a literatura sobre mercados hortícolas, que aponta elevada sensibilidade de preços às variações na oferta agrícola e nas condições climáticas (BIRTHAL et al., 2019; IMRAN et al., 2025). Estudos sobre comercialização de hortaliças indicam que reduções na produção, adversidades climáticas ou interrupções logísticas podem provocar aumentos rápidos e significativos de preços em mercados atacadistas, especialmente em produtos altamente perecíveis como a cebola.

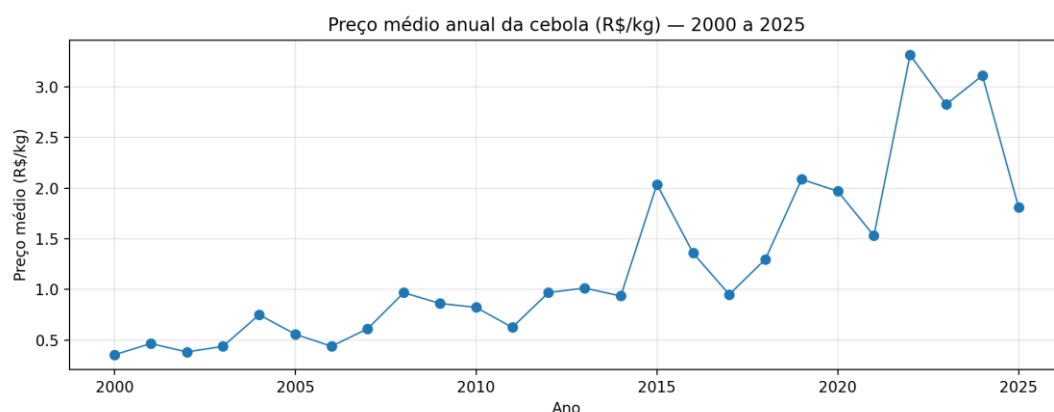


Figura 1. Evolução do preço médio anual da cebola (R\$ kg⁻¹) no período de 2000 a 2025, evidenciando tendência de aumento no patamar médio de preços e maior volatilidade nos anos recentes.

Fonte: Autores.

A análise da média e da mediana mensal dos preços (Figura 2) revela um padrão claro de sazonalidade ao longo da série histórica analisada. De forma geral, os preços médios mensais variam aproximadamente entre R\$ 0,90 kg⁻¹ e R\$ 1,50 kg⁻¹, com mediana próxima de R\$ 0,78 kg⁻¹ considerando todo o período de estudo. Observa-se que os preços tendem a aumentar entre os meses de abril e junho, período em que os valores médios frequentemente superam R\$ 1,30 kg⁻¹, refletindo possíveis momentos de menor disponibilidade do produto em determinadas regiões produtoras.

Por outro lado, os menores valores médios são geralmente observados entre setembro e dezembro, quando os preços frequentemente permanecem abaixo de R\$ 1,00 kg⁻¹, sugerindo maior disponibilidade do produto no mercado. Esse comportamento sazonal está associado à dinâmica da produção agrícola, uma vez que a cebola é cultivada em diferentes regiões do Brasil ao longo do ano, como Sul, Sudeste e Nordeste, resultando em períodos alternados de entrada de oferta no mercado.

A literatura sobre séries temporais agrícolas aponta que produtos hortícolas apresentam oscilações estacionais recorrentes, associadas ao calendário de colheita, à logística de distribuição e à alternância de regiões produtoras ao longo do ano (BIRTHAL et al., 2019; SHANKAR et al., 2023). Dessa forma, a sazonalidade identificada na base analisada está em consonância com o comportamento esperado para mercados de hortaliças, nos quais períodos de menor oferta tendem a elevar os preços, enquanto fases de maior produção contribuem para sua redução.

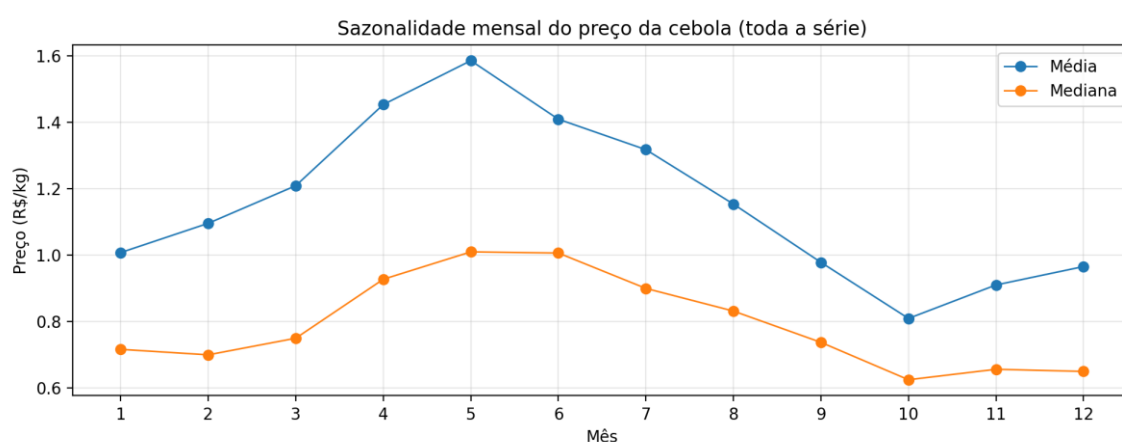


Figura 2. Média e mediana mensal dos preços da cebola (R\$ kg⁻¹) ao longo da série histórica, evidenciando padrão de sazonalidade com maiores valores entre abril e junho e menores preços entre setembro e dezembro.

Fonte: Autores.

O gráfico de boxplot mensal (Figura 3) permite observar a dispersão dos preços ao longo dos meses da série histórica. De modo geral, a análise revela uma mediana de preços próxima de R\$ 0,78 kg⁻¹, com valores médios mensais variando aproximadamente entre R\$ 0,80 kg⁻¹ e R\$ 1,60 kg⁻¹ ao longo do período analisado. Observa-se que os meses entre abril e junho apresentam maior dispersão, com valores frequentemente superiores a R\$ 1,40 kg⁻¹ e

registros máximos superiores a R\$ 4,00 kg⁻¹, indicando períodos de maior pressão de preços no mercado.

Por outro lado, meses como outubro e novembro apresentam medianas inferiores a R\$ 0,70 kg⁻¹, refletindo períodos de maior oferta do produto no mercado. A amplitude total observada na base de dados é significativa, com preços variando desde aproximadamente R\$ 0,002 kg⁻¹ até valores máximos próximos de R\$ 14,00 kg⁻¹, evidenciando a elevada volatilidade característica do mercado de hortaliças.

Esse comportamento reforça a ideia de que fatores como condições climáticas, produtividade agrícola, custos de transporte e dinâmica de demanda podem influenciar significativamente os preços da cebola. Além disso, estudos de mercado indicam que a produção de cebola no Brasil ocorre em diferentes regiões ao longo do ano, como Sul, Sudeste e Nordeste, gerando ciclos de entrada e saída de oferta no mercado. Essa alternância regional pode ocasionar períodos de excesso ou escassez relativa de produto, contribuindo para a variabilidade observada nos preços ao longo dos meses da série histórica.

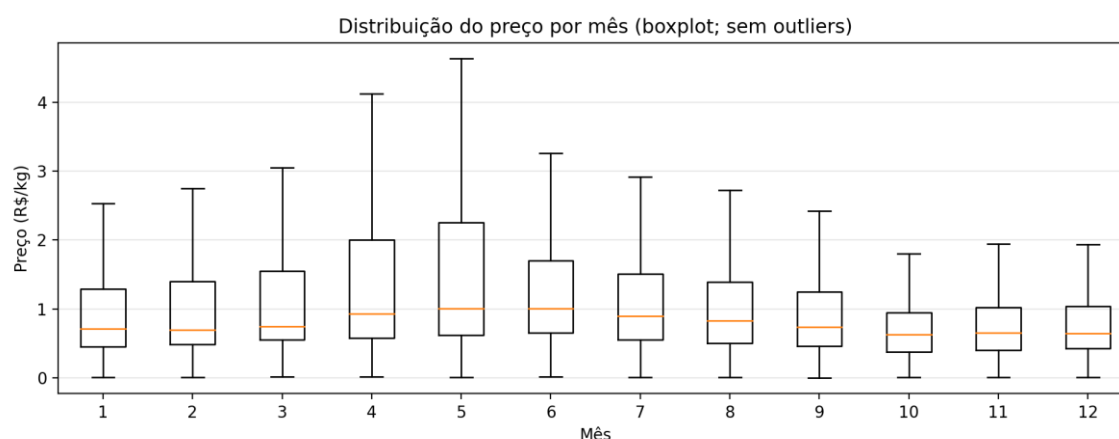


Figura 3. Distribuição mensal dos preços da cebola representada por boxplot, mostrando a dispersão, mediana e amplitude dos valores ao longo dos meses da série histórica.

Fonte: Autores.

A análise regional (Figura 4) demonstra que existem diferenças relevantes no preço médio da cebola entre os mercados considerados na base de dados. De modo geral, regiões com maior concentração populacional e forte demanda de consumo tendem a apresentar preços médios mais elevados. Por exemplo, a região da capital de São Paulo apresentou preço médio aproximado de R\$ 2,83 kg⁻¹ em 2025, configurando-se como um dos mercados com maiores valores médios na série recente.

Outras regiões também apresentaram preços relativamente elevados, como o Vale do São Francisco (aproximadamente R\$ 2,24 kg⁻¹) e Irecê (cerca de R\$ 2,09 kg⁻¹). Esses valores podem refletir fatores como dinâmica de abastecimento regional, custos logísticos, padrões de qualidade do produto e estrutura de mercado.

Por outro lado, regiões tradicionalmente produtoras ou mais próximas das áreas de cultivo tendem a apresentar preços relativamente menores, uma vez que os custos de transporte são reduzidos e a disponibilidade do produto é maior. Essa diferença entre mercados consumidores e regiões produtoras é um padrão recorrente em cadeias de comercialização de hortaliças, nas quais o preço final pode variar significativamente em função da distância entre áreas de produção e centros de consumo.

A literatura sobre comercialização agrícola destaca que a formação de preços em mercados atacadistas depende fortemente da estrutura de oferta regional, custos de transporte, eficiência logística e integração entre mercados (GOODWIN; PIGGOTT, 2001; KUMAR; KUMAR, 2019). Dessa forma, as diferenças regionais observadas na série analisada são consistentes com o comportamento esperado para mercados hortícolas, nos quais fatores espaciais desempenham papel fundamental na determinação dos preços.

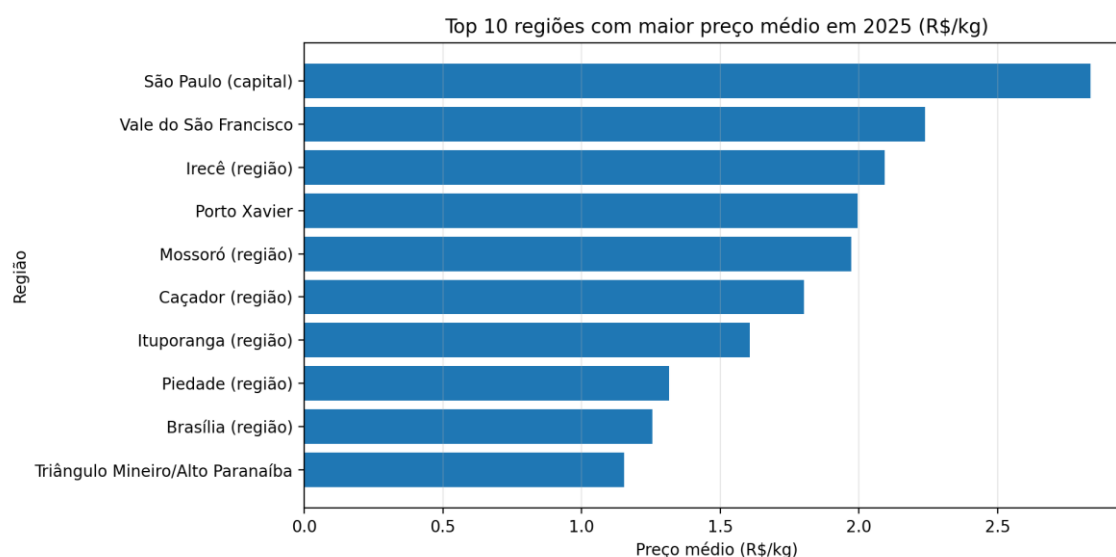


Figura 4. Preço médio da cebola (R\$ kg⁻¹) nas principais regiões analisadas em 2025, evidenciando diferenças regionais na formação de preços entre mercados consumidores e regiões produtoras.

Fonte: Autores.

De forma geral, os resultados confirmam características amplamente descritas na literatura sobre mercados de hortaliças: elevada volatilidade de preços, forte influência da sazonalidade e diferenças regionais relevantes na formação de preços. A presença de picos de preço em determinados anos indica que o mercado da cebola é particularmente sensível a choques de oferta, muitas vezes associados a eventos climáticos ou variações na produção agrícola. Além disso, a combinação entre sazonalidade e diferenças regionais reforça a importância de políticas e estratégias de gestão da cadeia produtiva, incluindo planejamento de produção, melhoria logística e monitoramento de mercado. A integração de dados de produção, clima e volume comercializado em futuras análises pode contribuir para melhorar a compreensão e previsão do comportamento de preços dessa cultura.

Conclusões

A análise da série histórica de preços da cebola no período de 2000 a 2025 evidenciou padrões importantes no comportamento desse mercado agrícola. Os resultados demonstraram que o preço da cebola apresenta tendência de elevação ao longo do tempo, especialmente a partir da década de 2010, acompanhada de aumento na volatilidade nos anos mais recentes. O pico observado em 2022, com valor médio aproximado de R\$ 3,31 kg⁻¹, indica a ocorrência de um choque significativo de mercado, possivelmente associado a fatores climáticos, redução da oferta ou dificuldades logísticas na cadeia de abastecimento.

A análise da sazonalidade mensal revelou a presença de um padrão estacional consistente. Os preços tendem a ser mais elevados entre abril e junho, quando os valores médios frequentemente ultrapassam R\$ 1,30 kg⁻¹, enquanto os menores preços ocorrem geralmente entre setembro e dezembro, período caracterizado por maior disponibilidade do produto no mercado. Esses resultados confirmam que a dinâmica da produção agrícola e a alternância de regiões produtoras ao longo do ano influenciam diretamente o comportamento dos preços.

A avaliação da variabilidade mensal, por meio do gráfico de boxplot, evidenciou elevada dispersão dos preços ao longo da série histórica. A amplitude observada, variando aproximadamente entre R\$ 0,002 kg⁻¹ e R\$ 14,00 kg⁻¹, reforça a natureza altamente volátil do mercado de hortaliças, cuja formação de preços é sensível a fatores como clima, produtividade agrícola, custos de transporte e variações na demanda.

Além disso, a análise das diferenças regionais indicou que mercados com maior concentração populacional e demanda, como São Paulo (capital), apresentam preços médios mais elevados, atingindo aproximadamente R\$ 2,83 kg⁻¹ em 2025. Em contraste, regiões mais próximas das áreas produtoras tendem a apresentar preços relativamente menores, refletindo menor custo logístico e maior disponibilidade do produto.

De forma geral, os resultados confirmam que o mercado da cebola é caracterizado por volatilidade temporal, sazonalidade produtiva e heterogeneidade espacial na formação de preços. A compreensão desses padrões é fundamental para produtores, comerciantes e formuladores de políticas agrícolas, pois permite melhor planejamento da produção, estratégias de comercialização e gestão de riscos de mercado.

Por fim, recomenda-se que estudos futuros integrem variáveis climáticas, dados de produção agrícola e volumes de comercialização em centrais de abastecimento, permitindo análises mais robustas e o desenvolvimento de modelos de previsão de preços, contribuindo para maior eficiência e estabilidade na cadeia produtiva da cebola.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Machado (IFSULDEMINAS) pelo apoio institucional à realização deste trabalho. O estudo contou com apoio do Edital 60/2025 - Apoio ao PPGCTA (Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) do IFSULDEMINAS - Modalidade de Bolsas Pesquisador, que viabilizou os recursos necessários para o desenvolvimento das atividades de pesquisa.

Referências

BARRETT, C. B. Measuring integration and efficiency in international agricultural markets. *Review of Agricultural Economics*, v. 23, n. 1, p. 19–32, 2001.

BIRTHAL, P. S.; JHA, A. K.; SINGH, H.; KUMAR, A. Agricultural price volatility and its impact on farmers and consumers. *Food Policy*, v. 87, p. 101729, 2019.

BOX, G. E. P.; JENKINS, G. M.; REINSEL, G. C.; LJUNG, G. M. *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. 5. ed. Hoboken: Wiley, 2015.

CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. *Indicadores de preços agrícolas e hortaliças no Brasil*. Piracicaba: ESALQ/USP, 2023.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. *FAOSTAT: Crops and livestock products database*. Rome: FAO, 2022.

GOODWIN, B. K.; PIGGOTT, N. E. Spatial market integration in the presence of threshold effects. *American Journal of Agricultural Economics*, v. 83, n. 2, p. 302–317, 2001.

KUMAR, A.; KUMAR, P. Market integration and price transmission in agricultural markets. *Agricultural Economics Research Review*, v. 32, p. 119–128, 2019.

SHANKAR, B.; SARKER, R.; BHATTACHARYA, M. Machine learning approaches for agricultural price forecasting: A review. *Agricultural Economics*, v. 54, n. 2, p. 225–238, 2023.



TOMEK, W. G.; ROBINSON, K. L. Agricultural Product Prices. 4. ed. Ithaca: Cornell University Press, 2003.

TRIDGE, A.; BARRETT, C. Agricultural market price volatility and food security implications. World Development, v. 45, p. 92–103, 2013.

WOOLDRIDGE, J. M. Introductory Econometrics: A Modern Approach. 6. ed. Boston: Cengage Learning, 2016.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal – PAM. Rio de Janeiro: IBGE, 2023.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Boletim Hortigranjeiro. Brasília: CONAB, 2023.