

( ) Graduação ( X ) Pós-Graduação

**BATATA NO BRASIL: uso de inteligência artificial para avaliar as flutuações de preços e seu impacto no consumo do setor de alimentos**

**Lucas Eduardo De Oliveira Aparecido**  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - Campus Muzambinho  
E-mail: [lucas.aparecido@muz.ifsuldeminas.edu.br](mailto:lucas.aparecido@muz.ifsuldeminas.edu.br)

**Joao Paulo Balbino Da Silva**  
Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho- Campus Jaboticabal  
E-mail: [joao.balbino@unesp.br](mailto:joao.balbino@unesp.br)

**Guilherme Botega Torsoni**  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul – Campus Naviraí  
E-mail: [guilherme.torsoni@ifms.edu.br](mailto:guilherme.torsoni@ifms.edu.br)

**Delcio Bueno Da Silva**  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - Campus Muzambinho  
E-mail: [delcio.silva@muz.ifsuldeminas.edu.br](mailto:delcio.silva@muz.ifsuldeminas.edu.br)

**Isadora Batista Goulart**  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - Campus Machado  
E-mail: [isadorabg27@gmail.com](mailto:isadorabg27@gmail.com)

## RESUMO

O estudo revela a interação entre clima, produção e preços da batata nas capitais de São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte. As batatas têm importância nutricional e valor econômico substancial a nível global. O entendimento das flutuações nos preços dos alimentos, especialmente da batata, é crucial para uma maior compreensão sobre o mercado que engloba os consumidores, produtores e decisores políticos. Assim, este estudo tem como objetivo geral analisar as tendências históricas e atuais dos preços da batata no mercado brasileiro, identificando os principais fatores que influenciam estas variações. A pesquisa abrange os anos de 2001 a 2022, analisando variáveis climáticas temperatura média do ar (°C) e precipitação (mm) obtidas através da plataforma NASA POWER Nasa Power - Data Access Viewer (2023), dados de produção e preços da batata adquiridos pelo sistema de recuperação automática de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (SIDRA-IBGE) e pelo Centro de Pesquisas Aplicadas (CEPEA) respectivamente. Foram empregadas análises de correlação de Person e representações gráficas de Boxplot e Dispersão, gerados através de linguagem de programação Python, com o emprego de bibliotecas NumPy, Pandas, Matplotlib e SciPy. Os resultados revelaram um aumento consistente nos preços médios anuais da batata nas três regiões ao longo dos anos. As análises de correlação destacam uma associação positiva entre a

produção nacional de batata e os preços médios da batata das três regiões em conjunto. Já individualmente São Paulo e Rio de Janeiro apresentam correlações negativas, sugerindo que uma diminuição na produção local corresponde a preços mais elevados. Em contraste, Belo Horizonte demonstra uma correlação positiva, sugerindo uma ligação potencial entre o aumento da produção em Minas Gerais e o aumento dos preços na região.

**Palavras-chave:** Mercado Agrícola Brasileiro; Segurança Alimentar no Brasil; Tendências do Mercado de Alimentos; Flutuação de preços de alimentos.

## 1 INTRODUÇÃO

A batata é um alimento amplamente consumido no mundo, desempenha um papel crucial não apenas no valor nutricional que oferece, mas também como uma peça fundamental na economia agrícola mundial, sendo uma cultura importante para diversas comunidades como fonte de ganho econômico (JAYAWEERA et al., 2024; MENG et al., 2024).

A flutuação nos preços dos alimentos, incluindo a batata, é uma questão de extrema relevância para consumidores, produtores e formuladores de políticas (MOKNI., 2024; SHUANG et al., 2024). A compreensão dos fatores que influenciam essas variações é crucial para o desenvolvimento de estratégias eficazes que possam mitigar os impactos econômicos em toda a cadeia produtiva (CHIK et al., 2023). Dentre as diversas variáveis que podem influenciar no preço do produto se destacam as condições climáticas de temperatura e precipitação, e também a quantidade produzida (ZHANG et al., 2023).

As condições climáticas exercem grande influência na produção agrícola, impactando diretamente o rendimento e a qualidade dos cultivos (OLANDA et al., 2023). Variações na temperatura podem afetar o desenvolvimento das plantas e a duração do seu ciclo, alterando suas propriedades nutricionais e produtivas (SALAZAR-GARCIA, 2018; SILVA, et al., 2019). Por outro lado, fatores como excesso de precipitação podem estimular o aumento da incidência de pragas e doenças na cultura, o que por sua vez pode comprometer a produção, afetando diretamente a oferta no mercado (BEYA-MARSHALL et al., 2022; OSORIO et al, 2011).

A quantidade produzida de batata desempenha um papel determinante na formação do preço final do produto (ABDEL-HADY et al., 2023). Uma oferta abundante pode influenciar uma diminuição nos preços, devido à elevada disponibilidade do produto, criando um cenário de excedente. Por outro lado, uma produção insuficiente pode levar à escassez, elevando os preços devido à alta demanda em relação à oferta limitada (DECLERCK et al., 2023).

Dessa forma, sabendo da importância econômica e social da batata, esse estudo visa compreender as dinâmicas entre clima, produção e preço de regiões estratégicas no cenário nacional, as capitais dos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte. Assim, este estudo tem como objetivo geral analisar as tendências históricas e atuais dos preços da batata no mercado brasileiro, identificando os principais fatores que influenciam estas variações.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Nos últimos dez anos, o mercado brasileiro de batatas tem experimentado oscilações de

preços substanciais, atribuídas a uma variedade de fatores. Estes incluem mudanças climáticas, variações na oferta e na demanda, e dinâmicas econômicas em evolução, afetando profundamente este setor agrícola vital (Embrapa; Johnson, 2018).

Entre 2014 e 2016, o mercado presenciou um aumento expressivo nos preços, com valores alcançando até R\$ 4,50 por quilo em algumas regiões, como o Sul. Este pico foi majoritariamente causado por chuvas intensas que impactaram negativamente as colheitas (Garcia, 2015). Em contraste, 2017 e 2018 foram marcados por uma estabilidade de preços, resultado de condições climáticas favoráveis que propiciaram uma produção mais consistente (Silva, 2018).

O período de 2019 a 2020 foi caracterizado por uma diminuição nos preços, impulsionada por um aumento na oferta, em recuperação de adversidades climáticas anteriores (Martins, 2020). Além disso, as variações de preços entre diferentes regiões brasileiras são notáveis, influenciadas por fatores como clima, infraestrutura de transporte, e demanda local. São Paulo, um grande estado produtor, tende a apresentar preços mais estáveis devido à sua infraestrutura desenvolvida, enquanto regiões como o Nordeste enfrentam maior volatilidade, frequentemente impactadas por secas (Ribeiro, 2019; Almeida, 2017). Estados com safras em diferentes épocas do ano, como Minas Gerais, exibem flutuações de preço ao longo do ano devido a variações na oferta (Pereira, 2020).

A análise dos preços da batata no Brasil ao longo da última década revela um quadro complexo, no qual eventos climáticos, oferta e demanda, condições econômicas, e diferenças regionais desempenham papéis significativos. Essas oscilações sublinham a necessidade de monitoramento constante do mercado por agricultores, compradores e políticos, para tomadas de decisões informadas em um setor agrícola dinâmico e essencial (Carvalho, 2019; Ferreira, 2020).

### **3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

O estudo abrangeu as regiões das capitais de São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte, realizando uma análise das variáveis de preço da saca (50 kg), clima e produção (t) (Figura 1.a). Os dados climáticos foram obtidos por meio da plataforma Nasa Power - Data Access Viewer (2023) no formato CSV, focalizando as variáveis climáticas de Temperatura do ar (T em °C) e Precipitação (P em mm), com uma escala temporal de 2001 a 2022. O período correspondente foi utilizado para coletar os dados de preço da saca (50 kg) a partir do banco de dados do Centro

de Pesquisas Aplicadas (CEPEA). Os dados de produção (t) foram adquiridos pelo sistema de recuperação automática de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (SIDRA-IBGE), abrangendo o período de 2003 a 2022.

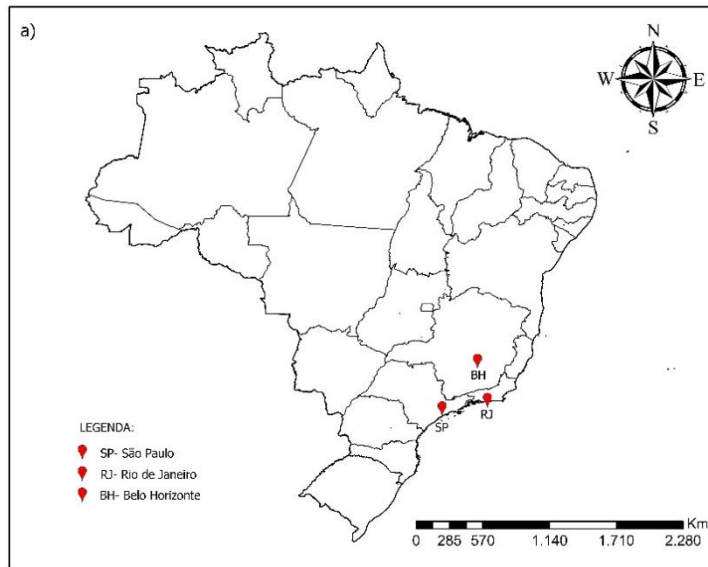


Figura 1: a) Localização das três regiões estudadas.

Para a análise dos dados, foram estabelecidas correlações de Pearson “r” entre as variáveis climáticas, produção e preço médio da saca (50 kg) nas três regiões, buscando quantificar a influência de cada variável no preço do produto, conforme abordado por RAHADIAN et al. (2023). Além disso, foram desenvolvidos gráficos de dispersão e boxplot, utilizando a linguagem de programação Python, com o emprego de bibliotecas de código aberto, tais como NumPy, Pandas, Matplotlib e SciPy.

#### 4 DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS DADOS

As variáveis de temperatura média do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ) (Figura 2), precipitação (mm) (Figura 3) e preço da saca (50kg) (Figura 4) demonstram significativa variabilidade interanual nas localidades estudadas. Tal variabilidade também foi observada por ALVARES et al. (2013). Com isso é necessário compreender a variabilidade temporal dos elementos climáticos, preços e quantidades produzidas, uma vez que esses fatores exercem influência direta no comportamento do mercado.

No que diz respeito aos dados de temperatura para todas as regiões analisadas em conjunto, foi constatada uma média anual de  $16.8^{\circ}\text{C}$ , com desvio padrão de  $4.2^{\circ}\text{C}$ . O ano de

2002 registrou a temperatura mais elevada, atingindo 29.55 °C, enquanto 2019 apresentou a temperatura mínima, com 8.2 °C (Figura 2.a).

Em São Paulo, a média anual da temperatura do ar foi de 19.4 °C, com desvio padrão de 1.4°C. O ano de 2002 destacou-se com a maior temperatura, alcançando 29.5 °C, enquanto 2011 registrou a menor temperatura, atingindo 10.8°C (Figura 2.b). No Rio de Janeiro, a média de temperatura foi de 12.1 °C, com desvio padrão de 0.8 °C. A temperatura máxima ocorreu em 2012, atingindo 20.2°C, enquanto 2019 apresentou a temperatura mínima, com 8.2 °C (Figura 2.c). Já em Belo Horizonte, a média de temperatura foi de 18.6 °C, com desvio padrão de 1.4°C. A temperatura mais elevada foi registrada em 2012, atingindo 27.9 °C, e a mais baixa em 2009, com 11.3°C (Figura 2.d).

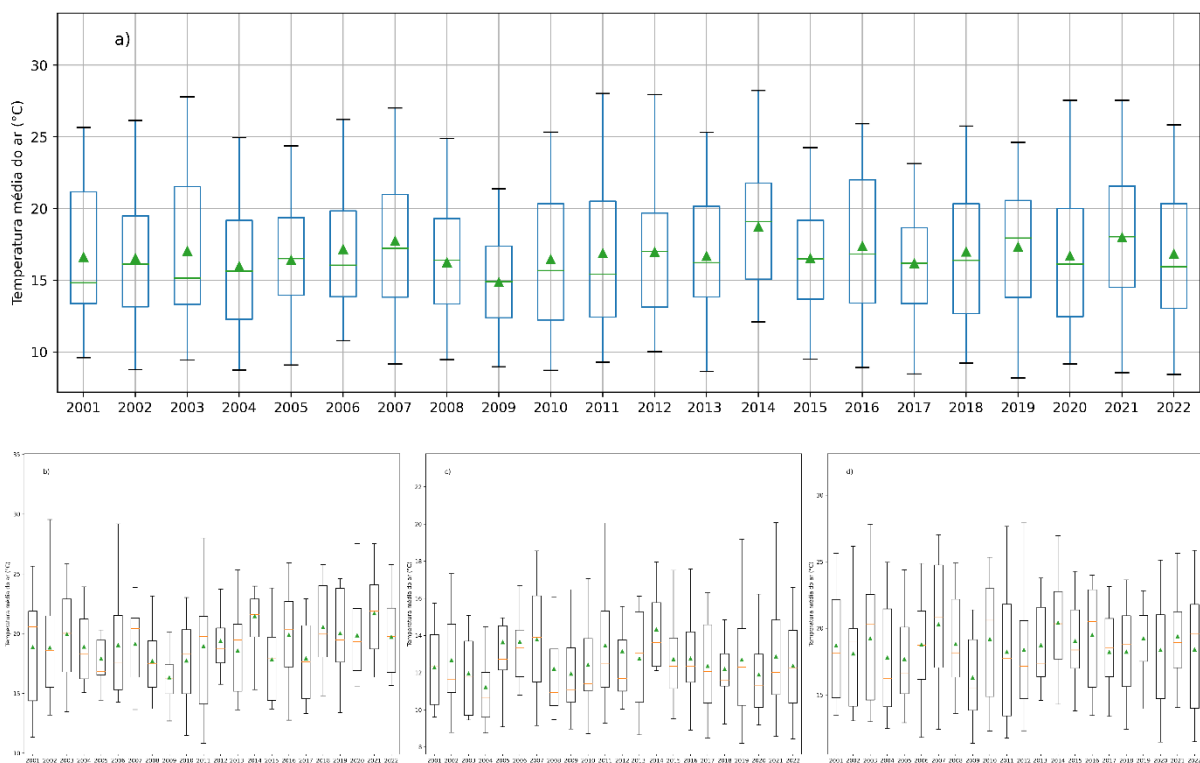


Figura 2 a) Temperatura média anual das três capitais em conjunto; b) Temperatura média anual da capital de São Paulo (SP); c) Temperatura média anual da capital do Rio de Janeiro (RJ); d) Temperatura média anual da capital de Belo Horizonte (BH).

A variável de precipitação média anual, considerando todas as regiões em conjunto, apresentou uma média de 84.3 mm, destacando-se o ano de 2020 com o valor mais elevado de 648.6 mm (Figura 3.a). Em São Paulo, a média anual de precipitação foi de 94.9 mm, alcançando seu pico em 2010 com 390.2 mm (Figura 3.b). No Rio de Janeiro, a média anual foi

de 89.6 mm, com o ano de 2020 registrando o valor máximo de 648.6 mm (Figura 3.c). Já em Belo Horizonte, a média anual de precipitação foi de 52.7 mm, observando-se o maior valor em 2003, atingindo 495.7 mm (Figura 3.d).

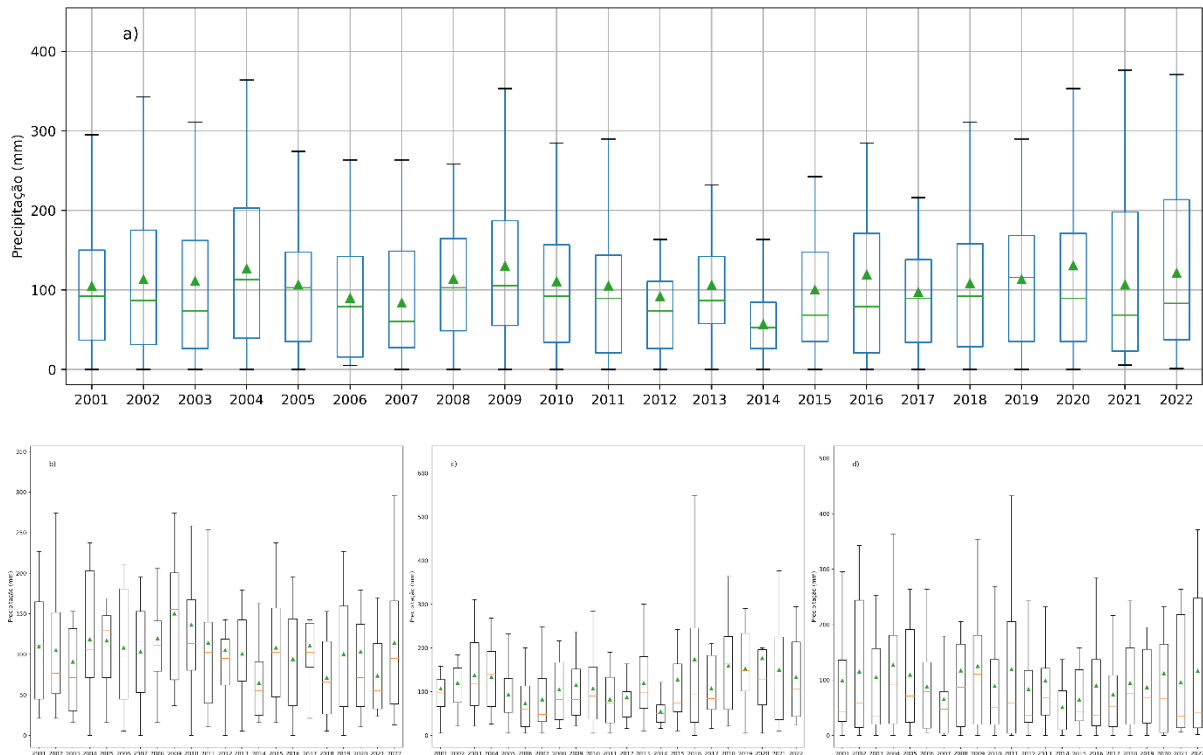


Figura 3, a) Precipitação média anual das três capitais em conjunto; b) Precipitação média anual da capital de São Paulo (SP); c) Precipitação média anual da capital do Rio de Janeiro (RJ); d) Precipitação média anual da capital de Belo Horizonte (BH).

A média anual da variável "preço da saca" (50kg) para todos os locais considerados foi de R\$60,52, com o valor máximo atingindo R\$240,76 em 2022 e o mínimo registrando-se em R\$19,05 no ano de 2005 (Figura 4.a). Em São Paulo, a média anual do preço da saca foi de R\$64,61, alcançando o valor máximo de R\$238,02 em 2022 e o mínimo de R\$21,15 em 2003 (Figura 4.b). No Rio de Janeiro, a média anual foi de R\$59,65, com o valor máximo de R\$240,76 em 2022 e o mínimo de R\$19,41 em 2003 (Figura 4.c). Em Belo Horizonte, a média de preço foi de R\$59,53, com o valor máximo de R\$228,18 em 2022 e o mínimo de R\$19,05 em 2005 (Figura 4.d).

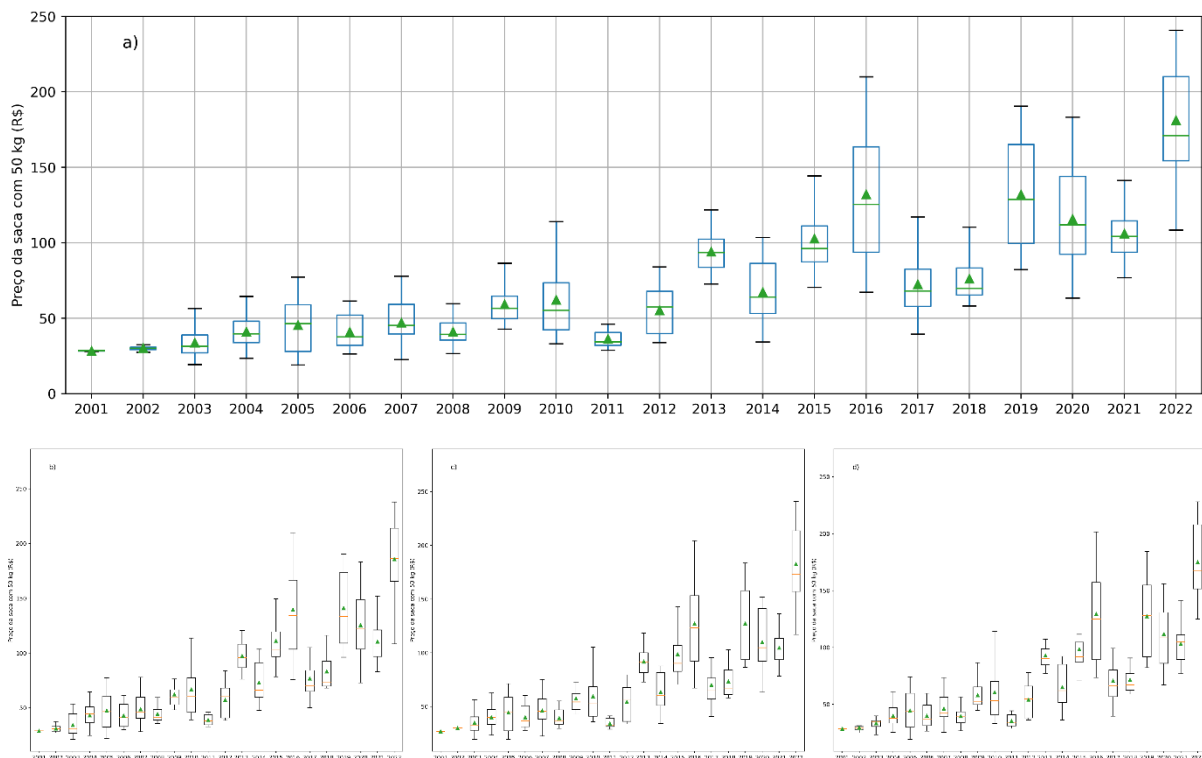


Figura 4, a) Preço médio anual da saca (50kg) das três capitais em conjunto; b) Preço médio anual da saca (50kg) da capital de São Paulo (SP); c) Preço médio anual da saca (50kg) da capital do Rio de Janeiro (RJ); d) Preço médio anual da saca (50kg) da capital de Belo Horizonte (BH).

A análise da dispersão dos dados de temperatura para todas as regiões em conjunto evidencia uma tendência de crescimento ao longo dos anos (Figura 5.a). Esta mesma tendência é observada em São Paulo (Figura 5.c) e Belo Horizonte (Figura 5.g). Por outro lado, no Rio de Janeiro, a dispersão dos dados exibe um comportamento semelhante a uma parábola invertida, onde a temperatura aumenta ao longo de uma certa faixa e, posteriormente, inverte seu movimento, indicando uma tendência de diminuição (Figura 5.e).

Já os dados de precipitação de todas as regiões em conjunto revelam uma condição oscilante, na qual os valores exibem uma tendência de decréscimo seguida por um subsequente aumento (Figura 5.b). Ao visualizar a capital de São Paulo, observa-se uma tendência de declínio na precipitação ao longo dos anos (Figura 5.d). Em contraste, Rio de Janeiro e Belo Horizonte exibem uma queda inicial seguida por uma tendência posterior de aumento nos índices de precipitação (Figura 5.f; Figura 5.h).



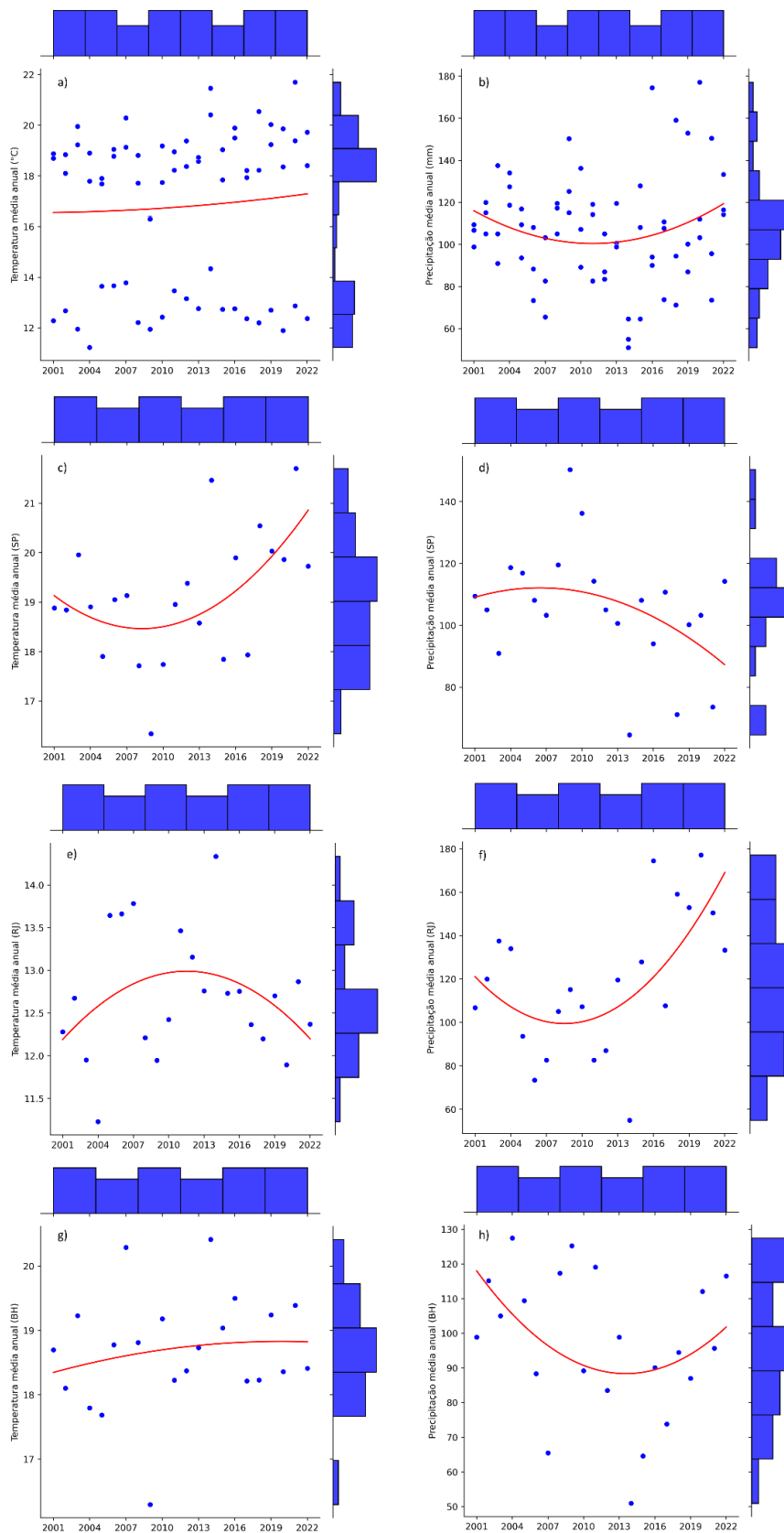


Figura 5: a) Temperatura média anual das três capitais em conjunto; b) Precipitação média anual das três capitais em conjunto; c) Temperatura média anual da capital de São Paulo (SP); d) Precipitação média anual da capital de São Paulo (SP); e) Temperatura média anual da capital

do Rio de Janeiro (RJ); f) Precipitação média anual da capital do Rio de Janeiro (RJ); g) Temperatura média anual da capital de Belo Horizonte (BH); h) Precipitação média anual da capital de Belo Horizonte (BH).

Os dados de produção de batata no Brasil evidenciaram um aumento constante ao longo dos anos (Figura 6.a). No estado de Minas Gerais, essa tendência é igualmente observada, destacando-se como o principal produtor entre as localidades, contemplando a região de Belo Horizonte (Figura 6.d). Por outro lado, os estados de São Paulo e Rio de Janeiro, englobando as regiões das capitais São Paulo e Rio de Janeiro, demonstram uma diminuição na produção de batata ao longo do período analisado (Figura 6.b; Figura 6.c).

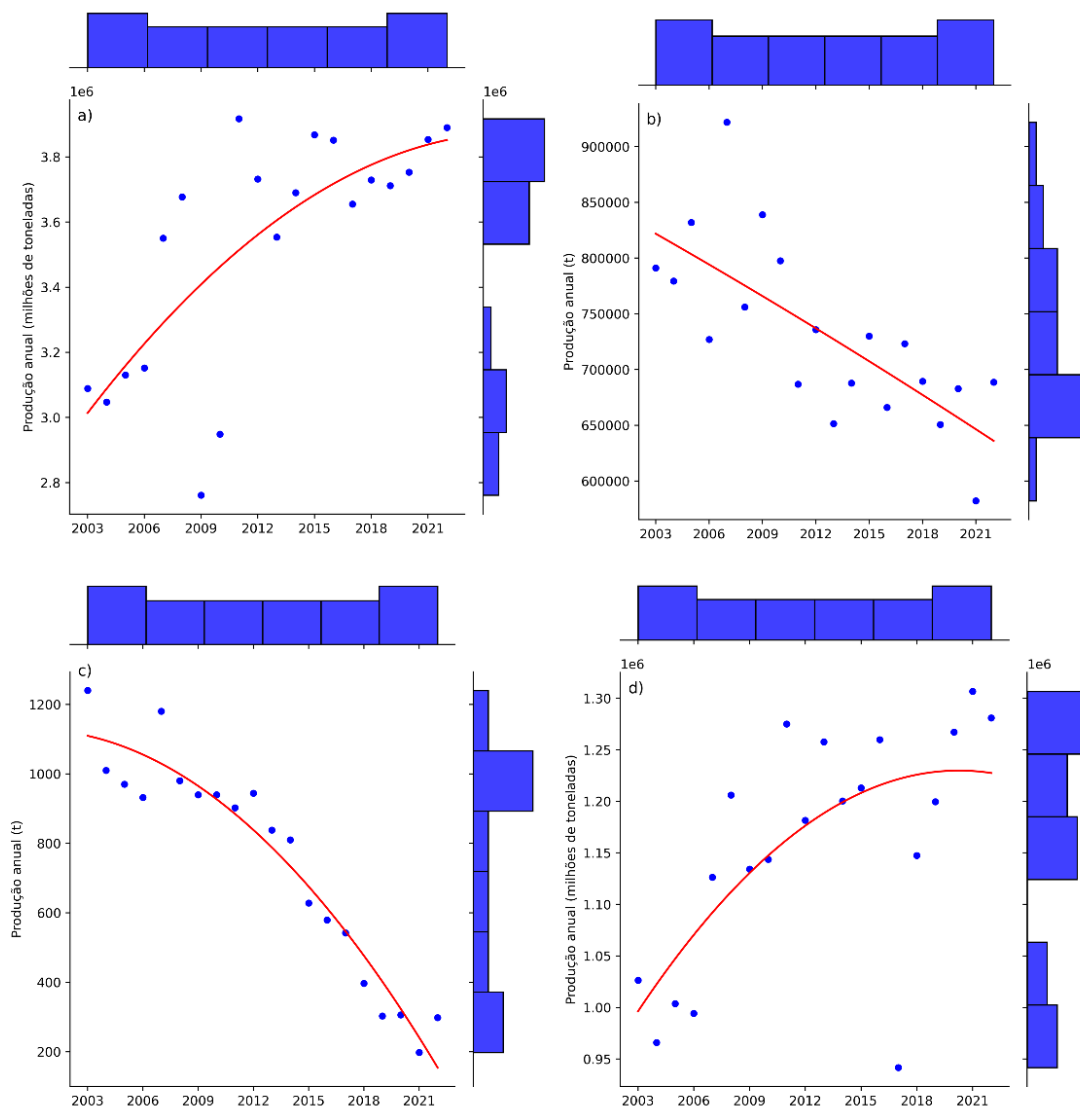


Figura 6: a) Quantidade de batata produzida anualmente no Brasil; b) Quantidade de batata produzida anualmente no estado de São Paulo; b) Quantidade produzida de batata anualmente no estado do Rio de Janeiro; c) Quantidade de batata produzida anualmente no estado de Minas

Gerais.

A análise dos dados do preço médio anual da saca de 50 kg em todas as regiões revelou uma tendência de elevação ao longo dos anos (Figura 7.a). Essa dinâmica foi consistente em cada uma das três regiões individualmente, indicando um aumento progressivo no preço da saca ao longo do tempo.

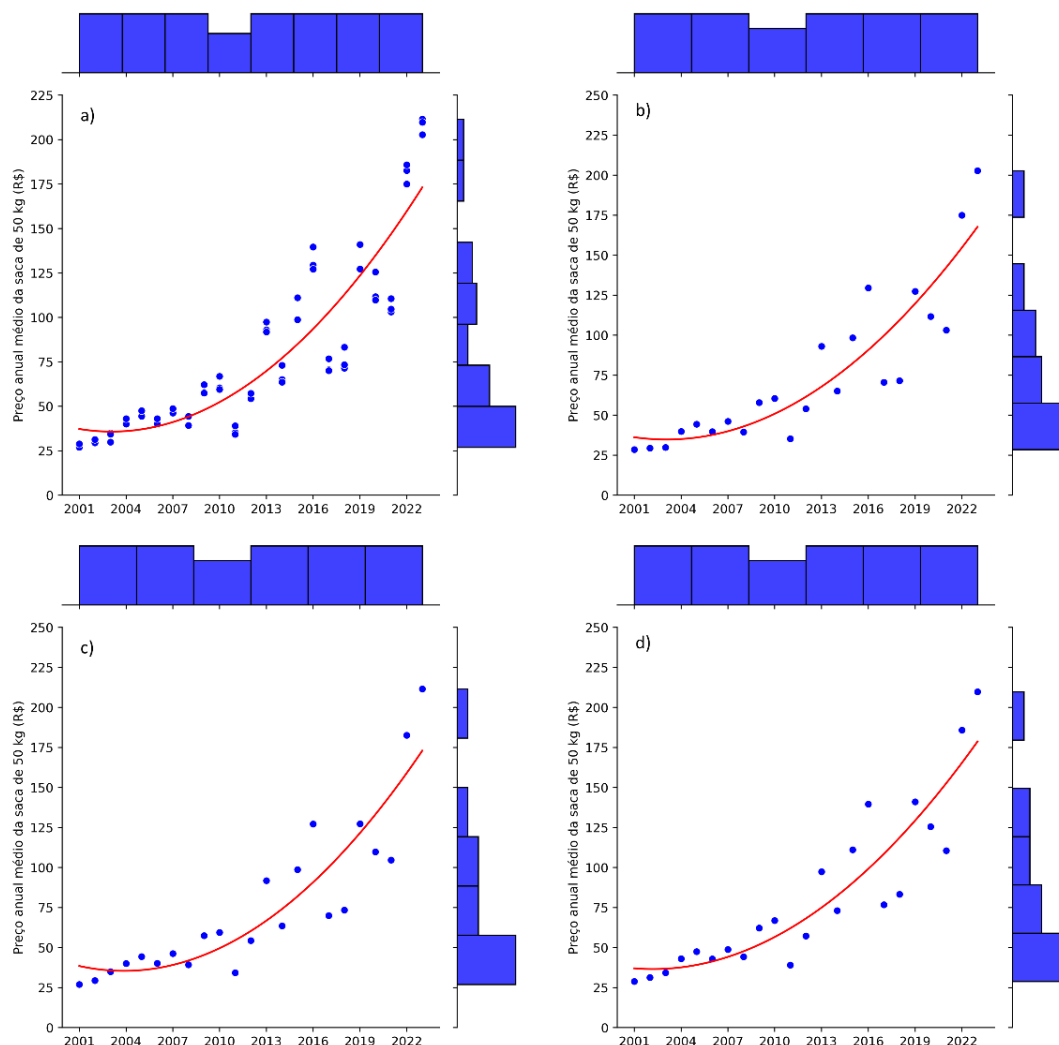


Figura 7: a) Preço médio anual da saca (50kg) em todas as regiões em conjunto; b) Preço médio anual da saca (50kg) da capital de São Paulo (SP); c) Preço médio anual da saca (50kg) da capital do Rio de Janeiro (RJ); d) Preço médio anual da saca (50kg) da capital de Belo Horizonte (BH).

A análise de correlação de Pearson revelou uma correlação positiva de 0,53, associada a um p-valor de 0,015, entre as variáveis de produção de batata no Brasil e o preço médio da saca (50kg) das três regiões, sugerindo uma relação estatisticamente significativa entre as duas variáveis. Os resultados indicando que, à medida que a produção de batata aumenta, o preço

médio da saca também apresenta uma tendência de elevação. Essa associação positiva pode ser interpretada como um reflexo da dinâmica entre oferta e demanda no mercado de batatas. Onde se a oferta de batatas cresce, mantendo-se a demanda constante ou aumentando de forma mais modesta, os preços podem subir devido à maior competição pelo produto disponível (ABDEL-HADY et al., 2023).

Nas regiões das capitais de São Paulo (Figura 8.b) e Rio de Janeiro (Figura 8.c), a análise de correlação revelou padrões distintos em relação à produção de batata nos estados e seus respectivos preços. Em São Paulo, observa-se uma correlação negativa de -0,58, com um p-valor de 0,007, enquanto no Rio de Janeiro, a correlação é ainda mais acentuada, atingindo -0,81, com um p-valor de 0,000. Esses resultados indicam que, conforme a produção nos estados diminui, os preços tendem a aumentar nessas regiões metropolitanas. A correlação negativa observada em São Paulo e no Rio de Janeiro pode ser reflexo de uma maior demanda local do que a oferta regional, levando a um aumento nos preços quando a produção local diminui. Adicionalmente, fatores logísticos, como transporte e armazenamento, podem influenciar a disponibilidade do produto no mercado, impactando diretamente nos preços (DEWI et al., 2023).

Por outro lado, para a região de Belo Horizonte (Figura 8.d), é evidenciado uma correlação positiva de 0,59, com um p-valor de 0,006. Esse valor sugere que o aumento na produção no estado de Minas Gerais está associado a um aumento nos preços. Indicando que o aumento da produção em Minas Gerais pode estar alinhado com uma demanda crescente na região de Belo Horizonte. Isso pode ser resultado de fatores como, aumento da produção, do consumo da população ou melhores estratégias de distribuição do produto podem influenciar para o aumento do preço no mercado (KARTAL & DEPREN, 2023).

A correlação entre as variáveis de temperatura do ar e precipitação em relação ao preço da saca (50kg) revelou que não há uma correlação direta e significativa do ponto de vista estatístico. Todos os testes realizados para essa associação resultaram em valores de p superiores a 0,05, indicando a falta de evidências estatisticamente significativas para rejeitar a hipótese nula de ausência de correlação. Com isso as variáveis climáticas analisadas não estão diretamente associadas às flutuações nos preços da batata.

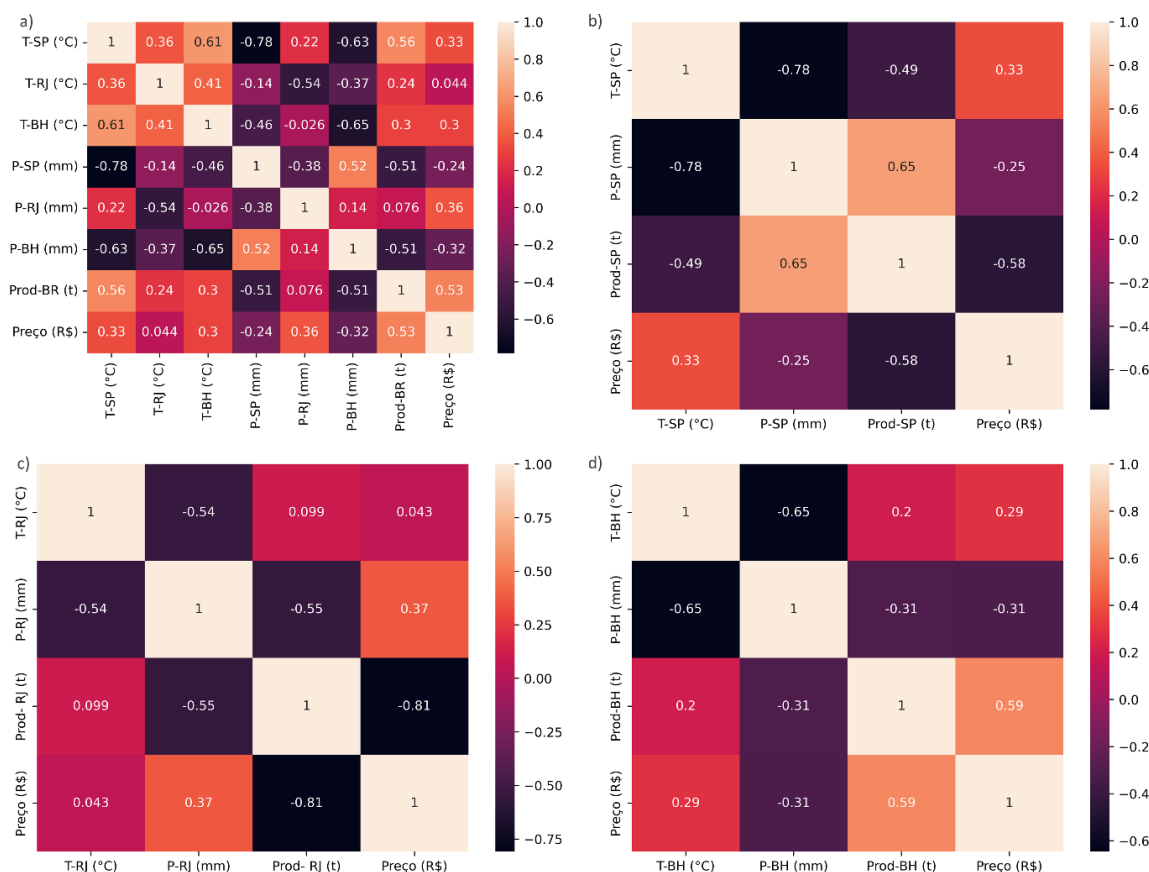


Figura 8: a) Correção de todas as regiões em conjunto, considerando a produção de batata do Brasil e o preço médio das três regiões; b) Correlação da região de São Paulo capital, considerando a produção de batata do estado de São Paulo; c) Correlação da região de Rio de Janeiro capital, considerando a produção de batata do estado de Rio de Janeiro; d) Correlação da região de Belo Horizonte capital, considerando a produção de batata do estado de Minas Gerais.

## 5 CONCLUSÕES

Os resultados indicam um aumento ao longo dos anos no preço médio da saca (50kg) em todas as localidades investigadas. Contudo, as análises de correlação entre as variáveis de temperatura do ar e precipitação em relação ao preço da saca (50kg) não revelaram associações diretas e estatisticamente significativas, evidenciadas pelos valores de  $p$  superiores a 0,05. Destaca-se que apenas a variável de produção total (t) apresentou uma correlação estatisticamente significativa com o preço da saca (50kg). As regiões das capitais de São Paulo

e Rio de Janeiro, apresentaram valores de correlação negativos enquanto a região de Belo horizonte apresentou valores positivos de correlação entre as duas variáveis.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais** - Campus Machado pela disponibilização de recursos para realização desta pesquisa por meio do Edital N°64/2023 de apoio ao PPGCTA (Programa de pós graduação em Ciência e Tecnologia de alimentos). Gostaríamos de expressar nossa sincera gratidão pela colaboração e apoio contínuo ao longo de todo o processo.

## REFERÊNCIAS

ABDEL-HADY, M. M. et al. **“Benefits, Challenges, and Strategies of Integrated Wheat-Fish Farming Practices in Egypt”**. Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries Volume 27, Issue 6, Pages 621 - 6331 December 2023. DOI: 10.21608/EJABF.2023.329543

BEYA-MARSHALL, V. et al. **“Optimal irrigation management for avocado (cv. 'Hass') trees by monitoring soil water content and plant water status”**. Agricultural Water Management, volume 271, 1 September 2022, 107794. Doi <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2022.107794>

CHIK, N. A. et al. **“The Implications of Palm Cooking Oil Price Increases in Malaysia”**. Pertanika Journal of Social Sciences and Humanities Volume 31, Issue 4, Pages 1491 – 1508, December 2023. Doi <https://doi.org/10.47836/pjssh.31.4.08>

DECLERCK, F. **“Biofuel policies and their ripple effects: An analysis of vegetable oil price dynamics and global consumer responses”**. Energy Economics Volume 128, December 2023 Article number 107127. DOI 10.1016/j.eneco.2023.107127.

DEWI, C. et al. **“Modified random forest regression model for predicting wholesale rice prices”**. Journal of Theoretical and Applied Information Technology, 101(23), pp. 7749–7759, 2023.

Jayaweera, D.P. et al. **“Physiological, molecular, and genetic mechanism of action of the biostimulant Quantis™ for increased thermotolerance of potato (Solanum tuberosum L.)”**. Chemical and Biological Technologies in Agriculture volume 11, Article number: 9 (2024). <https://doi.org/10.1186/s40538-023-00531-3>

KARTAL, T. M; DEPREN, O. **“Asymmetric relationship between global and national factors and domestic food prices: evidence from Turkey with novel nonlinear approaches”**. Financial Innovation volume 9, Article number: 11 (2023). Doi 10.1186/s40854-022-00407-9

MENG, N. et al. **“Effects of fucoidan and ferulic acid on potato starch: Pasting, rheological and retrogradation properties and their interactions”**. Food Hydrocolloids Volume 150, May 2024. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2023.109635>

MOKNI, K. **“Detrended cross-correlations analysis between oil shocks and world food prices”**. International Journal of Energy Sector Management Volume 18, Issue 1, Pages 183 - 192 January 2024. Doi 10.1108/IJESM-10-2021-0019.

OLANDA, G. H. S. et al. **“Climate change and its influence on planting of cassava in the Midwest region of Brazil”**. Environ Dev Sustain 25, 1184–1204 (2023).  
<https://doi.org/10.1007/s10668-021-02088-3>

OSORIO, A. et al. **“Soil moisture profiles under different conditions associated with irrigation efficiency of drip irrigation - Case studies from avocado and mandarin, Limarí River Valley”**. Acta Horticulturae , 2011, 889, pp

RAHADIAN, H., et al. **“Image encoding selection based on Pearson correlation coefficient for time series anomaly detection”**. Alexandria Engineering Journal, Volume 82, 1 November 2023, Pages 304-322 <https://doi.org/10.1016/j.aej.2023.09.070>

SALAZAR-GARCIA, S. et al. **“Phenology of ‘Méndez’ avocado in Southern Jalisco, México”**. Agrociencia, 2018, Vol. 52, Issue 7, Pages 991 – 1003.

SHUANG, S. et al. **“How crop breeding programs can improve plant factories' business and environmental sustainability: Insights from a farm level analysis”**. Sustainable Production and Consumption Volume 44, Pages 298 - 311 January 2024. Doi 10.1016/j.spc.2023.12.020.

SILVA, P. O. et al. **“Phenology of Anacardium Occidentale (Anacardiaceae) and relationship with climatic factors”**. Floresta, 2019, Volume 49, Edição 1, Páginas 69 – 78, doi 10.5380/uf.v49i1.56310.

ZHANG, Z. et al. **“Impact of climate change and planting date shifts on growth and yields of double cropping rice in southeastern China in future”**. *Agric. Syst.*, 205 (2023), Article 103581.