
TECNOLOGIAS DE CONSERVAÇÃO E COMPETITIVIDADE NO AGRO: IMPACTOS NA CADEIA PRODUTIVA DE BATATA-DOCE EM PRESIDENTE PRUDENTE, SP

Rafael Medeiros Hespanhol
Rafael.hespanhol@fatec.sp.gov.br
Fatec de Presidente Prudente
Alba Regina Azevedo Arana
alba@unoeste.br
Universidade do Oeste Paulista
Maíra Rodrigues Uliana
maira@unoeste.br
Universidade do Oeste Paulista
Sérgio Marques Costa
sergiocosta@unoeste.br
Universidade do Oeste Paulista

Resumo: A batata-doce tem ganhado relevância no agronegócio brasileiro, mas ainda enfrenta perdas pós-colheita e forte volatilidade de preços. Este estudo analisou o potencial da irradiação como estratégia de gestão pós-colheita, com foco na produção regional de Presidente Prudente (SP). A análise baseou-se em dados oficiais de produção e preços e em revisão de literatura sobre conservação de alimentos, formação de preços e poder de barganha na cadeia agroalimentar. Os resultados indicam que a tecnologia pode reduzir perdas de 10-15% para 5-8%, gerando ganhos econômicos relevantes em contextos de alta volatilidade. Persistem, entretanto, desafios relacionados a custos de implementação, exigências regulatórias e aceitação do consumidor. Integrada a outras práticas de conservação e apoiada por políticas públicas, a irradiação tem potencial para fortalecer a estabilidade e a competitividade da cadeia produtiva de batata-doce na região.

Palavras-chave: Irradiação de Alimentos; Batata-Doce; Segurança Alimentar; Formação de Preços; Gestão Pós-Colheita

1. Introdução

A batata-doce (*Ipomoea batatas*) tem se destacado no agronegócio brasileiro pela alta produtividade e pelo crescimento da demanda em diferentes segmentos, como consumo in natura, alimentos processados e biocombustíveis. Em Presidente Prudente (SP), a produção apresenta expansão acima da média nacional, beneficiada por condições edafoclimáticas favoráveis (IBGE, 2018; IBGE, 2024).

Apesar desse desempenho, os produtores locais enfrentam dois desafios centrais: as perdas pós-colheita, que reduzem a qualidade e o volume comercializável, e a volatilidade de preços, intensificada por oscilações de oferta e pelo poder de negociação de grandes varejistas (ARAMYAN; KUIPER, 2009; BUNTE, 2006).

Nesse contexto, a irradiação de alimentos surge como tecnologia promissora por reduzir a brotação, controlar a carga microbiana e ampliar a vida útil do produto (LU et al., 1987; LIM et al., 2013; ONER; WALL, 2013). Além dos ganhos técnicos, a maior flexibilidade de armazenamento pode fortalecer o poder de barganha dos agricultores e abrir espaço para novos mercados, incluindo exportações (MANNING, 2015; NAKAO ET AL., 2020; RAY, 2021).

Este estudo tem como objetivo analisar o potencial da irradiação como estratégia de gestão pós-colheita para a batata-doce em Presidente Prudente, avaliando seus efeitos sobre a conservação, a redução de perdas e as implicações econômicas para a cadeia produtiva regional.

2. Materiais e Métodos

Adotou-se uma pesquisa básica, de natureza bibliográfica e documental. A abordagem metodológica foi quali-quantitativa, uma vez que integrou a análise de dados quantitativos oriundos de bases de órgãos governamentais e de dados qualitativos provenientes da revisão de literatura especializada. Foram examinados dados públicos referentes à produção de batata-doce no município de Presidente Prudente, contemplando volumes, produtividade e preços (CATI, 2009; IBGE, 2018; IBGE, 2024). Essa base empírica foi enriquecida por estudos sobre a aplicação da irradiação em tubérculos (HAYASHI; KAWASHIMA, 1982; ONER; WALL, 2013) e sobre processos de formação de preços e a dinâmica das cadeias agroalimentares (ARAMYAN; KUIPER, 2009; BUNTE, 2006; MANNING, 2015; RAY, 2021).

A investigação foi guiada por três questões: (i) como a irradiação pode afetar a qualidade da batata-doce, considerando vida útil, carga microbiana e brotação; (ii) se sua adoção gera benefícios econômicos, como redução de perdas e maior acesso a mercados; e (iii) de que forma fatores estruturais de preço e poder de negociação na cadeia podem se alterar com maior flexibilidade de armazenamento.

As etapas incluíram: revisão de estudos sobre diferentes formas de irradiação (gama, raios X e feixe de elétrons) e seus efeitos (FALADE et al., 2011; TONYALI et al., 2020), análise de dados de produção e preços, elaboração de projeções econômicas para redução de perdas e associação dessas estimativas a teorias de transmissão de preços e poder de barganha. Para as projeções, consideraram-se doses entre 0,05 e 1 kGy, eficazes na inibição da brotação e no controle microbiano (NAKAO et al., 2020).

3. Resultados

Em Presidente Prudente, a batata-doce tem apresentado expansão significativa nos últimos anos. Entre 2017 e 2021, os rendimentos aumentaram cerca de 15–20%, resultado tanto da intensificação do cultivo quanto das condições edafoclimáticas favoráveis da região (IBGE, 2018; IBGE, 2024). Esse desempenho demonstra que a produção local supera levemente a média nacional, consolidando o município como polo agrícola relevante.

Apesar desse crescimento, observa-se elevada volatilidade nos preços de atacado. Em algumas safras, oscilações de até 30% foram registradas, gerando períodos de excesso de oferta que reduzem os valores abaixo do ponto de equilíbrio de muitos produtores (CATI, 2009; IBGE, 2018). Ainda assim, a análise agregada de volumes e preços médios evidencia que o mercado de batata-doce no município tem assumido papel econômico cada vez mais expressivo.

No entanto, sem práticas adequadas de conservação, a batata-doce apresenta rápida deterioração. Em condições tropicais de temperatura ambiente, a perda de qualidade ocorre em poucos dias, devido à desidratação, brotação e maior suscetibilidade a patógenos. Hsu et al. (2014), ao analisar cultivares de Taiwan, observaram que entre 85% e 100% dos tubérculos brotaram após apenas 14 dias em temperatura ambiente, tornando-se impróprios para consumo.

Práticas tradicionais, como a cura, realizada de 4 a 7 dias em alta umidade relativa (>90%) e temperatura moderada (15–20 °C), cicatrizam ferimentos e reduzem a perda

de água, preparando os tubérculos para armazenamento prolongado (EMBRAPA, 2021). Posteriormente, o armazenamento a 13–15 °C em alta umidade pode preservar a batata-doce por vários meses (EMBRAPA, 2021).

A irradiação surge como alternativa tecnológica para ampliar esses resultados. Estudos apontam que doses baixas de raios gama (0,03 a 0,15 kGy) suprimem a brotação de forma eficiente. Lu et al. (1987) verificaram que 100% das batatas-doce não irradiadas brotaram após cerca de um mês, enquanto aquelas tratadas com 0,05 kGy apresentaram apenas 2,5% de brotação no mesmo período, chegando a 9% após cinco meses. Em outro estudo, Lim et al. (2013) constataram ausência de brotação em batatas irradiadas a 12 °C e 25 °C durante oito semanas, em contraste com controles não irradiados, que registraram taxas de 10% e 70%, respectivamente.

A irradiação por raios X mostrou resultados semelhantes. Wall (2004) demonstrou que doses entre 100 e 600 Gy não comprometem a qualidade e podem até aumentar a doçura devido à conversão de amido em sacarose. Oner e Wall (2013) observaram que doses de até 1000 Gy reduziram a contagem microbiana em 1–2 log em batatas-doces frescas refrigeradas, sem alterar textura, umidade ou teor de antocianinas. A tecnologia de feixe de elétrons também se mostrou eficaz: Blessington et al. (2015), em estudo com batata inglesa (*Solanum tuberosum*), verificaram que 0,2 kGy inibiu totalmente a brotação por 110 dias, com menores perdas de vitamina C e amido em comparação aos controles. Doses baixas a moderadas ($\leq 0,2$ – $0,5$ kGy) provocam alterações físico-químicas mínimas, mantendo aceitabilidade sensorial (LIM et al., 2013; WALL, 2004). Em doses mais altas ($\geq 0,5$ kGy), podem ocorrer leve amolecimento e aumento de açúcares simples, mas ainda dentro de limites aceitáveis para consumo.

Quadro 1- Impacto da irradiação na preservação da batata-doce

Tipo de Irradiação	Dose (kGy)	Efeito na Preservação	Referência
Sem irradiação	–	Brotação em até 14 dias; curta vida útil	Hsu et al. (2014)
Raios Gama	0,05	Inibição da brotação por até 5 meses	Lu et al. (1987)
Raios Gama	0,1–0,2	Sem alteração perceptível de qualidade	Lim et al. (2013)
Raios X	0,1–0,6	Aumento da doçura; sem impacto negativo na aceitação	Wall (2004)
Raios X	1,0	Redução microbiana sem perda de textura/cor em 14 dias	Oner; Wall (2013)
Feixe de Elétrons	0,2	Inibição da brotação por 110 dias	Blessington et al. (2015)

A literatura sobre cadeias agroalimentares aponta que a formação de preços é frequentemente marcada por assimetrias de transmissão: aumentos de custos são repassados rapidamente ao consumidor, mas reduções tendem a ser transferidas de forma parcial ou tardia (BUNTE, 2006; ARAMYAN; KUIPER, 2009). Esse fenômeno decorre do poder de mercado de grandes varejistas e de custos de ajuste (ARAMYAN; KUIPER, 2009), sendo agravado pela precibilidade dos produtos (WARD, 1982 apud ARAMYAN; KUIPER, 2009).

No caso da batata-doce, essa dinâmica se intensifica em períodos de safra abundante, quando os preços de atacado podem cair até 30% em uma estação (IBGE, 2018; IBGE, 2024). A irradiação, ao possibilitar redução de perdas de 10–15% para cerca de 5–8% (FALADE et al., 2011; TONYALI et al., 2020), fornece aos produtores a capacidade de estender o armazenamento e evitar a venda imediata em momentos de preços baixos. Esse ganho de

flexibilidade permite aguardar a recuperação de mercado, que frequentemente chega a 10–15% após o pico de oferta (BUNTE, 2006; MANNING, 2015). Assim, a tecnologia contribui não apenas para reduzir perdas diretas, mas também para mitigar desequilíbrios de poder na cadeia de suprimentos. Outro benefício é a possibilidade de acessar mercados mais exigentes em termos fitossanitários e de maior valor agregado, incluindo canais de exportação. A extensão da vida útil, associada ao controle de brotação e doenças, fortalece a competitividade dos produtores regionais (ONER; WALL, 2013; NAKAO et al., 2020).

Embora promissora, a adoção da irradiação enfrenta desafios. Os custos iniciais de implementação, o cumprimento de requisitos regulatórios e a necessidade de treinamento podem limitar sua difusão, sobretudo entre pequenos agricultores. Modelos cooperativos e incentivos governamentais aparecem como alternativas para viabilizar a tecnologia de forma inclusiva (MANNING, 2015; RAY, 2021).

A aceitação do consumidor constitui outro ponto crítico. Embora pesquisas mostrem que os alimentos irradiados são geralmente aceitos, estratégias de rotulagem clara e comunicação transparente são fundamentais para manter ou ampliar a demanda (MANNING, 2015; RAY, 2021). Além disso, a irradiação deve ser vista como parte de uma estratégia integrada, e não como solução isolada. Práticas como desfolha, uso de revestimentos de quitosana e aprimoramento da cadeia de frio também contribuem para prolongar a qualidade dos tubérculos (MUDYANTINI et al., 2023). Oscilações globais de preços de commodities (RAY, 2021) e eventos climáticos extremos podem afetar a eficácia dessas estratégias, tornando ainda mais relevante a combinação de tecnologias de conservação com instrumentos de gestão de risco, como seguros agrícolas e contratos de preço.

Destaca-se também o potencial de aplicação em outras culturas regionais, como mandioca, frutas e hortaliças de alta perecibilidade. Pesquisas adicionais em campo, conduzidas especificamente em Presidente Prudente, poderão refinar estimativas de custo-benefício e fornecer métricas mais precisas. Estudos sobre a disposição do consumidor em pagar por batata-doce irradiada também seriam relevantes para orientar estratégias de mercado.

4. Considerações Finais

Os produtores de batata-doce em Presidente Prudente enfrentam simultaneamente os desafios da deterioração pós-colheita e da volatilidade de preços. A análise deste trabalho demonstra que a irradiação é uma alternativa estratégica para reduzir perdas, prolongar a vida útil e ampliar a flexibilidade de comercialização. Esses ganhos fortalecem o poder de barganha, contribuem para a estabilidade da renda e abrem espaço para inserção em mercados de maior valor agregado.

A combinação de dados empíricos e referenciais teóricos indica que a irradiação pode reduzir o poder de mercado de atores dominantes, unindo ganhos agronômicos à viabilidade econômica. Contudo, sua adoção exige enfrentar barreiras relacionadas a custos, regulamentação e aceitação do consumidor. Recomenda-se, portanto, o ajuste de protocolos às variedades locais, a promoção de arranjos cooperativos que viabilizem o acesso de pequenos produtores e a ampliação de canais de distribuição compatíveis com exigências fitossanitárias. A combinação da irradiação com práticas de conservação complementares e políticas públicas de apoio pode consolidar uma cadeia de batata-doce mais sustentável, competitiva e resiliente frente às oscilações de mercado.

5. Referências

ARAMYAN, L. H.; KUIPER, M. Analyzing price transmission in agri-food supply chains: An overview. *Measuring Business Excellence*, v. 13, n. 3, p. 3–12, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1108/13683040910984275>

BLESSINGTON, T.; NZARAMBA, M. N.; SCHEURING, D. C.; HALE, A. L.; REDDIVARI, L. The use of low-dose electron-beam irradiation and storage conditions for sprout control and their effects on xanthophylls, antioxidant capacity, and phenolics in the potato cultivar Atlantic. *American Journal of Potato Research*, v. 92, n. 5, p. 609–618, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12230-015-9474-4>

BUNTE, F. Pricing and performance in agri-food supply chains. In: ONDERSTEIJN, C. J. M.; WIJNANDS, J. H. M.; HUIRNE, R. B. M.; VAN KOOTEN, O. (Eds.). *Quantifying the agri-food supply chain*. Dordrecht: Springer, 2006. p. 39–47.

COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL (CATI). Estatísticas agrícolas, município de Presidente Prudente, Estado de São Paulo, 2007/08. Projeto LUPA, 2009. Disponível em: <https://www.cati.sp.gov.br/projetolupa/dadosmunicipais.php>. Acesso em: 22 ago. 2025.

EMBRAPA. Batata-doce: Armazenamento e cura pós-colheita. Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1155447/sistema-de-producao-de-batata-doce>. Acesso em: 22 ago. 2025.

FALADE, K. O.; IGHRAVWE, E.; IKOYO, S. S. Physico-chemical characteristics of non-irradiated and YY-irradiated yams cultivars (*Dioscorea rotundata*, *Dioscorea alata*) and sweet potato (*Ipomoea batatas* (L) Lam). *International Journal of Food Science and Technology*, v. 46, n. 6, p. 1186–1193, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02598.x>

HAYASHI, T.; KAWASHIMA, K. The effect of gamma-irradiation on the sucrose content in sweet potato roots and potato tubers. *Agricultural and Biological Chemistry*, v. 46, n. 6, p. 1475–1479, 1982. DOI: <https://doi.org/10.1080/00021369.1982.10865279>

HSU, C. L.; TSAI, W. C.; LIN, Y. C. Storage performance of Taiwanese sweet potato cultivars. *Journal of Food Science*, v. 79, n. 2, p. 329–341, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-013-0960-8>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Sweet potato production data – São Paulo. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/batata-doce/sp>. Acesso em: 22 ago. 2025

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Tabela 1612 - Área plantada, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias, 2023. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>

estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html. Acesso em: 22 ago. 2025

LIM, H. S.; PARK, M. H.; KIM, H. J. Effect of Y-ray irradiation on food qualities and sprouting inhibition of sweet potato roots. *Journal of Food Quality*, v. 36, n. 6, p. 394–402, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1111/jfq.12053>

LU, M. H.; WANG, Y. S.; LI, T. Gamma radiation dose rate and sweet potato quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 35, n. 5, p. 103–112, 1987. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf00076a025>

MANNING, L. Determining value in the food supply chain. *British Food Journal*, v. 117, n. 11, p. 2649–2663, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1108/BFJ-02-2015-0049>

MUDYANTINI, W.; SURANTO, S.; SOLICHATUN, S.; ETIKAWATI, N.; PITOYO, A.; SURATMAN, S.; ARDO, T. Shelf life and secondary metabolite content of sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) coated with chitosan coating at low temperature storage. *agriTECH*, v. 43, n. 1, p. 11–20, 2023. DOI: <https://doi.org/10.22146/agritech.69656>

NAKAO, D. C. C.; SABBAG, O. J.; SILVA, D. P.; OLIVEIRA, F. A. S. E.; PAULA, G. L. C. M. C. DE; VARGAS, P. F. Analysis of technical efficiency in sweet potato production in the region of President Prudente - SP. *Custos e @gronegocio on line*, v. 16, n. 1, p. 202–218, 2020

OLIVEIRA, G. J. A.; ZEIST, A. R.; TOROCO, B. R.; GARCIA NETO, J.; LEAL, M. H. S.; SILVA JUNIOR, A. D.; OLIVEIRA, J. N. M.; LEAL, J. L. P. Agronomic performance of experimental white-fleshed sweet potato genotypes in commercial fields. *Horticultura Brasileira*, v. 40, n. 3, p. 342–347, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0102-0536-20220314>

ONER, M. E.; WALL, M. M. Quality of fresh-cut purple-fleshed sweet potatoes after X-ray irradiation treatment and refrigerated storage. *International Journal of Food Science and Technology*, v. 48, n. 10, p. 2064–2070, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1111/ijfs.12207>

RAY, P. Agricultural supply chain risk management under price and demand uncertainty. *International Journal of System Dynamics Applications*, v. 10, n. 2, p. 17–21, 2021. DOI: <https://doi.org/10.4018/IJSDA.2021040102>

TONYALI, B.; SOMMERS, C.; CERIC, O.; SMITH, J. S.; YUCEL, U. An analysis of cellulose- and dextrose-based radicals in sweet potatoes as irradiation markers. *Journal of Food Science*, v. 85, n. 9, p. 2745–2753, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15359>

WALL, M. M. Compositional and sensory analyses of sweetpotatoes after X-ray irradiation quarantine treatment. *HortScience*, v. 39, n. 3, p. 574–577, 2004. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.39.3.574>