

Elasticidade-preço da demanda das brássicas para a Região Serrana do Rio de Janeiro¹

Iraci Matos Vasconcellos²
Fernanda Cavalcante Rangel³
Rhyan Freitas Damasceno⁴

Resumo – Brócolis, couve-flor e repolho são as hortaliças mais comercializadas da família das brássicas. Sua relevância está associada tanto à segurança alimentar quanto ao dinamismo econômico e social a ela subjacentes, já que a produção é predominantemente feita por agricultores familiares. O objetivo deste trabalho foi fornecer um estudo do mercado e da elasticidade-preço da demanda de brássicas selecionadas, produzidas na Região Serrana do Rio de Janeiro de 2017 a 2022. Foram feitas análises dos preços reais e das quantidades comercializadas na região, bem como estimações das elasticidades-preço da demanda do repolho e da couve-flor, com um modelo log-log estimado por mínimos quadrados ordinários (MQO). Os resultados mostraram que os produtores de brócolis e couve-flor enfrentaram quedas significativas de suas receitas totais, de 87% e 28%, respectivamente. No entanto, os produtores de repolho experimentaram aumento de 24% em sua receita total. A estimativa da demanda de repolho apontou que ele é inelástico e que existe uma relação de substituição com o brócolis, enquanto a demanda de couve-flor depende apenas de seu próprio preço e apresenta elasticidade unitária. O estudo é oportuno porque mostra a dinâmica do mercado de brássicas na região produtora e as consequências para os mercados que ele abastece, o que pode auxiliar na formulação de políticas públicas.

Palavras-chave: agricultura familiar, estudo de mercado, hortaliças.

Price elasticity of the demand for brassicas in the Região Serrana of Rio de Janeiro

Abstract – Broccoli, cauliflower and cabbage are the most marketed vegetables in the the brassica family. Their relevance is associated both with food security and its underlying economic and social dynamism, since their production is predominantly carried out by family farmers. The objective of this work was to provide a study of the market and price elasticity of demand for selected brassicas, produced in the Região Serrana of Rio de Janeiro, from 2017 to 2022. Analyses were made for the real prices and quantities sold in the region, as well as estimates of price elasticities of demand for cabbage and cauliflower, using the log-log model estimated by ordinary least squares (OLS). The results showed that broccoli and cauliflower producers faced significant drops in their total revenues of 87% and 28%,

¹ Original recebido em 9/7/2023 e aprovado em 11/9/2023.

² Doutoranda em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento, professora do Departamento de Economia da UFRRJ. E-mail: iracimatos@gmail.com

³ Pesquisadora associada da Universidade de Nottingham, Reino Unido. E-mail: rangel.fe.c@gmail.com

⁴ Graduando em Agronomia. E-mail: rhyandamasceno@gmail.com

respectively. However, the cabbage producers saw 24% increase in its total revenue. The estimation of the demand for cabbage showed that it is inelastic and that there is a substitution relationship with broccoli, while the demand for cauliflower depends only on its own price and has unitary elasticity. The study is very timely as it shows the dynamics of the brassica market in the producing region and the consequences for the markets which it supplies, which can help with the formulation of public policies.

Keywords: family farming, market research, vegetables.

Introdução

Brócolis, couve-flor e repolho são as hortaliças mais comercializadas da família das brássicas. Sua relevância está associada tanto à alimentação saudável e à segurança alimentar (Cardoso et al., 2018) quanto ao dinamismo econômico subjacente (Melo et al., 2017), dado que a produção dessa família é frequentemente feita por agricultores familiares, que desempenham papel crucial nesse setor (Kuster et al., 2020; Pereira, 2021).

A agricultura familiar vai além do aspecto econômico, fundamental no abastecimento alimentar do Brasil. Os agricultores familiares contribuem para geração de renda, controle da inflação e melhoria da sustentabilidade das atividades agrícolas e, portanto, essa atividade é digna de políticas públicas. Essa forma de agricultura promove também a diversificação da produção, a preservação da biodiversidade e a manutenção dos conhecimentos tradicionais (Santos et al., 2020).

As principais regiões produtoras do País são o Sul de Minas Gerais; o Cinturão Verde de São Paulo; e a Metropolitana de Curitiba (Melo et al., 2017). No Rio de Janeiro, a Região Serrana destaca-se como a principal produtora, já que a produção das brássicas necessita de condições climáticas amenas a frias.

Segundo a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (Emater-RJ, 2023), referente a 2017–2022, a produção na Região Serrana do Rio de Janeiro correspondeu a 118.215 toneladas de brócolis, 167.975 toneladas de couve-flor e 169.296 toneladas de repolho. A variação média nesse período revela queda da produção de brócolis (-1,63%) e couve-flor (-4,63%), enquanto a

produção de repolho exibiu crescimento significativo (18,35%).

O objetivo deste trabalho foi fornecer um estudo de mercado e das elasticidades-preço da demanda das brássicas selecionadas produzidas na Região Serrana no Rio de Janeiro no período de 2017 a 2022. Fez-se aqui o emprego da metodologia quantitativa com a instrumentação de estatísticas descritivas e econométricas. Os dados de produção e produtividade foram obtidos da Emater-RJ (2023), e os dados de preços e quantidades foram obtidos na Central de Abastecimento (Ceasa-RJ, 2023) do município de Nova Friburgo, um dos principais produtores da região. Os preços foram deflacionados pelo Índice de Preços ao Consumidor (IPC), no grupo alimentos, da Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (FIPE, 2023).

Referencial teórico

Em um contexto de transição nutricional do País, caracterizado pela dupla tendência de declínio da desnutrição entre crianças e adultos e, simultaneamente, pela elevação da prevalência de sobrepeso e obesidade na população (Santana & Sarti, 2019), a família das brássicas revela-se de elevada importância, pois seu consumo está associado a uma alimentação saudável e à segurança alimentar. As hortaliças dessa família são ricas em vitamina A, potássio, ferro, fibras, cálcio e componentes antioxidantes, entre outros, além de possuírem baixa densidade energética (Cardoso et al., 2018).

Além da grande variabilidade genética e diversidade de variedades botânicas, as brássicas exibem enorme quantidade de formas de apre-

sentação comercial e de preparo culinário (Melo et al., 2017). Fazem parte da família todas as hortaliças mostradas na Tabela 1.

Tabela 1. Família das brássicas.

Nome comercial	Nome científico
Brócolis	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>
Couve-chinesa	<i>Brassica rapa</i> var. <i>pekinensis</i>
Couve-de-folha	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>acephala</i>
Couve-flor	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i>
Mostarda	<i>Brassica juncea</i>
Nabo	<i>Brassica rapa</i> L.
Rabanete	<i>Raphanus sativus</i>
Repolho	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i>
Rúcula	<i>Eruca sativa</i>

Fonte: elaborado com dados de Melo et al. (2017) e Pereira (2021).

A importância nutricional das brássicas e seus benefícios para a saúde humana têm papel de destaque na literatura científica (Sanlier & Guler Saban, 2018), que também é rica em estudos que analisam a composição química e resistência das plantas (Thuler et al., 2007); práticas de manejo (Santos, 2020); e sementes (Costa et al., 2008; Konzen et al., 2019), entre outros assuntos mais associados à produção. Há, no entanto, uma lacuna na literatura sobre os mercados das brássicas, apesar do reconhecimento e menções à importância econômica em muitos estudos.

Melo et al. (2017) estudaram a cadeia produtiva das brássicas e concluíram que nos últimos anos a atividade foi estratégica para a economia de algumas regiões brasileiras e com perspectivas de crescimento em outras. Para eles, o setor produtivo possui grande impacto social na geração de empregos diretos e indiretos, desde o plantio até a industrialização, pela produção in natura, de minimamente processados, higienizados ou de produtos congelados.

Pereira (2021) destacou a importância da produção das brássicas como geradoras de renda e expressiva contribuição para o fortalecimento desse tipo de agricultura, que é a mais comum da

Região Serrana do Rio de Janeiro. Santos (2020) apontou que o principal desafio a ser superado na Região Serrana no Rio é a hérnia das crucíferas, doença influenciada pelas características físicas, químicas e biológicas do solo.

Produção na Região Serrana do Rio de Janeiro

Da família das brássicas, destaca-se na Região Serrana do Rio de Janeiro a produção de brócolis, couve-flor e repolho (Figura 1). Observa-se que, depois de um pico em 2018, há um recuo em 2019 para as três hortaliças. Embora tenha havido recuperação para o brócolis e a couve-flor, há uma visível tendência de queda na produção, e os valores do último ano analisado são inferiores ao do primeiro ano da amostra. Já a produção de repolho expandiu-se consideravelmente a partir de 2020, quando ultrapassou as duas outras hortaliças.

Compõem a Região Serrana os municípios de Bom Jardim, Cordeiro, Duas Barras, Nova Friburgo, São João do Vale do Rio Preto (SJVRP), Sapucaia, Sumidouro, Teresópolis e Trajano de Moraes. A distribuição da produção é bastante concentrada quanto à produção de brócolis. A Tabela 2 mostra que apenas o Município de Nova Friburgo, em 2017, respondeu por mais de 60% da produção. No entanto, quando a análise é para todos os anos, ocorre queda em Nova Friburgo concomitantemente à elevação em Teresópolis.

Como a produção de brócolis, a de couve-flor também é bastante concentrada nos mesmos municípios: Nova Friburgo, Teresópolis e Sumidouro. A produção é menos expressiva, mas em forte crescimento em SJVRP e em Bom Jardim (Tabela 3).

A Tabela 4 mostra a produção do repolho, que, como comentado acima, experimentou aumento considerável, sobretudo desde 2020. A produção é mais bem distribuída entre os municípios, embora Sumidouro tenha respondido, sozinho, nos dois últimos anos analisados por mais de 40% da produção.

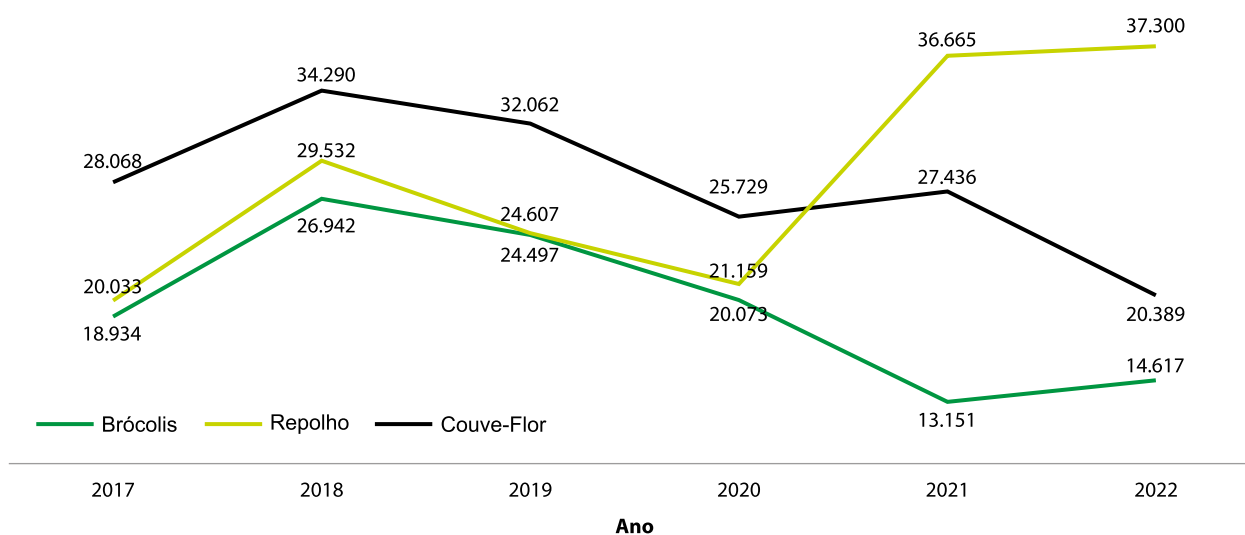


Figura 1. Brássicas – produção (t) na Região Serrana do Rio de Janeiro em 2017–2022.

Fonte: elaborado com dados da Emater-RJ (2023).

Tabela 2. Brócolis – produção (%) na Região Serrana do Rio de Janeiro em 2017–2022.

Município	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Nova Friburgo	60,8	52,3	48,3	11,8	3,4	36,7
Teresópolis	32,7	38,2	41,8	9,4	76,8	47,5
Trajano de Moraes	0,0	0,0	0,0	13,3	0,0	0,0
Sumidouro	6,0	9,3	9,6	36,0	19,8	15,8
Sapucaia	0,0	0,0	0,0	11,0	0,0	0,0
SJVRP	0,0	0,0	0,0	7,6	0,0	0,0
Duas Barras	0,5	0,3	0,2	10,8	0,0	0,0

Fonte: elaborado com dados da Emater-RJ (2023).

Tabela 3. Couve-flor – produção (%) na Região Serrana do Rio de Janeiro em 2017–2022.

Município	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Nova Friburgo	75,9	61,5	58,8	64,0	42,3	24,1
Teresópolis	9,5	3,9	3,9	5,0	5,3	4,9
Trajano de Moraes	2,2	3,1	2,9	3,9	3,7	6,0
Sumidouro	4,4	10,3	10,0	6,8	19,2	24,6
Sapucaia	0,0	3,6	3,9	3,5	3,6	4,9
SJVRP	0,0	10,0	11,9	16,2	15,4	21,4
Duas Barras	1,2	0,8	0,6	0,5	0,4	0,3
Bom Jardim	6,7	7,0	8,0	0,0	10,2	13,8

Fonte: elaborado com dados da Emater-RJ (2023).

Tabela 4. Repolho – produção (%) na Região Serrana do Rio de Janeiro em 2017–2022.

Município	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Nova Friburgo	18,1	12,1	9,2	51,1	8,1	18,9
Teresópolis	23,2	7,5	8,9	41,6	5,7	4,1
Trajano de Moraes	6,8	6,0	8,6	0,0	7,3	8,1
Sumidouro	14,4	33,2	36,2	7,4	49,3	43,2
Sapucaia	0,0	7,5	9,7	0,0	5,5	4,7
SJVRP	0,0	5,5	4,5	0,0	3,3	2,9
Duas Barras	14,8	10,1	0,0	0,0	5,4	3,8
Cordeiro	0,0	0,5	0,4	0,0	0,1	0,0
Bom Jardim	22,8	17,6	22,6	0,0	15,2	14,2

Fonte: elaborado com dados da Emater-RJ (2023).

O crescimento da produção de repolho pode ser explicado por sua alta produtividade, conforme a Emater-RJ (2023). A Figura 2 mostra a produtividade do repolho, da couve-flor e do brócolis nos três dos municípios de produção mais relevante – Nova Friburgo, Sumidouro e Teresópolis.

Apesar de vir perdendo participação na produção da região, Nova Friburgo continua exi-

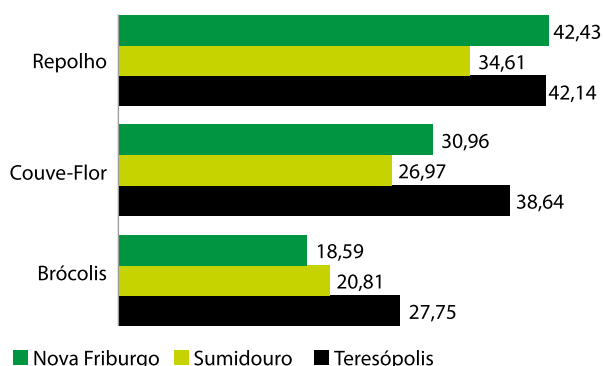


Figura 2. Repolho, couve-flor e brócolis – produtividade (t/ha) em Teresópolis, Sumidouro e Nova Friburgo em 2022.

Fonte: elaborado com dados da Emater-RJ (2023).

bindo elevada participação na produção e comercialização, já que é o município da ceasa da Região Serrana, o terceiro maior do Estado do Rio de Janeiro. A ceasa da Região Serrana (Ceasa-RJ, 2023) é responsável por absorver boa parte da produção dos municípios de região, que é a maior

produtora de folhosas do estado. Isso faz com que os dados obtidos nessa ceasa correspondam à demanda da região por essas hortaliças e não à oferta da produção da região. Isso, porque a produção da região é escoada tanto para essa ceasa quanto para outras ceasas, dentro e fora do estado.

Assim, os dados obtidos nessa ceasa correspondem à demanda dessas brássicas na Região Serrana do Rio de Janeiro e, nesse sentido, faz-se relevante compreender qual a elasticidade da demanda das brássicas na região de produção mais prevalente do estado.

Não foram encontrados estudos específicos sobre a elasticidade da demanda para esses produtos na literatura nacional. No entanto, os estudos mencionados a seguir trazem informações sobre a elasticidade da demanda de outros produtos agrícolas. Bernardo & Queiroz (2011) calcularam as elasticidades-preço da demanda do milho e da soja das safras 2004/2005 a 2009/2010 e encontraram demandas inelásticas para o milho em todas elas e para a soja em todas, exceto uma. Já Santana et al. (2014) fizeram uma análise da elasticidade-preço da demanda da maçã nacional e da laranja lima, com dados da ceasa de Maceió, de 2008 a 2010, e encontraram que ambos os produtos possuem elasticidade-preço da demanda elástica (-2,14 e -1,47, respectivamente). Gomes Neto et al. (2018) calcularam a elasticidade-preço da demanda da alface em 2008–2013, também com dados da ceasa de Maceió, e encontraram

a elasticidade de 1,32, um número positivo, algo bastante peculiar, já que isso significa que, mesmo que os preços subam, a demanda também aumentará. Para os autores, a justificativa está no baixo preço do bem analisado, que, segundo eles, pouco influencia na renda do consumidor.

Metodologia

Quando há alterações nas variáveis que caracterizam um mercado, como preço e quantidade, os participantes daquele mercado de alguma forma reagem. Se o preço de um bem normal⁵ aumentar, os consumidores vão reduzir a quantidade demandada, o que indica apenas a direção do consumidor. Para saber a magnitude da resposta, é necessário examinar a elasticidade-preço da demanda, que, segundo Mankiw (2009), é uma medida quantitativa do tamanho exato da reação dos consumidores às variações de preços, calculada pela variação percentual da quantidade de bens ou serviços demandada dividida pela variação percentual nos preços. Ou seja,

$$\begin{aligned} \epsilon &= (\Delta Q^D \times P) / (\Delta P \times Q^D) = \\ &= (\Delta\%Q^D) / (\Delta\%P) \end{aligned} \quad (1)$$

em que ϵ é a elasticidade-preço da demanda; ΔQ^D é a variação da quantidade demandada; e ΔP é a variação do preço.

O resultado da equação 1 é mais bem analisado quando ele assume um dos cinco valores mostrados na Tabela 5. Quando $\epsilon > 1$, a demanda é chamada elástica, o que significa que a resposta dos consumidores à variação percentual do preço causou uma reação mais que proporcional na variação percentual da quantidade demanda, isto é, a variação da demanda é maior do que a variação da oferta.

De forma análoga, quando $\epsilon < 1$, a demanda é chamada inelástica, o que significa que a resposta dos consumidores à variação percentual do preço causou uma reação menos do que proporcional na variação percentual da quantidade demandada.

Tabela 5. Valores da elasticidade-preço da demanda.

Elástica	$\epsilon = \Delta\%Q^D / \Delta\%P > 1 $
Inelástica	$\epsilon = \Delta\%Q^D / \Delta\%P < 1 $
Elasticidade Unitária	$\epsilon = \Delta\%Q^D / \Delta\%P = 1 $
Elasticidade Infinita	$\epsilon = \Delta\%Q^D / \Delta\%P = \infty$
Perfeitamente inelástica	$\epsilon = \Delta\%Q^D / \Delta\%P = 0$

Fonte: elaborado com dados de Mankiw (2009).

Quando $\epsilon = 1$, isso significa que a magnitude da reação foi a mesma na quantidade demanda e no preço. Nos casos extremos, quando $\epsilon = \infty$ ou $\epsilon = 0$, isso significa, respectivamente, que a demanda é perfeitamente elástica ou perfeitamente inelástica. Nestes dois últimos casos, não há variação em um dos componentes na equação.

Para calcular a elasticidade-preço da demanda, utilizou-se um modelo log-log, dada a linearidade nos parâmetros, e, com os logaritmos das variáveis dependentes (Q^D) e da variável independente (P), conforme Gujarati & Porter (2011), a interpretação do coeficiente passa a ser percentual.

Os determinantes da quantidade demandada são variados, como a disponibilidade de substitutos ou complementares próximos, a necessidade ou essencialidade para o consumidor de um bem ou serviço, a renda e as preferências. No caso de uma variável independente ser outro bem, é possível calcular a elasticidade-preço cruzada da demanda.

Nessa situação, o que se mede é quanto a quantidade demandada de um bem x varia quando há uma variação no preço de um bem y , por exemplo. A análise principal desse resultado está no sinal. Os bens analisados serão substitutos quando um pode ser utilizado no lugar do outro e, nesse caso, a elasticidade-preço cruzada da demanda tem sinal positivo, já que o aumento do preço de um deles provoca o aumento do consumo do outro, ou seja, o consumidor troca o bem relativamente mais caro pelo seu substituto mais barato. No caso de bens

⁵ Um bem para o qual, com tudo o mais mantido constante, um aumento da renda leva a um aumento da demanda (Mankiw, 2009).

complementares, ou aqueles que são consumidos juntos, o sinal da elasticidade-preço cruzada da demanda é negativo, já que o aumento do preço de um deles resulta em queda do consumo do outro. Na relação econométrica

$$\ln Q_x^D = a + \beta_2 \ln P_x + \beta_3 \ln P_y + u \quad (2)$$

Q_x^D = quantidade de demanda do bem x .

P_x = preço do bem x .

P_y = preço do bem y .

$a = \ln \beta_1$ = logaritmo natural do coeficiente angular β_1 .

β_2 = coeficiente de inclinação que mede a elasticidade de quantidade (Q_x^D) em relação ao preço (P_x) do bem x ou, simplesmente, a elasticidade-preço da demanda

β_3 = o coeficiente de inclinação que mede a elasticidade de quantidade (Q_x^D) em relação ao preço (P_y) do bem y ou, simplesmente, a elasticidade-preço cruzada da demanda quando o bem y for estatisticamente significativo para explicar variações no bem x .

u = termo do erro

Coleta dos dados

Os dados das brássicas são oriundos da ceasa de Nova Friburgo e foram utilizados para estimar a curva de demanda da região no período de 2017 a 2022. A Figura 3 mostra a quantidade anual comercializada das três mais importantes brássicas nessa ceasa⁶.

Observa-se que a quantidade anual comercializada das brássicas selecionadas atingiu o pico em 2018 e tem apresentado tendência de declínio desde então para todas as três hortaliças. Queda de 86% no caso do brócolis, de 33% para a couve-flor e de 17% para o repolho.

A Figura 4 mostra os preços deflacionados, que são uma média por ano do preço real mensal para 2017–2022 das três brássicas analisadas. Para calcular o preço real, foi utilizado o Índice de Preços ao Consumidor (IPC) do grupo alimentos, da Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (FIPE, 2023),

$$P_r^t = (P_n^t / IPC^t) \times IPC_{\text{abril de 2023}} \quad (3)$$

em que P_r^t representa o preço real no instante t ; P_n^t , o preço nominal no instante t ; e IPC^t , o nú-

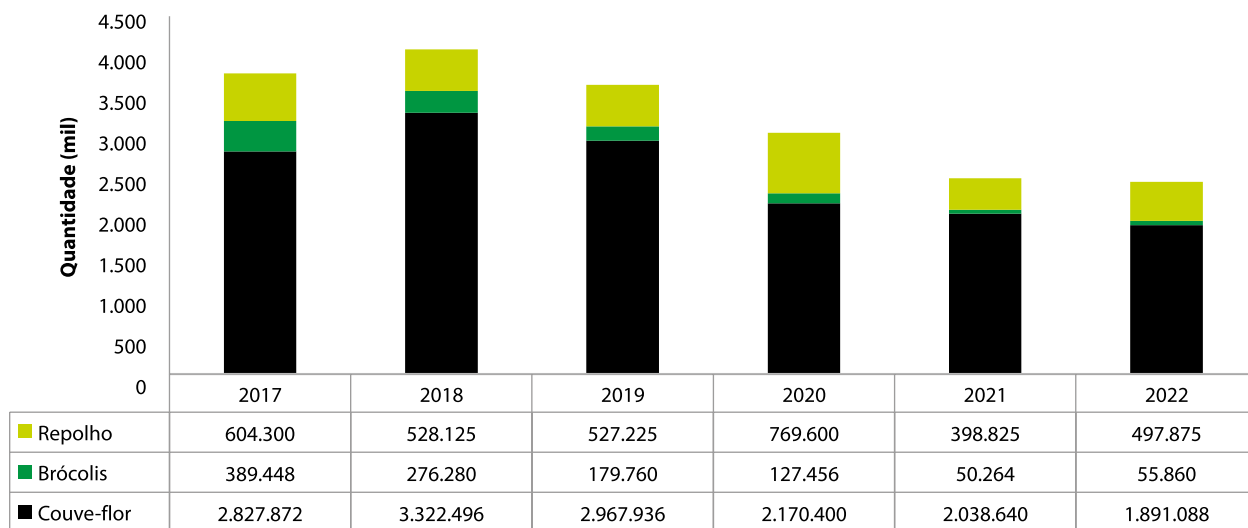


Figura 3. Repolho, brócolis e couve-flor – quantidade anual comercializada em 2017–2022.

Fonte: elaborado com dados da Ceasa-RJ (2023).

⁶ Como mostrado na Figura 1, a produção total da região é bastante superior àquela destinada à ceasa da região; no entanto, os dados da Figura 1 estão em toneladas, e os dados da Figura 3 estão em quantidades.

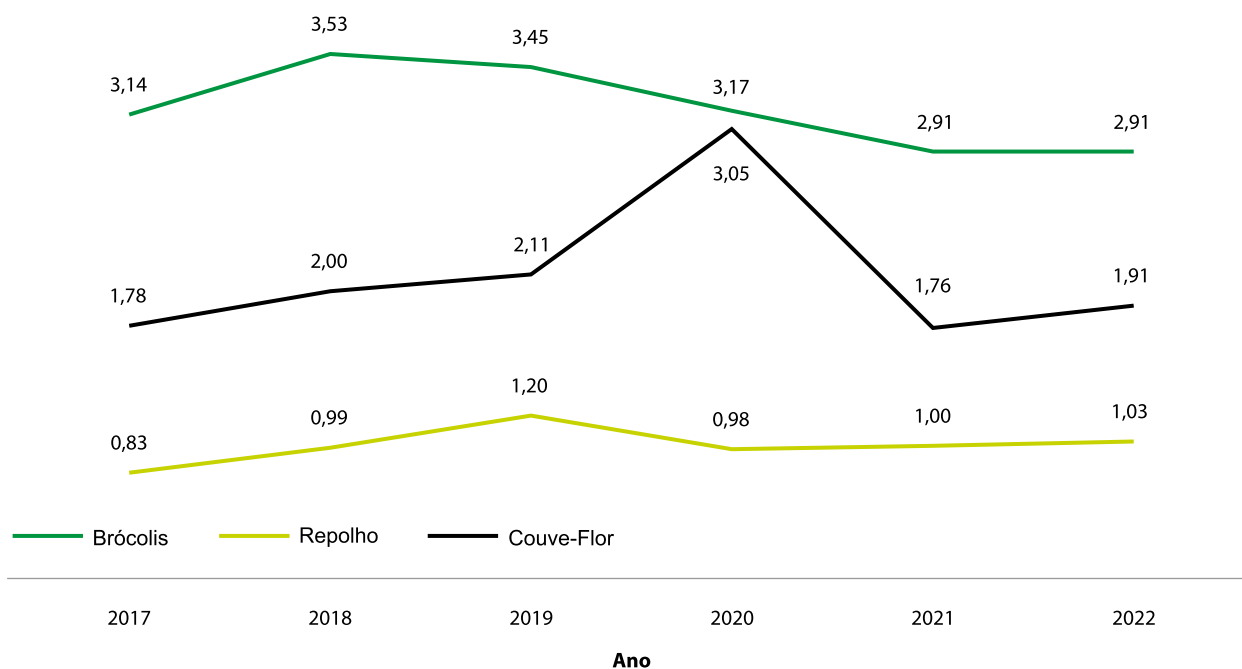


Figura 4. Preço real médio por ano no poder de compra de abril de 2023.

Fonte: elaborado com dados da Ceasa-RJ (2023) e FIPE (2023).

mero índice de preços ao consumidor do grupo alimentos no instante t .

O preço real deve ser calculado para eliminar da análise o efeito da inflação sobre o preço das mercadorias. Assim, o preço nominal é aquele vigente no momento t , enquanto o preço real retira o efeito da inflação ao comparar o preço do bem com relação ao nível de um conjunto de preços – no caso, o conjunto dos preços dos alimentos.

Nota-se que o preço real médio da couve-flor subiu apenas 7%, enquanto seu preço nominal aumentou 66%. Pode-se dizer que o produtor de couve-flor perdeu 28% de sua receita total real média nesses seis anos de comparação, pois houve pequeno aumento do preço real e grande redução da quantidade consumida. A receita total é obtida pela multiplicação do preço pela quantidade. Variações similares ocorreram com o brócolis – preço médio nominal 43% maior e preço real 7% menor –, e com o repolho, com valorização nominal de 92% e valorização real de 24%, todos em termos da média anual.

De 2016 a 2022, o produtor de brócolis viu sua receita total cair 87%, e o de couve-flor, 28%. Já para o produtor de repolho, a receita total cresceu 24%, apesar do recuo de 17% da quantidade comercializada na região. A alta foi impulsionada pela elevação dos preços reais.

Resultados

Um modelo log-log permitirá estimar a elasticidade-preço da demanda e a elasticidade-preço cruzada da demanda, no caso da estimação do repolho. É importante ressaltar que a estimação da demanda do brócolis não produziu resultados estatisticamente significativos, razão pela qual foi excluída deste trabalho.

Os resultados apresentados aqui são relevantes para compreender a dinâmica da demanda por repolho e couve-flor na região estudada e podem ter implicações para produtores, distribuidores e tomadores de decisão.

Função de demanda do repolho

A equação

$$\ln Q^D_{\text{repolho}} = 9,1540 - 0,3836 \ln P_{\text{repolho}} + 1,2397 \ln P_{\text{brócolis}} \quad (4)$$

representa a curva de demanda de repolho. Observa-se que o aumento de 1% no preço do repolho reduz sua demanda em 0,38%. Isso significa que a demanda por repolho na região é bastante inelástica, isso é, o preço do repolho varia mais que a variação da quantidade demandada, em conformidade com as Figuras 3 e 4.

Essa informação é relevante para os produtores da região, pois, para bens inelásticos, a receita total aumenta conforme o preço aumenta, e não conforme a quantidade (Varian, 2006). Nesse caso, os produtores poderiam elevar sua receita total, ao elevar o preço do repolho, pela redução da quantidade ofertada. Entretanto, o empecilho para essa atitude é a estrutura do mercado agrícola, que é a mais próxima da concorrência perfeita (Pindyck & Rubinfeld, 2013).

Já o preço do brócolis tem uma relação positiva com a quantidade demandada de repolho, isto é, se o preço do brócolis aumentar 1%, a quantidade demandada de repolho aumenta 1,2%. Essa relação mostra que os bens são substitutos, pois os consumidores substituem o brócolis pelo repolho. Pode-se também afirmar que a relação de substituição entre os bens é elástica, ou seja, o aumento de 1% no preço do brócolis gera aumento maior do que 1%, configurando uma elasticidade cruzada da demanda com bens substitutos e elástica:

$$\epsilon_{\text{brócolis repolho}} = (P_{\text{brócolis}}/Q_{\text{repolho}}) \times (\partial Q_{\text{repolho}}/\partial P_{\text{brócolis}}) > 1$$

Todas as variáveis são estatisticamente significativas ao nível de 10% de significância, como evidenciado pelos p-valores e estatísticas t. No entanto, é importante notar que o valor do R² é relativamente baixo, indicando que apenas 17,66% das variações da demanda de repolho podem ser explicadas pelas mudanças dos preços do repolho e do brócolis (Tabela 6).

Tabela 6. Estatísticas da função de demanda do repolho.

Parâmetro	a	$\beta_2 \ln P_x$	$\beta_3 \ln P_y$
Erro padrão	0,3783	0,2167	0,3236
t-student	24,2	-1,77	3,83
p-valor	0,000	0,081	0,000
R ² = 0,1766; n = 72			

A Tabela 7 mostra que os testes de heterocedasticidade de Breusch-Pagan e White indicaram a ausência de heterocedasticidade nos resíduos do modelo. Isso sugere que a variância dos resíduos é constante e não há uma relação sistemática entre os resíduos e as variáveis independentes. Essa constatação é importante, pois pressupõe uma das premissas da regressão linear de mínimos quadrados ordinários (MQO), de que os resíduos têm uma distribuição com variância constante. A ausência de heterocedasticidade traz mais confiança aos resultados e às inferências obtidas com o modelo de regressão.

Tabela 7. Teste de heterocedasticidade da equação 4.

Breusch-Pagan	White
chi2 (1) = 1,00	chi2 (1) = 2,19
Prob > chi2 = 0,31	Prob > chi2 = 0,82

O teste de Durbin-Watson é utilizado na análise de regressão para verificar a presença de autocorrelação nos resíduos do modelo. A autocorrelação ocorre quando há correlação entre os resíduos adjacentes, o que viola a suposição de independência dos resíduos.

O resultado do teste foi de 1,743649. O valor do teste de Durbin-Watson varia de 0 a 4 – valores próximos de 2 indicam ausência de autocorrelação. O valor 1,743649 indica que a autocorrelação é baixa, o que sugere que os resíduos estão relativamente independentes entre si.

Portanto, do teste de Durbin-Watson, não há evidências de autocorrelação residual nos resíduos do modelo, e isso fortalece a confiança nos resultados e nas inferências obtidas da regressão linear.

Função de demanda da couve-flor

Analogamente, a equação

$$\ln Q^D_{\text{couve-flor}} = 12,7554 - 0,9918 \ln P_{\text{couve-flor}} \quad (5)$$

representa a estimativa da demanda de couve-flor negociada na ceasa de Nova Friburgo. Observa-se que a elasticidade da demanda da couve-flor é unitária, o que significa que o aumento de 1% no preço da couve-flor resulta em redução de 1% na quantidade demandada. No entanto, é importante notar que a regressão possui apenas uma variável dependente, que é o preço da couve-flor. Isso indica que, quando comparada às outras duas brássicas analisadas, a couve-flor não possui uma relação de substituição ou complementaridade, como entre o repolho e o brócolis (equação 3).

Vale também ressaltar que a elasticidade unitária desse modelo é inconsistente com a apresentada nas Figuras 3 e 4, que mostram que houve um pequeno aumento do preço real médio, de 7%, mas grande redução da quantidade demandada (28%). Isso é indício de que outras variáveis podem compor esse modelo – mais observações podem aumentar sua robustez.

Apesar das inconsistências apresentadas, o preço da couve-flor demonstrou ser estatisticamente significativo ao nível de 5%, o que indica que ele desempenha papel importante na determinação de sua demanda. No entanto, o R^2 para a equação 5, relativamente baixo, indica que apenas 27,52% das variações da demanda de couve-flor podem ser explicadas pelas mudanças dos preços dessa brássica (Tabela 8).

Entretanto, a curva de demanda da couve-flor não apresenta heterocedasticidade (Tabela 9) e não foram identificadas autocorrelações nos resíduos pelo teste de Durbin-Watson d -statistic $(2,72) = 0,8577175$.

Embora os preços das brássicas analisadas sejam estatisticamente significativos, é necessário considerar outras possibilidades, como *outliers*, variabilidade natural dos dados e a omissão de variáveis importantes, para obter uma compreen-

Tabela 8. Estatísticas da função de demanda da couve-flor.

Parâmetro	a	$\beta_2 \ln P_x$
erro padrão	0,1403	0,1923
t-student	90,91	-5,16
p-valor	0,000	0,000
$R^2 = 0,2649$; $n = 72$		

Tabela 9. Teste de heterocedasticidade da equação 5.

Breush-Pagan	White
chi2 (1) = 0,36	chi2 (1) = 1,42
Prob > chi2 = 0,54	Prob > chi2 = 0,49

são mais abrangente e precisa dos resultados do modelo.

Ponderadas essas considerações, é importante reconhecer que os modelos utilizados podem não capturar completamente todas as variáveis relevantes que afetam a demanda, como a renda dos demandantes.

Considerações finais

A relevância das brássicas está associada a uma alimentação saudável e às questões econômicas e sociais, pois sua produção movimenta muitas regiões no Brasil e está diretamente ligada à agricultura familiar pelo modelo de produção. A literatura relevante sobre as brássicas é mais concentrada em questões acerca das ciências da agronomia e menos concentrada em estudos de mercados.

Este trabalho analisou a demanda de mercado de três brássicas – brócolis, couve-flor e repolho – produzidas na Região Serrana do Rio de Janeiro em 2017–2022. Os dados da Emater-RJ mostraram que, depois de um pico em 2018, a produção das três hortaliças sofreu queda em 2019 – embora tenha havido recuperação para o brócolis e a couve-flor, há uma visível tendência de queda para as duas. Os resultados mostram que o setor tem sofrido mudanças, tanto pelo

lado da oferta quando pelo lado da demanda, o que é bastante oportuno para fomentar políticas públicas para o setor.

Nos últimos seis anos, houve aumento significativo dos preços nominais da couve-flor, do brócolis e do repolho. No entanto, quando se consideram os preços reais, ajustados à inflação, observa-se que a couve-flor registrou valorização do preço real médio de 7%. O brócolis sofreu queda de 7%, e o repolho, valorização expressiva de 24%. No mesmo período, a quantidade demandada caiu para as três brássicas: brócolis, 85%; couve-flor, 33%; e repolho, 17%.

No modelo estimado para o repolho, a elasticidade da demanda do repolho é inelástica e igual à -0,38, e a elasticidade-preço cruzada da demanda de repolho e brócolis revela uma relação de substituição elástica. Já na estimação da couve-flor, a elasticidade da demanda dessa brássica é unitária, o que pode se mostrar inconsistente com a variação do preço real e da quantidade apresentada pelos dados para a região.

O fato de os modelos apresentarem baixo R^2 indica que as variáveis usadas não conseguem explicar uma grande parte da variação da demanda do repolho e da couve-flor. No entanto, as variáveis são estatisticamente significativas e passaram nos testes de heterocedasticidade e autocorrelação, o que fornece certa confiabilidade nos resultados obtidos.

Podem existir outras variáveis que influenciam a demanda por repolho e couve-flor, como a renda do consumidor e preferências dos consumidores. A ausência dessas variáveis no modelo pode limitar a capacidade de explicar completamente os padrões de demanda observados. Além disso, ter mais observações disponíveis também seria benéfico para melhorar a precisão dos resultados e a capacidade de generalização, pois o aumento do tamanho da amostra permite obter estimativas mais robustas e confiáveis.

No geral, essas limitações ressaltam a importância de estudos futuros que possam incorporar outras variáveis relevantes e obter um conjunto de dados mais abrangente. Isso permi-

tiria uma análise mais completa e precisa da demanda por repolho e couve-flor, bem como uma compreensão mais aprofundada dos fatores que afetam a demanda na região estudada.

Este trabalho contribuiu para o entendimento da dinâmica do mercado das brássicas e é inédito por apresentar as elasticidades-preço da demanda e suas implicações para tomada de decisões dos agentes econômicos.

Referências

BERNARDO, L.T.; QUEIROZ, A.M. de. A elasticidade-preço da demanda e a elasticidade-preço da oferta nas *commodities* agrícolas milho e soja no Brasil. *Revista Eletrônica de Economia da Universidade Estadual de Goiás*, v.7, p.48-65, 2011. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.5274147>.

CARDOSO, L.V.; VIEIRA, R.P.; CARDOSO, G. de S.P. Análises físico-químicas de brócolis (*Brassica oleraceae*) minimamente processado submetido a diferentes métodos de cocção. *Multi-Science Journal*, v.1, p.5-8, 2018. DOI: <https://doi.org/10.33837/msj.v1i12.534>.

CEASA-RJ. Central de Abastecimento do Estado do Rio de Janeiro. **Unidade:** Região Serrana (Nova Friburgo). Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: <<https://www.ceasa.rj.gov.br/unidades>>. Acesso em: 1 set. 2023.

COSTA, C.J.; TRZECIAK, M.B.; VILLELA, F.A. Potencial fisiológico de sementes de brássicas com ênfase no teste de envelhecimento acelerado. *Horticultura Brasileira*, v.26, p.144-148, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362008000200003>.

EMATER-RJ. Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Rio de Janeiro. **Relatório de atividades.** Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: <<http://www.emater.rj.gov.br/relatorioatividadecorr20.pdf>>. Acesso em: 1 set. 2023.

FIFE. Fundação Instituto de Pesquisa Econômica. **IPC - Índice de Preços ao Consumidor.** São Paulo, 2023. Disponível em: <<https://www.fipe.org.br/pt-br/indices/ipc/#>>. Acesso em: 11 maio 2023.

GOMES NETO, A.; LAGES, A.M.G.; SANTOS, J. de F. Elasticidade-preço da demanda: uma análise do consumo da alface no município de Maceió no período de 2008 a 2013. *Teoria e Evidência Econômica*, ano24, p.251-268, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5335/rtee.v24i51.9952>.

GUJARATI, D.N.; PORTER, D.C. *Econometria básica.* 5.ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.

KONZEN, L.H.; RODRIGUES, D.B.; REYS, N.; LORENSKI, W.; GUARESCHI, W.; COUTINHO, C.; TUNES, L.V.M. Teste de vigor em sementes de brócolis através de diferentes profundidades de sementadura e substratos. *Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade*, v.6, p.61-65, 2019. DOI: <https://doi.org/10.15210/rbes.v6i1.15035>.

KUSTER, J.B.; COSTA, A.F. da; GALEANO, E.A.V.; BÁRBARA, W.P. de F.; COSTA, H.; ANGELETTI, M. da P.; PAULINI JÚNIOR, I.J.; PIASSI, M. Análise de custos da produção de repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) na região Serrana do Espírito Santo, Brasil. In: COSTA, A.F. da (Ed.). **Custos na agricultura da região serrana do Espírito Santo**. São Carlos: Pedro & João Editores, 2020. p.67-75.

MANKIW, N.G. **Introdução à economia**. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

MELO, R.A. de C. e; VENDRAME, L.P. de C.; MADEIRA, N.R.; BLIND, A.D.; VILELA, N.J. **Caracterização e diagnóstico da cadeia produtiva de brássicas nas principais regiões produtoras brasileiras**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2017. 103p. (Embrapa Hortaliças. Documentos, 157).

PEREIRA, L.F. **Produção de brássicas na Região Serrana do Rio de Janeiro**. 2021. 28p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

PINDYCK, R.S.; RUBINFELD, D.L. **Microeconomia**. 8.ed. São Paulo: Pearson Education, 2013.

SANLIER, N.; GULER SABAN, M. The benefits of *Brassica* vegetables on human health. **Journal of Human Health Research**, v.1, p.1-13, 2018.

SANTANA, A.B.C.; SARTI, F.M. Mapeamento da qualidade nutricional da alimentação em diferentes estados do Brasil.

Confins: Revista Franco-Brasileira de Geografia, v.39, p.1-13, 2019. DOI: <https://doi.org/10.4000/confins.18449>.

SANTANA, D. da S.; LAGES, A.M.G.; GONÇALVES, K.P. dos A.; RODRIGUES, J.H.S.; BORTOLON, C. Elasticidade-preço da demanda: uma análise comparativa entre maçã nacional e laranja lima no mercado alagoano. In: CONGRESSO REGIONAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 9., 2014, Caruaru. **SOBER NE: novos desafios para o desenvolvimento: o Nordeste tem sede de quê? Anais**. [S.l.]: Sober, 2014. p.1-18. Organizador: Monaliza de Oliveira Ferreira.

SANTOS, C.A. dos. **Produção de brássicas na Região Serrana do Rio de Janeiro: relação entre atributos de solo, práticas de manejo, hérnia das crucíferas e contaminação por metais**. 2020. 104p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

THULER, R.T.; DE BORTOLI, S.A.; HOFFMANN-CAMPO, C.B. Classificação de cultivares de brássicas com relação à resistência à traça-das-crucíferas e à presença de glucosinolatos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.467-474, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007000400003>.

VARIAN, H.R. **Microeconomia: princípios básicos: uma abordagem moderna**. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2006.