

DETERMINANTES DAS EXPORTAÇÕES DE CASTANHA DE CAJU DA REGIÃO NORDESTE BRASILEIRA (2000 – 2019): UMA ANÁLISE SOB A ÓTICA DO MODELO GRAVITACIONAL

DETERMINANTS OF CASHEW NUT EXPORTS FROM THE NORTHEASTERN REGION OF BRAZIL (2000 - 2019): An ANALYSIS FROM THE PERSPECTIVE OF THE GRAVITATIONAL MODEL

Autor(es): Fernanda Cigainski Lisbinski¹

Filiação: ¹Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada – PPGEA ESALQ/USP.

E-mail: ¹fernanda.lisbinski@usp.br

Grupo de Trabalho (GT): GT01. Mercados agrícolas e comércio exterior

Resumo

O objetivo deste trabalho foi o de analisar os determinantes das exportações de castanha de caju produzidas pelo Nordeste brasileiro, tendo como referência o período de 2000 a 2019. Para isso, estimou-se um modelo gravitacional do comércio. Na presença de autocorrelação e heterocedasticidade do modelo utilizou-se o estimador Pseudo Máxima Verossimilhança de Poisson (PPML) e o estimador Generalized Least Square (GLS) visando realizar a sua correção. Os resultados da estimação do modelo para a castanha de caju apontaram que as variáveis PIB da região exportadora, PIB do país importador e Distância Geográfica foram estatisticamente significativas e apresentaram sinal coerente com o indicado pela literatura, em ambos os modelos utilizados, onde os fluxos comerciais se relacionam positivamente com a renda dos países importadores e exportadores, e negativamente com a distância entre país importador e exportador. A variável Preço Externo também foi estatisticamente significativa e apresentou impacto positivo no fluxo de exportações de castanha de caju da Região Nordeste brasileira nos dois modelos. Enquanto as variáveis Produção Agrícola e a Área Agrícola do país importador demonstraram-se estatisticamente significativas, mas com impactos negativos. Dessa forma, foi possível verificar que os dois modelos apresentaram sinais iguais e significância estatísticas nas mesmas variáveis, com exceção da variável Área Plantada pela Região Nordeste, que apesar de apresentar impacto positivo em ambos os modelos, se demonstrou significativa apenas no modelo GLS. Por fim, verificou-se que os coeficientes e os erros padrões do modelo PPML demonstraram-se mais robustos quando comparado ao modelo GLS.

Palavras-chave: Exportações de Frutas; Castanha de Caju; Região Nordeste; Pseudo Máxima Verossimilhança de Poisson (PPML); Generalized Least Square (GLS).

Abstract

The objective of this work was to analyze the determinants of cashew nut exports produced by northeastern Brazil, with reference to the period 2000 to 2019. For this, a gravitational model of trade was estimated. In the presence of autocorrelation and heteroscedasticity of the model, the estimator was used Pseudo Maximum Likelihood of Poisson (PPML) and the Generalized Least Square Estimator (GLS) to perform its correction. The results of the estimation of the model for cashew nuts indicated that the GDP variables of the exporting region, GDP of the importing country and Geographic distance were statistically significant and showed a coherent sign with the literature, in both models used, where trade flows are positively related to the income of importing and exporting countries, and negatively to the distance between importing countries and exporter. The variable External Price was also statistically significant and had a positive impact on the flow of cashew nut exports of the Brazilian Northeast region in the two models. While the variables Agricultural Production and the Agricultural Area of the importing country were statistically significant, but with negative impacts. Thus, it was possible to verify that the two models presented equal signs and statistical significance in the same variables, with the exception of the variable Area Planted by the Northeast Region, which despite having a positive impact in both models, demonstrated to be significant only in the GLS model. Finally, it was found that the coefficients and standard errors of the PPML model were more robust when compared to the GLS model.

Key words: Fruit Exports; Cashew nuts; Northeast Region; Pseudo Maximum Likelihood of Poisson (PPML); Generalized Least Square (GLS).



1. Introdução

O mercado mundial de castanha de caju tem apresentado expansão nos últimos anos com a incorporação da cultura do caju em alguns países como uma cultura agrícola de destaque, impactando no crescimento mundial de sua produção nas últimas décadas. Em 1990, o total da produção mundial de castanha de caju não superava 826.939 toneladas; já em 2020 houve um aumento do número de países que começaram a cultivar essa cultura, o que elevou este número para 4.180.990 toneladas por ano (FAOSTAT, 2021). A castanha de caju é produzida em pelo menos 30 países, sendo a maioria deles pertencente a economias em desenvolvimento, destacam-se Índia, Vietnã, Brasil, Guiné-Bissau, Moçambique, Nigéria, Tanzânia e Indonésia. Até a década de 1990, os países asiáticos e africanos eram os que apresentavam maior representatividade, dos quais Índia, Vietnã e Guiné-Bissau configuraram-se entre os principais produtores (FAOSTAT, 2021).

Em 2020, as castanhas do Brasil e as castanhas de caju, frescos ou secos, representaram a posição número 430º de produtos mais comercializados no mercado mundial, gerando uma receita de US\$ 6,87 bilhões de exportações. Destacaram-se, neste ano, como principais exportadores da fruta o Vietnã (US\$ 2,9 bilhões), Costa do Marfim (US\$ 708 milhões) a Índia (US\$ 482 milhões), a Tanzânia (US\$ 386 milhões) e Gana (US\$ 354 milhões). Os principais importadores, foram Vietnã (US\$ 1,56 bilhão), Estados Unidos (US\$ 1,09 bilhão), Índia (US\$ 986 milhões), Holanda (US\$ 440 milhões) e China (US\$ 380 milhões) (OBSERVATORY OF ECONOMIC COMPLEXITY (OEC), 2020). Sendo assim, em 2020, o Brasil ocupou a 13ª posição como exportador da castanha de caju no mercado mundial, representando 1,33% das exportações totais mundiais (US\$ 9,1 milhões), e em 2019, a 6ª posição como maior produtor mundial (OEC, 2022; FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAOSTAT), 2021).

A principal região produtora de castanha de caju no Brasil, é a Região Nordeste, que em 2019 deteve cerca de 99,40% da produção nacional. O maior produtor é o Ceará com 85.177 toneladas, seguido do Piauí com 23.155 toneladas em 2019, e o estado do Rio Grande do Norte que produziu 17.524 toneladas, juntamente, os três estados somaram cerca de 90% do volume total da produção nacional (PESQUISA AGRÍCOLA MUNICIPAL - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (PAM-IBGE), 2022).

Segundo Serrano & Pessoa (2020) o cajueiro (*Anacardium occidentale*) é uma planta nativa do Nordeste brasileiro com capacidade de adaptação a solos de baixa fertilidade, a presença de temperaturas elevadas e ao déficit hídrico, oferecendo vantagem comparativa para a região. No que se refere a espécies frutíferas no Brasil, essa área só perde para aquela destinada ao cultivo das laranjeiras. Atualmente, a maioria dos pomares explorados de maneira racional (cerca de 95%) localiza-se em pequenas e médias propriedades (<100 ha), por produtores isolados ou pertencentes a pequenas associações, assentamentos rurais ou comunidades. O restante é representado por grandes áreas plantadas (>100 ha) (SERRANO; PESSOA, 2020).

É importante ressaltar que a cajucultura dá origem a quatro outros produtos tradicionais: o caju *in natura*, a castanha de caju bruta, a amêndoa da castanha de caju, e o líquido da castanha de caju. Entre esses, a amêndoa da castanha de caju é o produto de maior valor agregado e que possui a maior demanda no mercado internacional, o qual é obtido por meio do processamento da castanha de caju bruta (CAMELO, 2014) que possui elevada demanda internacional. Brainer & Vidal (2020) afirmam que quanto aos frutos dos cajueiros o processamento do pedúnculo e a distribuição de caju de mesa são voltadas exclusivamente ao mercado interno, enquanto atividades voltadas ao processamento da castanha são direcionadas para ambos os mercados, interno e externo, embora a maior parte da produção tenha destinação externa. No mercado



interno, os maiores compradores de castanha de caju são as grandes redes de supermercados e a indústria alimentícia.

Apesar das condições climáticas favoráveis, vários são os desafios para a cajucultura nordestina, principalmente, no que se refere a inovação tecnológica na produção e na colheita. Pois, o tamanho e a qualidade da castanha dependem, sobretudo, de desenvolvimento de pesquisas genéticas, além de fatores climáticos adequados ao cultivo. Esse avanço, somente é possível através de investimento em tecnologia de ponta na produção do caju; e, no tratamento dado ao processamento da castanha, melhorando o produto final. O mercado valoriza os produtos com maior tamanho e inteiros, sendo essa a desvantagem do Brasil, pois praticamente toda a produção e processamento é realizado de forma rudimentar, o que leva a perda e quebra das castanhas (CAMELO, 2014; SILVA FILHO; SANTOS; SILVA, 2016).

Diante do exposto, o objetivo geral deste trabalho é o de analisar os determinantes das exportações de castanha de caju produzida pelo Nordeste brasileiro, tendo como referência o período de 2000 a 2019. Especificamente, visa-se: analisar brevemente o mercado mundial de castanha de caju; e, estimar como alguns fatores influenciam no fluxo das exportações de castanha de caju produzidas pelo Nordeste brasileiro para o mercado externo.

Justifica-se a presente pesquisa pelo fato do Brasil ser o sexto maior produtor mundial de castanha de caju, e nos últimos anos apresentou aumento das exportações desses produtos significativamente, demonstrando o potencial desse setor. No entanto, nos últimos anos ocorreu uma diminuição da área plantada de caju, segundo a Embrapa (2016), entre 2013 e 2015, ocorreu uma redução na área plantada e na área colhida, a qual permaneceu em torno de 586 mil hectares. Essa queda foi influenciada pelos elevados índices de mortalidade dos cajueiros localizados na Região Nordeste relacionados a expectativa de vida da planta, além disso, o déficit hídrico entre 2012 e 2015 provocou a morte de parte dos cajueiros, o que afetou a produção dos anos seguintes. Assim, torna-se importante a criação de políticas públicas voltadas ao incentivo dos produtores no desenvolvimento dessa cultura. Por fim, destaca-se que a castanha de caju brasileira, tem alta aceitação e procura internacional, tornando-se importante analisar como o fluxo de exportação é afetado pelos diferentes fatores, para assim criar políticas que fomentem a relação comercial do Brasil com outros países. Dessa forma, quanto maior o número de informações disponíveis, mais eficientes e eficazes serão as decisões tomadas, buscando o fortalecimento e o aumento da competitividade no mercado internacional, possibilitando maior abertura e oportunidades de inserção comercial. Além de promover o fomento econômico dessa região.

Destaca-se ainda, que o que diferencia este trabalho dos demais como Silva (2007), Albuquerque et al. (2011), Macedo & Soares (2015), Simões (2016), e Cateia, Veloso & Feistel (2018) é o fato de analisar o fluxo de comércio de castanha de caju exportado pelo Nordeste brasileiro por meio de um modelo gravitacional estimado por *Pseudo Máxima Verossimilhança de Poisson* (PPML) e um estimador Generalized Least Square (GLS), algo ainda não tratado na literatura acadêmica brasileira.

Nesse sentido, este trabalho encontra-se estruturado em cinco seções, além desta introdução. A segunda seção apresenta um referencial teórico caracterizando a produção de castanha de caju produzida pelo Nordeste brasileiro, seguido de uma breve revisão de literatura com alguns trabalhos desenvolvidos no âmbito acadêmico brasileiro. A terceira seção apresenta a metodologia utilizada. Na quarta seção apresentam-se a análise e discussão dos resultados encontrados a partir da análise realizada. Por fim, na quinta seção, apresentam-se as conclusões encontradas neste estudo.

2. Referencial Teórico

Esta seção aborda inicialmente uma breve caracterização da produção de castanha de caju no Nordeste brasileiro. Posteriormente, traz uma revisão de literatura com alguns trabalhos desenvolvidos no âmbito acadêmico brasileiro e que trataram das exportações e competitividade da castanha de caju.

2.1 Caracterização Da Produção De Castanha De Caju No Nordeste Brasileiro

A principal região produtora de castanha de caju no Brasil, é a Região Nordeste, que em 2019 deteve mais de 99% da produção nacional. Diante disso, na Figura 1, observa-se a participação da Região Nordeste brasileira na produção nacional de castanha de caju, verificando a grande contribuição da região na produção nacional desta. É possível identificar, um aumento na quantidade de castanha de caju produzido pela região e pelo Brasil entre os anos de 2000 e 2004. Já em 2005, ocorreu queda de produção. No entanto, em 2006, tem-se um aumento da produção nacional levando o país a ocupar a quarta colocação como maior produtor mundial, com 236.140 toneladas, ficando atrás apenas do Vietnã (941.600 toneladas), da Nigéria (636.000 toneladas) e da Índia (573.000 toneladas) (SEBRAE 2014).

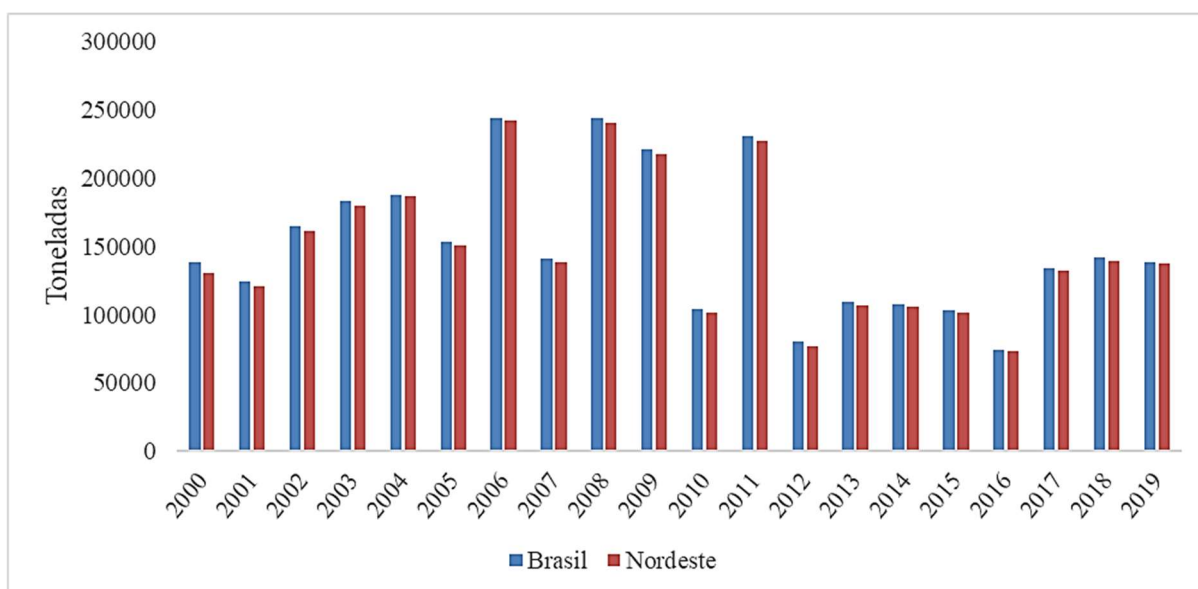


Figura 1 - Quantidade produzida pelo Brasil e pela Região Nordeste

Fonte: Elaboração própria partir de dados da PAM-IBGE (2022).

Em 2007, 2010 e 2012 observa-se uma redução da produção provocada, segundo a Embrapa (2016), devido às precipitações pluviométricas, pois o comportamento produtivo do caju está diretamente relacionado aos dados pluviométricos ocorridos durante o período chuvoso dos anos em questão; e ainda, a idade e o material genético da planta influenciam condição de sensibilidade ao fenômeno hídrico. Durante os anos de 2006, 2008, 2009 e 2011 as precipitações foram consideradas normais, o que possibilitou produções acima de 200 mil toneladas. Ressalta-se, os elevados índices de mortalidade dos cajueiros na Região Nordeste e o período de estiagem ocorrido entre 2012 e 2015 que levaram à queda na produção durante este período. A partir de 2017 a produção vem apresentando recuperação.

Tabela 1 - Área destinada à colheita e área colhida de Castanha de Caju no Brasil e no Nordeste Brasileiro (Hectares)



Área Destinada a Colheita				Área Colhida			
Ano	Brasil	Nordeste	(%) Região Nordeste	Ano	Brasil	Nordeste	(%) Região Nordeste
2000	652599	644974	98.83	2000	651169	643824	98.87
2001	653264	651164	99.68	2001	638556	636457	99.67
2002	673115	670855	99.66	2002	665014	662755	99.66
2003	682516	679366	99.54	2003	682503	679353	99.54
2004	691331	688562	99.60	2004	691059	688300	99.60
2005	700433	697206	99.54	2005	700367	697140	99.54
2006	710404	706418	99.44	2006	710181	706195	99.44
2007	731818	727401	99.40	2007	731412	727082	99.41
2008	748448	743180	99.30	2008	747434	742222	99.30
2009	775225	770415	99.38	2009	758085	754168	99.48
2010	760110	755982	99.46	2010	758988	754881	99.46
2011	764475	760140	99.43	2011	764472	760137	99.43
2012	765030	760465	99.40	2012	756846	752296	99.40
2013	708808	704467	99.39	2013	695289	690948	99.38
2014	638515	634667	99.40	2014	627137	623445	99.41
2015	623586	619878	99.41	2015	590913	587316	99.39
2016	586568	583957	99.55	2016	567587	565087	99.56
2017	505687	503171	99.50	2017	488683	486187	99.49
2018	440050	438044	99.54	2018	439090	437084	99.54
2019	426591	425279	99.69	2019	426302	424990	99.69

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da PAM-IBGE (2022).

A Tabela 1, mostra a área destinada à colheita e a área colhida de castanha de caju no Brasil e na Região Nordeste brasileira no período de 2000 a 2019. Observa-se que a área plantada apresentou crescimento no período compreendido entre os anos de 2000 a 2009. Posteriormente a esse período, a área decresceu, de modo que em 2019, tem-se uma diminuição de 65% da área nacional e de 66% da área nordestina, em comparação ao ano 2000. De acordo com a Embrapa (2016), essa queda foi provocada pelos altos índices de mortalidade dos cajueiros localizados na Região Nordeste com relação a expectativa de vida da planta, além disso, o déficit hídrico entre 2012 e 2015 gerou a morte de parte dos cajueiros, o que acabou afetando a produção dos anos que se seguiram.

A Tabela 2 apresenta a participação relativa dos principais países importadores de castanha de caju da Região Nordeste brasileira no período de 2000 a 2019. É possível constatar que os Estados Unidos, Canadá e Países Baixos (Holanda) são os principais destinos da castanha de caju produzida no Nordeste brasileiro, sendo que em 2019, juntamente, os três países somaram cerca de 58.89% das exportações. Sendo que os Estados Unidos foram responsáveis por cerca de 35.21% dessas exportações (MDIC, 2022).

Tabela 2 - Participação Relativa dos Países Importadores de Castanha de Caju da Região Nordeste brasileira - 2000 a 2019



Ano	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Estados Unidos	78.23	76.64	69.16	70.91	70.64	64.22	71.33	65.93	61.65	63.20	56.92	62.37	48.85	44.31	36.03	42.94	52.40	45.66	45.95	35.21
Canadá	7.28	6.94	7.06	7.55	7.30	7.52	5.04	7.76	6.42	6.21	7.53	6.05	8.59	9.60	10.40	8.79	9.36	9.04	8.40	12.86
Países Baixos (Holanda)	1.57	0.72	1.53	2.00	1.37	2.86	1.93	3.14	5.00	6.66	4.82	10.32	18.28	16.38	18.29	12.99	7.50	8.07	10.89	10.82
Itália	2.31	2.84	3.68	3.93	3.46	3.50	3.50	3.41	4.14	2.93	3.90	2.31	2.27	3.05	3.52	1.70	1.66	3.13	3.11	6.92
Alemanha	1.49	1.88	2.98	1.75	1.10	1.56	1.24	1.17	1.92	1.15	2.09	1.21	2.01	0.61	3.06	1.59	1.26	1.90	2.52	6.88
Argentina	0.81	0.73	0.17	0.65	0.41	0.73	0.65	0.89	0.76	1.11	1.40	1.04	2.61	3.64	3.32	4.76	4.41	8.04	5.17	6.25
México	0.79	1.20	0.87	1.02	1.30	1.49	1.26	1.48	1.93	1.29	1.89	1.80	3.08	3.98	4.46	5.22	3.39	4.46	5.93	4.15
França	1.34	1.52	2.96	1.38	1.58	1.99	1.38	1.36	1.25	1.24	1.02	1.60	2.46	2.64	2.33	2.43	2.98	3.38	4.51	3.65
Chile	0.05	0.07	0.07	0.10	0.15	0.21	0.28	0.28	0.81	0.37	0.68	0.60	1.04	1.13	1.13	1.50	1.90	2.91	1.82	2.60
África do Sul	0.78	1.12	1.18	1.17	1.66	1.82	1.07	0.99	0.78	0.73	0.97	0.06	0.12	0.30	0.56	0.12	0.31	0.42	0.51	0.09

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do MDIC (2022).

Ressalta-se que o consumo mundial de castanha de caju está concentrado em países de renda alta e que possuem um portfólio de consumo diversificado. Países como Estados Unidos, Canadá e pertencentes ao bloco europeu consomem, cerca de 90% da demanda mundial de castanha de caju produzida. Observa-se, portanto que o nível de renda, a capacidade de processamento e a oferta da castanha de caju são fatores fundamentais para o atendimento desses países que apresentam um padrão de consumo em larga escala (OEC 2017; SECEX/MDIC, 2018; SILVA FILHO, SANTOS E SILVA, 2016).

Na Figura 2 observa-se que o preço da castanha de caju produzido pela Região Nordeste, apresentam grande oscilação na série temporal analisada. Em 2001, tem-se uma queda de 25%, quando comparado ao ano anterior, do preço no mercado internacional. Já em 2009 a diminuição de preço é reflexo da crise Norte Americana e queda do dólar. De 2012 a 2015, a diminuição é decorrente da baixa qualidade do produto para a exportação por conta do longo período de estiagem ocorrido (VIDAL, 2017). A partir de 2018 o preço da castanha de caju começa a diminuir novamente. Segundo Vidal (2017), a tendência é a uma diminuição nos preços da castanha de caju brasileira, pois, além de questões climáticas, outros fatores estruturais da cadeia produtiva prejudicam a competitividade do setor no mercado internacional, como a qualidade e o não atendimento dos padrões do comércio exportador desse produto, por exemplo.

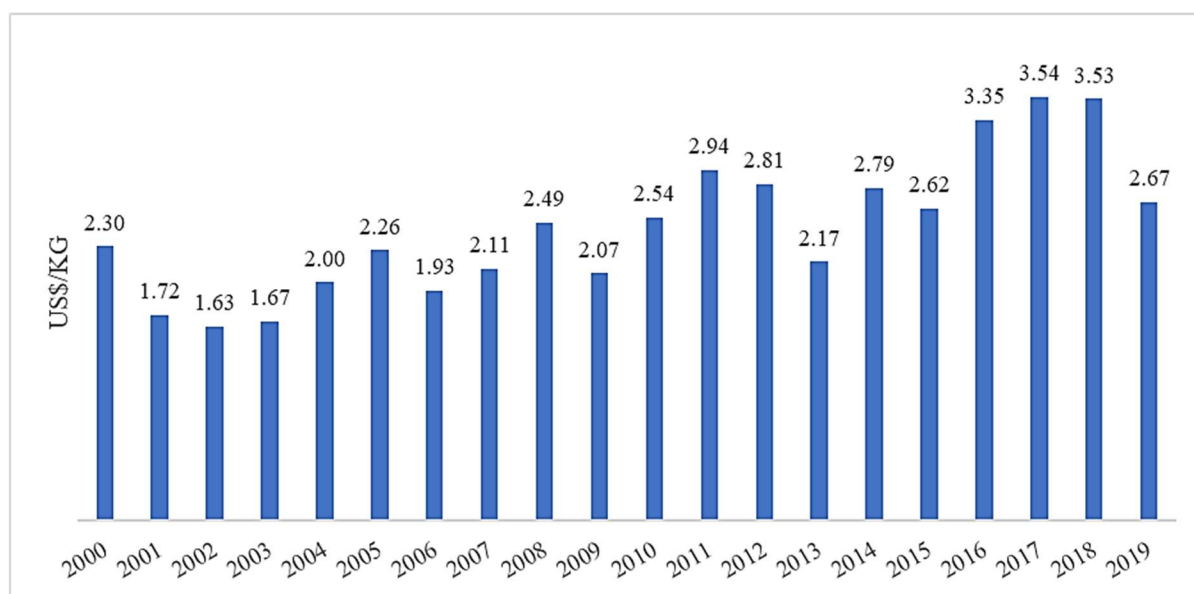


Figura 2 - Dinâmica do preço Castanha de Caju exportada pelo Nordeste Brasileiro - 2000 a 2019 (em US\$/kg)

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do MDIC (2018).

Vários são os desafios para a cajucultura nordestina, especialmente, no que se refere a inovação tecnológica na produção e na colheita. É importante salientar que o tamanho e a qualidade da castanha dependem do desenvolvimento de pesquisas genéticas, além de fatores climáticos adequados para o cultivo. E isso, somente será possível por meio de investimentos em tecnologia de ponta na produção do caju, bem como no tratamento dado ao processamento da castanha, com vistas a melhorar o produto final. Pois o mercado valoriza aqueles produtos que apresentam maior tamanho e que se encontram inteiros, e essa é uma desvantagem para o Brasil que praticamente tem toda a sua produção e processamento realizado de forma rústica, o que provoca a perda e a quebra das castanhas (CAMELO, 2014; SILVA FILHO, SANTOS E SILVA, 2016).

2.2 Revisão de Literatura

Vários são os estudos que objetivam analisar de alguma forma a produtividade e as exportações de castanha de caju produzidas na Região Nordeste brasileira, bem como os fatores que impactam nesses processos. Nesta pesquisa, apresentam-se as contribuições de Silva (2007), Albuquerque et al. (2011), Macedo & Soares (2015), Simões (2016), e Cateia, Veloso & Feistel (2018).

Silva (2007) analisou a importância das taxas de câmbio nas exportações de castanha de caju. Para isso o autor levou em consideração vários aspectos: conceitos de taxas de câmbio e sua formação; funcionamento do mercado cambial; consciência do risco de exposição às flutuações das taxas de câmbio por parte das empresas e as estratégias de gestão do risco envolvido; transações de castanha de caju no mercado mundial; os países produtores de castanha de caju; as quantidades e os valores negociados; os países exportadores e importadores de castanha de caju, ressaltando a posição de destaque que o Brasil ocupa como produtor e exportador de castanha de caju. A pesquisa foi quantitativa, utilizando dados secundários seguido de uma análise estatística de tabela e regressão linear múltipla. Os resultados comprovaram o impacto das variações cambiais nas exportações de castanha de caju em relação ao valor total exportado e do estabelecimento do preço das matérias-primas adquiridas de produtores nacionais e internacionais.

Albuquerque et al. (2011) analisaram a competitividade das exportações da amêndoa de castanha de caju brasileira no período de 1990 a 2007. Como metodologia utilizaram a análise dos indicadores de vantagem comparativa revelada (VCR), taxa de cobertura (TC), desempenho das exportações (DES) e modelo *constant-market-share* (CMS). Os principais resultados mostraram que o Brasil vem perdendo competitividade no período analisado, principalmente em relação aos seus dois maiores concorrentes, Vietnã e Índia, mas ainda apresenta possibilidade de expansão comercial da amêndoa de castanha de caju. Esse crescimento das exportações brasileiras de amêndoa é derivado do crescimento do comércio mundial, tendo em vista que os efeitos destino das exportações e competitividade foram os limitadores do aumento das exportações. Os principais resultados indicaram que mesmo havendo aumento das exportações brasileiras de amêndoa da castanha de caju, o Brasil vem apresentando perda de competitividade externa, devido a lenta evolução de suas exportações diante de seus principais concorrentes.

Macedo & Soares (2015) avaliaram o desempenho das exportações de castanha de caju do Brasil e de seus principais concorrentes no mercado internacional, entre os anos de 2007 e

2011, por meio dos indicadores posição relativa do mercado, vantagem comparativa e *constant-market-share*. Os principais resultados indicaram que o Brasil e seus principais concorrentes no mercado internacional apresentaram perda de posição relativa no mercado, com exceção da Costa do Marfim, que apresentou o maior índice de vantagem comparativa revelada. Na aplicação do modelo *constant-market-share*, verificou-se que o crescimento do comércio mundial contribuiu em maior percentual para o crescimento das exportações de castanha de caju dos países analisados, com exceção da Costa do Marfim onde o efeito competitividade superou o crescimento do comércio mundial; e, o efeito destino das exportações mostrou-se relevante para explicar o crescimento das exportações principalmente do Brasil.

Simões (2016) avaliou o comportamento e os principais fatores que influenciavam a expansão ou retração das exportações de castanha de caju no Nordeste. A metodologia utilizada foi o método *Shift Share*, utilizando como período de análise os anos de 1997 a 2013. Os principais resultados mostraram que a Região Nordeste perdeu competitividade em relação ao Vietnã e a Índia, no que diz respeito à produção e exportação da castanha de caju, devido ao fato desses concorrentes utilizarem uma quantidade maior de cajueiro-anão-precoce nos pomares, além de técnicas de processamento da castanha que garantem elevada obtenção de amêndoas inteiras.

Cateia, Veloso & Feistel (2018), analisaram os determinantes das exportações de castanha de caju da Guiné-Bissau para a Índia para o período de 1986 a 2011. Como metodologia utilizou-se o modelo gravitacional do comércio, tendo como base o modelo desenvolvido por Bergstrand (1985). Por meio de um modelo de dados em painel (MQO-*pooled*), estimaram a equação gravitacional. Os principais resultados apontaram que o fluxo de exportações de castanha de caju tem relação negativa com o custo de transporte e positiva com a taxa de câmbio e rendas bruta e *per capita*.

3. Metodologia

Nesta seção será abordada a metodologia utilizada para a estimação do modelo econométrico utilizado nesta pesquisa. Primeiramente, descreve-se a fonte e a base de dados utilizada, em seguida apresenta-se o modelo econométrico, e por fim descreve-se o procedimento econométrico adotado na estimação do modelo gravitacional utilizado nesta pesquisa.

3.1 Fonte e Base de Dados

O presente estudo tem como objetivo analisar os determinantes das exportações de castanha de caju produzidas pelo Nordeste brasileiro, tendo como referência o período de 2000 a 2019. Os dados utilizados foram extraídos das bases do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAOSTAT), Ministério da Economia, Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC), *United States Department of Agriculture* (USDA), *World bank* e Banco Central do Brasil (BC). As variáveis, suas descrições e sinais esperados encontram-se no Quadro 1.

Quadro 1 – Nomenclatura e especificação das Variáveis Apresentadas

Variável	Descrição	Fonte	Sinal Esperado	Ano
----------	-----------	-------	----------------	-----

$\log X_{ij}$	Fluxo de exportações da Região Nordeste para o país importador	MDIC – Ministério da Economia, Indústria, Comércio Exterior e Serviços	Variável Dependente	2000-2019
$\log Y_i$	PIB da Região Nordeste	IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	(+)	2000-2019
$\log Y_j$	PIB do país importador	World bank	(+)	2000-2019
$\log D_{ij}$	Distância geográfica entre importador e exportador	United States Department of Agriculture - USDA	(-)	2000-2019
$\log TC_{ij}$	Taxa de Câmbio	Banco Central do Brasil	(-)	2000-2019
$\log PEX_{ij}$	Preço externo	MDIC – Ministério da Economia, Indústria, Comércio Exterior e Serviços	(+)	2000-2019
$\log QTD_i$	Quantidade de castanha de Caju produzida pela Região Nordeste	IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	(+)	2000-2019
$\log AREAP_i$	Área plantada de Caju na Região Nordeste	IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	(+)	2000-2019
$\log PA_j$	Produção agrícola do país importador	FAOSTAT – Food and Agriculture Organization of the United Nations	(-)	2000-2019
$\log AREAG_j$	Área agrícola do país importador	FAOSTAT – Food and Agriculture Organization of the United Nations	(-)	2000-2019

Fonte: Elaboração própria, 2022.

A amostra utilizada compreende os 25 maiores importadores de castanha de caju da Região Nordeste, sendo: África do Sul; Alemanha; Argentina; Austrália; Áustria; Bélgica; Canadá; Chile; China; Colômbia; Coveite (Kuwait); Emirados Árabes Unidos; Espanha; Estados Unidos; Estônia; França; Itália; Líbano; México; Nova Zelândia; Países Baixos (Holanda); Peru; Polônia; Portugal; e, Uruguai.

Após a apresentação das bases de dados utilizadas, bem como da especificação das variáveis e dos sinais esperados nos parâmetros do modelo a ser estimado, passa-se à apresentação do modelo econométrico utilizado nesta pesquisa.

3.2 O Modelo Econométrico

A equação gravitacional utilizada para analisar os determinantes das exportações de castanha de caju produzida pelo Nordeste brasileiro pode ser especificada da seguinte maneira:

$$\log X_{ij} = \alpha_0 + \beta_1 \log Y_i + \beta_2 \log Y_j + \beta_3 \log D_{ij} + \beta_4 \log TC_{ij} + \beta_5 \log PEX_{ij} + \beta_6 \log QTD_i + \beta_7 \log AREAP_i + \beta_8 \log PA_j + \beta_9 \log AREAG_j + u_{it} \quad (1)$$

Em que: $\ln X_{ij}$, representa o fluxo de comércio, medido em termos dos valores das exportações de castanha de caju realizadas da região exportadora i para o país j ; α_0 representa a constante do modelo de regressão; Y_i e Y_j são os valores do Produto Interno Bruto (PIB) região exportadora i e do país importador j , respectivamente; D_{ij} , representa a distância geográfica entre região exportadora i e país importador j ; TC_{ij} é a taxa de câmbio; e, PE_{ij} é o preço pago pelo país importador j ; QTD_i é a quantidade de castanha de caju produzida pela região exportadora i ; $AREAP_i$ é a área plantada de caju pela região exportadora i ; PA_j é a produção agrícola do país importador j ; $AREAG_j$ é a área agrícola do país importador j ; e, u_{ijt} representa o termo de erro da equação.

Após a apresentação do modelo econométrico a ser utilizado, parte-se para a apresentação dos procedimentos econométricos adotados para a estimação deste.

3.3 Procedimentos Econométricos Adotados

Para a estimação do modelo econométrico deste trabalho fez-se uso da técnica de dados em painel. Os dados em painel, são dados combinados, que mesclam séries temporais e cortes transversais em um único estudo, ou em uma mesma unidade de corte transversal e é acompanhada ao longo de um período de tempo (WOOLDRIDGE, 2019). Diversas são as vantagens ao utilizar dados em painel em modelagens, pois é possível analisar um maior número de observações; conquistar um maior grau de liberdade; reduzir a multicolinearidade existente entre as variáveis explicativas; alcançar uma maior eficiência nas estimativas; e, conseguir maior flexibilidade ao modelar comportamentos diversos entre os indivíduos (GREENNE, 2003; HSIAO, 2003).

Diante disso, um modelo de dados em painel pode ser expresso, genericamente, pela seguinte equação:

$$y_{i,t} = \beta_{1i,t} + \beta_{2i,t}x_1 + \dots + \beta_{ni,t}x_n + e_{i,t} \quad (2)$$

Onde $i = 1, \dots, N$ indica o estado que integra a amostra; $t = 1, \dots, T$ é o tempo; e os β 's são os parâmetros do modelo de regressão. $y_{i,t}$ = a variável dependente para o estado i no tempo t ; x_1 = a variável independente 1 ou explicativa 1 para o estado i no tempo t ; x_n = a variável independente "n" ou explicativa "n" para o estado i no tempo t ; $e_{i,t}$ = ao termo de erro para o estado i no tempo t .

A partir disso, a análise de dados em painel pode ocorrer por meio de quatro modelos principais, são eles: o modelo *pooled*; o modelo de efeitos fixos (*Fixed-Effects Model*); o modelo de efeitos aleatórios (*Random-Effects Model*); e, o modelo de regressões aparentemente não relacionadas (*Seemingly Unrelated Regressions - SUR*) (GREENE, 2008; WOOLDRIDGE, 2019). Dentre esses métodos, os que permitem um tratamento da heterogeneidade dos dados são os modelos de efeito aleatório e de efeito fixo.

Nos modelos de efeitos fixos controlam-se os efeitos das variáveis omitidas que variam entre indivíduos, mas permanecem constantes ao longo do tempo. Nesse modelo, o intercepto apresenta um valor diferente para cada indivíduo da amostra, no entanto, ele é constante ao longo do tempo. No que diz respeito aos coeficientes angulares, esses permanecem constantes para todos os indivíduos e em todos os períodos do tempo (HILL; GRIFFITHS; JUDGE, 2003). O modelo de efeitos fixos pode ser expresso da seguinte forma:

$$y_{ti} = \beta x_{it} + \alpha_i + \mu_{it} \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (3)$$

Em que α_i são os interceptos a serem estimados para cada indivíduo integrante do grupo, e é fixo ao longo do tempo. Assim, o efeito fixo na regressão tem por objetivo captar todas as características dos indivíduos não observadas, e que não apresentam variação ao longo do tempo. De modo que, pode ser interpretado como o efeito adquirido pelas variáveis omitidas no modelo.

Em modelos de efeitos aleatórios os interceptos são observados como variáveis aleatórias. Assim, além do intercepto do modelo de efeitos fixos que absorve as diferenças de comportamento entre os indivíduos tem-se ainda um outro intercepto, que é um componente

populacional (HILL; GRIFFITHS; JUDGE, 2003; WOOLDRIDGE, 2019). O modelo de efeitos aleatórios pode ser descrito pela seguinte expressão:

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_1 x_{it1} + \dots + \beta_k x_{itk} + v_{it} \quad (4)$$

Onde $v_{it} = \mu_{it} + \alpha_i$. Os novos termos de erro estocástico, v_{it} apresentam as propriedades: são serialmente correlacionados ao longo do tempo, $\text{corr}(v_{it}, v_{is}) = \sigma_a^2 / (\sigma_a^2 + \sigma_u^2)$, $\forall t \neq s$; $E(v_{it}) = 0$; $\text{cov}(v_{it}, v_{is}) = 0, \forall i \neq j$; e, $\text{Var}(v_{it}) = \sigma_a^2 + \sigma_u^2$, sendo $\sigma_a^2 = \text{var}(\alpha_i)$ e $\sigma_u^2 = \text{var}(\mu_{it})$.

Neste contexto, para analisar o modelo mais apropriado à presente pesquisa, utilizou-se o teste de Hausman (1978), o teste Chow e o teste de Breusch-Pagan (1980). No teste de Hausman, ao se rejeitar a hipótese nula ($p < 0,05$), tem-se que o modelo de efeitos fixos é mais apropriado do que o modelo de efeitos aleatórios, caso contrário o modelo de efeitos aleatórios é preferível. Com relação ao teste Chow, ao rejeitar-se a hipótese nula ($p < 0,05$), tem-se que o modelo de efeitos fixos é o mais apropriado diante do modelo *pooled*, caso contrário, é preferível o *pooled*. E, finalmente, no teste LM de Breusch-Pagan, a rejeição da hipótese nula ($p < 0,05$), indica que o modelo de efeitos aleatórios é o mais apropriado diante do modelo *pooled*, caso contrário é preferível o modelo *pooled*.

Quadro 2 - Testes Realizados no Modelo

Testes realizados	Hipótese do Teste
Teste de Hausman	H_0 : Modelo de Efeitos Aleatório H_1 : Modelo de Efeitos Fixos
Chow	H_0 : Modelo <i>pooled</i> H_1 : Modelo de Efeitos Fixos
LM de Breusch pagan	H_0 : Modelo <i>Pooled</i> H_1 : Modelo Efeito Aleatório
Teste de heterocedasticidade (Teste de Wald)	H_0 : não há heterocedasticidade H_1 : há heterocedasticidade
Teste de Wooldridge	H_0 : ausência de autocorrelação H_1 : presença de autocorrelação

Fonte: Elaboração própria, 2022.

Para verificar a presença de heterocedasticidade no modelo, realizou-se o teste de Wald, neste a hipótese nula indica homocedasticidade (variância constante), e, a hipótese alternativa indica heterocedasticidade. Greenaway (2000), afirma que a presença de heterocedasticidade pode ser controlada ao fazer uso dos erros padrão no formato robustos, pois este método aproxima os estimadores de seus resultados clássicos ao gerar estimadores que não são afetados por pequenas variações, as quais provocam resultados viesados e testes ineficientes. Outras formas de corrigir essas falhas nos modelos gravitacionais são o estimador *Pseudo Máxima Verossimilhança de Poisson* (PPML) e o estimador Generalized Least Square (GLS). Segundo Santos Silva e Tenreiro (2006), deve-se utilizar o estimador PPML em modelos gravitacionais do comércio para obter resultados mais robustos, pois fornece estimativas consistentes dos parâmetros quando os erros forem heterocedásticos, além de ser robusta diante de erros de medição na variável dependente e permitir que os pares de países sem comércio sejam incluídos na análise. Já a correção pelo estimador GLS segundo Hirantha (2004) e Akhter e Ghani (2010) é preferida diante de outras técnicas pois apresenta superioridade em lidar com os problemas de heterocedasticidade e autocorrelação do modelo de gravidade. No entanto, no modelo GLS, os pares de países com fluxo de comércio igual a zero não são incluídos na análise

(WESTERLUND; WILHELMSON, 2009), o que pode trazer erros padrões maiores quando comparados ao modelo PPML.

Após a apresentação dos procedimentos econométricos adotados para realizar a estimação do modelo econométrico, parte-se para a análise e discussão dos resultados encontrados.

4. Análise de Discussão dos Resultados

Os testes realizados para a escolha do melhor estimador para o modelo proposto, disponíveis na Tabela 3, definiram que o melhor estimador é o método de efeitos aleatórios como o mais adequado para representar o modelo a ser analisado neste trabalho. No entanto, o teste de Wald detectou a presença de heterocedasticidade, portanto, é necessário realizar a correção do mesmo. Com relação ao teste de Wooldridge, esse apontou a existência de autocorrelação dos resíduos do modelo, o que também precisou ser corrigido. Para a correção do modelo, optou-se por utilizar o estimador PPML e o modelo GLS, tendo em vista que ambos são formas de correção de heterocedasticidade e autocorrelação dos modelos de gravidade, comparando os resultados encontrados.

Os resultados obtidos a partir da estimação do modelo encontram-se na Tabela 3 e apontaram que o coeficiente da variável PIB da região exportadora (Y_i) foi estatisticamente significativo ao nível de 10% e apresentou sinal positivo em ambos os modelos, coerente com o indicado pela literatura, demonstrando que um aumento de 1% no PIB da Região Nordeste brasileira aumenta as exportações de castanha de caju da região em 0,097% no Modelo 4 (GLS) e em 0.019 no Modelo 5 (PPML). Da mesma forma, o coeficiente da variável PIB dos países importadores (Y_j) também apresentou sinal positivo e foi estatisticamente significativo ao nível de 1% em ambos os modelos, de forma que um crescimento de 1% na renda dos países importadores de castanha de caju do Nordeste brasileiro faz com que o fluxo bilateral das exportações aumente em 0,96% no Modelo 4 e 0.097 no Modelo 5. Assim, quanto maior for a riqueza do país importador maior será a tendência de consumo da castanha de caju. Segundo a OEC (2021) o maior consumo mundial de castanha de caju ocorre em países de alta renda e que possuem um consumo diversificado. Os Estados Unidos, o Canadá e países europeus são responsáveis por consumir cerca de 90% da demanda mundial de castanha de caju produzida.

Com relação a variável Distância Geográfica (D_{ij}) essa foi estatisticamente significativo ao nível de 5% no Modelo 4 e de 1% no Modelo 5 e apresentou sinal negativo em ambos os modelos, coerente com o indicado pela literatura, demonstrando que um aumento de 1% na distância geográfica entre países diminui as exportações de castanha de caju da região em 0.78% no Modelo 4 e em 0.071% no Modelo 5. Pois quanto maior for a distância, maior será o custo de transporte, justificando o impacto negativo desta variável. Ressalta-se que as frutas são produtos perecíveis, delicados e de fácil deterioração e que os principais importadores de frutas são os países Europeus, os quais se encontram distantes geograficamente, dificultando a entrega de um produto em perfeitas condições, sendo, assim, o custo de transporte desses produtos é muito alto, porque envolve altas perdas e alto custo para a preservação do produto durante esse processo (GONÇALVES; VIANNA; BACHA; 2007).

Tabela 3 - Testes e Resultados do modelo estimado ($\log X_{ij}$)

Variável	Modelo Pooled (1)	Efeito Aleatório (2)	Efeito Fixo (3)	GLS (4)	PPML (5)
----------	----------------------	-------------------------	--------------------	------------	-------------



$\log Y_j$	1.394639*** (0.113574)	0.8432004*** (0.1916737)	0.6725297*** (0.2395615)	0.9632969*** (0.1655161)	0.0974792*** (0.0110958)
$\log Y_i$	-0.3056108* (0.1816821)	0.0902663 (0.1642639)	0.0906806* (0.1947785)	0.0968698* (0.2142769)	0.0197979* (0.0133812)
$\log D_{ij}$	-1.01437*** (0.1813167)	-0.7607105** (0.4398927)	-0.7201587** (0.4875652)	-0.7765544** (0.3070069)	-0.0707404*** (0.0201923)
$\log TC_{ij}$	-0.0298641 (0.5258366)	0.1239368 (0.3370181)	0.0617834 (0.3322567)	-0.4044319 (0.3304723)	-0.0015248 (0.0351734)
$\log PEX_{ij}$	0.4646726* (0.2451822)	0.436738** (0.2134627)	0.4575646** (0.2141483)	0.2739856* (0.1686965)	0.0329463* (0.0275162)
$\log QTD P_i$	-0.1483856 (0.2243528)	0.0939609 (0.1448482)	0.1192645 (0.1422588)	-0.1001631 (0.099234)	-0.010229 (0.0145007)
$\log AREAP_i$	1.100037* (0.8154608)	1.080101** (0.5411215)	1.152375** (0.5351225)	0.9669949* (0.6069266)	0.0785003 (0.0557025)
$\log PA_j$	-1.502429*** (0.1772153)	-0.4998449* (0.3454625)	0.5890298 (0.5340579)	-0.8431555*** (0.2574984)	-0.104714*** (0.019883)
$\log AREAG_j$	0.8232267*** (0.1140104)	0.2427571 (0.2783086)	-0.3214895 (0.4952933)	-0.4836352** (0.1902058)	-0.0572016*** (0.0102799)
Const	-8.364546 (13.12895)	-15.04715* (9.361915)	-28.87157** (10.04521)	-11.18906 (10.47309)	1.016797 (0.889139)
Nº Obs.	418				
R ²	0.4046	-	-	-	-
Within	-	0.1869	0.1964	-	-
Between	-	0.3226	0.1491	-	-
Overall	-	0.3478	0.2347	-	-
Teste	Estatística		Prob		
Teste de Chow	31.25		0.000		
Breusch Pagan	933.23		0.000		
Hausman	1.67		0.9895		
Teste de Wooldridge	21.010		0.0001		
Wald Test	2132.52		0.0000		

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da pesquisa, 2022.

Nota: Os valores entre parênteses são os resultados dos erros padrões, e * representa o nível de significância da variável sendo 10%: *, 5%: **, 1%: ***.

A variável Preço Externo (PE_{ij}) demonstrou-se significativa ao nível de 10% nos Modelos 4 e 5, e apresentou sinal positivo em ambos, demonstrando que um aumento de 1% no preço pago pelo país importador aumenta as exportações de castanha de caju da região em 0.27% no Modelo 4 e em 0.033% no Modelo 5. De acordo com a Embrapa (2006), o mercado de amêndoa de castanha de caju pode ser dividido em dois segmentos: o que exige amêndoas inteiras, brancas e totalmente isentas de manchas ou injúrias, e por conta disso pratica preços mais elevados; e outro que é menos exigente com relação à integridade, baseado nos tipos quebrados e manchados e que apresenta preços menores. No primeiro, a diferenciação é o principal meio de agregação de valor e de inserção comercial. No segundo, ocorre uma maior concorrência via preços. Além disso, a castanha de caju menos exigente é utilizada como insumo em produtos de confeitaria e padaria e isso condiciona esse segmento a um sistema de um mercado de commodity, em que baixos custos de produção/processamento são básicos para a participação no mercado (EMBRAPA, 2006).

A variável Área Plantada pela Região Nordeste ($AREAP_i$) demonstrou-se significativa ao nível de 10% apenas no Modelos 4, e apresentou sinal positivo, demonstrando que um aumento de 1% na área plantada de Caju provoca um aumento das exportações de castanha de



caju da região em 0.97%. Segundo Brainer e Vidal (2020) apesar do significativo número de mortalidade e, consequentemente, perda de área, o cajueiro ainda é responsável pela segunda maior área plantada com fruticultura na Região Nordeste brasileira, evidenciando o grande potencial da atividade para a Região, mesmo após cinco anos de estiagem. Silva (2016) afirma que nos últimos anos, em decorrência da seca, houve diminuição da área plantada de caju e essa diminuição impactou no valor arrecadado com as exportações da amêndoa de castanha de caju, pois houve diminuição da oferta do produto. No entanto essa situação vem apresentando melhora, devido aos incentivos fiscais e subsídio creditício e o melhoramento genético no cajueiro anão precoce, objetivando uma espécie que possua uma maior produtividade e um período de safra mais curto.

A variável Produção Agrícola do país importador (PA_j) demonstrou-se significativa ao nível de 1% e apresentou sinal negativo em ambos os modelos, demonstrando que um aumento de 1% na produção agrícola do país importador diminui as exportações de castanha de caju da região em 0.84% no Modelo 4 e em 0.10% no Modelo 5. Para Ningrum, Irianto e Riptanti (2018) o aumento da quantidade produzida faz com haja uma redução nas importações de produtos agrícolas, pois há uma maior disponibilidade de produtos agrícolas capazes de substituir produtos importados. González-Corzo (2015) afirma que quando o setor agrícola de um país é forte e com alta produtividade há uma redução da sua dependência externa com relação à alimentos e produtos alimentícios importados.

A variável Área Agrícola do país importador ($AREAG_j$) demonstrou-se significativa ao nível de 5% no Modelo 4 e ao nível de 1% no Modelo 5, e apresentou sinal negativo em ambos os modelos, demonstrando que um aumento de 1% na área agrícola do país importador diminui as exportações de castanha de caju da Região Nordeste brasileira em 0.48% no Modelo 4 e em 0.057% no Modelo 5. De acordo com Azevedo, Reis e Lélis (2013), quanto maior for a extensão territorial de um país maior será a sua disponibilidade de recursos naturais, tornando o país mais autossuficiente e diminuindo sua necessidade de realizar trocas comerciais internacionalmente.

Por fim, a variável Taxa de Câmbio (TC_{ij}) não apresentou impacto estatisticamente significativo, nem ao menos a 10% de significância em ambos os modelos.

5. Conclusão

O objetivo deste trabalho foi o de analisar os determinantes das exportações de castanha de caju produzida pelo Nordeste brasileiro, tendo como referência o período de 2000 a 2019. Para isso, estimou-se um modelo gravitacional do comércio, identificando como alguns fatores podem impactar no fluxo das exportações de castanha de caju produzidas e exportadas pelo Nordeste brasileiro.

Na presença de autocorrelação e heterocedasticidade do modelo utilizou-se o estimador PPML e o estimador GLS, comumente usados para corrigir problemas como estes identificados em modelos de gravidade. Neste contexto, os resultados da estimação do modelo para a castanha de caju apontou que as variáveis PIB da região exportadora (Y_i), PIB do país importador (Y_j) e Distância Geográfica (D_{ij}) foram estatisticamente significativas e apresentaram sinal coerente com o indicado pela literatura, em ambos os modelos utilizados, onde os fluxos comerciais se relacionam positivamente com a renda dos países importadores e exportadores, e negativamente com a distância entre país importador e exportador. De modo que quanto maior a renda do país importador, tendo em vista que o mercado alvo da castanha de caju são países desenvolvidos, maior será a capacidade de comércio bilateral deste, no entanto, quanto maior a distância, maior será o custo para transporte, por isso o impacto negativo desta variável.

As variáveis Preço Externo (PE_{ij}) também foi estatisticamente significativa e apresentou impacto positivo no fluxo de exportações de castanha de caju da Região Nordeste brasileira nos dois modelos. Enquanto as variáveis Produção Agrícola do país importador (PA_j) e a Área Agrícola do país importador ($AREAG_j$) demonstraram-se estatisticamente significativas, mas com impactos negativos. Dessa forma, foi possível verificar que os dois modelos apresentaram sinais iguais e significância estatísticas nas mesmas variáveis, com exceção da variável Área Plantada pela Região Nordeste ($AREAP_i$), que apesar de apresentar impacto positivo em ambos os modelos, se demonstrou significativa apenas no modelo GLS. Além disso, verificou-se que os coeficientes e os erros padrões do modelo PPML demonstraram-se mais robustos quando comparado ao modelo GLS.

Destaca-se que a cajucultura é uma atividade de extrema importância para os produtores da Região Nordeste brasileira, que encontram vários desafios para o seu desenvolvimento. Estes iniciam no plantio, como déficit hídrico, morte de cajueiros devido a idade e outros fatores, na colheita, como a falta de equipamentos necessários para a extração que gera alto nível de quebra das castanhas diminuindo o valor agregado do produto, e no transporte devido aos altos custos, principalmente no Brasil, onde o transporte é essencialmente rodoviário. Diante disso, torna-se importante, a criação de políticas públicas que garantam crédito ou auxílio aos produtores, principalmente ao pequeno e ao médio produtor, para que estes possam financiar seu plantio, aumentar seu investimento e com isso a sua renda.

No entanto, destaca-se que acompanhado à linha de crédito dada ao produtor deve-se também oferecer instrução e assistência no gerenciamento de seus investimentos e de cumprimento dessas obrigações. Ressalta-se ainda, a necessidade de políticas públicas voltadas à adequação das propriedades aos padrões e exigências do mercado que demonstrem a qualidade do produto e tragam competitividade à castanha de caju brasileira. Por fim, é de extrema importância a criação e manutenção de cooperativas e associações que garantam o fortalecimento da classe produtora, diminuindo as disparidades entre produtores do setor e possibilitando o acesso ao mercado competitivo, principalmente para a fruticultura nordestina, a qual é composta por pequenos e médios produtores rurais.

Diante das limitações do método utilizado neste trabalho, como a limitação de dados para compor o painel gravitacional, o caráter estático do modelo e a falta de variáveis que possam captar aspectos dinâmicos e que afetam o fluxo de exportações de castanha de caju, sugere-se para trabalhos futuros e aprofundamento desta análise a ampliação do número de variáveis, incluindo, por exemplo, variáveis relacionadas a barreiras sanitárias e fitossanitárias, idiomas, infraestrutura de transporte, eficiência do governo, ambiente de negócios e outras, além da utilização de métodos que possam captar fatores dinâmicos, e a ampliação do número de países importadores, das regiões exportadoras e das frutas analisadas, como o mamão, a laranja e outras.

Referências Bibliográficas

ALBUQUERQUE, D. P. L.; et al. A Competitividade Externa da Amêndoa de Castanha de Caju Brasileira no Período de 1990 a 2007. **In: Economia do Ceará em Debate 2010**. Fortaleza: IPECE, v. 1, p. 85-108, 2011.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Consulta de cotações e boletins. Disponível em < <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/historicocotacoes> > acessado em 09 de abr. de 2022.

BRAINER, M. S. C. P.; VIDAL, M. F. Cajucultura. Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste (ETENE), **Caderno Setorial ETENE**. Ano 5, Nº 114, Mai. 2020.

CAMELO, C. de O. **Mercado internacional da amêndoa da castanha de caju: um panorama de 2003 a 2012**. 2014. 56 f. Monografia (Graduação em Gestão de Agronegócios) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

CATEIA, J. V.; VELOSO, G. O.; FEISTEL, Paulo Ricardo. Determinantes das Exportações de Castanha de Caju da Guiné-Bissau (1986-2011): uma análise sob a ótica do modelo de gravidade de Bergstrand. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 56, p. 583-604, 2018.

GONZÁLEZ-CORZO, Mário A.; GONZALEZ, Armando Nova. As transformações agrícolas de Cuba. **Manual de Cuba Contemporânea: Economia, Política, Sociedade Civil e Globalização**, p. 97, 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Dados Sistema de Produção. Sistema de Produção de Caju. **Embrapa Agroindústria Tropical Sistema de Produção**, nº 1, ISSN 1678-8702, versão Eletrônica 2ª ed., Jul/2016.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Estrutura e a dinâmica da cadeia produtiva da amêndoa de castanha de caju - Segmento mercado. Disponível em <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/caju/arvore/CONT000fig11tgy02wyiv80z4s473agyw0ob.html#:~:text=Assim%2C%20pode%2Dse%20dividir%20o,manchados%20e%20que%20apresenta%20pre%C3%A7os> > acesso em 08 de abr. de 2022.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAOSTAT. **Dados, 2021**. Disponível em < <http://www.fao.org/faostat/es/#data> > acessado em 05 de abr. de 2022.

GONÇALVES, M. A.; VIANNA, W. H.; BACHA, M. L. Frutas frescas brasileiras: internacionalização e transporte. In: **IV SEGeT - Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia** -, Resende (RJ). Anais eletrônicos, 2007. Disponível em < <https://www.aedb.br/seget/artigos2007.php?pag=32> > acesso em 09 de jun. de 2021.

GREENAWAY, D. Multilateralism, minilateralism and trade expansion. **Asian Exports**, p. 115-159, 2000.

GREENE, W. H. **Econometric analysis**. 6ª ed. New Jersey: Prentice Hall, 2008.

HILL, R.C.; GRIFFITHS, W.E.; JUDGE, G. G. **Econometria**. 2ª ed. São Paulo: Editora Saraiva. 2003.

HORTIFRUTI CEPEA. **Como está a participação da manga nos envios à UE?** 2019b. Disponível em < <https://www.hfbrasil.org.br/br/galeria/hortifruti-cepea-como-esta-a-participacao-da-manga-nos-envios-a-ue.aspx> > acessado em 30 de mai. de 2020.

HSIAO, C. Analysis of panel data: Second Edition, Cambridge University Press, 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção Agrícola Municipal, Banco de dados agregados:** Sistema IBGE de recuperação automática: SIDRA. 2022. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br> > acessado em 05 de abr. de 2022.

MACEDO, R. D.; SOARES, N. S. O desempenho das exportações brasileiras de amêndoas de castanha de caju entre os anos de 2007 e 2011. **Informe Gepec**, v. 19, n. 1, p. 148-162, 2015.

MINISTÉRIO DA ECONOMIA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS (MDIC). **Exportação e Importação Geral, 2022.** Disponível em: < <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral> > acessado em 05 de abr. de 2022.

NINGRUM, I. H.; IRIANTO, H.; RIPTANTI, E. W. Analysis of soybean production and import trends and its import factors in Indonesia. In: **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**. IOP Publishing, 2018. p. 012059.

OBSERVATORY OF ECONOMIC COMPLEXITY – OEC. **Trade, Complexity, and Rankings Update to 2020, 2021.** Disponível em < <https://oec.world/en/blog/post/2020-trends-in-economic-complexity> > acessado em 05 de abr. de 2022.

REIS, M.; AZEVEDO, A. F. Z.; LÉLIS, M. T. C. Os efeitos do novo regionalismo sobre o comércio. **Estudos Econômicos** (São Paulo), v. 44, p. 351-381, 2014.

SANTOS SILVA, J. M. C.; TENREYRO, S. Trading partners and trading volumes: implementing the Helpman–Melitz–Rubinstein model empirically. **Oxford bulletin of economics and statistics**, v. 77, n. 1, p. 93-105, 2015.

SEBRAE. **Mercado da Castanha de Caju, 2014.** Disponível em < <https://respostas.sebrae.com.br/mercado-da-castanha-de-caju/> > acessado em 01 de jun. de 2020.

SERRANO, L. A. L.; PESSOA L, P. F. A. P. **Aspectos econômicos da cultura do cajueiro.** Disponível em < https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaof6_lga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=7705&p_r_p_-996514994_topicoId=10308 > Acesso em: 28 nov. 2021.

SILVA, D. A. **Análise do desempenho das exportações da amêndoa de castanha de caju nordestina no período de 1990 a 2014.** 2016. 50 p. Monografia (Graduação em Economia) – Universidade Federal de Pernambuco. Pernambuco: Caruaru, 2016.

SILVA FILHO, L. A.; SANTOS, P. L.; SILVA, P. S. Vantagens comparativas e competitividade reveladas no comércio de castanha de caju, estado do Ceará, 1997-2016. **Revista de Economia Agrícola**, São Paulo, v. 63, n. 1, p. 05-20, jan.-jun. 2016.

SILVA, E. G. B. **Fatores determinantes das exportações de amêndoas de castanha-de-caju do Ceará no período 1980 - 2005**, 101 folhas. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas), 2007. Universidade de Fortaleza – UNIFOR, CCA, Fortaleza, 2007.

SIMÕES, C. M. M. **Evolução das exportações de castanha de caju no Nordeste brasileiro no período de 1997 a 2013**. 2016. 40 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

USDA - **United States Department of Agriculture**. Disponível em <
<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/topCountriesByCommodity#chart28>
> acessado em 30 de mar. de 2022.

VIDAL, M. F. Cajucultura nordestina continua em declínio. **Caderno setorial ETENE**. Ano 2, nº 22, Dez. de 2017.

WESTERLUND, J.; WILHELMSSON, F. Estimating the gravity model without gravity using panel data. **Applied Economics**, v. 43, n. 6, p. 641-649, 2011.

WOOLDRIDGE, J. M. **Introdução a Econometria**: uma abordagem moderna. São Paulo: Cengage Learning, 2019.