

O BRASIL NO MERCADO INTERNACIONAL DE AÇÚCAR: UMA ANÁLISE SOB A ÓTICA GRAVITACIONAL

ARTHUR VINÍCIUS SALARO DE SOUSA¹
RAMON BILHA AZENHA²

RESUMO:

O objetivo deste trabalho foi estudar as exportações brasileiras de açúcar sob a perspectiva do modelo gravitacional de comércio. Foram coletados os dados do Brasil e de seus 50 principais parceiros comerciais, num período de 10 anos entre 2011 e 2020. As variáveis utilizadas foram exportação anual de açúcar pelo Brasil; PIB do Brasil e dos parceiros comerciais; população do Brasil e dos parceiros comerciais; distância do Brasil e seus parceiros comerciais; e produção brasileira de açúcar. Os testes demonstraram dificuldade de adaptação do modelo para o caso específico das exportações de açúcar brasileiras além de problemas relacionados à adaptação do modelo gravitacional sob o uso de séries temporais, dada a sua maior aplicabilidade para modelos de corte transversal e dados em painel. O artigo demonstra um relativo avanço em relação ao que se têm na literatura econômica em relação a aplicação de modelos gravitacionais para a projeção de fluxos comerciais referentes a apenas um artigo, neste caso o açúcar.

Palavras-chave: Açúcar. Modelo Gravitacional. Agronegócios. Brasil. Comércio Internacional. Exportações Brasileiras. Modelos de Séries Temporais.

ABSTRACT

The objective of this work was to study Brazilian sugar exports from the perspective of the gravitational trade model. Data from Brazil and its 50 main trading partners were collected over a 10-year period between 2011 and 2020. The variables used were annual sugar exports from Brazil; GDP of Brazil and trade partners; population of Brazil and commercial partners; distance from Brazil and its commercial partners; and Brazilian sugar production. The tests demonstrated difficulty in adapting the model to the specific case of Brazilian sugar exports, as well as problems related to the adaptation of the gravitational model using time-series, due to its greater applicability for cross section and panel data models. The article demonstrates a relative advance in relation to what we have in the economic literature in relation to the application of gravitational models for the projection of trade flows referring to only one product, in this case, sugar.

1 Graduado em Administração pela Universidade Municipal de São Caetano do Sul - USCS, e mestrando em Economia pela UFABC.

2 Graduado em Ciências Econômicas pela Universidade Federal do Paraná - UFPR e mestrando em Economia pela UFABC.

1. INTRODUÇÃO

A cadeia produtiva do açúcar é uma das mais importantes do agronegócio em todo o mundo. O açúcar é um produto bastante procurado pelo consumidor final, mas também é bastante relevante como matéria-prima para o setor de alimentos, como para refrigerantes, biscoitos e alimentos em geral (Mazzuchetti & Shikida, 2017).

O açúcar é um produto capaz de conservar os alimentos, aumentando o tempo que estes podem permanecer nas prateleiras, e é uma boa fonte de energia alimentar. Além disso, ele é um produto difícil de ser substituído, devido a inexistência de um substituto universal capaz de conferir as mesmas propriedades do açúcar e manter o sabor dos alimentos. Por conta disso, ao contrário do que normalmente se supõe, o açúcar é um artigo importante para a segurança alimentar dos consumidores, pois a substituição do açúcar normalmente é feita através de múltiplos ingredientes e aditivos, o que pode resultar em aumento das calorias nos produtos em que a substituição ocorre. (Cooper, 2012).

A produção mundial de açúcar variou entre 160 milhões e 190 milhões de toneladas entre 2013 e 2020 (USDA, 2020), enquanto o comércio mundial, em 2020, foi de, aproximadamente, 50 milhões de toneladas. Além disso, o mercado deste setor se encontra aquecido por conta do aumento do consumo em países populosos como Índia, China e Indonésia (USDA, 2020). O Brasil é o maior produtor e exportador da *commodity*, responsável por quase metade dos números mundiais (NOVACANA, 2021). Ademais, o Brasil vem priorizando ainda mais a produção de açúcar frente ao etanol, o outro principal derivado da cana-de-açúcar, devido à desvalorização do Real frente ao Dólar, o que valoriza as exportações, e à retração no preço do petróleo ocorrida no início de 2020, que causou queda no preço do etanol no mercado interno (Vidal, 2020), principalmente entre os meses de março e agosto (CEPEA, 2021).

Tendo em vista o contexto exposto, faz sentido analisar os determinantes da exportação de açúcar no principal *player* do setor: o Brasil. Com este objetivo, optou-se por analisar a exportação brasileira de açúcar sob a perspectiva do modelo gravitacional de comércio, tendo em vista as

contribuições recentes deste modelo para a literatura econômica, especialmente em relação ao estudo de Mazzuchetti & Shikida (2017), autores que aplicaram o modelo gravitacional ao mercado internacional de açúcar para 87 países no período 2000-2016.

Desta forma, os autores do presente artigo utilizaram os fatores básicos do modelo gravitacional de comércio, PIB e população dos países que estão comercializando e a distância entre eles, como variáveis explicativas no modelo econométrico proposto para analisar a exportação brasileira de açúcar no período 2011-2020. Além disso, Mazzuchetti & Shikida (2017) propuseram também o uso do preço da *commodity* e da área dos países como variáveis explicativas. Os autores do presente trabalho entendem que faz sentido utilizar o preço como variável explicativa, mas não a área, visto que o presente artigo faz uso de uma série temporal enquanto Mazzuchetti & Shikida (2017) utilizaram dados em painel. Desta forma, decidiu-se por utilizar a produção total de açúcar como variável explicativa em substituição à área.

A maior parte da literatura sobre modelo gravitacional analisa os fluxos de comércio entre os países, poucas vezes focando em somente um produto, como é o caso em Mazzuchetti & Shikida (2017) e Conforti & Rapsomaniskis (2005). Dada a relevância do açúcar como insumo alimentício e o Brasil sendo o maior produtor e exportador, é importante testar a aplicabilidade deste modelo para as exportações brasileiras de açúcar.

O presente artigo, portanto, foi estruturado em 5 seções, sendo a primeira esta introdução. A segunda seção compõe a revisão da literatura, principalmente no tocante ao modelo gravitacional. A terceira seção expõe a metodologia utilizada, enquanto a quarta seção apresenta os dados e os resultados obtidos. A quinta e última seção é composta pelas considerações finais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Diversas fontes foram analisadas a fim de obter os dados da melhor forma e da maneira mais completa³. Foi utilizado o portal da Nova Cana para a coleta de dados do volume em toneladas de exportação de açúcar, volume em toneladas de produção de açúcar e preço médio

3 Dados de fontes como *Trading Economics*; *OECD*; *Economist*; *World Bank*; e *CIA – The World Factbook* foram analisadas e descartadas.

da exportação (valor em dólar por tonelada). Os dados das demais variáveis foram extraídos do FMI, exceto da distância do Brasil para os países parceiros comerciais, que foi retirada da fonte Brasil Distância.

Os dados foram dispostos em série temporal, analisando o Brasil frente aos seus 50 principais parceiros comerciais, no período 2011-2020³

. Os autores deste estudo optaram por excluir Síria e Somália da análise devido à dificuldade em encontrar dados destes países para 2020. Esta exclusão, porém, não impacta de maneira significativa a análise, dada a reduzida relevância destes países nas exportações totais de açúcar do Brasil no período analisado, como pode se observar abaixo (FIGURA 1):



Figura 1: Representatividade dos Países Considerados Para o Total de Exportações Brasileiras de Açúcar.

Fonte: Os autores (2021).

É possível observar na FIGURA 1 que os países mantidos na amostra representam mais de 98% das exportações de açúcar do Brasil, demonstrando que os países excluídos são pouco relevantes em relação à representatividade no volume exportado, mesmo cada um tendo aparecido 4 vezes entre os 50 maiores compradores do açúcar brasileiro no período analisado.

Para determinação da equação do modelo adotado, foi utilizada a exportação de açúcar como variável dependente, ou explicada; e PIB, população, distância entre Brasil e países para os quais exportou, preço médio do açúcar e produção de açúcar do Brasil como variáveis independentes, ou explicativas, estimados em série temporal (t) e dispostos sob a seguinte configuração:

$$\ln(\text{export}_t) = \beta_0 + \beta_1 \ln(\text{pib}_t) + \beta_2 \ln(\text{pib}_{jt}) + \beta_3 \ln(\text{pop}_t) + \beta_4 \ln(\text{pop}_{jt}) + \beta_5 \ln(\text{dist}_t) + \beta_6 \ln(\text{preço}_t) + \beta_7 \ln(\text{prod}_t) + u$$

⁴ Os parceiros comerciais considerados foram: Angola, Arábia Saudita, Argélia, Bangladesh, Canadá, China, Egito, Emirados Árabes Unidos, Iêmen, Índia, Irã, Malásia, Marrocos, Nigéria, Rússia, Tunísia, Venezuela, Estados Unidos da América, Gana, Geórgia, Indonésia, África do Sul, Mauritânia, Iraque, Togo, Benin, Israel, Croácia, Gâmbia, Sri Lanka, Reino Unido, Síria, Somália, Espanha, Guiné, Chile, Mianmar, Portugal, Uruguai, Bahrein, Colômbia, Coreia do Sul, Estônia, Líbano, Lituânia, Maurício, Quênia, Romênia, Senegal e Uzbequistão.

Sendo $export_t$, o volume de açúcar, em toneladas, exportado pelo Brasil para os outros países; pib_t , o PIB do Brasil em bilhões de dólares e pib_{jt} , o PIB médio em bilhões de dólares dos países para os quais o Brasil exportou, ambos absorvendo implicitamente o fator cambial da moeda corrente de seus países frente ao dólar⁴ em cada série de tempo; pop_t , a população do Brasil em milhões de pessoas e pop_{jt} , a população média em milhões de pessoas dos países para os quais o Brasil exportou; $dist$ a média das distâncias em quilômetros entre Brasil e os países compradores; $preço_t$, o preço médio em dólar por tonelada do açúcar exportado pelo Brasil; e $prod_t$, a produção brasileira de açúcar, em toneladas.

A adequação das variáveis por meio de função logarítmica decorreu da necessidade de incorporar a não-linearidade ao método de regressão simples. Desse modo, o modelo possibilitou uma relação percentual para dar conta do fenômeno de não linearidade (Wooldridge, 2010).

Na construção do modelo gravitacional houve necessidade de verificar o grau de relações existentes entre as variáveis explicativas, que tem como propósito explicar as transações comerciais do Brasil envolvendo o açúcar. Desta forma, espera-se que não existam relações lineares exatas ou quase exatas, que determinem um problema conhecido como multicolinearidade (Wooldridge, 2010).

Uma forma de investigar se as variáveis do modelo apresentam esse tipo de problema é

analisando as relações entre seus regressores. Com este objetivo, rodou-se a matriz do coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis que compõe a base de dados.

Na estimação do modelo foram avaliadas as estatísticas descritivas para verificar se houve algum possível erro ou equívoco na confecção da base de dados utilizada, coeficiente de determinação para verificar em que medida o conjunto de variáveis adotadas no modelo explicam o mesmo, além de rodar a regressão linear múltipla para checagem dos parâmetros existentes. Também foi analisada a estacionariedade das variáveis através de seus comportamentos ao longo do tempo.

Além disso, foi realizado teste F para se compreender se ao menos um dos parâmetros associados com as variáveis explicativas do modelo é diferente de zero, e se também, ao menos uma das variáveis explicativas do modelo possui impacto no mesmo e na variável dependente (Gujarati & Porter, 2011).

Por fim, foi realizado teste de Durbin-Watson para verificar se há evidências de autocorrelação nos resíduos (Gujarati & Porter, 2011).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da matriz de correlação linear de Pearson para as variáveis do modelo definido, foram obtidos os seguintes resultados (FIGURA 2):

	ano	export	pib	pibmedmundi	pop	popmedmundi
ano	1.00000000	-0.03968523	-0.8773734	0.9621997	0.9996513	0.9992226
export	-0.03968523	1.00000000	-0.1583790	-0.2671599	-0.0524520	-0.0551782
pib	-0.87737335	-0.15837896	1.00000000	-0.7419845	-0.8755743	-0.8646675
pibmedmundi	0.96219971	-0.26715986	-0.7419845	1.00000000	0.9637463	0.9664722
pop	0.99965127	-0.05245200	-0.8755743	0.9637463	1.00000000	0.9995415
popmedmundi	0.99922265	-0.05517820	-0.8646675	0.9664722	0.9995415	1.00000000
distmedia	-0.36960820	0.53400888	0.1683949	-0.4960817	-0.3611816	-0.3732484
precomedio	-0.89201845	0.14036696	0.8506180	-0.8676596	-0.8965881	-0.8926866
prod	0.64834263	0.18911777	-0.6301712	0.5519776	0.6449357	0.6520383
	distmedia	precomedio	prod			
ano	-0.3696082	-0.8920184	0.6483426			
export	0.5340089	0.1403670	0.1891178			
pib	0.1683949	0.8506180	-0.6301712			
pibmedmundi	-0.4960817	-0.8676596	0.5519776			
pop	-0.3611816	-0.8965881	0.6449357			
popmedmundi	-0.3732484	-0.8926866	0.6520383			
distmedia	1.0000000	0.2532135	-0.3163884			
precomedio	0.2532135	1.0000000	-0.5600880			
prod	-0.3163884	-0.5600880	1.0000000			

Figura 2: Matriz de Correlação Linear de Pearson

Fonte: Os autores (2021).

5 Moeda utilizada na transação comercial internacional.

A FIGURA 2 representa o nível de correlação entre as variáveis do modelo. Foi estabelecido um sinal de alerta para as correlações que vão de 0,5 a

0,7 e considerada uma correlação alta e prejudicial ao modelo, de certa forma, para coeficientes acima de 0,7 (FIGURA 3).

	piib	piibmedmundi	pop	popmedmundi	distmedia	precomedio	prod
export	baixo	baixo	baixo	baixo	alerta	baixo	baixo
piib		alto	alto	alto	baixo	alto	alerta
piibmedmundi			alto	alto	baixo	alto	alerta
pop				alto	baixo	alto	alerta
popmedmundi					baixo	alto	alerta
distmedia						baixo	baixo
precomedio							alerta

Figura 3: Matriz de Correlação

Fonte: Os autores (2021).

É possível visualizar na FIGURA 3, 12 observações com baixo grau de correlação, destacando a variável dependente de exportação de açúcar que relacionada com as demais, apresentou somente um caso de nível de correlação considerado não baixo. Ficam evidentes também 10 observações de alta correlação, o que é prejudicial ao modelo adotado e 6 observações de alerta, que de certa forma também tende a ser preocupante.

Dando seguimento à metodologia proposta, foram gerados os resultados do modelo econométrico adotado estimado, para verificação das estatísticas descritivas e interpretação dos parâmetros existentes, conforme consta na FIGURA 4:

ano	export	piib	piibmedmundi	pop
Min. :2011	Min. :17889037	Min. :1430	Min. : 853.9	Min. :196.6
1st Qu.:2013	1st Qu.:24040875	1st Qu.:1820	1st Qu.: 948.2	1st Qu.:200.4
Median :2016	Median :24849712	Median :1990	Median : 983.4	Median :204.3
Mean :2016	Mean :25245779	Mean :2089	Mean :1011.2	Mean :204.2
3rd Qu.:2018	3rd Qu.:28314906	3rd Qu.:2460	3rd Qu.:1104.4	3rd Qu.:208.1
Max. :2020	Max. :30635771	Max. :2610	Max. :1181.3	Max. :211.4
popmedmundi	distmedia	precomedio	prod	
Min. : 95.86	Min. : 9597	Min. :285.4	Min. :76776672	
1st Qu.: 98.15	1st Qu.: 9914	1st Qu.:309.3	1st Qu.:86707057	
Median :100.39	Median :10120	Median :376.4	Median :87038585	
Mean :100.44	Mean :10182	Mean :390.3	Mean :85898391	
3rd Qu.:102.83	3rd Qu.:10424	3rd Qu.:426.5	3rd Qu.:87365626	
Max. :104.78	Max. :10824	Max. :589.2	Max. :91683238	

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	639.2640	333.7678	1.915	0.196
log(piib)	-4.7038	2.5837	-1.821	0.210
log(piibmedmundi)	11.9597	9.6493	1.239	0.341
log(pop)	-325.0433	157.4724	-2.064	0.175
log(popmedmundi)	213.2477	96.1764	2.217	0.157
log(distmedia)	6.2464	3.0964	2.017	0.181
log(precomedio)	1.7391	0.9866	1.763	0.220
log(prod)	0.4920	1.3432	0.366	0.749

Residual standard error: 0.1002 on 2 degrees of freedom
 Multiple R-squared: 0.9126, Adjusted R-squared: 0.6068
 F-statistic: 2.984 on 7 and 2 DF, p-value: 0.2739

Figura 4: Estatísticas Descritivas

Fonte: Os autores (2021).

A FIGURA 4 demonstra, portanto, a ausência de equívoco na confecção dos dados do modelo com relação a digitação ou falhas do gênero. Os níveis de significância das variáveis se mostraram relativamente ruins (todos acima de 10%). O coeficiente de determinação (R-quadrado) observado foi de 91,26%, o que determina um altíssimo grau de explicabilidade das variáveis adotadas no modelo estimado, porém isto implica uma preocupação com a existência de multicolinearidade entre as variáveis, problema este que foi demonstrado na FIGURA 3. Também pode-se observar que o teste F indica que a hipótese nula deve ser rejeitada a partir de 30% de significância, o que é um valor relativamente alto e demonstra uma ambiguidade sobre os resultados do modelo, indicando que ele possa não ser o mais adequado para explicar as exportações de açúcar do Brasil.

A análise dos parâmetros do modelo estimado é feita da seguinte forma:

β_0 ou intercepto corresponde ao volume de exportação do Brasil de 639,26 toneladas de açúcar em média, que independe das demais variáveis adotadas.

β_1 ou parâmetro associado à variável PIB do Brasil indica que a cada 1 bilhão de dólar acrescentado nesta variável, corresponde à variação de -4,70% em média do volume de exportação brasileira de açúcar em toneladas.

β_2 ou parâmetro associado à variável PIB médio dos países parceiros comerciais do Brasil indica que a cada 1 bilhão de dólar acrescentado nesta variável, corresponde à variação de 11,96% em média do volume de exportação brasileira de açúcar em toneladas.

β_3 ou parâmetro associado à variável população do Brasil indica que a cada 1 milhão de pessoas acrescentado nesta variável, corresponde à variação de -325,04% em média do volume de exportação brasileira de açúcar em toneladas.

β_4 ou parâmetro associado à variável população média dos países parceiros comerciais do Brasil indica que a cada 1 milhão de pessoas acrescentado nesta variável, corresponde à variação de 213,25% em média do volume de exportação brasileira de açúcar em toneladas.

β_5 ou parâmetro associado à variável média das distâncias entre Brasil e seus países parceiros comerciais indica que a cada 1 quilômetro acrescentado nesta variável,

corresponde à variação de 6,25% em média do volume de exportação brasileira de açúcar em toneladas.

β_6 ou parâmetro associado à variável preço médio do açúcar brasileiro em dólar por tonelada indica que a cada 1 dólar por tonelada acrescentado nesta variável, corresponde à variação de 1,74% em média do volume de exportação brasileira de açúcar em toneladas.

β_7 ou parâmetro associado à variável produção de açúcar brasileiro em toneladas indica que a cada 1 tonelada acrescentada nesta variável, corresponde à variação de 0,50% em média do volume de exportação brasileira de açúcar em toneladas.

Através dos gráficos abaixo das variáveis do modelo dispostas no tempo analisado, é possível observar uma série temporal estacionária, ou seja, refletindo um bom equilíbrio estável de suas variáveis. O conjunto de gráficos para fins de demonstração da estacionariedade das variáveis consta no anexo deste artigo.

No gráfico de função de autocorrelação parcial, FIGURA 5, é possível identificar que os resíduos estimados do modelo defasados no tempo estão compreendidos dentro do intervalo de confiança de 95%, não rejeitando a hipótese nula em nenhum dos casos.

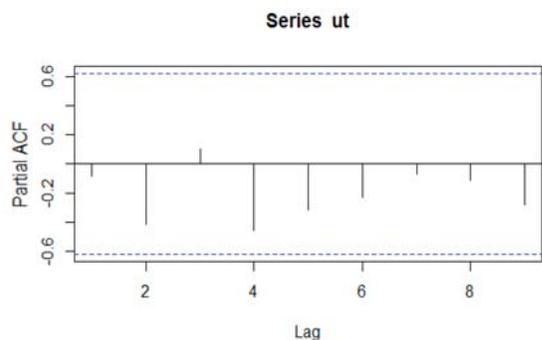


Figura 5: Autocorrelação Parcial

Fonte: Os autores (2021).

Também foi aplicado o teste de autocorrelação de ordens elevadas com violação da hipótese de exogeneidade estrita, através de identificação da estatística Durbin-Watson (FIGURA 6).

```

lag Autocorrelation D-w Statistic p-value
1 -0.0843818 2.039385 0.214
Alternative hypothesis: rho != 0

```

Figura 6: Teste de Durbin-Watson

Fonte: Os autores (2021).

Como é possível observar na FIGURA 6 não existe autocorrelação de primeira ordem, dado que a estatística de Durbin-Watson se encontra muito próxima a 2.

4 CONCLUSÕES

Dados os resultados parciais observados na seção anterior, é possível notar que o modelo proposto por Mazzuchetti & Shikida (2017) apresenta resultados ambíguos quanto às exportações brasileiras de açúcar, pois enquanto a estimação do coeficiente de determinação demonstra que o modelo proposto explica mais de 90% das exportações, as variáveis explicativas não se mostraram significativas.

O fato de as variáveis explicativas não se mostrarem significativas pode estar relacionada à dificuldade em se adaptar o modelo gravitacional para uma projeção em séries temporais, tendo em vista que as projeções com modelo gravitacional, em geral, são feitas para *cross section* ou em dados em painel. Enquanto o teste do coeficiente de determinação mostra bons números, mesmo com o R-quadrado ajustado sendo de aproximadamente 60%, pois a literatura do modelo gravitacional aponta que o coeficiente de determinação entre 50% e 60% é aceitável. (Cardoso, 2011; Campos, 2013 *apud* Mazzuchetti & Shikida, 2017).

Ainda assim, é do entendimento dos autores de que o presente artigo apresenta um avanço em relação ao que fora apresentado por Mazzuchetti & Shikida (2017), pois aqueles autores propuseram a aplicação do modelo desenvolvido por eles para o caso brasileiro. O que o presente artigo demonstrou é a não validade desta aplicação, pelo menos sob a utilização de séries temporais.

Além disso, os modelos gravitacionais comumente são aplicados para fluxos comerciais como um todo, sendo reconhecido por Mazzuchetti & Shikida (2017) que a aplicação deste tipo de modelagem em apenas um produto

é algo pouco usual, o que exige certas adaptações. Dado que a aplicação do modelo especificamente ao açúcar já é, de certa forma, uma adaptação, a conseguinte adaptação para as exportações de açúcar de somente um país, o Brasil, pode ter ocasionado certas distorções em relação ao modelo.

Dois sugestões podem ser feitas para futuros avanços destes resultados: a primeira seria a aplicação do modelo para outros setores, como serviços e para turismo, que possuem respaldo na literatura econômica sobre modelos gravitacionais; e a aplicação deste modelo, também para o caso brasileiro de exportação de açúcar, mas sob a perspectiva de dados em painel, visto que este tipo de análise é a mais difundida entre os estudos de modelagem gravitacional do comércio.

REFERÊNCIAS

BRASIL DISTÂNCIA. 2021. <http://www.brasildistancia.com/cc/BR-BR>. Acesso em: 20 abr. 2021.

CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. Indicador Semanal do Etanol Hidratado Combustível CEPEA/ESALQ. 2021.

<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/etanol.aspx>. Acesso em: 20 abr. 2021.

CONFORTI, P. & RAPSOMANISKIS, G. The impact of the European Union sugar policy reform on developing and least developed countries. In: FAO Commodity Market Review, p. 89-124, 2005.

COOPER, J. M. Product Reformulation – can sugar be replaced in foods? International Sugar Journal, vol. 114, n. 1365, 2012.

GUJARATI, D. N. & PORTER, D. C. Econometria Básica (5ª ed.). AMGH Editora Ltda, 2011.

IMF – International Monetary Fund. 2021. <https://www.imf.org/en/Countries>. Acesso em: 20 abr. 2021.

MAZZUCHETTI, R. N. & SHIKIDA, P. F. A. O comércio internacional do açúcar sob a perspectiva do

modelo gravitacional. Revista de Ciências Agrárias, 40(2): 471-482, 2017. <http://dx.doi.org/10.19084/RCA16062>.

NOVACANA. 2021. <https://www.novacana.com/data/dados/>. Acesso em: 20 abr. 2021.

USDA – UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Foreign Agricultural Service. Sugar: World Markets and Trade. 24 nov, 2020. <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/Sugar.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2021.

VIDAL, F. Produção e Mercado de Açúcar. Caderno Setorial ETENE, Ano 5, nº 122, 2021.

WOOLDRIDGE, J. Introductory Econometrics: A Modern Approach (4th ed.). South-Western Cengage Learning, 2010.