

MODELO INSUMO PRODUTO INTER- REGIONAL PARA AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE FENÔMENOS CLIMÁTICOS NA OFERTA DE CEREAIS NO RIO GRANDE DO SUL

*Inter-regional input-output model for economic evaluation of
climate phenomena on cereal supply in Rio Grande do Sul*

*Modelo insumo-producto interregional para evaluación
económica de fenómenos climáticos en la oferta de cereales
en Rio Grande do Sul*

DOI: 10.48075/igepec.v27i2. 31063

Verônica Botelho de Souza
Rodrigo da Rocha Gonçalves
Cassius Rocha de Oliveira
João Felipe Alves Moreira Portugal

MODELO INSUMO PRODUTO INTER-REGIONAL PARA AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE FENÔMENOS CLIMÁTICOS NA OFERTA DE CEREAIS NO RIO GRANDE DO SUL

Verônica Botelho de Souza
Rodrigo da Rocha Gonçalves
Cassius Rocha de Oliveira
João Felipe Alves Moreira Portugal

*Inter-regional input-output model for economic evaluation of climate phenomena
on cereal supply in Rio Grande do Sul*

*Modelo insumo-producto interregional para evaluación económica de fenómenos
climáticos en la oferta de cereales en Rio Grande do Sul*

Resumo: As mudanças climáticas estão se tornando um motivo de preocupação para a agricultura de cereais em todo o mundo. No Brasil, o estado do Rio Grande do Sul é altamente representativo neste tipo de cultura agrícola, com participação de 60% na produção nacional. Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi analisar os impactos econômicos das anomalias climáticas do El Niño e La Niña na oferta de cereais no estado do Rio Grande do Sul (RS) e no restante do Brasil (RB) entre 2008 e 2015. Os maiores impactos positivos ocorreram nos anos de 2011 e 2013, enquanto os períodos com os maiores efeitos negativos foram observados nos anos de 2012 e 2015. Os setores mais impactados foram: alimentos, bebidas e fumo; pecuária e pesca; serviços de habitação e alimentação, que são os maiores compradores de cereais. Em termos gerais, no período as perdas acumuladas no RS somaram R\$ 112 milhões em produção, R\$ 24 milhões em exportações e 705 empregos diretos e indiretos.

Palavras-chave: Agricultura de Cereais; Matriz Insumo Produto; El Niño; La Niña.

ABSTRACT: Climate change is becoming a cause of concern for cereal farming around the world. In Brazil, the state of Rio Grande do Sul is highly representative in this type of agricultural crop, with a 60% participation in the national production. In this sense, the objective of this paper was to analyze the economic impacts of the climatic anomalies of El Niño and La Niña on cereal supply in the state of Rio Grande do Sul (RS) and the rest of Brazil (RB) between 2008 and 2015. The greatest positive impacts occurred in the years 2011 and 2013, while the periods with the greatest negative effects were observed in the years of 2012 and 2015. The sectors most impacted were: food, beverages and tobacco; livestock and fisheries; housing and food services, which are the largest buyers of cereals. In general terms, accumulated losses in the RS totaled R\$ 112 million in production, R\$ 24 million in exports and 705 direct and indirect jobs.

Keywords: Cereal agriculture; Input Output Matrix; El Niño; La Niña.

RESUMEN: El cambio climático se está convirtiendo en una preocupación para la agricultura de cereales en todo el mundo. En Brasil, el estado de Rio Grande do Sul es altamente representativo de este tipo de cultivo agrícola, con una participación del 60% de la producción nacional. En ese sentido, el objetivo de este trabajo fue analizar los impactos económicos de las anomalías climáticas de El Niño y La Niña sobre la oferta de cereales en el estado de Rio Grande do Sul (RS) y en el resto de Brasil (RB) entre 2008 y 2015. Los impactos positivos ocurrieron en 2011 y 2013, mientras que los periodos con mayores efectos negativos se observaron en 2012 y 2015. Los sectores más impactados fueron: alimentos, bebidas y tabaco; ganadería y pesca; servicios de vivienda y alimentación, que son los mayores compradores de cereales. En términos generales, en el período, las pérdidas acumuladas en Rio Grande do Sul totalizaron R\$ 112 millones en producción, R\$ 24 millones en exportaciones y 705 empleos directos e indirectos.

Palabras clave: Agricultura cerealera; Matriz Insumo-Producto; El Niño; La Niña.



INTRODUÇÃO

As temperaturas de diversas regiões do planeta estão sofrendo alterações cada vez mais intensas como consequências do aquecimento global, oriundo em parte do sistema produtivo e do perfil de consumo da sociedade. Uma das anomalias geradas pelas alterações climáticas é o fenômeno *El Niño*-Oscilação Sul (ENOS) (OLIVEIRA, 2001).

O evento mais recente, considerado de grande intensidade, ocorreu no período de 2014/2015 e afetou fortemente a África, provocando uma forte alta nos preços dos alimentos. A incerteza do que pode ocorrer nos próximos anos, tendo em vista a severidade cada vez maior dos fenômenos, se tornou motivo de preocupação para os produtores, visto que as consequências são observadas em diversos setores da economia, principalmente no setor agrícola (UNICEF, 2016).

A ocorrência do fenômeno ENOS, afeta principalmente a safra agrícola de cereais. No Brasil, o Rio Grande do Sul é um estado que se destaca na produção de arroz, trigo e milho, com participação em torno de 60% na produção nacional, conforme o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2017).

Diante disso, o objetivo deste trabalho é analisar os impactos econômicos setoriais do *El Niño*-Oscilação Sul (ENOS) sobre a oferta de cereais do Rio Grande do Sul. Assim, tornando possível verificar a resposta dos demais setores da economia aos choques de oferta no setor de cereais em relação às manifestações de anomalias climáticas presentes em cada ano.

A metodologia utilizada no estudo é um modelo de Matriz Insumo Produto (I-O) inter-regional para o Rio Grande do Sul e o Resto do Brasil, o qual desagrega o setor de cereais do restante da agricultura para verificar com maior precisão os impactos provenientes de choques na oferta. Na literatura econômica nacional, encontram-se poucos trabalhos que analisam efeitos de fenômenos climáticos sobre a agricultura de cereais, principalmente utilizando modelos de equilíbrio geral inter-regional.

O presente trabalho foi estruturado da seguinte forma: a primeira seção é destinada a introdução; na segunda seção, serão apresentados os principais aspectos teóricos e empíricos sobre o fenômeno climático ENOS e sua relação com a agricultura; na terceira seção, apresentam-se metodologia e a base de dados. Na quarta seção, discutem-se os resultados e, por último, ressaltam-se as principais contribuições do trabalho na seção cinco.

2 - FENÔMENO EL NIÑO-OSCILAÇÃO SUL E AGRICULTURA

2.1 – ENOS OSCILAÇÃO SUL, OS FENÔMENOS *EL NIÑO* E *LA NIÑA* E POSSÍVEIS EFEITOS

O fenômeno *ENOS* ocorre através de interações entre o oceano e a atmosfera, em que, de acordo com Oliveira (1999), possibilita um aquecimento anormal das águas do Oceano Pacífico. Segundo Vianna e Sentelhas (2014), mesmo o fenômeno sendo observado recorrentemente, não é possível realizar previsões exatas. As alterações que surgem em função de *El Niño* e *La Niña* podem ter diferentes

consequências dependendo do local em que surgem, assim como não apresentam causas definidas que determinem sua ocorrência, tratando-se assim, de uma anomalia.

De acordo com o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), o fenômeno ENOS é caracterizado por anomalias positivas (*El Niño*) ou negativas (*La Niña*). As duas anomalias afetam diretamente as águas do Oceano Pacífico, com o *El Niño* causando o aquecimento e o *La Niña* provocando o esfriamento das águas. Os fenômenos interferem na distribuição das chuvas, causando períodos de cheias ou de secas, dependendo da intensidade do fenômeno.

As ocorrências de anomalias positivas, *El Niño*, provocam a diminuição da força dos ventos alísios, fazendo com que eles não parem de soprar, invertendo seu sentido em algumas regiões. Assim, o Oceano Pacífico começa a aquecer, gerando evaporação, formação de nuvens, e, conseqüentemente, precipitações (OLIVEIRA, 2001).

Nesse contexto, a ocorrência do fenômeno *ENOS* desencadeia uma série de anomalias no clima em diversos locais do mundo (DA CUNHA *et al.*, 2011). No caso do Brasil, o país sofreu fortemente com os impactos do fenômeno *ENOS* entre 1997 e 1998, tanto na região nordeste, enfrentando períodos de seca, quanto no extremo sul do país, sofrendo períodos de chuvas intensas (OLIVEIRA e SATYAMURTY, 1998).

Tal configuração de efeitos opostos é consequência da variabilidade climática que o país apresenta, fazendo com que diferentes regiões tenham diferentes impactos. No evento de 1997/1998, o aquecimento das águas do oceano se espalhou pela América do Norte e acabou chegando à América do Sul, alterando a temperatura e o regime de chuvas da região, causando impactos de grande perda da produção agrícola brasileira (CAPOTONDI *et al.*, 2015; TERACINES, 2000).

Ainda na esfera nacional, o *El Niño* tem dois efeitos marcantes no país: o aumento da chuva no Sul e a redução da chuva sobre no Nordeste. Nos anos de manifestação do *La Niña*, os sistemas frontais passam mais rapidamente pelo Sul do Brasil (CLIMATEMPO, 2018), por isso, as precipitações ficam abaixo da média climatológica para grande parte desta região (BERLATO e FONTANA, 2003).

Ademais, Grimm (2003) aponta o verão como o período em que mais ocorrem precipitações. As mudanças no padrão de chuvas geradas por acontecimentos climáticos anômalos se refletem fortemente no setor agrícola. Muitas culturas necessitam das chuvas que ocorrem no verão, e sua ausência acaba gerando perda na produção agrícola em várias partes do país.

Tais efeitos climáticos afetam a agricultura e determinam a adequação dos suprimentos alimentícios de dois modos principais: *i*) através dos imprevistos climáticos para as lavouras e *ii*) por meio do controle exercido pelo clima sobre o tipo de agricultura praticável ou viável numa determinada área (AYOADE, 2012).

No caso da produção de arroz, a ocorrência de eventos climáticos extremos modifica as condições do clima e acaba gerando dificuldades no período de semeadura da cultura, principalmente no sul do Brasil em que o manejo da semente ocorre no verão (DA CUNHA, 2011).

Nesse sentido, de acordo com a Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado (SOSBAI, 2014), eventos de *El Niño* prejudicam a cultura do grão em mais de 50%, pois aumentam o volume de chuvas nos meses de semeadura, além de muitas vezes gerar enchentes e levar à perda de lavouras. Para o caso do *La Niña*, o órgão observa

que essa variação do fenômeno *ENOS* torna favorável a cultura do arroz na maioria dos casos observados, justamente por diminuir o volume de chuvas.

Diante disso, no intuito de obter melhores previsões dos fenômenos climáticos, pesquisas sobre os impactos das oscilações do clima no rendimento das culturas seriam uma grande contribuição para a garantia de segurança alimentar, dada a estreita relação entre oferta e demanda na alimentação mundial (HEINO *et al.*, 2018).

2.2 – EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS: AGRICULTURA E O FENÔMENO *ENOS*

A utilização de modelos econométricos e de equilíbrio geral, como forma de estimar e provar a existência de influências climáticas na produção e nos preços, têm se mostrado de grande interesse dos pesquisadores da área de economia agrícola. Os eventos anômalos do clima apresentam consequências para as condições climáticas globais e, portanto, para a produção e preços agrícolas.

Para este fim, vários estudos encontraram correlações estatisticamente significativas e uma grande variabilidade de resultados entre a ocorrência do fenômeno *ENOS* e o comportamento econômico de produtos agrícolas. No quadro 1, realizamos uma síntese da literatura internacional que avalia os impactos de fenômenos climáticos sobre a agricultura.

Quadro 1 – Síntese da literatura internacional de impactos de fenômenos climáticos sobre a agricultura

Autores	Objetivo	Metodologia	Contribuições e resultados
Handler (1984)	Avaliou se a variação anual do rendimento de milho nos Estados Unidos estava intimamente associada a ocorrência de anomalias de temperatura da superfície do mar no Oceano Pacífico	Modelos estatísticos	Encontrou uma correlação entre as temperaturas da superfície do mar e a variação do rendimento anual da produção de milho de modo a concluir que os eventos geram um crescimento acima da média na safra de milho.
Kepenke (1995)	Examinou a relação entre os movimentos mensais dos preços futuros da soja e os eventos climáticos	Econometria de Séries temporais	A partir da exploração dos dados foi identificado um ciclo de 48 meses nos preços futuros da soja relacionado a ocorrência dos fenômenos climáticos que levaram à condições de seca.
Hansen (1998)	Analisou o fenômeno para o caso da agricultura no sudeste dos Estados Unidos. O pesquisador testou a hipótese da existência de influência das anomalias através análise de variância (ANOVA) para cada variável (rendimento, área colhida, preço e valor).	Econometria de Séries temporais	Os resultados obtidos no estudo confirmaram a hipótese de que o fenômeno climático influencia o valor total das culturas nos estados da região sudeste. Por tratar de todas as culturas, o pesquisador utilizou medidas para evitar resultados espúrios e isso gerou uma ineficiência para identificar um efeito da anomalia nos preços

			específicos de cada cultura.
Winters <i>et al.</i> (1998)	Utilizaram um modelo de Equilíbrio Geral com um setor agrícola multimercado para analisar o impacto das mudanças climáticas globais e dos eventos climáticos extremos nos países em desenvolvimento	Equilíbrio geral computável	As principais conclusões do estudo foram que as mudanças climáticas causaram redução nos rendimentos globais, conduzindo à redução do comércio mundial. O continente africano foi o mais afetado, isto porque para a maioria dos países, a agricultura é o maior contribuinte para o PIB.
Adams et al. (1999)	Quantificaram as consequências econômicas dos eventos climáticos na agricultura dos Estados Unidos.	Modelo econômico estocástico	Encontraram prejuízos econômicos para a agricultura dos EUA tanto na fase de El Niño quanto de La Niña.
Cadson et al. (1996)	Mensuraram os impactos do fenômeno na região centro-oeste dos Estados Unidos para a cultura do milho. A pesquisa foi feita a partir de dados mensais de precipitação de 1890 a 1991 e dados de rendimento do milho para cada estado.	Modelos estatísticos	O estudo encontrou nas fases de El Niño diminuição na produção e nas fases de La Niña um aumento na produção de milho.
Letson e McCullough (2001)	Observaram para os Estados Unidos o comportamento mensal dos preços da soja e a relação deles com os fenômenos climáticos.	Econometria de Séries temporais	Os resultados apontaram a inexistência de alguma relação significativa entre as séries observadas.
Brunner (2002)	Analizou os impactos do El Niño-Oscilação Sul nos preços mundiais e na atividade econômica dos países componentes do G7.	Econometria de Séries temporais	Os resultados encontrados apontaram efeitos do fenômeno ENOS nos preços reais mundiais das mercadorias agrícolas
Zubair (2002)	Relacionou o <i>El Niño</i> com a produção de arroz em duas regiões do Sri Lanka, Maha e Yala.	Modelos estatísticos	O estudo encontrou evidências que as alterações climáticas geram mudanças significativas em ambas regiões. Em Maha o as condições de <i>El Niño</i> levam a um aumento na produção média de arroz, e na região de Yala ocorre uma redução.
Gimeno (2002)	Avaliou o impacto do fenômeno <i>El Niño</i> -Oscilação Sul nas culturas mais importantes da Espanha.	Modelos estatísticos	O resultado foi a existência de uma influência fraca dos fenômenos e uma resposta forte nas fases neutras, sendo significativa para limão, trigo, centeio e oliva.

Diersen <i>et al.</i> (2002)	Examinaram o impacto econômico da seca de 2002 em Dakota do Sul, nos Estados Unidos.	Matriz Insumo Produto	Os autores mensuraram os impactos diretos e indiretos da seca sobre as colheitas e a agropecuária, bem como os efeitos secundários em toda a economia. Os impactos foram estimados em U\$ 1,8 bilhão.
Perez e Barreiro (2009)	Utilizaram a estrutura da matriz de Leontief para avaliar os impactos socioeconômicos da seca que ocorreu na bacia do rio Ebro, na Espanha.	Matriz Insumo Produto	Os resultados empíricos mostraram um impacto direto de uma perda de produção de 482 milhões de euros nos setores agricultura e energia, e uma perda de produção induzida de € 377 milhões em outros setores.
Ubilava (2014)	Examinou o efeito do ENOS na dinâmica do preço do trigo nos Estados Unidos, Canadá, Austrália, União Europeia e Argentina.	Econometria de séries temporais	A contribuição foi que o <i>El Niño</i> resulta na redução do preço do trigo, enquanto o <i>La Niña</i> resulta em elevações nos preços do trigo. O efeito do segundo foi maior quando comparado ao primeiro.
Magaña <i>et al.</i> (2016)	Quantificaram se o fenômeno <i>El Niño</i> afeta os preços agrícolas internacionais no mercado interno mexicano.	Econometria de séries temporais	O resultado encontrado foi de que o fenômeno <i>El Niño</i> afeta os preços internacionais e que o grupo dos cereais é que sofre a maior influência.
Ubilava (2017)	Examinou o efeito do ENOS na dinâmica dos preços internacionais do trigo nos Estados Unidos, União Europeia, Austrália, Canadá e Argentina.	Econometria de séries temporais (STVAR-Tree)	Verificou que os preços do trigo tendem a aumentar após os eventos de <i>La Niña</i> e diminuem após os eventos de <i>El Niño</i> .

Fonte: Elaboração dos autores.

Já em âmbito nacional, uma série de estudos também foram conduzidos na direção de analisar os impactos do fenômeno *ENOS* em determinados tipos de grãos e cereais, como: Feijão (KIYUNA e ASSUMPÇÃO, 2001); trigo (PRELA, 2005); milho (CHIMELI *et al.*, 2008); e sobre as culturas de arroz, milho e trigo conjuntamente (NICKNICH, 2005).

Adicionalmente, os trabalhos de Fochezatto e Grando (2011) e Torezani, Caldas e Caldeira (2016) relacionam os efeitos da estiagem e da quebra de safra de soja na economia do Rio Grande do Sul respectivamente, onde ambos apontaram para perdas significativas no PIB estadual, e, conseqüentemente, no PIB nacional.

Contudo, observa-se uma carência de trabalhos que avaliem especificamente os impactos de fenômenos climáticos sobre a oferta de cereais no Rio Grande do Sul, tendo em vista que o estado, além de ser o maior produtor de arroz no Brasil

(NUNES, 2017), é responsável por 38% do trigo produzido no país (CONAB, 2017). Tais cereais, juntamente com o milho, são os mais produzidos e consumidos mundialmente (ALESSIO BARBOSA *et al.*, 2021), evidenciando assim, a relevância econômica gaúcha no setor.

Nesse sentido, o presente trabalho busca preencher uma lacuna importante na literatura econômica nacional, visando compreender como os fenômenos climáticos, em particular o fenômeno *ENOS*, podem impactar na oferta de cereais no Rio Grande do Sul e, por conseguinte, quais os efeitos de tais impactos nos demais setores da economia gaúcha e brasileira.

3 – MÉTODOLOGIA E BASE DE DADOS

3.1 – PRINCIPAIS CONCEITOS DE MATRIZ INSUMO PRODUTO

Guilhoto (2011) menciona que o papel da economia é relacionar a oferta e a demanda com os demais setores de atividades. Assim, o autor salienta que Leontief obteve uma fotografia econômica na qual mostrou como os setores estão relacionados entre si, quais setores compram e quais vendem. A partir da análise realizada por Leontief, foi possível observar como cada setor se torna mais ou menos dependente dos outros.

Assumindo-se que os fluxos intermediários por unidade do produto final são fixos, pode-se derivar o sistema aberto de Leontief e encontrar como resultado uma equação escrita de forma matricial:

$$Ax + y = x \quad (1)$$

onde: A é a matriz de coeficientes diretos de insumo de ordem $(n \times n)$ e y são vetores colunas de ordem $(n \times 1)$

Resolvendo a equação (1) é possível se obter a produção total que é necessária para satisfazer a demanda final, ou seja,

$$x = (I - A)^{-1}y \quad (2)$$

onde: $(I - A)^{-1}$ é a matriz de coeficientes diretos e indiretos, ou a matriz de Leontief.

Em $B = (I - A)^{-1}$ elemento b_{ij} deve ser interpretado como sendo a produção total do setor i que é necessária para produzir uma unidade de demanda final do setor j .

Conforme Guilhoto (2011), no sistema inter-regional, ocorre uma troca de relações entre as regiões, exportações e importações, que são expressas através do fluxo de bens destinados tanto ao consumo intermediário como a demanda final.

A maior característica do modelo inter-regional, de acordo com Porsse, Haddad e Ribeiro (2003), é estimar o destino das transações pertinentes ao comércio inter-regional, o que permite entender o padrão das interações econômicas estruturais no contexto do recorte espacial analisado.

3.2 – CHOQUES DE OFERTA NO MODELO INSUMO PRODUTO

Buscando realizar os choques de oferta adaptou-se o modelo Ghosh (1958)¹, Conforme Miller e Blair (2009) deve-se substituir os vetores de demanda final e total pelos vetores do valor adicionado e da produção bruta, recalculando os coeficientes técnicos e dividindo o consumo intermediário pelo total das linhas.

$$\overrightarrow{a_{ij}} = \frac{X_{ij}}{X_j} \quad (3)$$

$$X_j - \sum_{i=1} \overrightarrow{a_{ij}} X_j = V_j \quad (4)$$

$$X - \overrightarrow{A}X = VA \quad (5)$$

$$X = (I - \overrightarrow{A})^{-1}V \quad (6)$$

As setas sobre os coeficientes técnicos indicam que eles foram divididos pelo total da linha. Os coeficientes da matriz inversa indicam as mudanças na produção setorial resultantes de uma determinada variação no valor adicionado. O somatório das linhas mostra a variação total na produção decorrente da variação de uma unidade do valor adicionado dos respectivos setores. Com a expressão (6) é possível determinar os efeitos multiplicadores de variações no valor adicionado bruto de cada atividade na produção setorial e para o conjunto da economia.

A partir da equação (6) é possível construir um simulador que mensura como os choques de oferta (no valor adicionado bruto) afetam a produção por setor. Tal simulador pode ser descrito matematicamente da seguinte forma:

$$SP_j = \sum_{i=1}^n b_{ij} \text{choque}_i \quad (7)$$

Onde SP_j representa qual o impacto em cada setor de um determinado choque de oferta, principalmente como o setor que recebe o choque reage direta e indiretamente. No caso deste trabalho, os ganhos ou perdas de valor adicionado e $(I - \overrightarrow{A})^{-1}$ são chamados de $\overrightarrow{b_{ij}}$ ou matriz de Leontief do lado da oferta.

Além disso, partindo dos impactos na produção (7) e dos geradores de exportações e emprego, pode-se calcular como os ganhos ou perdas no VAB afetam as exportações e o emprego.

3.3 – BASE DE DADOS

A base de dados utilizada para realizar o estudo foi a MIP inter-regional Rio Grande do Sul–Restante do Brasil, elaborada pelo Núcleo de Economia Regional e Urbana da USP–NEREUS em 2008. A matriz inter-regional foi construída a partir das contas nacionais e regionais e compreende 26 setores de atividade econômica.

¹ Para ver uma melhor descrição do modelo proposto ver página 543 Miller e Blair (2009).

Além disso, foram utilizados dados do IBGE (2008) para desagregar a agricultura de cereais do restante da agricultura no Rio Grande do Sul e no Brasil, totalizando 27 setores.

Já para observar a interação entre os fenômenos climáticos e a oferta de cereais, foi utilizada a relação de intensidades e anos de ocorrência do fenômeno disponibilizada pelo Golden Gate Weather Services, como é possível observar na figura abaixo.

Figura 1 – Intensidades *El Niño* e *La Niña*

El Niño				La Niña		
Weak - 10	Moderate - 7	Strong - 5	Very Strong - 3	Weak - 10	Moderate - 4	Strong - 7
1952-53	1951-52	1957-58	1982-83	1954-55	1955-56	1973-74
1953-54	1963-64	1965-66	1997-98	1964-65	1970-71	1975-76
1958-59	1968-69	1972-73	2015-16	1971-72	1995-96	1988-89
1969-70	1986-87	1987-88		1974-75	2011-12	1998-99
1976-77	1994-95	1991-92		1983-84		1999-00
1977-78	2002-03			1984-85		2007-08
1979-80	2009-10			2000-01		2010-11
2004-05				2005-06		
2006-07				2008-09		
2014-15				2016-17		
				2017-18		

Fonte: Golden Gate Weather Services (2018).

Com o objetivo de mensurar perdas e ganhos em valor adicionado bruto, foram observados os dados disponíveis no levantamento sistemático da produção agrícola, divulgado mensalmente pelo IBGE. Deste modo, foi calculada a produção total da safra esperada e efetiva para cada uma das culturas pertencentes ao grupo dos cereais, tornando possível quantificar perdas e ganhos na produção.

As estimativas de ganho/perda resultaram da comparação entre a safra esperada e a efetiva. Os valores obtidos permitiram encontrar o valor adicionado bruto para realizar os choques de oferta na matriz e avaliar as perdas e ganhos em milhões de reais e seus impactos nos demais setores da economia. A Tabela 1 mostra os valores encontrados.

Tabela 1 – Produção de Cereais Esperada e Obtida

ANO	ESPERADA	OBTIDA	PERDAS/GANHOS	VARIAÇÃO PERCENTUAL	PERDA/GANHO VAB
2007	11160968	12309254	1148286	0,1028	R\$ 256,23
2008	12653998	12568328	-85670	-0,00673	-R\$ 24,77
2009	12747642	12164750	-582892	-0,04571	-R\$ 152,48
2010	12021500	12508989	487489	0,0405	R\$ 133,34
2011	13220900	14712854	1491954	0,1128	R\$ 391,93
2012	12853400	10847284	-2006116	-0,1560	-R\$ 509,75
2013	12726400	13661620	935220	0,0734	R\$ 324,74
2014	13869766	14069009	199243	0,01436	R\$ 66,68
2015	13932495	13056986	-875509	-0,0628	-R\$ 309,44

Fonte: Elaboração dos autores a partir de dados da LSPA, Produção em toneladas e valores em milhões.

Os impactos observados neste trabalho foram referentes ao período entre 2008 e 2015. Partiu-se do pressuposto que os coeficientes técnicos não foram modificados no tempo, seguindo a estrutura da matriz inter-regional e possibilitando quantificar as perdas e ganhos reais relacionadas aos fenômenos climáticos por ano.

4 – ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES

O setor de cereais foi desagregado e inserido como setor específico na MIP Rio Grande do Sul-Resto do Brasil. A tabela no Apêndice A.1 apresenta um resumo dos dados da MIP que foram utilizados no modelo inter-regional e nos cálculos da matriz de requisitos técnicos diretos e indiretos do lado da oferta.

Utilizando como base a Tabela 1, o ponto inicial da análise consiste em verificar os acontecimentos no ano de 2008, onde o Rio Grande do Sul apresentou uma redução do Valor Adicionado Bruto (VAB) de cereais, estimada em R\$ 24 milhões de reais. Este valor não tão significativo, quando comparado aos anos seguintes, foi resultado de um ano anterior com ocorrência de um *La Niña* extremamente forte. O fenômeno *La Niña* é favorável para a cultura do arroz, por isso o resultado em 2008 levou a uma perda pequena de VAB, não afetando o grupo de cereais, no qual o arroz predomina.

Em 2009, o setor de cereais no RS sofreu uma perda de aproximadamente R\$ 152 milhões de reais em VAB. Em 2008, a ocorrência de um forte *La Niña* favoreceu a cultura do arroz e resultou em mínimas perdas no setor cereais. Porém, em 2009, os efeitos do forte *La Niña* foram sentidos nas lavouras de milho, fazendo com que o cereal sofresse grandes reduções com a estiagem, fato que resultou em grande perda de valor adicionado bruto no setor cereais.

Em 2010, o VAB do setor de cereais no RS estabilizou-se em comparação à redução ocorrida no ano anterior. O fenômeno *El Niño* retirava-se lentamente e dava espaço ao início de um forte *La Niña*, favorecendo novamente a produção de arroz e

impactando de maneira positiva no setor de cereais. O setor experimentou um ganho de 133 milhões de reais neste ano.

No ano de 2011 ocorreu um ganho no VAB. O setor de cereais apresentou um ganho de R\$ 391 milhões de reais. Tal aumento no setor está relacionado com a ocorrência de um *La Niña* de forte intensidade observado em 2010, favorecendo a produção do ano seguinte e beneficiando os produtores de cereais.

Neste mesmo período, a FAO (2016) realizava uma projeção positiva sobre a produção de milho e previa uma safra recorde para o arroz, um total de R\$ 506,6 milhões de toneladas no estoque global de grãos e um aumento de 3,3% em comparação a temporada anterior.

Em contrapartida, no ano de 2012 ocorreu uma perda de VAB de aproximadamente R\$ 509 milhões de reais, aproximadamente uma redução de 15%. A estiagem permaneceu por muito tempo e acabou prejudicando as produções de milho e arroz.

Segundo dados do Valor Econômico (2011), a safra de verão 2011/12 no Rio Grande do Sul, acumulou uma quebra de 31,5% em relação à previsão inicial, para 16,267 milhões de toneladas de soja, milho, arroz e feijão devido a estiagem.

Em 2013, ocorreu um ganho na produção estimado em R\$ 324 milhões de reais, após um forte *La Niña* no ano anterior, o fenômeno se instalou de maneira moderada, favorecendo o reestabelecimento da produção de arroz no Rio Grande do Sul.

No ano de 2014, o ganho em VAB ficou em aproximadamente 66 milhões de reais, recordando o pequeno ganho ocorrido em 2008, resultado de um ano com *La Niña* moderado terminando, tornando os efeitos dos fenômenos quase neutros.

Por fim, em 2015, uma redução de aproximadamente R\$ 300 milhões de reais no VAB do setor de cereais marcou o ano. A queda foi consequência de um *El Niño* que se manifestou em 2014 e atingiu fortemente o RS em 2015. Em razão das complicações na safra gaúcha, a produção nacional de arroz foi inferior a 11 milhões de toneladas, enquanto o consumo ultrapassou 12 milhões (FOLHA, 2015).

Por sua vez, as tabelas 2, 3 e 4 apresentam os impactos econômicos na produção, nas exportações e no emprego, oriundos de choques na oferta de cereais no Rio Grande do Sul em virtude da ocorrência dos fenômenos *La Niña* e *El Niño*.

Tabela 2 – Impactos econômicos de choques de oferta na produção da agricultura de cereais no Rio Grande do Sul

SETORES	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	-0,53	-3,24	2,84	8,34	-10,84	6,91	1,42	-6,58
2	-25,05	-154,2	134,87	396,4	-515,6	328,46	67,44	-313
3	-0,71	-4,39	3,84	11,29	-14,68	9,35	1,92	-8,91
4	0	-0,01	0,01	0,02	-0,03	0,02	0	-0,02
5	-7,31	-45,03	39,38	115,7	-150,5	95,9	19,69	-91,38
6	-0,08	-0,52	0,46	1,34	-1,75	1,11	0,23	-1,06
7	-0,05	-0,34	0,29	0,87	-1,13	0,72	0,15	-0,68
8	-0,02	-0,12	0,11	0,31	-0,41	0,26	0,05	-0,25
9	-0,21	-1,3	1,14	3,35	-4,36	2,78	0,57	-2,64
10	-0,05	-0,31	0,27	0,8	-1,04	0,67	0,14	-0,63
11	-0,01	-0,05	0,04	0,12	-0,15	0,1	0,02	-0,09
12	-0,03	-0,17	0,15	0,44	-0,57	0,36	0,07	-0,34
13	-0,01	-0,07	0,06	0,18	-0,24	0,15	0,03	-0,15
14	-0,01	-0,04	0,04	0,11	-0,15	0,09	0,02	-0,09
15	-0,02	-0,13	0,11	0,33	-0,43	0,27	0,06	-0,26
16	-0,02	-0,11	0,1	0,29	-0,38	0,24	0,05	-0,23
17	-0,01	-0,04	0,03	0,09	-0,12	0,08	0,02	-0,07
18	-0,02	-0,12	0,11	0,32	-0,41	0,26	0,05	-0,25
19	-0,02	-0,14	0,12	0,36	-0,47	0,3	0,06	-0,28
20	-0,02	-0,11	0,1	0,29	-0,38	0,24	0,05	-0,23
21	-0,12	-0,71	0,62	1,83	-2,39	1,52	0,31	-1,45
22	-0,01	-0,08	0,07	0,21	-0,27	0,17	0,04	-0,17
23	0	-0,01	0,01	0,03	-0,04	0,02	0,01	-0,02
24	-0,36	-2,2	1,92	5,66	-7,36	4,69	0,96	-4,47
25	-0,04	-0,25	0,22	0,65	-0,85	0,54	0,11	-0,51
26	-0,04	-0,25	0,22	0,64	-0,83	0,53	0,11	-0,5
27	0	0	0	0	0	0	0	0
Total RS	-34,82	-214,4	187,45	551	-716,6	456,53	93,74	-435

Fonte: Resultados da pesquisa.

Em 2008, um choque no VAB do setor de cereais gerou R\$ 24 milhões de reais em perdas, impactando além do próprio setor de cereais (2), os setores que mais demandam cereais, tais como, alimentos, bebidas e fumo (5) e pecuária e pesca (3). As perdas também refletiram negativamente no setor de produtos químicos e farmacêuticos, responsável pelo fornecimento de fertilizantes entre outros produtos para a agricultura. O estado do Rio Grande do Sul totalizou uma perda de R\$ 34 milhões no ano de 2008.

A matriz base é referente ao ano de 2008, mas também foram simulados os efeitos de um choque de oferta de cereais para os anos seguintes. Em 2009, os setores mais impactados permaneceram os mesmos do ano anterior. O diferencial é que no ano de 2009 os efeitos estenderam-se para o setor de serviços de alojamento e

alimentação. Em 2011 estes serviços apresentaram um ganho estimado em R\$ 5 milhões de reais e, no ano seguinte, uma redução de aproximadamente R\$ 7 milhões.

O total de perdas em 2009 ficou em torno R\$ 215 milhões de reais, seguido pelo ano de 2010 com um ganho de 187 milhões de reais, e 2011 com um aumento maior ainda, R\$ 550 milhões de reais. Em 2012, ocorreu a maior perda total do RS em comparação aos demais períodos observados, cerca de R\$ 700 milhões de reais.

Nos anos seguintes, os setores que apresentaram os maiores impactos continuaram sendo: alimentos, bebidas e fumo; pecuária e pesca; serviços de alojamento de alimentação e o setor de produtos químicos e farmacêuticos.

Os choques de VAB na produção entre 2008 e 2015, conforme os resultados da Tabela 2, indicam que a economia gaúcha registrou perdas (considerando a soma de perdas e ganhos por ano) na produção em torno de R\$ 112 milhões de reais decorrentes dos fenômenos climáticos.

As perdas e os ganhos menos significativos ocorreram nos anos de 2008 e 2014. Nestes períodos, os fenômenos estavam ocorrendo com fraca intensidade. A ocorrência de fenômenos climáticos provoca tanto ganhos quanto perdas, já a ausência das anomalias reduz significativamente os ganhos e perdas. No RS, em períodos com presença de eventos climáticos, os ganhos não foram suficientes para superar as reduções, gerando um resultado final negativo para os demais setores da economia do estado.

Cabe mencionar que os choques de VAB também afetam a produção do restante do Brasil. Em linhas gerais, os setores mais compradores da agricultura de cereais são também os mais afetados.

Na Tabela 3, demonstramos como choques de oferta na agricultura de cereais do Rio Grande do Sul impactam nas exportações dos demais setores da economia entre 2008 e 2012.

Tabela 3 – Impactos econômicos de choques de oferta da agricultura de cereais nas exportações

SETORES	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	-0,092	-0,560	0,490	1,450	-1,890	1,200	0,250	-1,140
2	-4,011	-24,690	21,590	63,460	-82,540	52,580	10,800	-50,100
3	-0,062	-0,380	0,340	0,990	-1,280	0,820	0,170	-0,780
4	0,000	0,000	0,000	0,010	-0,010	0,000	0,000	0,000
5	-3,323	-20,450	17,890	52,570	-68,380	43,560	8,940	-41,510
6	-0,022	-0,140	0,120	0,350	-0,460	0,290	0,060	-0,280
7	-0,007	-0,040	0,040	0,110	-0,140	0,090	0,020	-0,090
8	-0,003	-0,020	0,020	0,050	-0,060	0,040	0,010	-0,040
9	-0,047	-0,290	0,250	0,740	-0,960	0,610	0,130	-0,590
10	-0,005	-0,030	0,030	0,080	-0,100	0,060	0,010	-0,060
11	-0,001	0,000	0,000	0,010	-0,010	0,010	0,000	-0,010
12	-0,003	-0,020	0,020	0,050	-0,070	0,040	0,010	-0,040
13	-0,002	-0,010	0,010	0,030	-0,040	0,030	0,010	-0,020
14	-0,001	-0,010	0,010	0,020	-0,020	0,010	0,000	-0,010
15	-0,007	-0,050	0,040	0,120	-0,150	0,100	0,020	-0,090
16	-0,001	-0,010	0,010	0,020	-0,030	0,020	0,000	-0,020
17	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
18	-0,002	-0,010	0,010	0,030	-0,040	0,030	0,010	-0,030
19	-0,003	-0,020	0,020	0,050	-0,070	0,040	0,010	-0,040
20	-0,002	-0,010	0,010	0,030	-0,040	0,020	0,010	-0,020
21	-0,009	-0,050	0,050	0,140	-0,180	0,110	0,020	-0,110
22	0,000	0,000	0,000	0,010	-0,010	0,000	0,000	0,000
23	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
24	-0,048	-0,300	0,260	0,760	-0,990	0,630	0,130	-0,600
25	-0,001	0,000	0,000	0,010	-0,010	0,010	0,000	-0,010
26	-0,001	-0,010	0,010	0,020	-0,020	0,010	0,000	-0,010
27	-0,002	-0,010	0,010	0,030	-0,040	0,020	0,000	-0,020
Total RS	-7,655	-47,120	41,210	121,130	-157,540	100,360	20,610	-95,630

Fonte: Resultados da pesquisa.

A maior perda em exportações no RS, além do próprio setor de cereais, foi observada no setor de alimentos, bebidas e fumo, causando perdas em torno de R\$ 68 milhões de reais em 2012. Por outro lado, o maior ganho observado foi obtido no de 2011, totalizando R\$ 52 milhões de reais a mais em exportações no setor de alimentos, bebidas e fumo.

Em relação a todos os setores, 2012 foi o ano em que o RS totalizou o maior valor em perdas de exportações, R\$ 157 milhões de reais. Por outro lado, o ano em que ocorreu o maior ganho foi 2011, com um acréscimo de R\$ 121 milhões de reais nas exportações.

Além disso, os choques de VAB reduziram a produção entre 2008 e 2015, e conforme os resultados da Tabela 3, o RS registrou perdas nas exportações em torno

de R\$ 24 milhões de reais. É relevante destacar que os impactos dos fenômenos climáticos que ocorreram em 2011 marcaram fortemente a economia gaúcha no ano de 2012, tanto para a produção quanto para as exportações.

De acordo com Caldas (2013), no ano de 2012 o RS enfrentou diversas dificuldades. A ocorrência de uma estiagem que prejudicou a safra agrícola no estado e o desaquecimento da economia global, que resultou em perdas nas exportações gaúchas. É notável que a existência de fenômenos climáticos exerça forte influência nos setores da economia gaúcha, impactando no restante do Brasil.

Por fim, a Tabela 4 apresenta os impactos de choques de oferta na agricultura de cereais do Rio Grande do Sul no nível de emprego.

Tabela 4– Impactos econômicos de choques de oferta na agricultura de cereais na geração de emprego

SETORES	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	-3,339	-20,550	17,970	52,830	-68,710	43,770	8,990	-41,710
2	-153,410	-944,380	825,830	2427,420	-3157,110	2011,270	412,960	-1916,400
3	-4,008	-24,670	21,580	63,420	-82,490	52,550	10,790	-50,070
4	-0,001	-0,010	0,010	0,020	-0,030	0,020	0,000	-0,020
5	-55,460	-341,400	298,540	877,520	-1141,300	727,080	149,280	-692,820
6	-0,300	-1,660	1,450	4,260	-5,540	3,530	0,720	-3,360
7	-0,091	-0,560	0,490	1,440	-1,870	1,190	0,240	-1,130
8	-0,004	-0,020	0,020	0,060	-0,080	0,050	0,010	-0,050
9	-0,200	-1,230	1,070	3,150	-4,100	2,610	0,540	-2,490
10	-0,042	-0,260	0,220	0,660	-0,860	0,550	0,110	-0,520
11	-0,009	-0,050	0,050	0,140	-0,180	0,120	0,020	-0,110
12	-0,035	-0,210	0,190	0,550	-0,710	0,450	0,090	-0,430
13	-0,010	-0,060	0,050	0,160	-0,210	0,130	0,030	-0,130
14	-0,006	-0,040	0,030	0,100	-0,130	0,080	0,020	-0,080
15	-0,022	-0,130	0,120	0,350	-0,450	0,290	0,060	-0,270
16	-0,029	-0,180	0,160	0,460	-0,600	0,380	0,080	-0,360
17	-0,003	-0,020	0,010	0,040	-0,060	0,040	0,010	-0,030
18	-0,072	-0,440	0,390	1,140	-1,490	0,950	0,190	-0,900
19	-0,071	-0,440	0,380	1,130	-1,470	0,930	0,190	-0,890
20	-0,035	-0,220	0,190	0,550	-0,720	0,460	0,090	-0,440
21	-0,572	-3,520	3,080	9,050	-11,770	7,500	1,540	-7,150
22	-0,012	-0,070	0,060	0,190	-0,250	0,160	0,030	-0,150
23	-0,001	0,000	0,000	0,010	-0,020	0,010	0,000	-0,010
24	-1,191	-7,330	6,410	18,840	-24,510	15,610	3,210	-14,880
25	-0,117	-0,720	0,630	1,860	-2,410	1,540	0,320	-1,470
26	-0,090	-0,560	0,490	1,430	-1,860	1,180	0,240	-1,130
27	-0,131	-0,800	0,700	2,070	-2,690	1,710	0,350	-1,630
Total RS	-219,230	-1349,500	1180,140	3468,860	-4511,600	2874,160	590,130	-2738,700

Fonte: Resultados da pesquisa.

De acordo com os resultados, o setor que obteve o maior ganho em geração de empregos foi o próprio setor de cereais, acompanhado pelo setor de pecuária e pesca. Os maiores impactos positivos nestes setores se deram nos anos de 2011 e 2013. Já os períodos com os maiores efeitos negativos foram observados nos anos de 2012 e 2015.

Além disso, conforme os resultados da Tabela 4, o RS registrou perda em torno de 705 empregos diretos e indiretos decorrentes dos impactos causados pela ocorrência de fenômenos climáticos no período.

Os efeitos para o resto do Brasil não foram ressaltados nas discussões dos resultados, pois o foco de análise foi o Rio Grande do Sul. Porém, no período, foram registradas perdas de R\$ 49,4 milhões de reais na produção, R\$ 24,4 milhões nas exportações e 706 empregos diretos e indiretos no Resto do Brasil.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os efeitos dos fenômenos El Niño e La Niña, na agricultura gaúcha, resultam em variações na oferta e impactam os demais setores da economia. Por isso, o objetivo deste trabalho foi analisar os impactos econômicos setoriais do *El Niño-Oscilação Sul (ENOS)* sobre a oferta de cereais do Rio Grande do Sul.

No estado, as perdas nos setores totalizaram R\$ 112 milhões na produção no período entre 2008 e 2015. Os anos que sofreram as menores perdas foram 2008 e 2014. Nos períodos de ocorrência de anomalias climáticas, os ganhos obtidos não foram suficientes para superar as reduções na produção, gerando resultado final negativo para os demais setores da economia gaúcha. As perdas mais significativas foram sentidas pelo próprio setor de cereais; pelo setor de alimentos, bebidas e fumo; pecuária e pesca e no setor de produtos químicos e farmacêuticos.

No caso das exportações, as perdas somaram cerca 24 milhões no período entre 2008 e 2015. Em relação a todos os setores, 2012 foi o pior ano para o RS, chegando ao maior valor em perdas de exportações, R\$ 157 milhões de reais. Já o maior ganho foi obtido em 2011, 121 milhões de reais nas exportações.

Na geração de empregos, foi observada uma redução de 705 empregos diretos e indiretos. Os setores que mais sentiram as perdas foram a agricultura em geral, além da própria agricultura de cereais que obteve uma redução total de 493 empregos entre os anos de 2008 e 2015, e o setor de alimentos, bebidas e fumo, que totalizou nestes oito anos uma redução de 178 empregos. O ano com o maior ganho em geração de emprego em todos os setores foi 2011, que totalizou 3468 empregos, a maior redução foi obtida em 2012 com uma perda de 4511 empregos.

Em linhas gerais, analisando todos os impactos econômicos anuais, os maiores impactos positivos ocorreram nos anos de 2011 e 2013, com destaque para 2011 (as chuvas tornaram-se menos intensas do que em 2010 e a estiagem moderada favorecia a agricultura). Por outro lado, os maiores efeitos negativos foram observados nos anos de 2012 e 2015,

Sendo assim, este trabalho mostra a relevância de analisar fenômenos climáticos que afetam não somente a agricultura, mas outros setores da economia, como: i) alimentos, bebidas e fumos; e ii) pecuária e pesca, os quais registraram os maiores impactos da variação na oferta do setor de cereais, afetando produção, exportações e geração de empregos.

Contudo, ainda se faz necessário que novas pesquisas busquem identificar e obter dados com mais precisão em relação à anomalias climáticas, visando assim a identificação de seus impactos para os demais segmentos da agricultura do Rio Grande do Sul e do Brasil.

REFERÊNCIAS

ADAMS, R. M.; CHEN, C. C.; MCCARL, R. F. W. The economic consequences of ENSO events for agriculture. *Climate Research*, v. 13, n. 3, p. 165-172, 1999.

ALESSIO BARBOSA, E. J.; GALLE, V.; ARRUDA CORONEL, D. Custos variáveis na cultura da soja: a evolução em uma propriedade no noroeste gaúcho / Variable costs in soybean culture: the evolution of a property in the northwest of Rio Grande do Sul state in Brazil. Informe GEPEC, [S. l.], v. 25, n. 2, p. 85-106, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEMENTES E MUDAS - ABRASEM. Anuário 2015. Disponível em: <<http://www.abrasem.com.br/>> Acesso em: 20 set. 2016.

AYOADE. J. O. *Introdução à climatologia para os trópicos*. Trad. Maria Juraci Zani dos Santos. 16. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

BARRIGOSI, J. A. F.; LANNA, A. C.; F, E. *Agrotóxicos no cultivo do arroz no Brasil: análise do consumo e medidas para reduzir o impacto ambiental negativo*. Embrapa Arroz e Feijão. Circular técnica, 2004.

BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C. *El Niño e La Niña: impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul: aplicações de previsões climáticas na agricultura*. Editora da UFRGS, 2003.

BRUNNER, A. D. *El Nino and world primary commodity prices: warm water or hot air?*. *Review of Economics and statistics*, v. 84, n. 1, p. 176-183, 2002.

CADSON, R. E.; TODEY, D. P.; TAYLOR, S. E. Midwestern corn yield and weather in relation to extremes of the Southern Oscillation. *Journal of production agriculture*, v. 9, n. 3, p. 347-352, 1996.

CALDAS, B. B. O. Desempenho das exportações gaúchas em 2012. *Indicadores Econômicos FEE*, v. 40, n. 4, 2013.

CAPOTONDI, A.; HAM, Y. G.; WITTENBERG, A.; KUG, J. S. Climate model biases and El Niño Southern Oscillation (ENSO) simulation. *US CLIVAR Variations*, v. 13, n.1, p. 21-25, 2015.

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS (CPTEC). *El Niño e La Niña*. Disponível em: <http://enos.cptec.inpe.br>. Acessado em 11 mai. 2018.

CHIMELI, A. B.; d SOUZA FILHO, F. D. A.; HOLANDA, M. C.; PETTERINI, F. C. Forecasting the impacts of climate variability: lessons from the rainfed corn market

in Ceará, Brazil. *Environment and Development Economics*, v. 13, n. 2, p. 201-227, 2008

CLIMATEMPO (a). *Portal Climatedempo*. Disponível em: <https://www.terra.com.br/noticias/climatedempo/o-que-e-o-elnino,a459eefb3e18291foec7dc17c2bd7f9fk8ads1e7.html>. Acesso em 12 de maio de 2018.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). *A Cultura do Milho: análise dos custos de produção e da rentabilidade nos anos-safra 2007 a 2017*. Compêndio de estudos CONAB v. 14, Brasília, 2018.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). *A cultura do trigo*. Organizadores: Aroldo Antônio de Oliveira Neto e Candice Mello Romero Santos.- Brasília: Conab, 2017. Disponível em:

http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_05_03_16_09_46_a_cultura_do_trigo_versao_digital_nova_logo.pdf. Acesso em 27 out. 2018.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). *Perspectivas para a agropecuária, v. 2, Safra 2014/2015*, Brasília-DF: Conab, 2014. 155p. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 16 mai. 2018.

DA CUNHA, G. R.; PIRES, J. L. F.; DALMAGO, G. A.; SANTI, A.; PASINATO, A.; DA SILVA, A. A. *El Niño/La Niña-oscilação sul e seus impactos na agricultura brasileira: fatos, especulações e aplicações*. Embrapa Trigo-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2011.

DIERSEN, M. A.; TAYLOR, G; MAY, A. *Direct and Indirect Effects of Drought on South Dakota's Economy*. 2002.

DOS SANTOS VIANNA, M.; SENTELHAS, P. C. Simulação do risco de deficit hídrico em regiões de expansão do cultivo de cana-de-açúcar no Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 49, n. 4, p. 237-246, 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). *Embrapa Arroz e Feijão. 2012*. Disponível em: <http://www.embrapa.br/pesquisa/tecnolog>. Acesso em: 07 abr. 2018.

FOCHEZATTO, A.; GRANDO, M. Z. Efeitos da estiagem na economia do Rio Grande do Sul: uma abordagem multissetorial. *Ensaio FEE*, v. 32, n. 1, 2011.

FOLHA. *Fenômeno El Niño afeta produção de alimentos no Brasil*. Nov. 2015. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2015/11/1709363-fenomeno-el-nino-afeta-a-producao-de-alimentos-no-brasil.shtml>. Acesso em 28 out. 2018.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). *Global wheat and rice harvests poised to set new record*. Rome: FAO, 2016a.

Fundação de Economia e Estatística (FEE). *Características da agropecuária do RS*. Set. 2015. Disponível em: <https://www.fee.rs.gov.br/sinteseilustrada/caracteristicas-da-agropecuaria-do-rs>. Acesso em 02 nov. 2018.

GHOSH, A. Input-Output Approach in an Allocation System. *Economica New Series*, v. 25, n. 97, p. 58–64, 1958.

GIMENO, L.; RIBERA, P.; IGLESIAS, R.; DE LA TORRE, L.; GARCÍA, R.; GOLDEN GATE WHEATER SERVICE. *El niño and La niña years and intensities*. 2018. Disponível em: <https://ggweather.com/enso/oni.htm> . Acesso em 08 set. 2018.

GRIMM, A. M. The El Niño impact on the summer monsoon in Brazil: regional processes versus remote influences. In: *Journal of Climate*, 16, 263-280, 2003.

GUILHOTO, J. J. M. *Análise de insumo-produto: teoria e fundamentos*. 2011.

HANDLER, P. Corn yields in the United States and sea surface temperature anomalies in the equatorial Pacific Ocean during the period 1868–1982. *Agricultural and Forest Meteorology*, v. 31, n. 1, p. 25-32, 1984.

HANSEN, J. W.; HODGES, A. W.; JONES, J. W. ENSO influences on agriculture in the southeastern United States. *Journal of Climate*, v. 11, n. 3, p. 404-411, 1998.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). *Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA)*. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistematico-da-producao-agricola.html?=&t=o-que-e>. Acesso em 8 out. 2018.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). *Levantamento sistemático da produção agrícola (LSPA)*. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

HEINO, M.; PUMA, M. J.; WARD, P. J.; GERTEN, D.; HECK, V.; SIEBERT, E.; KUMMU, M. Two-thirds of global cropland area impacted by climate oscillations. *Nature communications*, v. 9, n. 1, p. 1257, 2018.

KEPPENNE, C. L. *An ENSO signal in soybean futures prices*. *Journal of Climate*, v. 8, n. 6, p. 1685-1689, 1995.

KIYUNA, I.; ASSUMPÇÃO, R. Os Efeitos do ENSO sobre a produção, produtividade e mercado brasileiro de feijão. *Informações Econômicas*, São Paulo, v.31, n.6, p. 25-44, Junho, 2001.

LAMB, H. H. *Climate, history and the modern world. 2nd edn Routledge*. London Google Scholar, 1995.

LETSON, D; MCCULLOUGH, B. D. E. and soybean prices: Correlation without causality. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, v. 33, n. 3, p. 513-521, 2001.

LIMA, M. A.; ALVES, B. J. R., *Vulnerabilidades, impactos e adaptação à mudança do clima no setor agropecuário e solos agrícolas*. Parcerias Estratégicas, Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT, Brasília-DF. n. 27, p.73-111. 2008.

MAGAÑA, D.; LÓPEZ, V.; LARA, J.; TEJEDA, F. La Transmisión de Precios Internacionales de Referencia de Alimentos al Mercado de México: Los Efectos de El Niño en 2016. *COMPENDIUM: Cuadernos de Economía y Administración*, v. 3, n. 5, p. 71-94, 2016.

MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, *Projeções do Agronegócio – Brasil 2016/17 a 2026/27 – Projeções de Longo Prazo*. Brasília, p.123, 2017.

MILLER, R. E.; BLAIR, P. D. *Input-Output Analysis: Foundations and Extensions*. 2. ed. New York: Cambridge University Press, 2009.

NICKNICH, F. Ministério da Agricultura. *Efeitos dos fenômenos el niño e la niña no rendimento de grãos das principais culturas agrícolas do rio grande do sul*. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia (14.: 2005 jul. : Campinas,BR-SP) Anais [recurso eletrônico]. Campinas, SP: SBA, 2005.

Núcleo de Economia Regional e Urbana/USP (NEREUS). *Matriz Insumo Produto Rio Grande do Sul Resto do Brasil, 2008*. Disponível em: <http://www.usp.br/nereus/?fontes=dados-matrizes>. Acesso em 10/10/2018.

NUNES, O. M. O uso da casca de arroz como alternativa energética: um estudo de caso no município de Dom Pedrito - RS. Informe GEPEC, [S. l.], v. 21, n. 2, p. 42–62, 2018.

OLIVEIRA, G. S; SATYAMURTY, P. **O** *El Nino de 1997/98: Evolução e impactos no Brasil*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA. Brasília, DF. Anais... Brasília: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 1998.

OLIVEIRA, G. S. *El Niño e Você*. 2001

OLIVEIRA, G. S. *Nino e você: o fenômeno climático*. In: Nino e você: o fenômeno climático. Transtec, 1999.

OLIVEIRA NETO, A. A.; SANTOS, C. M. R. *A cultura do Trigo*. Brasília-DF: CONAB, 2017.

PEREZ, P. L; BAREIRO, H. J. Assessing the socio-economic impacts of drought in the Ebro River Basin. *Spanish Journal of Agricultural Research*. v. 7, n. 2, p. 269-280, 2009.

PESQUISA AGRÍCOLA MUNICIPAL (PAM). Rio de Janeiro: IBGE, mar. 2008.

PORSSE, A. A.; HADDAD, A. E.; RIBEIRO, P. E. *Estimando uma matriz de insumo-produto inter-regional Rio Grande do Sul-restante do Brasil*. NEREUS-Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo, Texto para Discussão, p. 20-2003, 2003.

SOSBAI - SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. *Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil/XXX Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado*. Bento Gonçalves, RS: SOSBAI, p. 192, 2014.

TERACINES, E. B. *Impactos econômicos do El Niño 97/98 na produção agrícola brasileira*. Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica. Clima e Ambiente (Sustentabilidade, Riscos, Impactos), v. 4, 2000.

THE WORLD BANK. *World Development Indicators 2014*. Disponível em: <https://data.worldbank.org/products/wdi>. Acesso em: 14 set. 2018.

TOREZANI, T. A.; CALDAS, B. B.; CALDEIRA, J. F. *Matriz Insumo Produto do RS e Brasil: Estimando os Multiplicadores Totais e os Impactos das Quebras de Safra da Soja no RS*. Encontro de Economia Gaúcha, v. 8, p. 2016, 2016.

UBILAVA, D. *El Nino, La Nina, and World Coffee Price Dynamics*. *Agricultural Economics*, 43(1), 17-26. 2012.

UBILAVA, D. *The ENSO Impact on World Wheat Market Dynamics: Smooth Transitions in Asymmetric Price Transmission*. *Agricultural and Applied Economics Association Meeting*, Minneapolis: The ENSO Effect on Wheat Price Transmission. 2014.

UBILAVA, D. *The ENSO Effect and Asymmetries in Wheat Price Dynamics*. *World Development*, 96, 490-502. 2017.

UNICEF. *El Niño sweeps across parts of Africa, destroying children's futures*. 2016. Disponível em: https://www.unicef.org/zimbabwe/media_17845.html. Acesso em: 12 out. 2017.

USDA/FAS. *Grain: world markets and trade*. May, 2018. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/grain.pdf>. Acesso em: 16 mai. 2018.

UTUMI, M. M. *Sistema de produção de arroz de terras altas*. Embrapa Rondônia-Sistema de Produção (INFOTECA-E), 2008.

VALOR ECONÔMICO. *Estimativa de quebra na safra chega a 31,5% no RS*. Abril, 2012. Disponível em: <https://www.valor.com.br/agro/2614088/estimativa-de-quebra-na-safra-chega-315-no-rs>. Acesso em: 28 out. 2018.

WINTERS, P. M.; R. SADOULET, E. De J. A.; FRISVOLD, G. *Economic and Welfare Impacts of Climate Change on Developing Countries*, *Environmental and Resource Economics*, v.12, p. 1-24, 1998.

ZHANG, T.; ZHU, J.; YANG, X.; ZHANG, X. Correlation changes between rice yields in North and Northwest China and ENSO from 1960 to 2004. *Agricultural and Forest Meteorology*, v. 148, n. 6-7, p. 1021-1033, 2008.

ZUBAIR, L. El Nino–southern oscillation influences on rice production in Sri Lanka. *International Journal of Climatology*, v. 22, n. 2, p. 249-260, 2002.

AUTORES(A)

Verônica Botelho de Souza. Graduada em Ciências Econômicas pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG).
E-mail: veronica.botelho92@hotmail.com

Rodrigo da Rocha Gonçalves. Doutor em Economia pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC/RS). Professor do Programa de Pós-graduação em Economia Aplicada da Universidade Federal do Rio Grande (FURG). E-mail: rrochagoncalves@gmail.com

Cassius Rocha de Oliveira. Doutor em Economia pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Professor do Programa de Pós-graduação em Economia Aplicada da Universidade Federal do Rio Grande (FURG).
E-mail: cassiusoliveira@furg.br

João Felipe Alves Moreira Portugal. Graduado em Ciências Econômicas pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG). Mestrando em Economia Aplicada pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG). E-mail: portugaljoaofelipe@gmail.com

Recebido em 05/05/2023.
Aceito em 30/06/2023.