

Avaliação da dinâmica espaço-temporal da produção da soja na Região Sul do Brasil

Valinho Antônio¹, Alexandro Schäfer¹ e Vinícius do Nascimento Lampert^{1,2}

¹ Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada, Universidade Federal do Pampa, Bagé, RS - Brasil

vamuahaja@gmail.com, alexandroschafer@unipampa.edu.br

² Embrapa Pecuária Sul, Rod. BR 153, km 603-96401-970 - Bagé, RS - Brasil
vinicius.lampert@embrapa.br

Resumo. Esse manuscrito analisa a dinâmica da produção da soja nos municípios da Região Sul do Brasil. Assim, dados sobre a produção da soja nos municípios dessa região foram coletados da Produção Agrícola Municipal de 1998 até 2017 usando API do SIDRA-IBGE. Analisaram-se tendência e relação entre as variáveis área plantada (AP), quantidade produzida (QP) e rendimento médio (RM) mediante soma e representação gráfica. Determinou-se coeficiente de variação para analisar as diferenças entre os municípios. Foram extraídos dez municípios com maiores produções mediante cálculo e ordenamento decrescente de médias quinquenais (1998-2002, 2003-2007, 2008-2012 e 2013-2017) de QP. Finalmente, determinou-se e espacializou-se valores de correlação de Pearson para observar as tendências dos municípios em termos de QP. Verificou-se um crescimento em AP, QP e RM, menores incrementos em AP em detrimento da QP, quedas de produção em 2004, 2005 e 2012 e redução das diferenças entre os municípios. Ademais, notou-se que os municípios com maiores QP ficam no Paraná e Rio Grande do Sul e nem todos eles têm maiores RM. Esses resultados viabilizam a continuação deste estudo e podem subsidiar na elaboração de políticas públicas que reconheçam as particularidades municipais em termos de avanço, estagnação ou retrocesso na produção dessa cultura.

Palavras-chave: produção agrícola · análise exploratória de dados · espacialização.

1 Introdução

A soja (*Glycine max L.*) é uma das atividades agrícolas com maior destaque no mercado mundial, pois tem sido um dos grãos mais consumido e cultivado, além de ser a principal e importante oleaginosa produzida anualmente no planeta terra [1,2,3]. Na safra 2018/2019 o mundo produziu 362,075 milhões de toneladas. Desse número

o Brasil teve 114,843 milhões de toneladas, atrás apenas dos Estados Unidos, maior produtor mundial, com 123,664 milhões de toneladas [4]. Assim, esses dois países foram responsáveis por 65,87% da produção mundial. O Brasil tem sido o maior exportador mundial de soja em grãos, a principal *commodity* do agronegócio [6,7], e em 2018 foi responsável por 56% de todas exportações mundiais, seguido por Estados Unidos com 29% [5]. Em 2016 e 2017 as participações da soja na exportação total brasileira foram de 10,43% e 11,81%, respectivamente [8]. Ressalta-se, igualmente, que dentre os diferentes tipos de lavouras do Brasil, a produção de soja representou 33% do total, estas em sua maioria localizadas nas regiões Sul e Centro-Oeste [8]. Ademais, no quinquênio 1998-2002, a produção brasileira de soja totalizou, em termos médios, aproximadamente 35 milhões de toneladas. Nesse período, a Região Sul do Brasil teve uma participação média de 40,68% (14,2 milhões de toneladas) no total produzido dessa oleaginosa, atrás apenas do Centro-Oeste com 45,38% (15,9 milhões de toneladas). Depois de dois quinquênios, isto é, 2013-2017, a contribuição média da região foi de 34,1 milhões de toneladas, que corresponde a 35,77% do total nacional, novamente atrás apenas do Centro-Oeste com 46,02% (43,9 milhões de toneladas). Observou-se, no entanto, uma queda de 4,91% do Sul e aumento de 0,64% do Centro-Oeste na contribuição média total da produção da soja. Apesar dessa queda da Região Sul importa referir que houve um aumento médio de mais de duas vezes na produção média da soja [9].

Assim, dada a relevância da soja na economia brasileira e observando-se variações de contribuição das regiões no total produzido dessa *commodity*, sobretudo na região em epígrafe, e considerando ser fundamental seus ganhos de produção e produtividade para o desempenho econômico e social da região, é que se questiona qual a configuração da produção de soja na Região Sul do Brasil no período de 1998 a 2017? Estudos dessa natureza têm possibilitado direcionamento de ações de transferência de tecnologia, e também a implementação de barreiras sanitárias e a adoção de estratégias para o combate a doenças e pragas que afetam o agronegócio. Além disso, esses estudos podem estabelecer cenários de evolução territorial para o setor agropecuário através da provisão de subsídios para direcionamento de políticas públicas e ações sobre logística e infraestrutura, beneficiando produtores, associações, cooperativas, sindicatos, órgãos públicos e empresas privadas [3,10].

Esse tipo de estudo tem usado análise exploratória de dados (AED), que é um conjunto de ferramentas utilizadas para realizar uma estatística descritiva preliminar de dados, como descrever distribuição de uma população (municípios) e medir a relação entre variáveis, antes de modelá-los [11]. De acordo com Behrens [12], a AED procura padrões e sugere hipóteses com base nos dados. Portanto, estudos similares vêm sendo realizados por vários autores, por exemplo, McManus *et al.* [13], Landau *et al.* [3] e Santana *et al.* [14]. McManus e outros calcularam taxa de crescimento relativo e espacializaram para analisarem a dinâmica do crescimento do efetivo de bovinos em todos os municípios brasileiros. As equipes de Landau e Santana aplicaram correlação

linear, que é uma métrica estatística que mede a direção e a força de uma relação linear entre duas variáveis [15], e mapas temáticos para examinarem a intensidade das mudanças de produções agropecuárias entre pares de anos. Os mapas temáticos são gerados por meio de Sistema de Informações Geográficas ou pacotes deste para uma melhor visualização de fenômenos que variam no espaço e tempo e podem ajudar a identificar facilmente áreas de concentração e deslocamento das produções [16,17].

Nesse contexto, o objetivo desse artigo é analisar a variação espaço-temporal da produção da soja na Região Sul do Brasil, a fim de evidenciar as diferenças entre os municípios contidos nessa região, em termos de quantidades produzidas. Para tanto, o trabalho foi dividido em duas seções, além da introdução e conclusões. Na segunda seção são descritos os procedimentos metodológicos. A terceira e última é dedicada a apresentação de resultados e discussão.

2 Procedimentos metodológicos

A região Sul do Brasil é composta pelos estados do Rio Grande do Sul (RS), Santa Catarina (SC) e Paraná (PR). A região compreende 1191 municípios com uma área total de aproximadamente 576.774 km^2 . No que cerne a distribuição dos municípios, o RS contém 497, SC contém 295 e PR contém 399 municípios. Conforme dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios de 2015 do IBGE, a região tem uma população estimada em 29,3 milhões de habitantes e cerca de 14,4% dessa população reside no meio rural [18].

Dados foram coletados da Produção Agrícola Municipal (PAM) referente ao período de 1998 a 2017, utilizando API³ Rest do banco de dados digital SIDRA do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) [19]. Esse período contém dados consolidados, corroborando com os motivos apontados por Melo *et al.* [20] ao escolherem o período de 1997 a 2000 para conduzirem estudo sobre indicadores da produção de soja no RS. As variáveis coletadas foram áreas plantada (em hectares) e do município (km^2), quantidade produzida (em toneladas), rendimento médio (em quilogramas por hectare) e valor da produção (em mil reais). A variável valor de produção foi incluída no estudo para apenas selecionar a cultura agrícola que, no período do estudo, mais injetou capital para o crescimento da economia da Região. Enquanto a variável área do município disponível no IBGE [39] foi incluída para determinar a proporção de área plantada de cada município. A escolha das variáveis disponíveis na PAM baseou-se no que pesquisadores anteriores usaram e também na disponibilidade anual dos dados. Ademais, foram coletados dados contendo contornos de limites dos municípios da área estudada (*shapefiles*) no Portal de Mapas do IBGE [21].

³ API é uma interface de programação de aplicativo para um servidor ou navegador da Web que permite extrair dados de um banco de dados através do protocolo HTTP [28].

O plano de análise de dados envolveu dois (02) estágios. O primeiro centrou-se em aplicar análise exploratória de dados, do inglês EDA (*Exploratory Data Analysis*). Assim, para analisar a tendência e a relação entre as variáveis área plantada, quantidade produzida e rendimento médio foram somados todos valores dos municípios dessas variáveis, e para analisar as diferenças entre os municípios determinou-se coeficiente de variação (CV). Os resultados da soma e CV foram visualizados graficamente para uma melhor leitura dos mesmos. Em seguida, determinou-se e ordenou-se de maneira decrescente médias quinquenais (1998-2002, 2003-2007, 2008-2012 e 2013-2017) de quantidade produzida por município para extrair dez (10) maiores produtores da soja. As 10 primeiras médias de cada quinquênio (municípios com maiores produções) foram representados graficamente com todas variáveis. Para observar as tendências de produção e área plantada por município ao longo dos 20 anos aplicou-se correlação de Pearson (r), eq. 1, com nível de significância de 5% e grau de liberdade de 18 entre as variáveis ano e quantidade produzida, assim como ano e área plantada relativa (quociente entre área plantada e área do município convertida em hectares). A interpretação do r (Tabela 1) foi feita segundo Cohen (1988) apud [22] e segundo [3].

$$r_{V,A} = \frac{cov(V, A)}{S_V \cdot S_A}, \quad \text{onde} \quad (eq.1)$$

$cov(V, A)$ é covariação de uma das variáveis acima (V) e ano (A) e determina se a relação entre essas duas variáveis é positiva ou negativa. A covariação é calculada por

$$cov_{V,A} = \frac{\sum_{i=1}^n (v_i - \bar{v})(a_i - \bar{a})}{t_a},$$

a é ano observado podendo tomar valores de 1 a 20, \bar{a} é a média dos anos, \bar{t}_a total dos anos de observações de quantidades produzidas ou áreas plantadas relativas em um município; S_V e S_A são desvios padrões de quantidade produzida ou área plantada relativa e ano, respetivamente.

Tabela 1. Interpretação subjetiva do coeficiente de Pearson (r).

r	Interpretação proposta
0,76 a 1,00	Município com maior tendência de incremento
0,50 a 0,75	Município com menor tendência de incremento
-0,49 a 0,49	Município com tendência de estagnação ou alta variação
-1,00 a -0,50	Município com tendência de decremento

Fonte: adaptado de Cohen (1988) e Landau et al.(2018)

De 0,76 a 1,00 reúne municípios que estão aumentando de maneiras sucessiva e significativa as suas produções ou áreas plantadas relativas e o intervalo de 0,50 a

0,75 agrupa municípios com menores tendências de aumento. Enquanto o intervalo de -0,49 a 0,49 reúne municípios que tendem a não aumentar ou que alternam as suas produções ou áreas plantadas relativas entre aumento e redução. Ademais, de -1,00 a -0,50 agrupa municípios que estão reduzindo de maneiras sucessiva e significativa a sua produção ou área plantada relativa ao longo dos 20 anos.

No segundo e último estágio, conduziu-se a espacialização dos resultados da Correlação de Pearson. Todos os estágios foram realizados por meio da linguagem de programação R 3.6 e ambiente de programação RStudio 1.2.5 [23,24].

3 Resultados e discussão

Por meio da análise exploratória de dados foi possível gerar gráficos de dispersão e de linha de totais (Figura 1) e de coeficiente de variação (Figura 2) das variáveis quantidade produzida, área plantada e rendimento médio. Adicionalmente, foram gerados gráficos de barra (Figura 3) que visualizam dez (10) municípios, doravante *top10*, que tiveram maiores médias quinquenais de produção (1998-2002, 2003-2007, 2008-2012 e 2013-2017).

Na Figura 1 visualiza-se, de maneira geral, um crescimento das três variáveis apesar das maiores quedas registradas em 2004, 2005 e 2012 para quantidade produzida (QP) e rendimento médio (RM), anos em que a área plantada (AP) teve crescimento. Em 2004 e 2005 as perdas foram devido a estiagem, além da conjuntura mundial de preços da soja que afetou, em parte, a produção mundial dessa *commodity* [31]. As perdas da produção dos estados do PR e RS na safra 2004/2005 foram responsáveis por mais de 80% das perdas totais da produção brasileira de soja [36]. Enquanto em 2012, segundo Agência IBGE Notícias [37], houve queda da produção de soja no âmbito nacional de 12% quando comparado a 2011 por causa de seca que assolou, principalmente, as regiões Sul e Nordeste. Contudo, ainda na Figura 1 se pode perceber menores incrementos das APs e maiores aumentos das QPs, sobretudo no último período da análise (2013-2017). Importa sintetizar que, nesse período, enquanto a produção e a área plantada cresceram 33,33% e 14,34%, respectivamente, o rendimento médio cresceu cerca de 16,69%. Assim, se percebeu que o aumento da produção, no período de 2013 a 2017, deveu-se muito mais pelo crescimento da produtividade, já que teve uma taxa maior do que a taxa de crescimento da área plantada. Os demais períodos (1998-2002, 2003-2007, 2008-2013) foram de péssimo desempenho para a sojicultura sulina, com destaque para o período de 2008-2013 quando a região aumentou 12,66% na área plantada e teve um decréscimo de -12,06% na quantidade produzida. Além disso, observou-se um crescimento sucessivo da produção no quadriênio 2014/2017 que foi o único entre 1998 a 2017.

A Figura 2 mostra, de maneira geral, que as diferenças em termos de AP, QP e RM entre os municípios estão reduzindo. Apesar dos maiores aumentos registrados para QP e RM em 2005 e 2012, anos de queda da produção que foram descritos acima.



Figura 1. Relação temporal entre área plantada, quantidade produzida e rendimento médio.

De 2014 até 2017 observa-se, portanto, uma redução significativa das diferenças entre os municípios nas três variáveis.

A composição do *top10*, de acordo com a Figura 3, modificou-se ao longo do período analisado observando-se municípios integrantes em alguns períodos e excluídos em outros. Os municípios do PR (Cascavel, Toledo, Castro, Tibagi) e RS (Cruz Alta, Tupanciretã, Palmeira das Missões) se destacaram em termos de quantidades produzidas médias da soja, pois fizeram parte do *top10* em todos períodos analisados. Seguidos apenas por municípios do PR: Assis Chateaubriand e Ponta Grossa, que não figuraram em apenas um período, 2013-2017 e 1998-2002, respectivamente. Em contraste, os municípios do RS (Cachoeira do Sul e Júlio de Castilhos) figuraram apenas no último período (2013-2017), revelando-se como municípios emergentes em termos de potencial de crescimento da produção de soja. Uma regressão foi observada em um município do PR (Mamborê) que parou de figurar no *top10* nos dois últimos períodos (2008-2012 e 2013-2017). Situação similar, porém, alternada, foi notada no

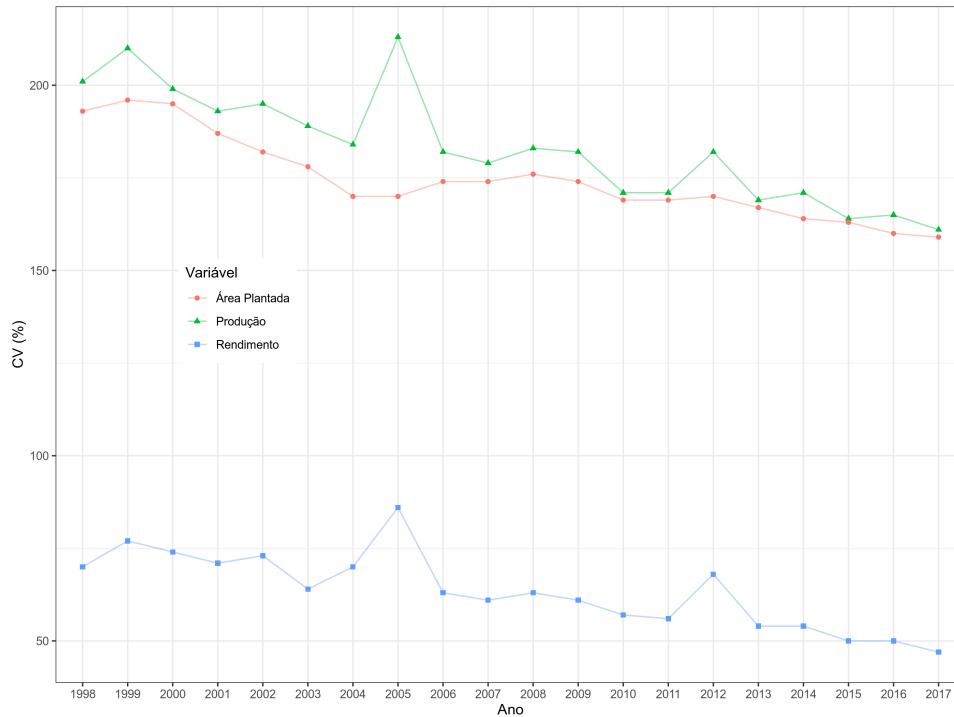


Figura 2. Diferenças entre municípios da região Sul.

município de Santa Bárbara do Sul do RS que fez parte nos períodos 1998-2002 e 2008-2012. Portanto, em todos períodos, os *top10* são compostos por municípios dos estados do PR e RS, porém maior parte dos municípios são do PR. Outra observação importante é de que nem todos municípios com altas quantidades produzidas médias têm altos rendimentos médios.

De acordo com a Secretaria de Planejamento, todos municípios do RS que figuraram nos *top10*, exceto Santa Bárbara do Sul, se destacaram em termos de produção de soja, chegando juntos a produzir em média 300 mil toneladas [29]. Ao passo que Melo *et al.* [33] observaram que todos municípios desse estado que figuraram nos *top10* faziam parte do grupo de municípios com maiores produções da soja, excluindo Cachoeira do Sul que não fazia parte do estudo. Portanto, todos municípios do RS que figuraram nos *top10* fazem parte das regiões consideradas favoráveis para o plantio da soja observando-se tipo de solo e disponibilidade hídrica [34].

Os municípios do estado do PR que figuraram nos *top10*, excetuando Mamboré, segundo IBGE citado por Cima *et al.* [32], são municípios com altas produções de

grãos, e juntos com os municípios Terra Roxa e Guarapuava representaram 12,76% da produção total do estado em 2017. Assim, esses municípios que figuraram nos *top10* tal e qual os do RS fazem parte das regiões tidas como favoráveis para o cultivo da soja [35].

Não se observa nenhum município do estado de SC em todos *top10* talvez porque nesse estado predomina terras de baixo potencial para o cultivo da soja, devido ao relevo acidentado, que limita o uso de máquinas e implementos, e devido à solos susceptíveis à erosão [30].

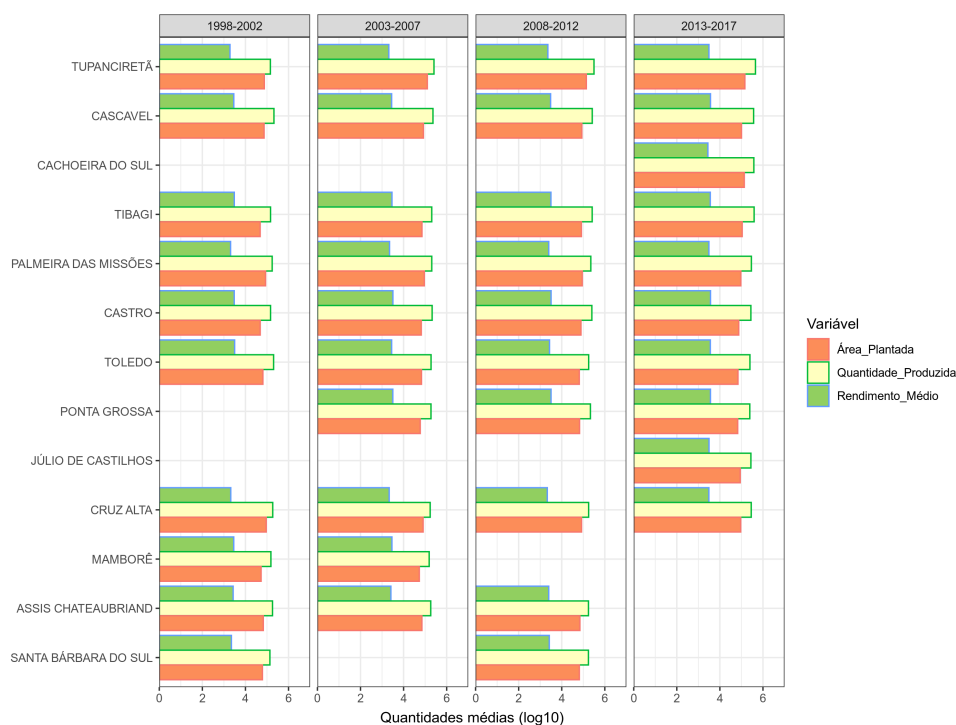


Figura 3. Top10 da quantidade produzida média quinzenal da soja.

Na Figura 4 e Tabela 2 visualizam-se as tendências de produção dos municípios no período de 1998 a 2017. Assim sendo, é possível observar tendência de redução de produção em 14 municípios do RS (Tupandi, Capitão, Harmonia, Bom Princípio, Santa Teresa, Tabai, Travesseiro, Linha Nova, Maratá, Feliz, Brochier, Salvador do Sul, Coronel Pilar e Pouso Novo), que igualmente tiveram tendência de redução de

Tabela 2. Número de municípios com tendência de incremento, estagnação, decremento e ausência de produção por estado e na Região

Situação	SC		PR		RS		Região Sul	
	[n]	[%]	[n]	[%]	[n]	[%]	[n]	[%]
Maior incremento	110	37,29	210	52,63	188	37,82	508	42,65
Menor incremento	70	23,73	91	22,81	148	29,78	309	25,94
Estagnação	16	5,42	84	21,05	91	18,31	191	16,04
Decremento	0	0	0	0	14	2,82	14	1,18
NA (Sem produção)	99	33,56	14	3,51	56	11,27	169	14,19
Total	295	100	399	100	497	100	1191	100

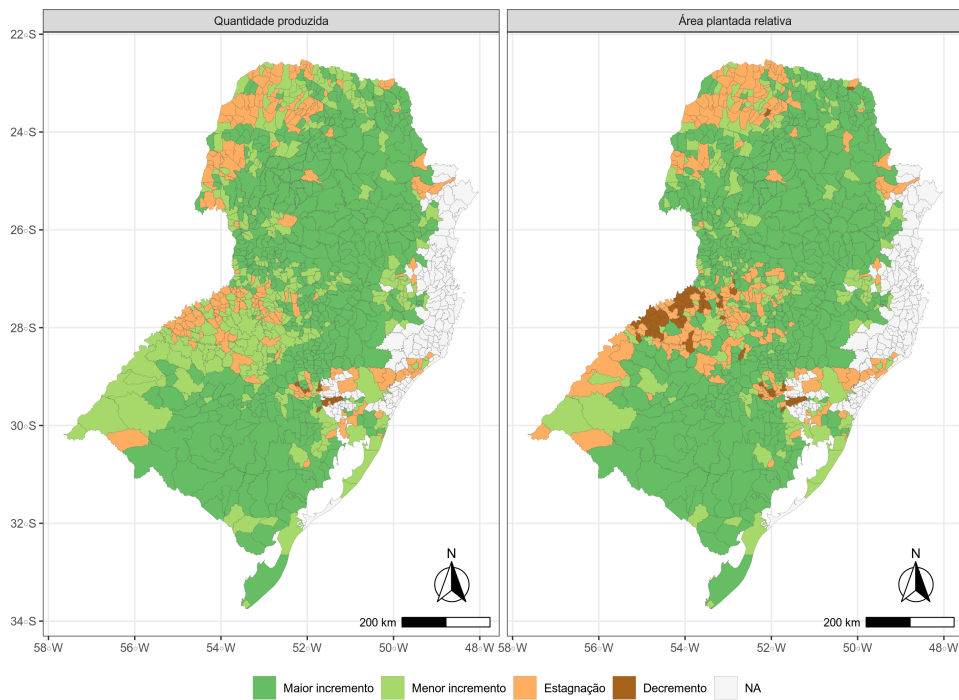


Figura 4. Tendência dos municípios em termos de quantidade produzida e área plantada relativa da soja.

áreas destinadas para plantio da soja (Figura 4-Área plantada relativa), e tendência de estagnação ou com altas variações da produção em 191 municípios, sendo: 91 do

RS (parte significativa nas regiões intermediárias⁴ do Ijuí, Passo Fundo, Santa Cruz do Sul - Lajeado e Porto Alegre). As regiões do Ijuí e Passo Fundo reuniram também municípios com tendência de redução das áreas para cultivo da soja, além do município de Porto Alegre que teve tendência de aumento; 84 do PR (parte significativa nas regiões intermediárias do Maringá e Cascavel). Desse número dois municípios (Barra do Jacaré e Floresta) tiveram tendência de redução das suas áreas plantadas, 12 municípios com tendências de aumento, situados nas regiões de Cascavel (sete), Maringá (três) e Londrina (Bela Vista do Paraíso e Andirá), e quatro municípios (Serranópolis do Iguaçu, São Miguel do Iguaçu, Maripá e Nova Santa Rosa) com tendências de maiores aumentos nas proporções de áreas plantadas, localizados na região de Cascavel (Figura 4-Área plantada relativa); e 16 municípios do estado de SC (nas regiões intermediárias de Criciúma, Chapecó e Blumenau), dos quais um município (Planalto Alegre) teve tendência de redução ou alta variação das suas áreas plantadas. Apesar do RS ter muitos municípios com a produção estagnada ou alternada (alta e baixa), ocupa a segunda posição com 18,31% e é precedido por PR com 21,05%. Situação similar observou-se em 309 municípios com menores tendências de aumento da produção, onde o PR ocupa a terceira posição com 91 (22,81%) municípios contra 70 (23,73%) do estado de SC, que ocupa a segunda posição. Os municípios do RS, nas regiões intermediárias de Ijuí, Passo Fundo e Santa Cruz do Sul, tiveram tendência de estagnação nas suas áreas plantadas, assim como três municípios da Região de Uruguaiana (Barra do Quaraí, Itaqui e São Borja) e o município de Nova Esperança do Sul (Santa Maria). Observou-se a mesma características de municípios nas regiões de Chapecó (SC), Maringá (PR), Londrina (PR) e no município de Ventania (PR). Quanto à maior tendência de aumento de produção o PR e RS tiveram 210 (52,63%) e 188 (37,82%) municípios, respectivamente, e o estado de SC teve 110 (37,29%) municípios. Para esse grupo de municípios houve registro de quatro municípios com tendência de estagnação nas suas áreas plantadas: um do PR (Munhoz de Melo) e três do RS (Coqueiro Baixo, Marcelino Ramos e Paverama). Além disso, notou-se ausência de produção em 169 municípios: 14 (3,51%) municípios do PR, 99 (33,56%) municípios de SC e 56 (11,27%) municípios do RS (parte significativa dos municípios situam-se na costa leste da Região e no estado de SC). Portanto, as altas concentrações de municípios com tendências de aumento de produção ficam no PR e no RS, que são o segundo e terceiro maior produtor da soja no Brasil [25,26,27]. Além disso, as altas concentrações de municípios com tendência de redução da produção localizam-se no estado do RS. Apesar do estado de SC concentrar maior parte dos municípios sem produção e com menores quantidades produzidas, a Tabela 2 nos indica que parte significativa dos municípios deste, 61,02% (6,58% abaixo do RS), tendem a aumentar as suas produções no período analisado.

⁴ <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv100600.pdf> [38]

4 Conclusões

Os gráficos gerados de dispersão e de linha mostraram um crescimento em termos de quantidades produzidas da soja com pequenos incrementos nas áreas plantadas, apesar das quedas registradas em 2004, 2005 e 2012. Há uma tendência de redução das diferenças entre os municípios em termos de área plantada, quantidade produzida e produtividade da soja. Os municípios que mais têm altas produções se situam nos estados do Paraná e do Rio Grande do Sul, e parte significativa dos municípios de Santa Catarina têm escassa ou nenhuma produção da soja. Portanto, foi possível visualizar as diferenças de produção da soja entre os municípios que compõe a Região Sul do Brasil, resultado que corrobora com a literatura. Esses resultados viabilizam a continuação desse estudo, em que os próximos passos serão de agrupar municípios similares em termos de produção e tentar identificar os fatores que determinam as dinâmicas da produção. Ademais, os resultados podem auxiliar futuros diálogos entre atores dessa área e subsidiar na elaboração de políticas públicas que reconheçam as particularidades municipais da Região Sul do Brasil em termos de avanço, estagnação ou retrocesso na produção dessa cultura.

Referências

1. Hirakuri, M. H., Lazzarotto, J. J.: O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro. Embrapa Soja-Documents (INFOTECA-E)(2014).
2. Silva, A. D., Lima, E. D., Batista, H. R.: A importância da soja para o agronegócio brasileiro: uma análise sob o enfoque da produção, emprego e exportação. V Encontro de Economia Catarinense (2011).
3. Landau, E. C. da S., Larissa, M., Daniel, P., G., André, H.: Dinâmica espaço-temporal da produção de milho, soja e café no estado de Minas Gerais entre 1990 a 2016. Embrapa Milho e Sorgo-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E), Sete Lagoas, Embrapa Milho e Sorgo (2018).
4. Embrapa Soja, <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>. Último acesso 4 de jun. de 2020
5. SNA - Sociedade Nacional da Agricultura, <https://www.sna.agr.br/soja-ganhou-espaco-nas-exportacoes-agricolas-globais-no-ano-passado>. Último acesso 8 de jun. de 2020.
6. Dall'Agnol, A., Roessing, A. C., Lazzarotto, J. J., Hirakuri, M. H., de Oliveira, A. B.: O complexo agroindustrial da soja brasileira. Embrapa Soja-Circular Técnica (INFOTECA-E)(2007).
7. Hirakuri, M. H.: Avaliação econômica da produção de soja para a safra 2013/2014. Embrapa Soja-Circular Técnica (INFOTECA-E) (2013).
8. da Vida Pellenz, J. D. L., de Almeida, M., Freitas, C. A.: Distribuição espacial do valor da produção da soja no Rio Grande do Sul: distintos retratos de 2000 a 2010. Geosul, 34(71) (2019), 86-110.

9. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.: Produção agrícola municipal. <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>. Último acesso 8 de jun. 2020.
10. Mingoti, R., Holler, W. A., Spadotto, C. A., Lopes, V.A.V., Brasco, M.A.: Metodologia de análise crítica dos dados históricos de estatística de produção agropecuária. Campinas, Embrapa Gestão Territorial (2014).
11. Andrea, C.: R Data Mining: *Implement data mining techniques through practical use cases and real-world datasets*. Pack Publishing (2017).
12. Behrens, J. T.: Principles and procedures of exploratory data analysis. *Psychological Methods*, 2(2), (1997), 131.
13. McMaus, C., et al.: Dynamics of cattle production in Brazil. *PloS one* 11.1, Public Library of Science (2016).
14. Santana, C. A. M., SOUZA, G. D. S., CAMPOS, S., DEL'ARCO SANCHES, I., Gomes, E. G., Sano, E. E.: Dinâmicas agropecuárias e socioeconômicas no Cerrado, de 1975 a 2015. Área de Informação da Sede-Capítulo em livro científico (ALICE) (2020).
15. Lee Rodgers, J., Nicewander, W. A.: Thirteen ways to look at the correlation coefficient. *The American Statistician* 42.1 (1988): 59-66.
16. Carvalho, L. F. R., Melo, C. B., McManus, C., Haddad JP. Use of satellite images for geographical localization of livestock holdings in Brazil. *Prev Vet Med.* 2012; 103:74-77.
17. Hermuche, P., Guimarães, R. F., Carvalho Júnior, O. A., Paiva, S. R., Gomes, R. A. T., McManus, C. M.: Environmental factors that affect sheep production in Brazil. *Appl Geog.* 2013; 44:172-181.
18. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, I. B.: Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD). Rio de Janeiro (2015).
19. Consulta API Sidra, <http://api.sidra.ibge.gov.br/>. Último acesso 24 de fev. 2020.
20. Melo, R. W. D, Fontana, D. C., Berlato, M. A.: Indicadores de produção de soja no Rio Grande do Sul comparados ao zoneamento agrícola. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 2004, 39.12: 1167-1175.
21. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, <https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#homepage>. Último acesso 16 de out. 2019.
22. Figueiredo Filho, D. B., Silva Júnior, J. A.: Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). 2009.
23. Ren, K. *Learning R Programming*. Packt Publishing (2016).
24. R-Project.Org, <https://www.r-project.org/>. Último acesso 29 de mar. de 2020.
25. Vieira Filho, José Eustáquio Ribeiro. *Difusão biotecnológica: a adoção dos transgênicos na agricultura*. No. 1937. Texto para Discussão. IPEA, Brasília (2014).
26. Conab - Companhia Nacional de Abastecimento, <https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/safra-serie-historica-dashboard>. Último acesso 10 de jun. 2020.
27. Pires, R. D. L., Gonçalves, W. N.: Reconhecimento de doenças da cultura da soja usando Vectores Localmente Agregados e Atribuições Leves. *FACOM - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul* (2017).
28. Subramanian, H., Raj, P.: *Hands-on RESTful Web API Design Patterns and Best Practices: Design, Develop, and Deploy Highly Adaptable, Scalable, and Secure RESTful Web APIs*. Packt Publishing (2019).
29. Secretaria de Planejamento, Orçamento e Gestão, <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/soja>. Último acesso 10 de jun. 2020.

30. Chagas, C. S., Carvalho, W., Gomes, J. B. V., Bhering, S. B.: Zoneamento pedoclimático para a cultura da soja no estado de Santa Catarina. Rio de Janeiro, Embrapa Solos (1999).
31. Brandão, A. S. P., De Rezende, G. C., Marques, R. W. C.: Crescimento agrícola no período 1999/2004: a *explosão da soja e da pecuária bovina e seu impacto sobre o meio ambiente*. Economia Aplicada, 10(2), 249-266 (2006).
32. Cima, E. G., Uribe-Opazo, M. A., Johann, J. A., Rocha Jr, W. F. D., Dalposso, G. H.: Analysis of spatial autocorrelation of grain production and agricultural storage in Parana. Engenharia Agrícola 38.3 (2018): 395-402.
33. Melo, R. W. D., Fontana, D. C., Berlatto, M. A.: Indicadores de produção de soja no Rio Grande do Sul comparados ao zoneamento agrícola. Pesquisa Agropecuária Brasileira 39.12 (2004): 1167-1175.
34. da Cunha, Gilberto Rocca, et al.: Zoneamento agrícola e época de semeadura para soja no Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Agrometeorologia 9.3 (2001): 446-459.
35. Farias, J. R. B., Assad, E. D., Almeida, I. D., EVANGELISTA, B. A., Lazzarotto, C., Neumaier, N., Nepomuceno, A. L.: Caracterização de risco de déficit hídrico nas regiões produtoras de soja no Brasil. Revista Brasileira de Agrometeorologia 9.3 (2001): 415-421.
36. Agência Embrapa de Informação Tecnologia, <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONT000fzr67crj02wx5ok0cpoo6awmgu8s1.html>. Último acesso 10 de jun. 2020.
37. Agência IBGE Notícias, <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/14497-asi-pam-2012-milho-supera-soja-em-volume-de-producao>. Último acesso 10 de jun. 2020.
38. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.: Divisão Regional do Brasil em Regiões Geográficas Imediatas e Regiões Geográficas Intermediárias (2017).
39. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15761-areas-dos-municipios.html?=&t=downloads>. Último acesso 20 ago. 2020.