

ESTUDO DAS POSSÍVEIS CORRELAÇÕES EXISTENTES ENTRE A PRODUÇÃO DAS *COMMODITIES* (SOJA-TRIGO-MILHO) E OS ÍNDICES CLIMÁTICOS DE 1998 A 2017 NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE ALTERNATIVAS DE PRODUÇÃO CITRÍCOLA: O CASO DE UM PRODUTOR DO MUNICÍPIO DE ITAPOLIS-SP

STUDY OF POSSIBLE CORRELATIONS BETWEEN COMMODITIES PRODUCTION (SOY-WHEAT) AND THE CLIMATE INDEXES FROM 1998 TO 2017 IN THE STATE OF RIO GRANDE DO SUL

Ana Paula Alf Lima Ferreira

Doutoranda em Agronegócios - UFGRS

Professora Substituta no IFFAR

Júlio de Castilhos-RS, Brasil

anapaulaalf@gmail.com

Douglas Padilha

Graduando em Administração - IFFAR

Júlio de Castilhos-RS, Brasil

ninotupan@yahoo.com.br

Paulo Fernando Marschner

Doutorando em Administração - UFSM

Professor Substituto no IFFAR

Júlio de Castilhos-RS, Brasil

paulofernandomarschner@hotmail.com

* Recebido em: **16/10/2019**

* Aceito em: **27/01/2020**

RESUMO

Este estudo apresenta as possíveis correlações existentes entre a produção e a produtividade das *commodities* Soja-Trigo-Milho e os índices climáticos de 1998 a 2017 no estado do Rio Grande do Sul. Tal investigação foi alicerçada a uma pesquisa documental, utilizando os bancos de dados da SIDRA, Sistema IBGE de Recuperação Automática /IBGE e INMET, Instituto nacional de Meteorologia . A partir destes, elaborou-se um novo banco de dados, com informações relativas à produção, produtividade, temperatura máxima e mínima, área produzida e precipitação fluvial. Atécnica de análise realizada foi testes de Correlação de Pearson e de *Spearman*, que ao cruzar as variáveis de produção com os índices climáticos de temperaturas e precipitação proporcionam um entendimento sobre os impactos do clima junto a produção das três *commodities*, correlacionado tal série histórica e permitindo a construção de observações pertinente à tomadas de decisão em futuras safras por parte dos gestores rurais. Assim após a interpretações das correlações, ficou evidente a forte dependência entre as variáveis climáticas e os resultados de produção e produtividade das três *commodities* (Soja-Trigo-Milho). Bem como, confirmou-se que o cenário climático preestabelecido como ótimo e ideal pelas ciências agrárias são fidedignos com os resultados obtidos em termos de produção e produtividade. Enfim, entende-se que estudos como esse é de grande relevância para área, porém por se retratar de dados secundário é vital a constante atualização destes, bem como a comparação com outras regiões e ademais *commodities*.

Palavras-chave: Agronegócio; *Commodities*; Clima; Temperatura; Produção.

ABSTRACT

This study presents the possible correlations between production and productivity of Soja-Trigo-Milho commodities and the climate indexes from 1998 to 2017 in the state of Rio Grande do Sul. This research was based on a documental research, using the databases of SIDRA, IBGE Automatic Recovery System /IBGE and INMET, National Institute of Meteorology. From these, a new database was elaborated, with information related to production, productivity, maximum and minimum temperature, produced area and fluvial precipitation. The analysis technique performed was Pearson and Spearman correlation tests, which by crossing the production variables with the climatic indexes of temperature and precipitation provide an understanding of the impacts of climate on the production of the three commodities, correlating such historical series and allowing the construction of observations relevant to decision making in future harvests by rural managers. Thus, after interpreting the correlations, it became evident the strong dependence between climate variables and the production and productivity results of the three commodities (Soja-Trigo-Milho). As well, it was confirmed that the climatic scenario pre-established as optimal and ideal by the agricultural sciences is reliable with the results obtained in terms of production and productivity. Finally, it is understood that studies such as this one are of great relevance for the area, but because secondary data are portrayed it is vital to constantly update these, as well as the comparison with other regions and commodities.

Keywords: Agribusiness; Commodities; Climate; Temperature; Production.

1. INTRODUÇÃO

A atividade agrícola é a forma de segmento econômico produtivo organizado, mais antigo que existe e vem sendo um dos setores que mais cresce nos últimos anos. Porém, com o decorrer dos tempos e devido a sua complexidade, a qual transcendeu as esferas dentro e fora das porteiras, passou a ter fronteiras internacionais, sendo necessário repensar o setor de forma sistêmica e holística, impulsionando a formulação da prática do agronegócio.

Nesse sentido, a dinâmica do agronegócio tem sido orientada para a busca constante de melhores resultados e pela geração de vantagens competitivas, tanto para as propriedades rurais, como para os demais correlacionados ao setor, o que tem sido totalizado por meio da integração vertical do sistema/complexo (SILVA, BATALHA, 2010; JACKSON, MITCHELL, 2009; CALLADO, CALLADO, 2009; AZEVEDO, 2010).

No Brasil, evidencia-se a busca por afirmar-se como um grande fornecedor de alimentos e matérias-primas de origem natural a fim de abastecer o mercado internacional (LIMA et. al., 2009). De acordo com IBGE (2017), O PIB Brasileiro cresceu 1%, enquanto o PIB-volume do Agronegócio, calculado pelo CEPEA/CNA, aumentou 7,2%, reflexo da então produção recorde, alcançada “dentro da porteira”, ao qual transferiu tais taxa para o setor de serviços. Corroborando, a agência Agrostat (2017), apontou que em 2017, a balança comercial do agronegócio brasileiro registrou superávit de US\$ 81,7 bilhões.

Conforme o centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - CEPEA (2019), o PIB do agronegócio brasileiro teve uma alta de 1,87% em 2018, no mesmo período, somente o agronegócio representou 21,1% do PIB brasileiro, sendo que o mesmo ainda é o responsável por metade das exportações do país, tanto que nos últimos anos, tem sido o maior exportador global de açúcar, café, suco de laranja, soja e milho, bem como movimenta em média 38% dos empregos formais do país.

Segundo Sobral (2008), o agronegócio no Brasil cresce em razão das suas condições climáticas favoráveis, dos preços e da atratividade das principais *commodities* agrícolas no mercado internacional. Colaborando com essa afirmação, Andrade (2012) acredita que o Brasil está entre os países que contribuem para o avanço econômico social mundial no

sistema integrado por suas características climáticas, condições de solos e recursos hídricos de boa qualidade e principalmente pela abundância desses.

Vale ressaltar que o Brasil detém o título de segundo maior produtor exportador do complexo- SOJA-ÓLEO-FARELO desde 2008 (EMBRAPA, 2012). Neste contexto, dentre os fatores que tem despertado a atenção de pesquisadores, devido ao seu impacto junto ao bom desempenho das médias de produção das *commodities*, destacam-se as variáveis climáticas, em especial a precipitação pluviométrica e temperaturas máximas e mínimas (SEDIYAMA; MELO JÚNIOR, 2015). Tanto que a fim de colaborar com o atual cenário da agricultura brasileira, várias pesquisas estão sendo conduzidas a fim de monitorar e evidenciar o potencial impacto das mudanças climáticas junto a agricultura bem como anteceder previsões sobre esses (SIQUEIRA et. al., 2016).

Logo entende-se que se torna de grande relevância inferir sobre as variáveis que impactam sobre as margens de produção e produtividade das principais *commodities* do estado do Rio Grande do Sul (Soja-Milho e Trigo), afim de produzir informação que possam somar com a tomada de decisão dos produtores, a presente pesquisa visa responder a seguinte pergunta problema: Quais os impactos das variáveis climáticas (temperatura e chuva) junto a (média) produtividade dos grãos das *commodities* soja, milho e trigo no Estado do Rio Grande do Sul?

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste item aborda-se o aporte teórico utilizado como suporte para realização desta pesquisa.

2.1 Atividades agrícolas no país

Conforme a trajetória da agricultura brasileira descrita pela EMBRAPA (2017), nos últimos 40 anos o Brasil passou de um importador de alimentos para um dos maiores exportadores de grãos do mundo. Com uma grande produção por hectare, o país tornou-se um dos principais *players* do agronegócio mundial.

No retrato do Brasil Rural de 1950 a 1960, o plantio safrão e a escassez de tecnologia e de informação, limitou o desenvolvimento de novas variedades de altos rendimentos. Tãmanha era a falta de informação que pouco se sabia sobre o tratamento dos solos tropicais, desta forma não se podiam aumentar os resultados de produção, pois o que se obtinha era uma resposta natural quase sem manipulação.

Com esse cenário não se conseguiu atender a demanda interna, efeito de impactos ambientais obtidos por práticas inadequadas resultando em erosão e assoreamentos. O Brasil era um país que estava em desenvolvimento industrial, mas sofria com a insuficiência de alimentos.

Porém, com a instituição de políticas fomentadas pelo governo, a partir da década de 70, deu-se início à busca por intensificação da produtividade agrícola através de investimentos públicos, instaurou-se um momento de modernização que alavancaria posteriormente a agricultura brasileira.

Tal mudança pode ser averiguada junto à base de dados da EMBRAPA que, de 1975 a 2017, apresenta a produção de grãos, a qual era de 38 milhões de toneladas ano, apresentando um crescimento seis vezes maior, ou seja, obtendo em 2017 uma produção de 236 milhões de toneladas anos, apenas utilizando-se de novas tecnologias e dobrando a área plantada, como o representado na Figura 1.

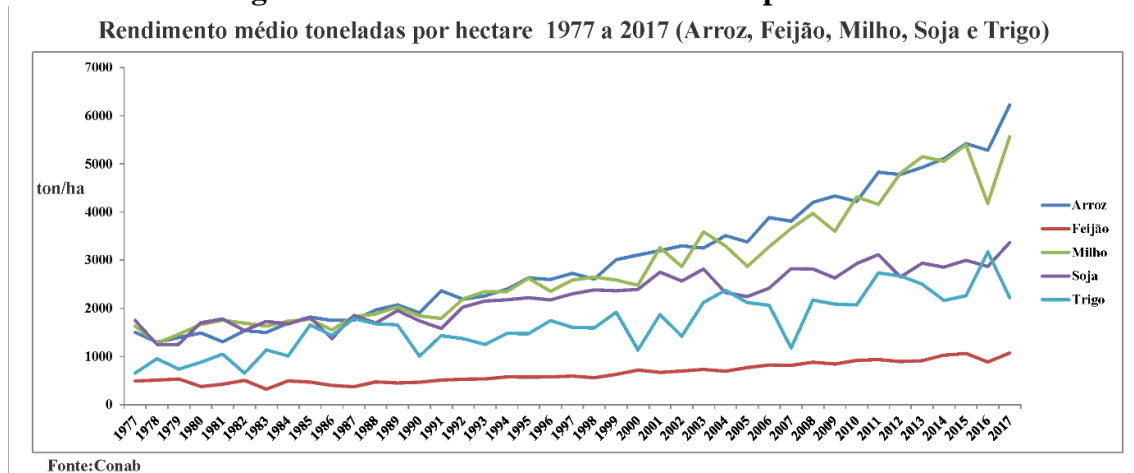
Figura 1: Área plantada e Produção de grãos no Brasil.



Fonte: Adaptado dos dados da Conab e elaborada pelos autores (2019).

Houve também uma evolução do rendimento médio (kg/ha), destacando-se o trigo, na qual teve um crescimento de 346% e 270% o aumento do milho e a Soja, praticamente dobrando no período analisado na série histórica abordada pela EMBRAPA em 2018 (Figura 2).

Figura 2: Rendimento médio toneladas por hectare.



Fonte: Adaptado dos dados da Conab e elaborada pelos autores (2019).

Ainda conforme boletim eletrônico nº 157 do DESER (Departamento de Estudos Socioeconômicos Rurais, 2017), percebe-se que o país sempre desempenhou um papel importante na geração de riquezas e obtenção de divisas através da agricultura. O que é justificado pelo fato do Brasil ter abundância de recursos naturais, extensas áreas agricultáveis, grande disponibilidade de água, mão-de-obra disponível e o clima favorável somado ao investimento em pesquisas tecnológicas, fez do Brasil uma referência em produtividade, o que lhe permitiu atender não só a demanda interna, mas também a demanda externa.

Nota-se que para esse contexto favorável, somam-se ainda o desenvolvimento de políticas públicas as quais também permitiram avanços de grande impacto para o crescimento produtivo. Na área dos grãos, um bom exemplo foi o incentivo à prática do plantio direto, zoneamento de riscos climáticos, manejo de pragas e plantas daninhas, mecanização e alternância de cultivos de *commodities*.

Quando mensura-se a agricultura como um todo, conforme dados da EMBRAPA (2018), a tecnologia é um fator com maior consideração de poder explicativo, porque constatasse que entre 1975 a 2015, os avanços no setor tecnológico acarretaram 59% do

Revista Agropampa, v. 1, n. 1, janeiro–junho / 2019 - ISSN: 2525-877X

desenvolvimento do valor bruto da produção agrícola, já o trabalho respondeu por 25% e por fim, a terra por 16%.

2.2 O setor agrícola e os fatores financeiros

Para Prates (2007), a maior vulnerabilidade dos preços das *commodities* está relacionada com as flutuações cíclicas da demanda mundial. Bem como, pelo fato, de a produção dos mesmos ser controlada por oligopólios, os quais possuem poder de formar preços. Segundo Costa (2017), em especial com relação à commodity Soja, as expectativas de oferta, demanda e nível de estoques, bem como os relatórios do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) e de centros de análises climáticas, causam impactos nas cotações futuras da soja em na *Chicago Board of Trade* (CBOT).

Ainda, segundo Costa (2017) as expectativas com relação a futuros acontecimentos políticos de natureza interna e internacional tendem a refletir e alterar a taxa de câmbio uma vez que os preços no mercado físico brasileiro sofrem os impactos da variação cambial do ambiente político e geopolítico, diante disto, o mesmo autor afirma que:

“As variáveis de natureza macroeconômica, principalmente associadas às políticas monetárias implementadas pelos Bancos Centrais do Brasil e dos Estados Unidos, interferem diretamente nas taxas de juros e de câmbio. Portanto, ajudam a explicar o preço da soja no Brasil, que passa pela conversão cambial, do dólar para o real. Neste processo, o mercado segue a sua dinâmica de funcionamento e em determinados períodos uma variável ou eixo pode exercer maior ou menor influência sobre a formação do preço pago ao produtor brasileiro” (COSTA, 2019).

Black (2013) ainda descreve outras relações as quais interferem nos aspectos financeiro/econômicos da gestão das *commodities*. Dentre elas os desequilíbrios entre a oferta e demanda, pois apresentam reações nos preços das *commodities* tanto no curto prazo, através da especulação financeira as quais dariam ênfase a tais movimentos, quanto em longo prazo, porque refletem junto aos custos de produção, o que é um fator determinante para os preços.

Quanto à precificação das *commodities*, a mesma também responde as alterações referenciadas pelo efeito-China, choque de custos, variações do preço do petróleo, situação do Dólar, Bolsa de Chicago e “financeirização” e volatilidade dos países referências de demanda e oferta (BLACK, 2013).

Vale ressaltar que um pressuposto básico é o de que a margem de lucro para os produtores das *commodities* são mínimos nesse setor, e se não houvesse um efetivo controle da produção e do preço de mercado, a atividade inviabilizar-se-ia, se os preços fossem mantidos abaixo dos custos por um longo período.

Segundo Dall’Agnol (2010), para enfrentar a grande instabilidade do mercado de *commodities*, a fim de permitir que o produtor possa maximizar seu desempenho econômico-financeiro, é essencial a gestão eficiente do negócio agropecuário, uma vez que essa tem como princípios fundamentais a minimização de custos, a otimização da utilização do espaço produtivo e o aumento dos níveis de produtividade.

2.3.2 Commodities e os Fatores Climáticos

É fato que embora esteja cercada de toda tecnologia, concebida nos últimos séculos, a obtenção de máximos rendimentos junto ao segmento agropecuário ainda é dependente do clima. Provavelmente, no futuro, muito do potencial para obtenção de altos rendimentos de cultivares como a soja, milho, trigo, arroz entre outros ainda estará relacionado à tolerância dos materiais a curtos períodos de baixa disponibilidade hídrica.

Nesse sentido, a agrometeorologia é tida como uma ciência interdisciplinar, que pesquisa e busca indicar a consequência do tempo e clima, junto à produção de alimentos, fibras e energia, tornando-se assim um fator estratégico na busca de solução dos problemas enfrentados pela agricultura e da otimização do uso de seus recursos e fatores de produção (MAVI, TUPPER, 2004).

Dentre as variáveis meteorológicas que afetam o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade das culturas estão a incidência de águas, temperatura do ar, umidade do ar e a radiação solar (HOOGENBOOM, 2000). Ainda, pode-se ter relação entre o fotoperíodo, umidade do ar e do solo e velocidade e direção do vento (PEREIRA et. al., 2002; MAVI, TUPPER, 2004).

Para Mavi e Tupper (2004), as informações meteorológicas podem ser empregadas de várias formas junto à agricultura, dentre elas: podem ser utilizadas para o planejamento dos cultivos (componente estratégica), tanto na escala macroclimática quanto topoclimática. Podem ser utilizadas no processo de tomada de decisão, quanto ao melhor momento para a execução de diferentes práticas agrícolas (componente tática). Bem como podem permitir aos sistemas agrícolas, desenvolvam uma capacidade de adaptação para enfrentar condições meteorológicas adversas, tornando-os assim mais resilientes.

As ações meteorológicas, junto ao sistema produtivo agrícola, conforme o Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (2009), são percebidas como um conjunto de fatores exógenos, que dissimulam o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade das plantas, ou seja, os efeitos do clima junto à produção de *commodities* alternam entre os mais favoráveis aos mais desfavoráveis ao passo que podem ser percebido deste o ato da sementeira até a produtividade final desta.

Nota-se que além de afetar o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade das culturas, o clima exerce uma relação direta entre as plantas com os microrganismos, insetos, fungos e bactérias, influenciando na incidência de pragas e doenças.

Ainda, pode-se perceber que várias rotinas agrícolas, entre elas, o preparo do solo, a adubação, o início da sementeira, o controle de pragas, a irrigação, as pulverizações, a colheita, dentre outras, são intimamente dependentes de condições climáticas específicas. Sendo que as variáveis, como o calor, umidade no solo, umidade do ar, o vento, precipitação de água, temperatura máxima e mínima, entre outros contextos são essenciais para que tais rotinas possam ser realizadas e obtenham êxito no seu objetivo (PEREIRA et. al., 2002).

Logo, devido ao grande impacto do clima para atividade agrícola, a utilização de dados e informações meteorológicas e, por conseguinte climáticas, tornam-se essenciais para que a agricultura possa tornar-se uma prática sustentável, tanto na perspectiva econômica como social e ambiental (SIVAKUMAR et. al., 2000).

Entre os fatores que refletem junto à produção agrícola, a variável clima destaca-se como a mais complexa e incontrolável, tendo grande ação sobre as médias de produtividades. Desta forma as variáveis climáticas são consideradas o fator de maior risco e um dos principais causadores do insucesso na exploração das culturas. Tanto que se observa quando há período predominantes secos, a incidência dos estresses abióticos diminui as médias de produtividade.

No entanto, quando há chuvas constantes, variação brusca de temperatura oscilando entre mínimas e máximas e pouca luminosidade, há uma forte tendência de queda dos rendimentos em lavouras, restringindo as latitudes e os solos onde espécies comercialmente importantes podem ser cultivadas (FARIAS et. al., 2011). Em especial, a variação da temperatura, seja ela alta ou baixa, interfere em uma série de outros estágios da produção, nas plantas interfere na respiração, transpiração, no repouso, ou seja, em todas as fases fenológicas das plantas (PEREIRA et. al., 2002, MAVI E TUPPER, 2004).

Dessa forma, dentre as interferências causadoras do estresse abiótico junto à produção de grão, destaca-se a temperatura a principal variável meteorológica a ser considerada nos zoneamentos agroclimáticos, juntamente com a chuva (CAMARGO et. al., 1974, 1977).

Considera-se relevante mencionar que se entendem os estresses abióticos como períodos caracterizados por seca, excesso de chuvas, temperaturas muito altas ou baixas e baixa luminosidade, que interferem diretamente nos rendimentos das lavouras. Ressalta-se que entre os vários fatores que podem interferir nos resultados positivos da produção agrícola, tem-se: temperatura, a radiação solar e água, embora outros como ventos, fotoperíodo e umidade do ar possam também estar relacionados.

Em geral, conforme Cooper (2014), observa-se que a temperatura determina a taxa de desenvolvimento da cultura, e tem ação direta como o desenvolvimento e crescimento das mesmas. A radiação, por sua vez, atua como o fator preponderante para a fotossíntese, na qual o CO₂ atmosférico, com a participação da água, é transformado em carboidratos. Esses carboidratos serão usados para o crescimento e para a manutenção e serão decisivos para os índices de produção das plantas.

Dessa forma, o fator agro meteorológico pode e deve ser utilizado como uma ferramenta de suporte para tomada de decisão por parte dos produtores, a partir de informações com relação à previsão do tempo, as quais podem ser utilizadas para obter resultados positivos, tanto que para Mavi e Tupper (2004), a tomada de decisão, orientada pelas condições meteorológicas buscam avaliar quais as opções adequadas para cada caso, frente à grande variabilidade das condições climáticas.

3. METODOLOGIA

Partindo-se do pressuposto de Marconi e Lakatos (2010) de que o método é um conjunto de atividades, o qual de maneira sistemática permite ao pesquisador, com conhecimentos válidos e verdadeiros, atingir seus objetivos a partir da definição do caminho a ser seguido, auxiliando nas decisões e identificação de erros, neste item, são apontados os recursos metodológicos, utilizados para a realização da presente pesquisa.

3.1 Classificação da pesquisa

Pode-se classificar a presente pesquisa como descritiva, a qual exige do pesquisador uma série de informações sobre o que deseja pesquisar, ou conforme Gil (2002, p. 42) “[...] tem como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis”. Esse tipo de estudo pretende descrever os fatos e fenômenos de determinada realidade (TRIVIÑOS, 1987).

Com relação a sua abordagem, pode-se definir a mesma como quantitativa, que de acordo com Vergara (2006), busca quantificar os dados e generalizar os resultados da amostra para a população alvo e no presente estudo, por meio de questionário. Para Lakatos e Marconi (2011), a pesquisa quantitativa é mais apropriada para apurar atitudes e responsabilidades dos entrevistados, uma vez que emprega questionários.

Nesse sentido, o Quadro 1, aponta a síntese do método a ser utilizado para realização da presente pesquisa.

Quadro 1: Síntese da presente pesquisa.

Síntese da Pesquisa	
Quanto aos seus objetivos	Descritivo
Com relação a sua abordagem	Quantitativa
Procedimento de Coleta de Dados	Dados obtidos no IBGE (SIDRA) e INMET
Tratamento e análise dos dados	Com auxílio do software Gretl será feito teste de correlação Pearson e <i>Spearman</i> , entre as variáveis: Produção, produtividade, temperatura máxima e mínima e precipitação de chuva.

Fonte: Elaborado pelos autores,2019.

3.2 Procedimentos de coleta, tratamento e análise dos dados.

Os dados utilizados para responder os objetivos de pesquisa foram coletados junto as bases de dados do IBGE (SIDRA), CONAB e INMET, sendo que o lapso temporal de analisado foram os anos de 1998 a 2017, e que os cultivares objetos de estudos são: Soja, Trigo e o Milho.

Após serem coletados, os dados foram, em um primeiro momento, formatados e organizados junto a planilhas eletrônicas, onde foram feitas as médias temporais da área colhida (ha), Produtividade (ton.), valor da produção, rendimento médio (kg/há) das *commodities* (soja, trigo, milho), precipitações médias (acima de 100mm/h), leves(abaixo de 100 mm/h) e altas de chuva (acima de 200mm/h), médias de temperaturas máximas e mínimas.

Posteriormente, com os dados devidamente apurados, utilizou-se o programa GRETL, que é um pacote de *software* multi-plataforma para análise econométrica, escrito na linguagem de programação C. Com auxílio do programa foram realizados o teste de correlação de Pearson, que abordado por Viciniet.al. (2018), mostra a similaridade entre dois objetos i e j, denotada por S(ij) com o objetivo de satisfazer as propriedades S(i,j)=S(j,i), [S(i,j)] ≥ 0, S(i,j) crescente conforme crescimento da semelhança entre i e j. O coeficiente de Pearson, entre i e j, acontece conforme seguinte equação:

Figura 3: Fórmula para realizar o cálculo do coeficiente de correlação Pearson.

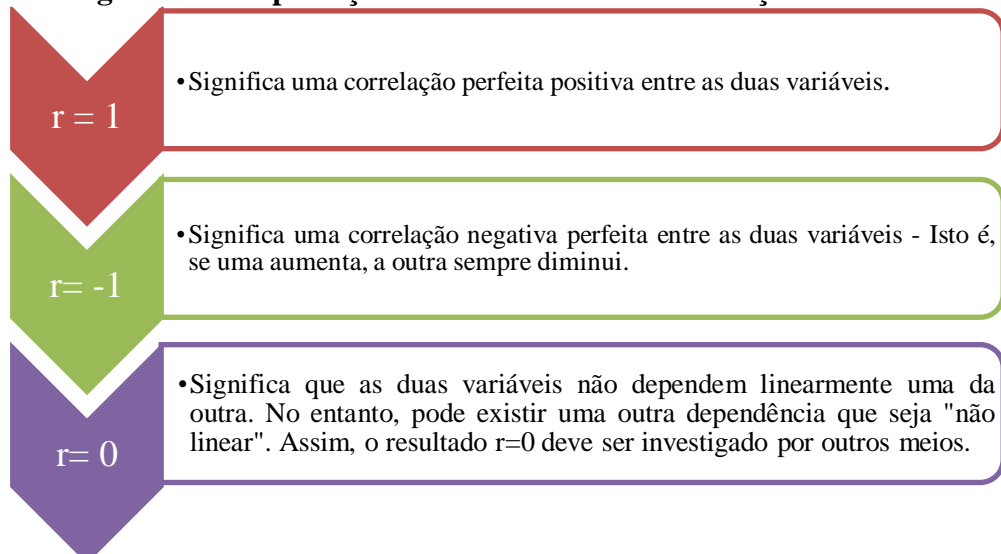
$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{(\sum (x_i - \bar{x})^2)(\sum (y_i - \bar{y})^2)}}$$

Fonte: Adaptado de Vicini et.al. (2018).

Sendo que essa correlação se dá quando todas as variáveis estiverem contidas em i forem cruzadas com todas as mesmas em j, acontecendo um processo de fusão, até que aconteça a maior similaridade entre si, uma aglomeração (VICINI et.al.,2018).

O coeficiente de correlação Pearson, na visão de Figueiredo (2009), (r) varia de -1 a 1, assim a questão dos sinais definirá se a direção indicará positividade ou negatividade do relacionamento e o valor indica a intensidade da relação das variáveis. Quando o valor de uma variável for determinado a se saber o valor de outra acontece correlação perfeita, já no oposto, ou seja, zerada, mostra inexistência de relação linear entre as variáveis abordadas (DANCEY; REIDY,2006). Ou seja, este coeficiente, assume apenas valores entre -1 e 1. Figura 4:

Figura 4: Interpretação dos coeficientes de correlação de Pearson



Fonte: Adaptado de Dancey e Reidy (2006).

Outro processo correlativo que foi utilizado, a fim de confirmar os achados da pesquisa, foi a Correlação de Spearman, que consiste na medida da intensidade das variáveis ordinais, assim não utilizando valores, mas sim as ordens das observações utilizadas. Identificado pela letra grega *rho* (ρ), a correlação de Spearman é uma medida não paramétrica que também mensura o nível de intensidade correlativa pelo intervalo entre -1 e 1, ou seja, quando houver mais proximidade dos extremos, maior associabilidade ocorrerá entre as variáveis (SIEGEL, 1975). Negativamente apresentada, significa que as variações das variáveis exercem sentido contrário, evidenciando-se, que as categorias mais elevadas de uma variável estão associadas a categorias mais baixas de outra. A fórmula de cálculo do coeficiente de Spearman encontra-se descrita junto a Figura 5.

Figura 5: Fórmula para realizar o cálculo do coeficiente de correlação Pearson Sperman

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n^3 - n}$$

Fonte: Adaptado de Siegel (1975)

Que n é o número de pares (x_i, y_i) e $d_i = (\text{postos de } x_i \text{ dentre os valores de } x) - (\text{postos de } y_i \text{ dentre os valores de } y)$. Se os postos de x são exatamente iguais aos pontos de y , então todos os demais serão zero e ρ será 1. Dessa forma, correlações realizadas buscarão identificar qual a relação existente entre as variáveis, objeto de pesquisa e que justificariam o aumento ou diminuição da produtividade; Em outras palavras, a correlação desses fatores buscou realizar a fusão de variáveis para a construção de um cenário mais crítico com relação à interpretação da real interferência das variáveis climáticas com relação as *commodities* investigadas, o que tende a ser um suporte de grande valia para os gestores rurais na hora de tomar decisão inerente a suas atividades agrícolas.

Tanto que optou-se pela análise entre os anos 1998 a 2017, por entender que essa amostra de 20 anos de dados quantitativos, torna-se uma um cenário mais confiável e consistente, por abranger um número maior de informações, promovendo assim um recorte pertinente para afirmar comparativamente o quanto as *commodities* (soja, trigo, milho)

anualmente, cresceram ou diminuíram em sua produtividade através das variáveis utilizadas nos testes de correlação de Pearson. Evidentemente cada uma das *commodities*, investigada comporta-se de uma maneira em relação as reações do tempo (clima), com a fusão de informações permitindo haver correlação ou não fará evidenciar os crescimentos ou déficits no quesito de valorização no mercado, comportamento do preço, o quanto o estado pode ofertar a demanda e o quanto resultou financeiramente o aumento ou diminuição nos números produtivos.

4. RESULTADOS

Com relação aos dados que serão utilizados para responder objetivo norteador do presente estudo, o qual é correlacionar os impactos das mudanças climáticas (precipitação pluviométrica e temperaturas máximas e mínimas) com os índices de produtividade das principais commodities (soja, milho e trigo) do Rio Grande do Sul, os mesmos encontram-se junto a figura 6, a qual apresenta a dispersão dos mesmos com base no recorte temporal de 1998 à 2017. A fim de facilitar a análise dos dados separaram-se as mesmas por blocos de acordo com as culturas analisadas.

Bloco A: correlação com relação a cultura da Soja.

A fim de elucidar o impacto causado de 1998 à 2017, junto a cultura da soja, no que tange as variáveis climáticas pode-se perceber que conforme Quadro 2, que:

Quadro 2: Teste de correlação de Pearson da soja.

Soja	Produção	Produtividade	Temp. Max.	Temp. Min.	Chuva	Área
Produção	1	0,945	-0,101	0,586	0,428	0,871
Produtividade		1	-0,192	0,592	0,533	0,951
Temp. Max			1	0,060	-0,114	-0,361
Temp. Min				1	0,498	0,653
Chuva					1	0,309
Área						1

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

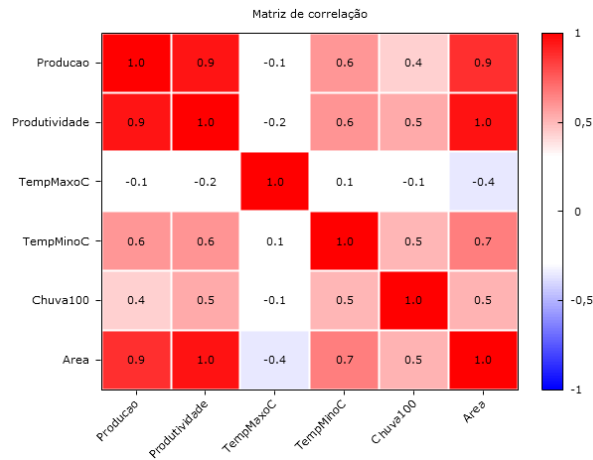
Os resultados do teste de Pearson demonstraram que há correlação entre a soja e as variáveis:

- Temperatura máxima x produção de soja, apresentou uma correlação negativa de -0,101, ou seja, quando uma das variáveis aumenta, outra diminui;
- Temperatura mínima x produção de soja, apresentou uma correlação significativa e positiva de 0,586, podendo assim afirmar-se que quando uma variável aumenta a outra responde da mesma forma e vice e versa;
- Produção de soja x área, apresentou uma correlação significativa e positiva de 0,871;
- Temperatura máxima x Produtividade de soja, apresentou também uma correlação negativa de -0,192;
- Temperatura mínima x produtividade de soja, apresentou também uma correlação significativa e positiva de 0,592;
- Produtividade de soja x chuva, apresentou uma correlação significativa e positiva de 0,533;
- Produtividade de soja x área, apresentou uma correlação significativa e positiva de 0,951;

Nota-se que a coerência entre os achados uma vez que, a recomendação agrônômica sugeridas pela EMBRAPA (2017) e técnica para a produção de soja, prevê como cenário ótimo, temperatura de 25°C durante a fase inicial e durante o período de floração temperaturas acima de 13°C, bem como pondera que tenha-se uma precipitação fluvial, com boa distribuição que compreenda entre 700 à 1200 mm anuais, sendo imprescindível que ocorra precipitações leves na fase de germinação e que não ocorra precipitação fluvial no momento da colheita.

Ainda a fim de cercar-se com relação as correlações testadas, também se realizou o teste de *Spearman*, o qual tem seus resultados evidenciados junto a Figura 4, sendo quanto mais vermelho for sua cor mais significativa é a sua correlação.

Figura 4: Resultados do teste de correlação de Spearman da soja.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

Logo, conforme o teste de Spearman tem-se:

- Temperatura máxima X produção de soja, apresentou uma correlação negativa de -0,233, ou seja, quando uma das variáveis aumenta, outra diminui;
- Temperatura mínima X produção de soja, apresentou uma correlação significativa e positiva de 0,505, podendo assim afirmar-se que quando uma variável aumenta a outra responde da mesma forma e vice e versa;
- Produção de soja X área, apresentou uma correlação significativa e positiva de 0,780;
- Temperatura máxima X produtividade de soja, apresentou também uma correlação negativa de -0,278;
- Temperatura mínima X produtividade de soja, apresentou também uma correlação significativa e positiva de 0,634;
- Produtividade de soja X chuva, apresentou uma correlação não significativa e positiva de 0,422;
- Produtividade de soja X área, apresentou uma correlação significativa e positiva de 0,872.

Evidenciou-se junto os dois testes que apenas a variável chuva, a qual deve correlação significativa e positiva com o teste de Pearson, comportou-se de forma distinta junto ao teste de *Spearman*, aonde a mesma apresentou uma correlação positiva, porém não significativa.

Bloco B: Correlação da cultura do trigo.

Os mesmos testes aplicados à cultura da soja, foram aplicados a cultura do trigo, conforme Quadro 3.

Quadro 3: Teste de Correlação de Pearson do trigo

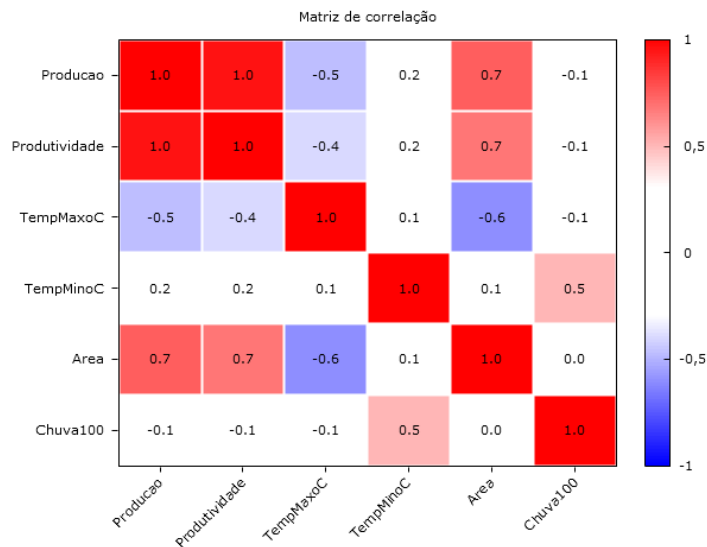
Trigo	Produção	Produtividade	Temp. Max	Temp. Min.	Chuva	Área
Produção	1	0,950	0,478	0,158	-0,090	0,018
Produtividade		1	-0,404	0,244	-0,103	0,675
Temp. Max			1	0,060	-0,114	-0,608
Temp. Min				1	0,498	0,084
Chuva					1	0,015
Área						1

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

Os resultados do teste de Pearson demonstraram que há correlação entre o trigo e as variáveis:

- Temperatura máxima x produção de trigo, apresentou uma correlação positiva de 0,478, ou seja, quando se tem temperaturas altas não tão significativas à produção não apresenta grandes proporções.
- Produção de Trigo x chuva, apresentou uma correlação significativa e negativa de -0,090 constata-se que quanto menos precipitações acontecerem maior será a produtividade.
- Temperatura máxima x produtividade de trigo, apresentou também uma correlação negativa de -0,404, ou seja, teve-se evidências de que quanto menores as temperaturas máximas os níveis de produtividade não serão tão consideráveis.

Figura 5: Resultados do teste de correlação de Spearman do trigo.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

Conforme o teste de *Sperman* tem-se:

- Temperatura máxima x produção do trigo, apresentou uma correlação negativa de -0,375, ou seja, quanto maiores os índices de temperatura máxima maior é a produção;
- Temperatura máxima do trigo x produtividade, apresentou uma correlação significativa e negativa de -0,359, fundamentando que não há uma relação tão

expressiva entre aumento de produtividade com aumento de temperatura, pois quanto menor a máxima a produtividade aumentou.

- Temperatura mínima do trigo x produtividade, apresentou uma correlação positiva de 0,539, com isso percebe-se que há uma relação considerável entre aumento de produtividade com níveis baixos de temperatura.

Tendo como base referencial da EMBRAPA (2019) de que o trigo precisa de temperaturas baixas no início de seu ciclo produtivo, os resultados apresentaram nas correlações afinidades entre os níveis de temperatura baixa com a produção e produtividade assim acompanhando essa tendência. As correlações confirmaram que não se exige grandes proporções de precipitações na produção do trigo, cabe salientar que em todos os cruzamentos com a variável chuva, não se obteve correlação expressiva.

Bloco C: Correlação da cultura do milho.

Quanto ao Milho, teve-se como resultados do teste de Pearson, conforme Quadro 4

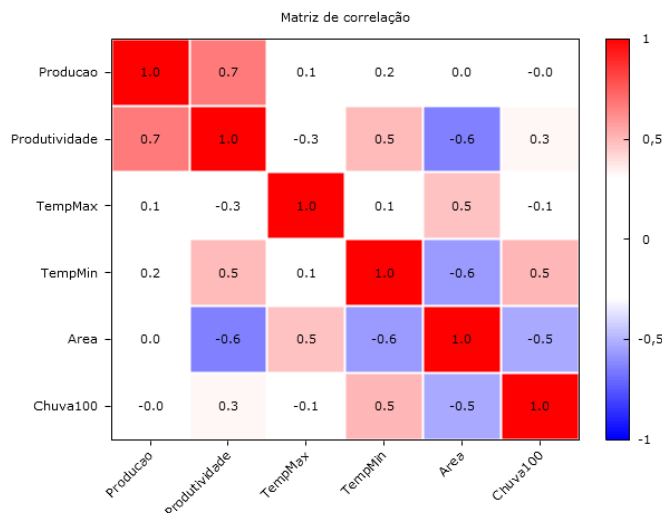
Quadro 4: Teste de Correlação de Pearson do milho.

	Produção	Produtividade	Temp. Max.	Temp. Min.	Chuva	Área
Produção	1	0,661	0,133	0,193	-0,016	0,018
Produtividade		1	-0,264	0,487	0,322	-0,645
Temp. Max			1	0,060	-0,114	0,466
Temp. Min				1	0,498	-0,574
Chuva					1	-0,536
Área						1

Fonte: Elaborado pelos autores,2019.

- Temperatura máxima x produção de milho, apresentou uma correlação positiva de 0,133, ou seja, mostra-se que a produção aumenta com níveis altos de temperatura;
- Produtividade x Chuva, apresentou uma correlação positiva de 0,322, constata-se que quanto mais precipitações acontecerem maior será a produtividade.

Figura 6: Resultados do teste de correlação de Spearman do milho



Fonte: Elaborado pelos autores,2019.

- Temperatura mínima do milho x produtividade, apresentou uma correlação moderada positiva de 0,586, ou seja, quanto maiores os índices de temperatura mínima terão maiores índices de produção;
- Chuva x produtividade, apresentou uma correlação significativa e positiva de 0,336, trazendo a comprovação de que as precipitações tiverem aumento refletirá em ganhos financeiros.

Conforme Simão (2016) cultivar milho, deve-se ter um regime pluviométrico entre 250 mm até 5.000 mm anuais, nos dois modos de correlação utilizados trouxeram níveis correlativos consideráveis para corroborar a tendência de verões quentes e úmidos como fator positivo produtivo. Na questão das temperaturas mínimas e máximas, há divergências entre os dois processos correlativos utilizados, pois cada um favorece crescimento da produção quanto da produtividade ou com as temperaturas mínimas quanto com as temperaturas máximas, porém este detalhe não traz um indicio de contradição, pois para germinação é necessário temperaturas mínimas acima de 10°C, para condução do restante da safra com uma cultura bem encaminhada são necessárias temperaturas médias diárias de 19,5°C e noturnas de 12,8°C, sacramentando a necessidade de um clima moderado com verões quentes e úmidos porém com invernos secos.

4.1 Síntese da pesquisa

Neste item apresentam-se de forma resumida, os principais achados da pesquisa, a fim de facilitar a leitura e compreensão dos mesmos. Buscou-se assim elucidar os principais resultados que colaboraram para conclusão satisfatória da pesquisa e que são de extrema relevância para os gestores rurais, conforme aponta a Figura 7.

Figura 7 - Síntese da pesquisa



Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou analisar com propriedade as correlações existentes entre a produção das *commodities* (soja-trigo-milho) e os índices climáticos de 1998 a 2017 no estado do Rio Grande do Sul. Com esta série histórica de 20 anos foi possível verificar quais impactos climáticos influenciaram de fato nos rendimentos produtivos assim justificando correlativamente os aumentos e as diminuições dessas variáveis.

Com relação aos achados da pesquisa, os mesmos responderam em sua totalidade os objetivos propostos, e confirmaram que há correlação entre as variáveis climáticas e a produção e produtividades das três *commodities* investigadas e que essas são fidedignas com as recomendações técnicas agronômicas das culturas. No caso da soja, pode-se observar correlações, entre as variáveis temperatura mínima e chuva com a produtividade, bem como a temperatura máxima apresentou correlação negativa com a produtividade, confirmando a dependência da produtividade com os fatores climáticos, ou seja, afirmando que o bom desempenho da lavoura está atrelado a uma condicionante a qual o gestor só pode observar, não exerce o poder de controle.

No trigo, quando houve grandes precipitações prejudicaram o processo produtivo, os quais apresentam aumento com diminuição das chuvas e da temperatura mínima, reforçando a tendência técnica de favorecimento e êxito produtivo oriundo do clima frio e seco. Com o Milho, nas correlações o que de mais importante foi confirmado, foi evidentemente a necessidade essencial hídrica para crescimento produtivo, quando aconteceu o contrário, perda produtiva justificada correlativamente conforme série histórica analisada.

Tanto as correlações Pearson, quanto *Spearman* trouxeram a mesma realidade, o cenário da série histórica tem alta coerência com as normas técnicas, claro que é de pleno saber que estas normas são formadas a partir de tendências anuais, mas nunca antes foi feita uma série de estudos em uma série histórica considerável, ou seja 20 anos, que concluiu a necessidade de um estudo aprofundado, unificando conceitos técnicos com a realidade das safras apresentadas. Enfim, sugere-se como proposta para novos estudos, dar continuidade as séries históricas, poder futuramente agregar mais anos e novas regiões para poder chegar cada vez mais perto de tomadas de decisões reais sobre impactos climáticos nas produções de soja, trigo e milho, buscar mais variáveis que influenciam na produtividade como umidade do Ar, luminosidade, ETO e velocidade dos ventos.

Não só montar um estudo Estatístico do Rio Grande do Sul, mas também disponibilizar um comparativo nos demais Estados do Brasil que possuam uma produção consistente nas três culturas, porque dessa forma com outras realidades climáticas respondendo as ações utilizadas no processo de produção trarão mais padrões de decisão de cultivo. As séries históricas proporcionam uma gama de informações consistente, objetiva decisões, resulta em realidade, estes fatores são a essência para fazendas com resultados satisfatórios em suas safras e traz subsídios positivos ao agronegócio que cada vez mais responde com informação e tecnologia as questões do universo do mercado globalizado de *commodities* no Mundo.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, P. F. Comercialização de Produtos Agroindustriais. In: BATALHA, M. O. Gestão Agroindustrial. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- BATALHA, M.Ot.; SILVA, A L. **Gerenciamento de sistemas agroindustriais**: definições, especificidades e correntes metodológicas. In: BATALHA, Mário Otávio (Org). Gestão agroindustrial: GEPAI: Grupo de estudos e pesquisas agroindustriais. 3. ed. 3. reimpr. São Paulo. Atlas, 2010.

- BLACK, C. Preços das commodities, termos de troca e crescimento econômico brasileiro nos anos 2000. *Indicadores Econômicos FEE*, v. 42, n. 3, p. 27-44, 2013.
- CALLADO, A. A. C.; CALLADO, A. L. C. **Sistemas Agroindustriais**. In: CALLADO, A. A.C.(Org). *Agronegócio*. 3. ed. São Paulo, PADR. Atlas. 2011.
- CAMARGO, A. P.; ALFONSI, R. R.; PINTO, H. S.; CHIARINI, J. V. **Zoneamento da aptidão climática para culturas comerciais em zonas de cerrado**. In: *Simpósio sobre o Cerrado*, 6. São Paulo, Ed. da USP, 1977.
- CAMARGO, A. P.; PINTO, H. S.; PEDRO JR., M. J.; et al. Aptidão climática de culturas agrícolas: In: São Paulo – Secretaria da Agricultura. *Zoneamento agrícola do Estado de São Paulo*. São Paulo, SA-SP, 1974.
- CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. PIB Agro CEPEA-USP/CNA, jan/dez 2017. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/pib/>>. Acesso em: 10 abr. 2019.
- COOPER, R.L. **Pesquisa sobre produtividade máxima da soja nos EUA**. Piracicaba: POTAFOS – Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 6 p. 2014.
- COSTA, E.A. **Recursos naturais na América Latina: indo além das altas e baixas**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.
- DALL'AGNOL, Amélio. Porque fazemos biodiesel de soja. In: *Technical information for agriculture*. São Paulo: Máquinas Agrícolas Jacto, 2010.
- DANCEY, C.; REIDY, J. **Estatística Sem Matemática para Psicologia: Usando SPSS para Windows**. Porto Alegre, Artmed:2006.
- DESER (Departamento de Estudos Socioeconômicos Rurais), **Boletim eletrônico nº 157**, 2017.
- EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2017. Disponível em:<<https://www.embrapa.br/soja/publicacoes>>. Acesso em:12 abri 2019.
- _____, 2019. Disponível em:<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/200088/1/COMUNICADO-TECNICO-96-OL.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2019.
- FARIAS, J. R. B.; ASSAD, E. D.; ALMEIDA, I. R.; EVANGELISTA, B. A.; LAZZAROTTO, C.; NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L. Caracterização de risco de déficit hídrico nas regiões produtoras de soja do Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, 9, 415- 421, 2011.
- FLOSS, E. L. **Agronegócio e desenvolvimento: “pontos de vista”** – Passo Fundo: Passografic, 2013.
- GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sidra**. Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 11 jun. 2019.
- INMET, Instituto de Meteorologia: Relatório históricas precipitação de chuva – 2009. Disponível em:<<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em:11 Mar.2019
- JACKSON, A.; MITCHELL, E. **Food sovereignty: time to choosesides**. EnciclopediaBritannica, 2009. Disponível em: <<http://media.web.britannica.com/ebSCO/pdf/37/37221176.pdf>> Acesso em: <www.inmet.gov.br/portal/>.
- LAKATOS, E.M.; MARCONI, M.A. **Metodologia científica**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1991.
- _____. **Fundamentos da metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- LOURENÇO, G. M. Determinantes da crise do agronegócio. **Análise Conjuntural**, v.28, n.1-2, p.13-14, jan./fev. 2006.
- MAVI, H. S.; TUPPER, G. J. **Agrometeorology– Principlesandapplicationofclimatestudies in agriculture**. New York: Food Products Press. 2004.

- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia científica**: ciência e conhecimento científico, métodos científicos, teoria, hipóteses e variáveis. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia** – fundamentos e aplicações práticas. Guaíba: Ed. Agropecuária. 2002.
- PRATES, D. M. A alta recente dos preços das commodities. **Revista de Economia Política**, v. 27, n. 3, p. 323-344, 2007.
- RUFINO, José L.S. **Origens e conceitos do agronegócio**. Informe Agropecuário, Belo horizonte: Epamig, v.20, nº 199, Jul./Ago. 1999.
- SAVOIA, J. R. F. **Agronegócio no Brasil: Uma Perspectiva Financeira**, São Paulo: Saint Louis, 2009.
- SEDIYAMA, G. C.; MELO JUNIOR, J. C. F. Modelos para estimativa das temperaturas normais mensais médias, máximas, mínimas e anual no estado de Minas Gerais. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.6, n.1, p. 57-61:2015.
- SIDRA – IBGE: Banco e tabelas estatísticas Brasileira, informações base 2018. Disponível em:<<https://sidra.ibge.gov.br/home/pmc/brasil>>. Acesso em:12 abr. 2019.
- SIMÃO, E.P. Características agronômicas e nutrição do milho safrinha em função de épocas de semeadura e adubação.**Dissertação (mestrado)** - Universidade Federal de São João Del-Rei,Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias:2016.
- SILVA, A. de B. **Sistemas de informações geo-referenciadas**. Campinas: Unicamp, 2003.
- SIEGEL, S. Estatística Não-Paramétrica: Para as Ciências do Comportamento. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 350 p. 1975.
- SIVAKUMAR, M. V. K.; GOMMES, R.; BAIER, W. **Agrometeorology and sustainable agriculture. Agricultural and Forest Meteorology**, 103, 11-26, 2002.
- SIQUEIRA, O.J.W. de; STEINMETZ, S.; FERREIRA, M.F.; COSTA, A. C.; WOZNIAK, M.A. Mudanças climáticas projetadas através dos modelos GISS e reflexos na produção agrícola brasileira. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.8, p.311-320, 2016.
- SOBRAL, E. Mais dinheiro no campo. In: **Anuário Exame Agronegócio**: Ranking das 400 maiores empresas do agronegócio, p. 90-92. São Paulo:2008.
- SOUZA, R.; RODRIGUES, A. L. O céu é o limite para o agronegócio brasileiro. **Conjuntura Econômica**, Rio de Janeiro, v. 60, n. 11, p. 14-15, nov. 2017.
- TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo, Atlas, 1987.
- VERGARA, S.C. **Métodos de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 2006.
- VICINI, L; SOUZA. A.M; MORALES, F.E.C; SOUZA,F.M.**Técnicas Multivariadas exploratórias Teorias e aplicações no software estatística**. Santa Maria/RS. ed. UFSM,2018.