

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**VARIABILIDADE TEMPORAL DE DADOS CLIMÁTICOS,
INFLUENCIANDO A PRODUTIVIDADE DE SOJA**

DIEGO FERREIRA DA SILVA
ÉLCIO OROSCO GONZAGA

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2018

**VARIABILIDADE TEMPORAL DE DADOS CLIMÁTICOS,
INFLUENCIANDO A PRODUTIVIDADE DE SOJA**

DIEGO FERREIRA DA SILVA
ÉLCIO OROSCO GONZAGA

Orientador: Prof^a. Dr^a. ANAMARI VIEGAS DE ARAUJO MOTOMIYA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal da Grande Dourados, como
parte das exigências para conclusão do curso de
Engenharia Agrícola.

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2018

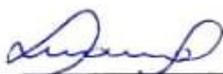
**VARIABILIDADE TEMPORAL DE DADOS CLIMÁTICOS,
INFLUENCIANDO A PRODUTIVIDADE DE SOJA**

Por

**DIEGO FERREIRA DA SILVA
ÉLCIO OROSCO GONZAGA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos exigidos para
obtenção do título de ENGENHEIRO AGRÍCOLA

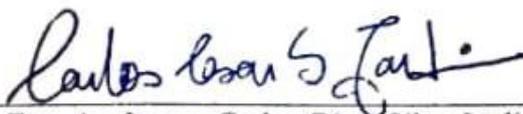
Aprovado em: 27/11/2018



Profª. Drª. Anamari Viegas de Araujo Motomiya
Orientadora – UFGD/FCA



Profª. Drª. Elaine Reis Pinheiro Lourente
Membro da Banca – UFGD/FCA



Eng. Agrônomo Carlos César Silva Jardim
Mestrando – UFGD/FCA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

S586v Silva, Diego Ferreira Da
Variabilidade temporal de dados climáticos, influenciando a produtividade de soja / Diego
Ferreira Da Silva, Élcio Orosco Gonzaga -- Dourados: UFGD, 2018.
32f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Anamari Viegas de Araujo Motomiya

TCC (Graduação em Engenharia Agrícola)-Universidade Federal da Grande Dourados
Inclui bibliografia

1. Clima. 2. Geoestatística. 3. Produtividade. I Élcio Orosco Gonzaga II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

AGRADECIMENTOS (Diego)

A Deus, por sempre estar ao meu lado, me dando forças para superar qualquer obstáculo.

Aos meus pais Antônio Ferreira da Silva Neto e Maria Vera Lucia da Silva que sempre me apoiaram e incentivaram nessa minha jornada sem nunca medir esforços para alcançar o sucesso na educação dos seus filhos, a meu irmão e toda minha família.

À nossa orientadora, Prof^ª. Dr^ª. Anamari Viegas de Araujo Motomiya por nos guiar durante o processo desse trabalho.

À UFGD pelo aprendizado profissional e pessoal.

À minha amiga Leidiane Menani Wolfe pelo companheirismo nessa etapa tão importante e a todos os amigos que colaboraram de alguma forma para a construção deste trabalho.

AGRADECIMENTOS (Élcio)

Primeiramente a Deus pelo dom da vida, à meus pais Antonio Gonzaga e Enilda L.E. Orosco, à toda minha família por me darem o apoio e incentivo durante toda essa jornada.

À Prof^ª. Dr^ª. Anamari Viegas de Araujo Motomiya por ter nos orientado no desenvolvimento deste trabalho e todos os outros professores pela transmissão do conhecimento.

À Universidade Federal da Grande Dourados e a Faculdade de Ciências Agrárias pelo aprendizado profissional e pessoal adquirido.

Aos meus amigos de graduação e a todas as pessoas que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
AGRADECIMENTOS.....	v
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	viii
RESUMO.....	09
ABSTRACT.....	10
1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1. Variabilidade Climática e seus efeitos na produção agrícola	13
2.2. Cultura da soja	14
2.3. Aplicação da geoestatística no estudo variabilidade climática	15
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
5. CONCLUSÃO.....	27
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
7. ANEXOS.....	33

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Localização do Município de Ponta Porã, Mato Grosso do Sul, Brasil.....	17
Figura 2. Esquema do arranjo de anos e meses de coleta dos dados climáticos coletados no município de Ponta Porã.....	18
Figura 3. Área plantada correlacionada com o rendimento de soja nos dez anos de estudo.....	21
Figura 4. Gráficos de comparação da produtividade com a média dos dados climáticos nos meses do ciclo (4A- Temperatura; 4B-Umidade)	22
Figura 5. Gráficos de comparação da produtividade com a média dos dados climáticos nos meses do ciclo. (5A-Velocidade do vento; 5B - Radiação; 5C- Precipitação)	23
Figura 6. Mapas da distribuição temporal das variáveis climáticas (6A-Temperatura máxima; 6B-Temperatura mínima; 6C-Umidade máxima; 6D-Umidade mínima)	24
Figura 7. Mapas da distribuição temporal das variáveis climáticas (7A-Velocidade do vento; 7B-Radiação; 7C-Precipitação)	25

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1. Estatística descritiva das médias mensais referente ao período da cultura e teste de normalidade das Temperaturas, Umidades, Velocidade do Vento, Radiação e Precipitação pluviométrica de Ponta Porã-MS.....	19
TABELA 2. Correlação de Pearson entre as variáveis climáticas, considerando as médias do período.....	20
TABELA 3. Modelos e parâmetros das variáveis climáticas.....	23

SILVA, Diego Ferreira da Silva; GONZAGA, Élcio Orosco. **Variabilidade temporal de dados climáticos, influenciando a produtividade de soja**. 2018. 32p. Monografia (Graduação em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados – MS.

RESUMO

Este trabalho objetiva-se estudar a variabilidade temporal das variáveis climáticas e a sua influência na produtividade de soja no município de Ponta Porã-MS, Brasil. Os dados climáticos abrangeram o período de tempo entre os anos de 2005 a 2015, e referem-se ao total mensal de precipitação pluvial expressa em altura de lâmina d'água (mm), médias mensais da temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$), umidade relativa (%), velocidade do vento (km h^{-1}) e radiação ($\text{MJ/m}^2/\text{dia}$), sendo obtidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Os dados foram submetidos a análise estatística descritiva, com o propósito de verificar a variabilidade dos atributos e caracterizar a distribuição de probabilidade e a análise geoestatística, com intuito de verificar a existência e quantificar o grau de dependência temporal entre as observações, distribuídas temporalmente em meses e anos. A velocidade do vento foi a que apresentou maior estabilidade climática. Constatou-se com esse trabalho que o estudo da variabilidade climática contribui para o melhor entendimento da interação entre as condições climáticas e a produtividade de soja. Desse modo sugere-se realizar a semeadura em épocas de menor risco climático para a cultura.

Palavras-chave: Clima; Geoestatística; Produtividade.

ABSTRACT

This work aims to study the temporal variability of climatic variables and their influence on soybean yield in the city of Ponta Porã, MS, Brazil. The climatic data covered the time period between 2005 and 2015, and refer to the monthly total rainfall expressed in water depth (mm), monthly averages of air temperature ($^{\circ}$ C), humidity relative humidity (%), wind speed (km h⁻¹) and radiation (MJ / m² / day), being obtained by the National Institute of Meteorology (INMET). The data were submitted to descriptive statistical analysis, with the purpose of verifying the variability of the attributes and characterizing the probability distribution and the geostatistical analysis, in order to verify the existence and quantify the degree of temporal dependence between the observations, distributed in months years. Wind velocity was the one with the greatest climatic stability. It was verified with this work that the study of climatic variability contributes to a better understanding of the interaction between climatic conditions and soybean yield. In this way it is suggested to realize the sowing in times of less climatic risk for the culture.

Keywords: Climate; Geostatistics; Productivity.

1. INTRODUÇÃO

A preocupação crescente com o aumento da população mundial, com a degradação dos recursos naturais e com a sustentabilidade da agricultura tem exigido esforços no desenvolvimento de estratégias e práticas adequadas de uso do solo, a partir do melhor entendimento das relações entre a agricultura e o clima. Nesse sentido, o desenvolvimento de ferramentas que auxiliem o planejamento e o processo de tomadas de decisão, que resulte em menores impactos ambientais e no aumento da resiliência da agricultura, tem sido um dos objetivos das instituições governamentais ligadas à agricultura, ao ambiente e aos recursos naturais (SENTELHAS & MONTEIRO, 2009).

Sobre as mudanças climáticas e os impactos associados por estas mudanças, segundo PINHEIRO et al. (2013), o clima do planeta sempre esteve sujeito a alterações em sua dinâmica, discretizadas por ciclos longos ou curtos, registrados na história. Em contrapartida, FERRARI et al. (2012) afirmam que o aquecimento global promove diretamente a alteração da variabilidade espacial e temporal das chuvas.

A precipitação pluvial, insolação, radiação solar global e as temperaturas mínimas, médias e máximas são elementos meteorológicos importantes em trabalhos de zoneamento de culturas agrícolas, indicação de épocas de semeadura, irrigação, determinação de potencial de produtividade, zoneamento de riscos climáticos, crédito e seguro agrícola. Assim, é importante medir a disponibilidade desses elementos meteorológicos, com a máxima precisão possível, em um determinado local e período do ano, para o planejamento de atividades que minimizem riscos climáticos (CARGNELUTTI FILHO et al., 2009). Decisões como a escolha da época de semeadura podem afetar diretamente a produtividade das culturas, devido à disponibilidade de precipitação pluviométrica e a ação dos fatores climáticos (ASSAD et al., 2003).

No caso da cultura da soja, a temperatura do ar e a precipitação agem sobre os processos de desenvolvimento da cultura. Uma estiagem durante o período reprodutivo (floração - enchimento de grãos - maturação) provoca uma redução na produtividade, devido ao maior abortamento de flores, reduzindo o período de florescimento, número de grãos, período de enchimento de grãos e conseqüentemente redução da qualidade e quantidade dos grãos. Quanto à temperatura, valores inferiores a 10°C dificultam o crescimento vegetativo, enquanto valores acima de 40°C provocam distúrbios na floração e diminuem a capacidade de retenção das vagens (FARIAS et al., 2000).

Os sistemas de Informações Geográficas (SIG's), vem incorporando novos princípios e procedimentos de análise espacial (DRUCK, 2002). A geoestatística, de modo geral, desenvolve e aplica modelos em representações de fenômenos naturais cujas propriedades variam conforme a posição espacial e temporal dos pontos observados (BERVEGLIERI, 2011). Métodos geoestatísticos são comumente usados para gerar mapas a partir de dados pontuais (MOTOMIYA et al., 2011).

De modo geral, a variabilidade climática anual é bem caracterizada e está associada às estações do ano. Em latitudes médias é marcante o contraste entre as estações do ano, porém, nos trópicos, essa variabilidade é menos acentuada em termos de temperatura, sendo expressiva quando se considera a precipitação (GURGEL, 2003).

Segundo Sartori et al. (2010), a caracterização da variabilidade da temperatura e precipitação pluvial pode ser feita após a análise da distribuição dessas variáveis, ou seja, no estudo da variabilidade temporal pode ser aplicada a geoestatística, uma vez que essa se fundamenta na teoria das variáveis regionalizadas, segundo a qual os valores de uma variável estão, de alguma maneira, relacionados à sua disposição temporal e, portanto, as observações tomadas um curto tempo se assemelham mais do que aquelas tomadas a tempos maiores.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a variabilidade temporal dos dados climáticos e seu efeito sobre a produtividade da soja.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Variabilidade Climática e seus efeitos na produção agrícola

O clima possui uma importância fundamental no planejamento agrícola, seja ele em macro ou micro escala, uma vez que é o elemento de mais difícil controle, manejo e gerenciamento, num território de características tropicais como o Brasil. Assim, torna-se imprescindível o estudo das variáveis climáticas ao longo do tempo, para direcionar as atividades agrícolas (MARIANO & FREIRE, 1997).

O estudo das relações entre o clima e a produção agrícola é um dos principais campos da climatologia e tem por finalidade explicar as influências dos efeitos climáticos em nosso meio, fornecendo subsídios ao planejamento rural (CORAL et al., 2005).

Os modelos agrometeorológicos e a interpretação de dados climáticos relacionados com o crescimento, desenvolvimento e produtividade das culturas fornecem informações que permitem ao setor agrícola tomar importantes decisões, tais como: melhor planejamento do uso do solo, adaptação de culturas, monitoramento e previsão de safras, controle de pragas e doenças estratégias de pesquisa e planejamento (LAZINSKI, 1993).

A agricultura é uma atividade altamente dependente das condições climáticas de cada região. Os produtos agrícolas são muito vulneráveis às variações pluviométricas, ou seja, os elementos climáticos destacam-se como condicionantes no processo produtivo, mesmo mediante utilização de tecnologia (SANT'ANNA NETO 1998).

A adoção de mecanismos que monitorem os sistemas de produção de soja, ajudando a identificar os riscos para a produção, acaba sendo relevante para a verificação dos perigos ambientais, sociais, agronômicos, mercadológicos, estruturais ou tecnológicos (HIRAKURI et al., 2014).

São igualmente importantes as análises sobre a variação da umidade relativa do ar, pois são fatores essenciais no dimensionamento e planejamento dos projetos de irrigação. Assim como as análises sobre a variação temporal da velocidade do vento, pois influência diretamente nas operações de pulverização e radiação solar possuindo grande influência nos processos vitais das plantas, tais como a fotossíntese, transpiração, fotoperiodismo, crescimento dos tecidos e floração, entre outras (MUNHOZ & GARCIA, 2008).

Dentre os fatores climáticos citados o que proporciona maior variabilidade, tanto no tempo quanto no espaço é a precipitação pluviométrica. As quantidades relativas de frequência

e volume da precipitação pluviométrica, seu regime sazonal ou diário (distribuição temporal) e as intensidades de chuvas individuais (volume/duração) são algumas das características que afetam direta ou indiretamente as culturas e, por conseguinte, a população, a economia e o meio ambiente (BRITTO et al., 2008).

Quando as plantas recebem adequado suprimento de água e nutrientes, a produção de fitomassa seca é controlada pela radiação solar disponível (MONTEITH, 1965). Na cultura da soja, a radiação solar está relacionada com a fotossíntese, alongação de haste principal e ramificações, expansão foliar, pegamento de vagens e grãos e fixação biológica (CÂMARA, 2000).

Em contrapartida, altas intensidades de radiação solar absorvidas pelas plantas podem levá-las a saturação luminosa, diminuindo a eficiência no uso da radiação (JIANG et al., 2004; ADAMS & ADAMS, 1992).

Segundo Da Silva (2009) é indispensável que sejam estudados os impactos e a variabilidade do clima em regiões socioeconomicamente importantes. Através destes é possível identificar a problemática da região ao passo que busca solucioná-la, possibilitando planejar intervenções necessárias e proporcionando menores impactos negativos na produção agrícola. Uma característica importante da agricultura brasileira são os ganhos contínuos de produtividade em consequência do desenvolvimento tecnológico.

2.2. Cultura da soja

Segundo Cunha et al. (1998), afirmam que a variação no teor de água disponível durante o período de desenvolvimento da cultura é a principal limitação à expressão do seu potencial de rendimento, independentemente do ciclo da cultivar e do local. A temperatura é um fator importante que afeta o comportamento germinativo das sementes. A faixa de 20 a 30°C mostra-se adequada para a germinação de grande número de espécies subtropicais e tropicais (Borges e Rena, 1993).

A necessidade de água na cultura da soja vai aumentando com o desenvolvimento da planta, atingindo o máximo durante a floração o enchimento de grãos (7 a 8 mm/dia), decrescendo após esse período. A necessidade total de água na cultura da soja, para obtenção do máximo rendimento, varia entre 450 a 800 mm/ciclo, dependendo das condições climáticas, do manejo da cultura e da duração do ciclo (EMBRAPA, 2013).

De acordo com Neumaier et al. (2000), a ocorrência de estresse hídrico em todo o subperíodo de início de enchimento de grãos e início do estágio de grãos verdes, pode reduzir

drasticamente o rendimento da soja, pois cerca da metade dos nutrientes necessários para o enchimento de grãos vem da translocação de outras partes da planta, e a outra metade vem do solo e da fixação biológica de nitrogênio. Segundo esses autores, durante a fase de enchimento de grãos a ocorrência de deficiências hídricas, acompanhadas de altas temperaturas, pode causar enrugamento dos grãos de cultivares sensíveis, reduzindo o rendimento e a qualidade da soja.

A disponibilidade de radiação solar é um dos fatores que mais limitam o crescimento e desenvolvimento das plantas. Apenas 5% da energia total que incide na superfície terrestre é aproveitada pelas plantas para formação de carboidratos, o restante é emitido em comprimentos de ondas maiores, perdida na forma de calor e refletida (TAIZ & ZIEGER, 2004). Segundo CONFALONE et al. (1997), o valor da eficiência no uso da radiação para a cultura da soja, em condições ótimas, foi em média de $1,73 \text{ g. MJ}^{-1}$ e permaneceu relativamente constante nas diferentes fases fenológicas.

2.3. Aplicação da geoestatística no estudo variabilidade climática

Parte da geotecnologia, conceituada como um conjunto de tecnologias para coleta, tratamento, processamento e modelagem de dados e geoinformações, a geoestatística aplica métodos matemáticos e estatísticos e pode ser amplamente utilizada, com aplicações em modelagem de fenômenos do clima, simulação de cenários, análise de riscos e zoneamentos (VOLPATO et al., 2008).

De acordo com MARTIN et al. (2008), por meio da série histórica dos atributos do clima de uma região, é possível prever as características do local, pois medidas de tendência central (média, mediana e moda), medidas de variabilidade dos dados (amplitude, desvio padrão, variância e coeficiente de variação) e medidas de assimetria e de curtose, descrevem o comportamento passado e podem ser usadas para previsões do clima.

Os métodos de interpolação geoestatística (krigagem ordinária), usam a dependência espacial/temporal expressa no semivariograma entre amostras vizinhas para estimar valores em qualquer posição dentro do campo, sem tendência e com variância mínima, o que os torna ótimos estimadores no estudo da distribuição espacial de precipitação pluviométrica (MACHADO et al., 2010).

Por meio das séries temporais de variáveis climáticas é que se baseiam os estudos de potenciais transformações que venham a permear o clima, através de análise isolada de determinadas variáveis, e/ou o conjunto delas. A garantia da acurácia na estimativa de dados climáticos de uma região é dependente da metodologia de coleta e processamento dessas

informações (SARTORI et al., 2010). Para tal, são disponibilizadas inúmeras técnicas e ferramentas com diferentes graus de complexidades que analisam em conjunto a distribuição temporal e espacial desses elementos, dentre elas, a geoestatística (GOOVAERTS, 1997).

A geoestatística é a união de métodos estatísticos onde a localização espacial/temporal cumpre fundamental desempenho na análise dos dados, tendo como objetivo básico modelar variações espaciais/temporais contínuas, admitindo uma estrutura de correlação espacial/temporal da variável analisada (DIGGLE & RIBEIRO, 2000). De acordo com RAMOS et al. (2009), a principal vantagem da utilização desta técnica é otimizar o processo de amostragem por meio da dependência espacial e/ou temporal de uma variável. Assim, essa variabilidade não é aleatória e, portanto, apresenta-se com algum grau de dependência espacial e/ou temporal, que pode ser descrita pelo variograma, base da metodologia de análise geoestatística (MOTA et al., 2007).

Entende-se, portanto, que, conhecer e prever variáveis climáticas é uma oportunidade para toda sociedade frente às mudanças climáticas, bem como na regulação de inúmeras atividades humanas que, cada dia mais, são dependentes de informações precisas sobre os fenômenos que regem o clima (VIANA et al., 2012).

3. MATERIAL E MÉTODOS

A área deste estudo foi o município de Ponta Porã - MS, localizado nas coordenadas 22° 32' latitude Sul, 55° 43' longitude Oeste e a 655 m de altitude (Figura 1), cujos dados foram obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).



Fonte: Antonio Conceição Paranhos Filho.

Figura1. Localização do Município de Ponta Porã, Mato Grosso do Sul, Brasil.

O município de Ponta Porã caracteriza-se por apresentar um clima subtropical com estação seca definida, que é classificado como Cwa, clima de inverno seco, com temperatura do mês mais frio inferior a 18°C, verão chuvoso e quente, com temperatura do mês mais quente superior a 22°C, segundo a classificação climática de Köppen.

Os dados climáticos abrangeram o período de tempo entre os anos de 2005 a 2015, e referem-se ao total mensal de precipitação pluvial expressa em altura de lâmina d'água (mm), médias mensais da temperatura do ar (°C), umidade relativa (%), velocidade do vento (km h⁻¹) e radiação (W m⁻²).

Calculou-se as médias dos dados diários e em seguida as médias mensais das variáveis climáticas, sendo que para a precipitação foi feita a soma diária para se obter o acúmulo mensal.

Os dados foram avaliados por estatística descritiva para determinação da média, mínimo, máximo, mediana, coeficiente de variação, assimetria, desvio padrão e distribuição de frequência, utilizando o programa Minitab 17 English, com o propósito de verificar a variabilidade dos atributos e caracterizar a distribuição de probabilidade.

Os dados de produtividade (ton), área plantada (ha) e rendimento da soja (kg/ha) foram provenientes do IBGE. Foi gerado um gráfico de correlação do rendimento com a área plantada

e em seguida calculou-se as médias dos meses referente ao ciclo da soja para cada variável e realizada a comparação das variáveis com a produtividade.

A análise geoestatística foi realizada utilizando-se o programa GS+ (ROBERTSON,1998), com intuito de verificar a existência e quantificar o grau de dependência temporal entre as observações, distribuídas temporalmente em meses e anos (Figura 2). Comprovada a dependência temporal, foi feita a interpolação para estimar valores não observados, utilizando-se o método da krigagem ordinária, e posteriormente a construção dos mapas. Para cada período foram calculados os semivariogramas e realizados os respectivos ajustes dos modelos de semivariograma teórico.

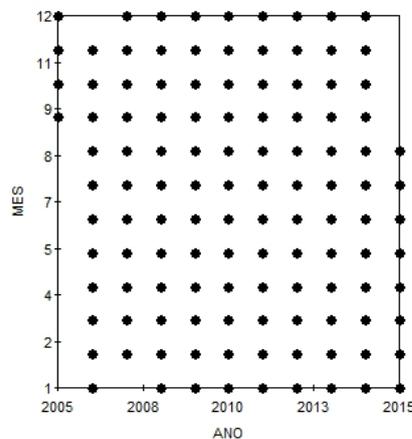


Figura 2. Arranjo de anos e meses de coleta dos dados climáticos coletados no município de Ponta Porã.

Na seleção dos modelos dos semivariogramas, foram considerados os valores de R^2 (Coeficiente de Determinação) e a menor da soma dos quadrados, segundo Robertson (1998). Os semivariogramas foram ajustados, sendo definidos os seguintes parâmetros: efeito pepita (C_0), patamar ($C_0 + C_1$) e alcance da dependência temporal (A_0). O efeito pepita (C_0) é o parâmetro do semivariograma que indica a variabilidade não explicada nos modelos (CAMBARDELLA et al., 1994).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise descritiva mostraram que todas as variáveis apresentaram distribuição normal de Ryan Joiner a 1% de probabilidade, exceto para a velocidade do vento que não foi significativa (Tabela 1). Os valores máximos para temperaturas máximas e mínimas desses anos ficaram acima da temperatura média anual, no entanto ainda assim está dentro do ideal para o desenvolvimento da planta, ao contrário dos valores mínimos que apresentaram estar abaixo. Para a umidade máxima e mínima registrada, os valores máximos tiveram um incremento de 28,56% e 24,97% respectivamente quando comparado com o parâmetro de 60%, recomendado por SAKAMOTO et al (2006).

Tabela 1. Estatística descritiva das médias mensais referente ao período da cultura e teste de normalidade das Temperaturas, Umidades, Velocidade do Vento, Radiação e Precipitação pluviométrica de Ponta Porã-MS.

Variável	Temp. Máx. (%)	Temp. Mín. (%)	Umid. Máx. (%)	Umid. Mín. (%)	Vel. do Vento (km/h)	Radiação (MJ/m ² /dia)	Chuva (mm)
M	22,19	21,01	74,51	68,97	2,59	807,2	137,43
DP	2,87	2,82	7,80	7,91	0,37	178,4	90,79
CV	12,97	13,47	10,47	11,47	14,50	22,1	66,07
Min	16,28	15,25	49,99	44,41	1,83	431,2	0
Med	23,28	22,01	76,18	69,89	2,57	802,4	132,2
Máx	26,15	24,92	88,56	84,97	3,75	1600,4	444,7
Ass	-0,51	-0,51	-0,85	-0,7	0,30	0,71	0,71
RJ	0,95	0,95	0,97	0,98	0,99	0,97	0,98
P	<0,01**	<0,01**	<0,01**	<0,01**	>0,10ns	<0,01 **	<0,01**

M: média; Med: mediana; Ass: assimetria; DP: desvio padrão; CV: coeficiente de variação; Min = mínimo; Máx = máximo; RJ: distribuição de frequência; P-p-valor: probabilidade

Warrick e Nielsen (1980) classificam o coeficiente de variação – CV (baixo – $CV < 12\%$, médio – $12\% < CV < 60\%$, alto – $CV \geq 60\%$), deste modo verificou-se que pertencem na classe de baixos as variáveis umidades máxima e mínima, alto para a precipitação e as restantes variáveis são médias, demonstrando baixo, alto e média dispersão dos valores, respectivamente. A alta variabilidade da precipitação pode ter ocorrido por ausência de dados e meses de seca, causando maior amplitude e originando variação segundo SILVA et al.(2003).

O coeficiente de assimetria é uma medida utilizada para demonstrar como e quanto a distribuição de frequência se afasta da simetria: se o coeficiente de assimetria > 0 , a distribuição

é assimétrica à direita; se o coeficiente de assimetria < 0 , a distribuição é assimétrica à esquerda e, se o coeficiente de assimetria $= 0$, a distribuição é simétrica (GUIMARÃES, 2000). Valores positivos de assimetria encontrados para a velocidade do vento, radiação e precipitação mostram distribuição assimétrica a direita, indicando que os valores acima da média são mais assimétricos, enquanto para as temperaturas máxima e mínima e umidades máxima e mínima indicam distribuição assimétrica a esquerda, apresentando valores abaixo da média mais assimétricos.

Tabela 2. Correlação de Pearson entre as variáveis climáticas, considerando as médias do período.

	Temp. Min.	P	Umd. Max.	P	Umd. Min.	P	Vel. Vento	P	Rad.	P	Precip.	P
Temp. Max.	0,92*	0	-0,19 ^{ns}	0,59	-0,21 ^{ns}	0,55	-0,65*	0,03	0,39 ^{ns}	0,26	0,10 ^{ns}	0,76
Temp. Min.			-0,01 ^{ns}	0,96	-0,05 ^{ns}	0,88	-0,69*	0,02	0,25 ^{ns}	0,47	0,25 ^{ns}	0,48
Umd. Max					0,99*	0	0,22 ^{ns}	0,53	-0,82*	0,00	0,82*	0
Umd. Min.							0,23 ^{ns}	0,50	-0,82*	0,00	0,82*	0
Vel. Vento									-0,33 ^{ns}	0,34	-0,12 ^{ns}	0,72
Rad.											-0,57 ^{ns}	0,08

*significativo pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade; ns: valores não significativo.

Segundo Filho e Júnior (2009), o coeficiente de correlação Pearson (r) varia de -1 a 1. O sinal indica direção positiva ou negativa do relacionamento e o valor sugere a força da relação entre as variáveis. Uma correlação perfeita (-1 ou 1) indica que o escore de uma variável pode ser determinado exatamente ao se saber o escore da outra. No outro oposto, uma correlação de valor zero indica que não há relação linear entre as variáveis. Logo observamos que a força de relação (Tabela 2) foram mais fortes para temperatura, umidade, radiação e precipitação e apresentaram valores significativos.

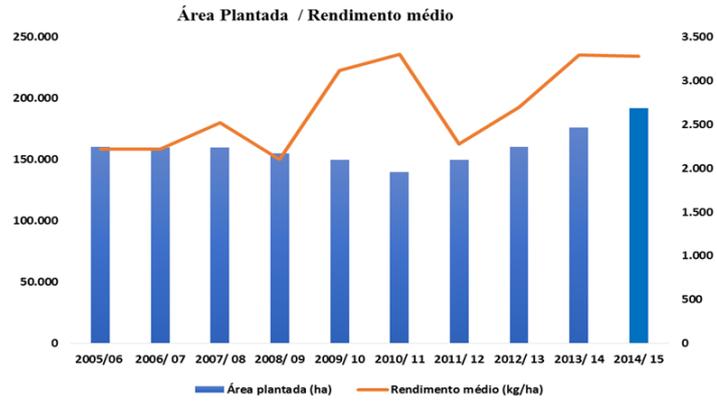


Figura 3. Área plantada correlacionada com o rendimento de soja nos dez anos de estudo.

As alterações da área plantada ao decorrer no anos, mostra que em algumas safras com área de plantio maior a quantidade produzida foi menor (Figura 3). Portanto apenas o aumento da área plantada não significa que o produtor terá um rendimento melhor na sua produção como pode-se observar ao comparar as safras de 2010/11 com 2005/06 onde teve-se uma diferença pouco mais de 20 mil hectares. Assim os gráficos abaixo (Figura 4 e Figura 5) mostram que as variáveis climáticas têm uma forte influência sobre a produtividade da soja.

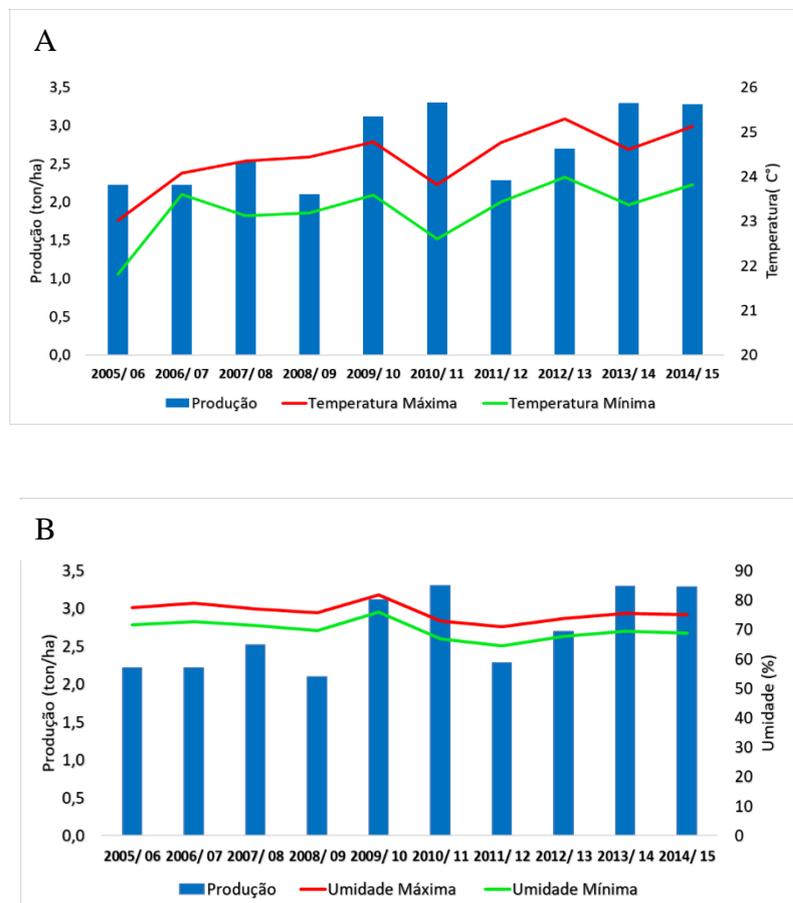


Figura 4. Gráficos de comparação da produtividade com a média dos dados climáticos nos meses do ciclo. (4A - Temperatura; 4B – Umidade).

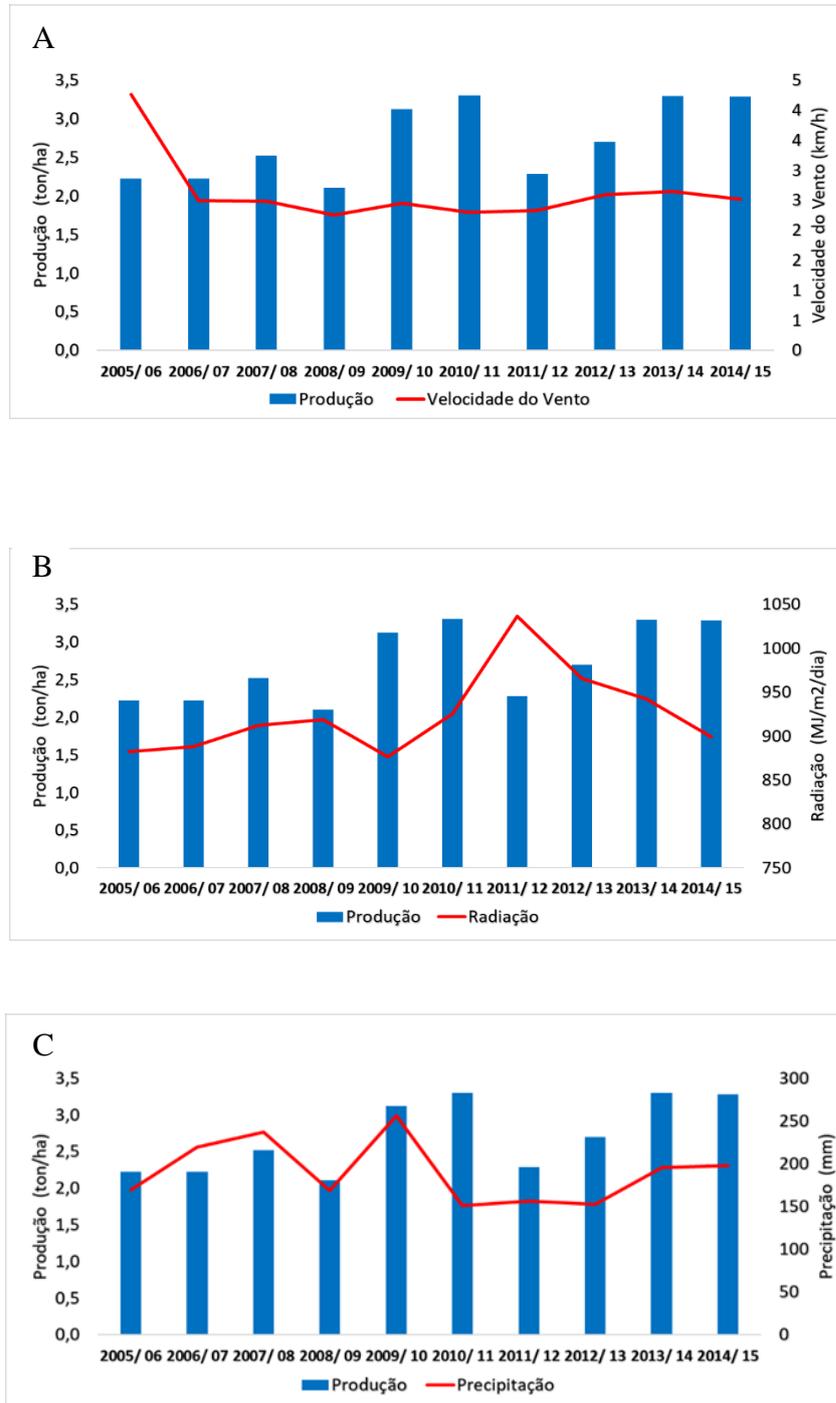


Figura 5. Gráficos de comparação da produtividade com a média dos dados climáticos nos meses do ciclo. (5A-Velocidade do vento; 5B - Radiação; 5C – Precipitação).

A temperatura permaneceu entre 22 e 26 °C durante os períodos, a velocidade do vento não variou muito ao decorrer dos anos, permanecendo entre 2 e 3 km/h, exceto no ciclo de 2005/06 mas apesar da velocidade do vento estar favorável a produção não foi das melhores

em relação aos outros períodos, indicando mais uma vez a influência das outras variáveis sobre produtividade (Figuras 4 e 5). Observa-se que o ciclo de 2011/12 passou por um período de seca com alto índice de radiação que segundo Diniz et al. (2014) influência na temperatura do solo e a variação da temperatura que uma planta consegue suportar é relativamente ampla, no entanto, seu desenvolvimento é seriamente comprometido a partir do momento em que o solo passa a assumir temperaturas abaixo ou acima de certos valores extremos (HILLEL, 2004).

Neste mesmo ciclo houve o menor índice de precipitação, e conseqüentemente essas duas variáveis podem ter colaborado para que tenha ocorrido uma das menores produtividades. De maneira geral, a precipitação ficou abaixo do ideal, que segundo a Embrapa (2013), varia entre 450 a 800 mm/ciclo, com isso deve ser levado em consideração que a distribuição da precipitação durante o ciclo da planta também é um fator muito importante. A umidade relativa do ar esteve de acordo com a variação da radiação e da precipitação ao decorrer dos anos, assim devemos levar em conta a importância dessas variáveis pois sempre terão influência uma sobre a outra.

Na Tabela 3 estão apresentados os modelos e parâmetros dos semivariogramas das variáveis climáticas.

Tabela 3. Modelos e parâmetros das variáveis climáticas.

Atributos	Modelo	Ao (meses)	C0	C0+C	RSS	R ²	IDT	CLC
Temperatura Máxima	Esf.	6,5	0,01	11,47	5,42	0,95	99	F
Temperatura Mínima	Esf.	6,5	0,01	11,10	5,19	0,95	99	F
Umidade Máxima	Esf.	3,7	12,80	48,42	9,32	0,97	73	M
Umidade Mínima	Esf.	3,6	13,80	50,47	3,11	0,99	72	M
Velocidade do vento	Esf.	8,9	0,02	0,18	9,731 E-05	0,99	88	F
Radiação	Esf.	6,7	100,00	34100,00	1,376E+07	0,98	99	F
Precipitação	Expo.	3,5	4860,00	9881,00	460631	0,94	51	M

Esf: esférico; Expo: exponencial; Ao: alcance da dependência temporal; Co: efeito pepita; Co+C: patamar; RSS: soma dos quadrados; R²: coeficiente de determinação; IDT: índice de dependência temporal; CLC: classificação; F: forte e M: média.

A análise semivariográfica indicou que todas as variáveis apresentaram dependência temporal (Tabela 3), sendo considerada fraca para as temperaturas máxima e mínima, velocidade do vento e radiação, média para umidades máxima e mínima e precipitação, de acordo com os limites propostos por CAMBARDELLA et al. (1994), em que a dependência

temporal é considerada forte quando o efeito pepita é menor ou igual a 25% do patamar; moderada quando o efeito pepita está entre 26 e 75% do patamar; e fraca quando for acima de 75%.

Observou-se que os coeficientes de determinação (R^2) ficaram bem ajustados para todas as variáveis, indicando que o ajuste foi ideal. No entanto, o semivariograma que indicou o melhor modelo foi o da velocidade do vento, que apresentou maior alcance e menor soma dos quadrados (RSS) e em seguida a umidade mínima apresentou o melhor resultado.

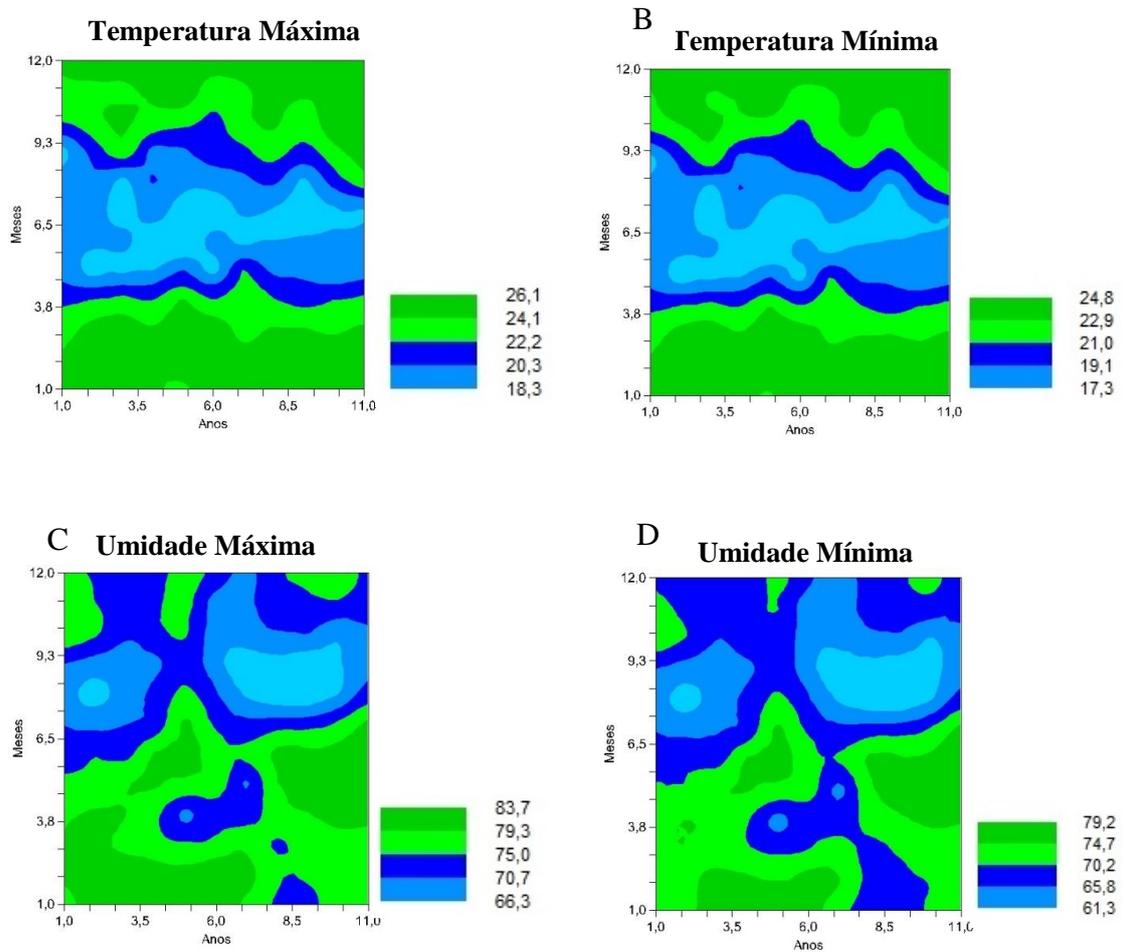


Figura 6. Mapas da distribuição temporal das variáveis climáticas. (6A-Temperatura máxima; 6B-Temperatura mínima; 6C-Umidade máxima; 6D-Umidade mínima).

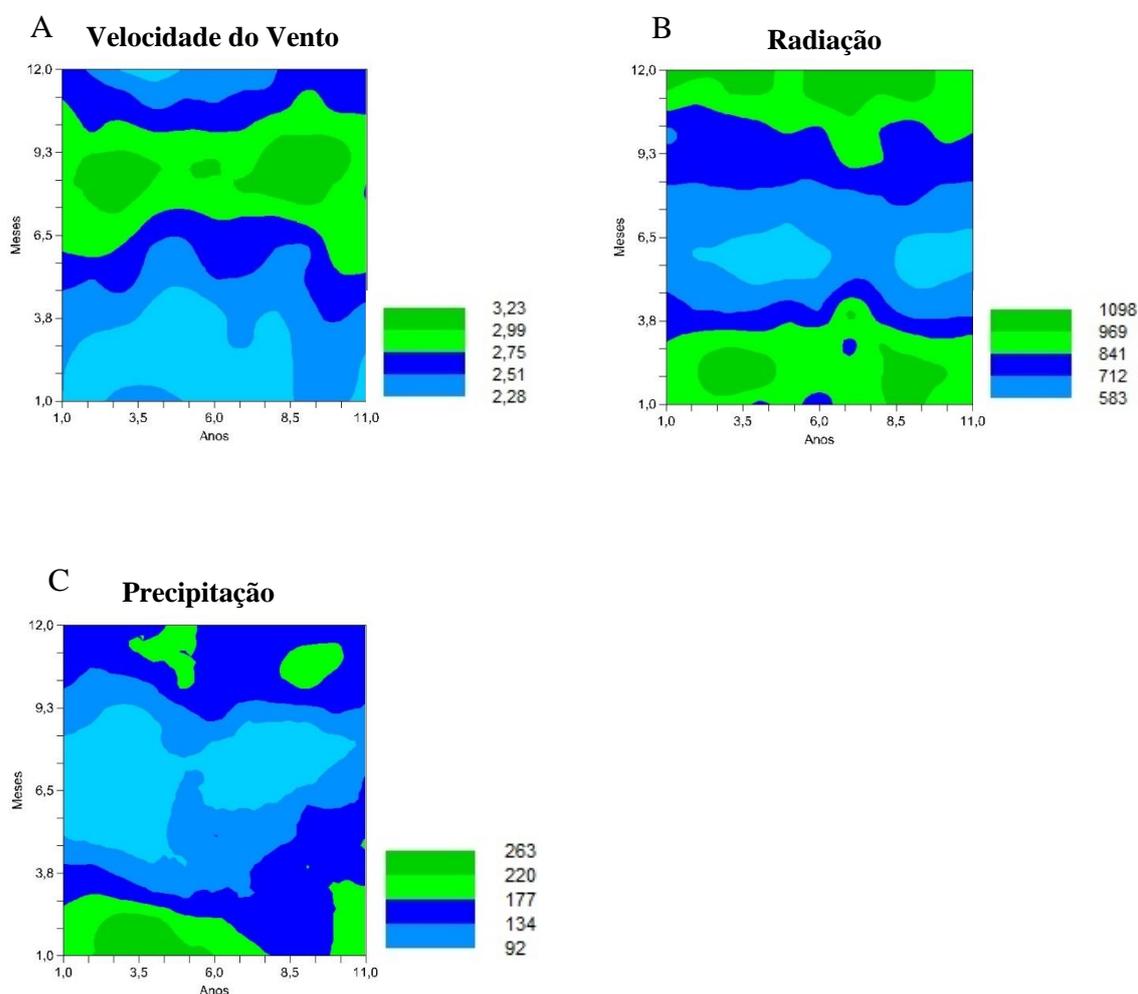


Figura 7. Mapas da distribuição temporal das variáveis climáticas (7A-Velocidade do vento;7B-Radiação; 7C- Precipitação).

A visualização da variabilidade temporal para as variáveis climáticas foi possível pela interpolação por krigagem ordinária, a qual estimou os valores de um atributo para o tempo não observados a partir dos valores observados (Figuras 6 e 7).

Os mapas mostram que o município de Ponta Porã apresentou as temperaturas mais altas nos meses de setembro, outubro, novembro, dezembro, janeiro e fevereiro e as temperaturas mais baixas que poderiam prejudicar o desenvolvimento da cultura ocorreram nos meses de abril, junho, julho e agosto. Observa-se também que as temperaturas máximas e mínimas não tiveram muita variação ao decorrer dos anos, exceto os anos de 2014 e 2015 que tiveram mais meses com temperaturas mais altas.

A radiação e a chuva estiveram de acordo com a temperatura, tendo seus índices mais elevados nos meses onde a temperatura esteve mais alta. As maiores e menores precipitações

verificadas, que foram em janeiro e julho, respectivamente, são justificadas pelo clima do Estado, que, segundo a classificação de Köppen-Geiger, é do tipo Aw (tropical subúmido), caracterizado por chuvas no verão e períodos secos durante o inverno (CORRÊA et al., 2014). Já a velocidade do vento foi mais alta nos anos de 2005, 2006, 2012 e 2013 nos meses de julho, agosto e setembro.

SARTORI et al. (2010), trabalhando com dados climáticos em Botucatu- SP, observaram maior precipitação no mês de janeiro, concordando com valores encontrados neste trabalho. Já LIMA et al. (2008), trabalhando com dados de chuvas do ano de 1940 a 2002, em Alegre- ES, encontraram maiores precipitações no mês de dezembro.

5. CONCLUSÃO

As variáveis climáticas apresentaram de média a forte dependência e variabilidade temporal.

A safra que apresentou menor produtividade (2011/12), pode ser explicada pela baixa precipitação comparada aos outros ciclos.

A velocidade do vento foi a que apresentou maior estabilidade climática.

Constatou-se com esse trabalho que o estudo da variabilidade climática contribui para o melhor entendimento da interação entre as condições climáticas e a produtividade de soja.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, D.B.; ADAMS, W.W.N. The role of xanthophylls cycle carotenoids in the protection of photosynthesis. **Trends in Plant Science Reviews**, v.1, n.1, p.21-26, 1996.

ASSAD,E.D; MACEDO, M. A. DE; JUNIOR, J.Z; PINTO, H. S.; BRUNINI, O. AVALIAÇÃO DE MÉTODOS GEOESTATÍSTICOS NA ESPACIALIZAÇÃO DE ÍNDICES AGROMETEOROLÓGICOS PARA DEFINIR RISCOS CLIMÁTICOS Pesq. Agropec. Brás., Brasília, v. 38, n 2, fev. 2003.

BERVEGLIERI, A.; MENEGUETTE JR, M.; PITERI, M. A., **Aplicação do interpolador krigagem em modelos digitais de terrenos, comparando-se os casos de isotropia e anisotropia**. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2011, Curitiba. XV SBSR, 2011. p. 7222-7229.

BORGES, E.E.L.; RENA, A.B. Germinação de sementes In: AGUIAR, I.B.; PINARODRIGUES, F.M.C.; FIGLIOLIA, M.B. (Coord.). Sementes florestais tropicais. Brasília, DF:ABRATES, 1993. p.83-135.

BRITTO, F. P.; BARLETTA, R.; MENDONÇA, M.: Variabilidade espacial e temporal da precipitação pluvial no Rio Grande do Sul: Influência do Fenômeno El Niño Oscilação Sul. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.3, pg 37 a 48, agosto, 2008.

CÂMARA, G.M.S. **Soja: tecnologia da produção II**. Gil Miguel de Sousa Câmara (editor). Piracicaba: G.M.S. Câmara, 2000. p.450.

CAMBARDELLA, C. E.; MOORMAN, T. B.; NOVAK, J. M.; PARKIN, T. B.; KARLEN, D. L.; TURCO, R. F.; KONOPKA, A. E. Field-scale variability of soil properties in Central Iowa soils. **Soil Science Society of American Journal**, v.58, p.1501-1511, 1994.

CARGNELUTTI FILHO, A.; MATZENAUER, R; MALUF, J. R. T.; RADIN, B. Variabilidade temporal e espacial da precisão das estimativas de elementos meteorológicos no Rio Grande do Sul. **Revista Ciência Rural**, v. 39, p. 962-970, 2009.

CONFALONE, A.; COSTA, L.C.; PEREIRA, C.R. Eficiência de uso de la radiación en soja en distintas fases fenológicas bajo estres hídrico. **Revista Facultad de Agronomía**, v.17, n.1, p.63-66, 1997.

CORAL, G; ASSAD, E. D.; PINTO, H. S.; IAFFE, A. Utilização de um modelo agrometeorológico na estimativa de produtividade da cultura da soja no estado do Paraná. In: XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 21., 2005, Campinas,SP. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de agrometeorologia, 2005. 1 CD-ROM

CORREA, C.C.G. et al. Spatial interpolation of annual rainfall in the State Mato Grosso do Sul (Brazil) using different transitive theoretical mathematical models. **International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology**, v.3, p.16618-16625, 2014.

CUNHA, G.R. et al. Perda de rendimento potencial em soja no Rio Grande do Sul por deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.6, n.1, p.111-119, 1998.

DIGGLE, P. J.; RIBEIRO JÚNIOR, P. J. Model Based Geostatistics. In: SINAPE, 14., 2000, Caxambu. **Anais...** São Paulo: Associação Brasileira de Estatística, 2000.

DINIZ, J. M. T. **Caracterização das propriedades térmicas do solo de Lagoa Seca-PB.** 2014. 72p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

DRUCK, S. A geoestatística e os sistemas de informações geográficas. **Rev. Espaço & Geografia**, v.5, n.1, p. 1-15, 2002.

EMBRAPA SOJA. **Tecnologias de produção de soja:** região central do Brasil 2012 e 2013. Londrina ,2011. p. 261 (Sistemas de Produção / Embrapa Soja n. 15)

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUARIAS- EMBRAPA SOJA. **Tecnologia de produção de soja – região central do Brasil 2014.** Londrina: Embrapa Soja, 2013. p. 265; (Sistemas de Produção / Embrapa Soja, ISSN 2176- 2902; n.16)

FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. F.; MEUMAIER, N.; OYA, T.: Ecofisiologia. In: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). **A cultura de soja no Brasil.** Londrina, Embrapa Soja, 2000, CD-ROM.

FERRARI, A. L.; VECCHIA, F. A. S.; COLABONE, R. O. Tendência e variabilidade anuais da temperatura e da pluviosidade em Pirassununga-SP. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.10, n.1, p.30-46, 2012.

FILHO, D.B.F & JÚNIOR, J.A.S. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). **Revista Política Hoje.** vol.18, n.1, p. 115-146. 2009.

GOOVAERST, P. Using elevation to aid the geostatistical mapping of rainfall erosivity. **Catena**, 09, outubro, 1999. v. 34, p. 227-242.

GUIMARÃES. E. C. **Variabilidade espacial de atributos de um Latossolo Vermelho-escuro textura argilosa da região do cerrado, submetido ao plantio direto e ao plantio convencional.** 2000. 85p. Tese Doutorado – UEC, Uberlândia.

GURGEL, H. C. **Variabilidade espacial e temporal do NDVI sobre o Brasil e suas conexões com o clima.** 2003.P.120; Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) –Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos.

HILLEL, D. **Introduction to environmental soil physics.** 2. ed. Amsterdam: Elsevier Academic Press, 2004. p.494.

HIRAKURI, M. H.; CASTRO, C. de ; FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H. ; PROCÓPIO, S. de O. ; BALBINOT JR, Alvadi Antonio. **Indicadores de sustentabilidade da cadeia produtiva da soja no Brasil.** Londrina: Embrapa Soja, 2015. p.70. (Documentos/ Embrapa Soja, ISSN:2176-2937; n.351).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, **IBGE**. Disponível em: < > . Acesso em: 19 de outubro de 2018.

JIANG, A.C.D.; GAOB, H.Y.; ZOUB, Q.; JIANGA, G.M.; LIA, L. H. **Environmental and Experimental Botany**. Leaf orientation, photorespiration and xanthophyll cycle protect young soybean leaves against high irradiance in field, China. p.1-10, 2004.

LAZINSKI, L. R. **Variabilidade da utilização do modelo Soygro para a região de Londrina, PR**. 1993. p. 1-97. Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, SP.

LIMA, J. S. S.; SILVA, S. A.; OLIVEIRA, R. B.; CECÍLIO, R. A.; XAVIER, A. C. Variabilidade temporal da precipitação mensal em Alegre- ES. **Revista Ciência agrônômica**, v.39, n.02, p.327-332, 2008

MACHADO, R.L.; CEDDIA, M.B.; CARVALHO, D.F. de; CRUZ, E.S. da; FRANCELINO, M.R. **Spatial variability of maximum annual daily rain under different return periods at the Rio de Janeiro state, Brazil**. *Bragantia*, v.69, p.77-84, 2010.

MARIANO, Z.F.; FREIRE. O. **Ritmo climático da região de Presidente Prudente e sua relação com as necessidades de água das principais culturas agrícolas**. In: Boletim Climatológico. Universidade Estadual Paulista FCT-UNESP. n.03. Presidente Prudente.1997.

MARTIN, T.N. et al. Regiões homogêneas e tamanho de amostra para atributos do clima no Estado de São Paulo, Brasil. *Ciência Rural*, v.38, p.690-697, 2008. Disponível em: <Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782008000300015 > . Acesso em: 15 out. 2018.

MONTEITH, J.L. Light distribution and photosynthesis in field crops. **Annals of Botany**, v.29, p.17- 37, 1965.

MOTA, V. C. et al Modelagem geostatística da variabilidade temporal da precipitação pluvial do município de Pontes e Lacerda-MT no período de 1982 a 2004. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 52., 2007, Santa Maria. **Anais...**, Santa Maria: Sociedade Internacional de Biometria 2007. 1 CD-ROOM

MOTOMIYA, A. V. A.; MOTOMIYA, W. R. ; MOLIN, J. P. ; LIRA, A. ; OLIVEIRA, J. R. G. DI ; BISCARO, G. A. Variabilidade espacial de atributos químicos do solo e produtividade do algodoeiro. **Revista Agrarian**, v. 4, p. 1-9, 2011. Disponível em: < <http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/1118/670> > . Acesso em: 20 de outubro de 2018.

MOTOMIYA, A.V.A.;CORÁ,J.E.;PEREIRA,T.G..Uso da krigagem indicatriz na avaliação de indicadores de fertilidade do solo. **Rev.Bras. Ci. Solo**, v. 30, p. 485-496, 2006.

MUNHOZ, F.C.; GARCIA,A. Caracterização da velocidade e direção predominante dos ventos para a localidade de Ituverava – SP. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 23, n. 1, 30-34, 2008.

NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A.L.; FARIAS, J.R.B.; OYA, T. **Estádios de desenvolvimento da cultura de soja**. Estresses em soja. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000, cap.1, p.19-44.

PINHEIRO, A.; GRACIANO, R. L. G.; SEVERO, D. L. Tendência das séries temporais de precipitação da região sul do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.28, n.3, p. 281-290, 2013.

RAMOS, C.M.C.; NARDINI, R.C.; ZIMBACK, C.R.L.; SERAPHIN, S. Análise temporal da variação da temperatura utilizando-se a geoestatística. In: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2009, Natal. **Anais...** Natal: INPE, 2009.

ROBERTSON, G.P. **GS+: Geostatistics for the environmental sciences**. Versão 5.03 Beta, Plainwell, Gamma Design Software, 1998. 152p.

SAKAMOTO, M.S., R.P. Rocha, T. Ambrizzi, L.A.T. Machado, 2006: Simulação de Sistemas Convectivos Usando o Modelo WRF: Primeiros Experimentos. **Anais do XIV Congresso 217 Brasileiro de Meteorologia**, Florianópolis (SC), Sociedade Brasileira de Meteorologia, 27 de novembro a 1 de dezembro

SANT'ANNA NETO, J. L. **Clima e organização do espaço**. In: Boletim de Geografia, n.16, p. 119-131, Maringá, 1998.

SARTORI, A. A. C.; SILVA, A. F.; RAMOS, C. M. C.; ZIMBACK, C. R. L. Variabilidade temporal e mapeamento dos dados climáticos de Botucatu- SP. **Revista Irriga**, v.15, n.2, p.131-139, 2010.

SENTELHAS P. C. & MONTEIRO J. E. B. A. **Agrometeorologia dos cultivo: o fator meteorológico na produção agrícola**. 1. ed. Brasília: INMET, 2009. p.530.

SILVA, M. T.; NÓBREGA, J. N.; GOMES, O. M.; BRITO, J. I. B. Estudo da Relação entre Monitoramento Climático e a Produção Agrícola de Grãos nos Estados da Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará. **Revista Brasileira de Geografia e Física**, v.4, n.2, p.322-335, 2011.

SILVA, J.W.; GUIMARÃES, E.C.; TAVARES, M. Variabilidade temporal da precipitação mensal e anual na estação climatológica de Uberaba –MG. **Revista Ciênc. Agrotec.**, Lavras. V.27, n.3, p. 665-674, 2003.

TAIZ, L. & ZIEGER, E. **Fisiologia vegetal**. Trad. SANTARÉM, E. R. et al., 3º ed., Porto Alegre: Artemed, 2004. p.719.

VIANA, P.C.; OLIVEIRA, J.B.; ARAÚJO, E.M.; CARMO, F.F.; PEREIRA, M.M.; ALVES, A.S. Análise da espacialização da temperatura do ar mínima para o estado do Ceará a partir de dados SRTM. In: INOVAGRI/IV WINOTEC – Workshop Internacional de Inovações Tecnológicas na Irrigação, 2012, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: INOVAGRI International Meeting, 2012.

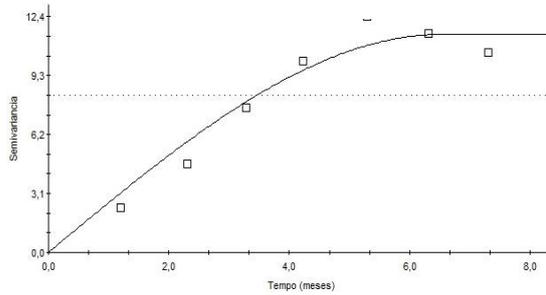
VOLPATO, M.M.L.; ALVES, H.M.A.; VIEIRA, T.G.C.; Geotecnologias aplicadas à agrometeorologia. **Informe Agropecuário**, v. 29, n.246, p. 1-10, 2008.

WARRICK, A.W.; NIELSEN, D.R. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: Hillel, D. (Ed.). **Applications of Soil Physics**. New York: Academic Press, 1980. p. 319-344.

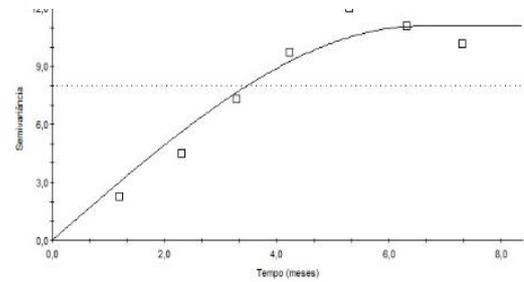
7. ANEXOS

ANEXO A - Semivariogramas das variáveis climáticas.

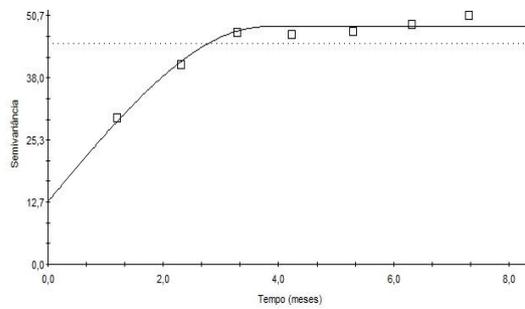
Temperatura Máxima



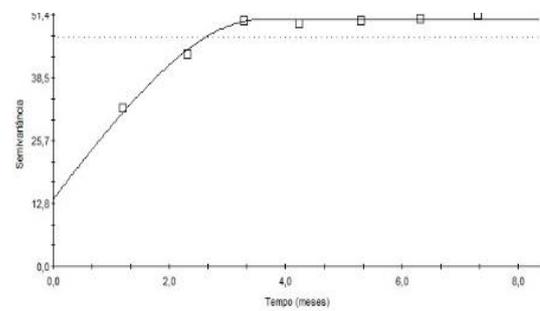
Temperatura Mínima



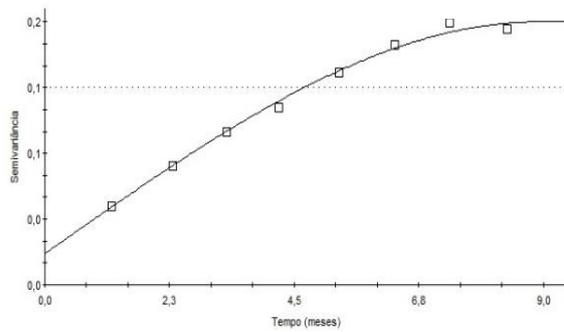
Umidade Máxima



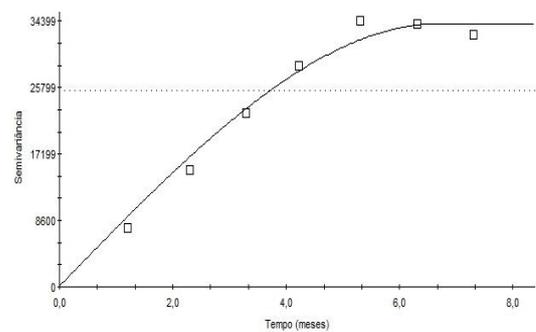
Umidade Mínima



Velocidade do Vento



Radiação



Precipitação

