Revista Brasileira de Climatologia
Brazilian Journal of Climatology
OPEN ACCESS

A DEFINIÇÃO DE A NOS-PADRÃO E A APLICAÇÃO DO MÉTODO DE PEARSON: CORRELAÇÕES ENTRE O REGIME PLUVIAL E A PRODUÇÃO/PRODUTIVIDADE DA *COMMODITY* SOJA NO MUNICÍPIO DE MARACAJU/MS

The definition of standard years and the application of the Pearson method: correlations between the rainfall regime and the production/productivity of soybean commodity in the municipality of Maracaju/MS

La definición de los años estándar y la aplicación del método de Pearson: correlaciones entre el regimen de lluvia y la producción/productividad del producto soja en el municipio de Maracaju/MS

Lorrane Barbosa Alves
Programa de Pós-Graduação em Geografia/Faculdade de Ciências Humanas, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)
lorrane.geo@gmail.com

Charlei Aparecido da Silva
Programa de Pós-Graduação em Geografia/Faculdade de Ciências Humanas, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)
charleisilva@ufgd.edu.br

Resumo: Compreender a dinâmica pluvial requer empregar uma série de técnicas e métodos que contribuam em tal feito. Os modelos matemáticos, por exemplo, auxiliam e revelam características climáticas das unidades em estudo e permitem realizar correlações com aspectos ambientais, sociais e econômicos. Para tanto, alguns cuidados devem ser considerados ao trabalhar com banco de dados pluviais, como preenchimento de dados faltantes e análise de consistência da série histórica, quando ignorados poderá comprometer todo o processo de análise e projeções futuras. Concluídos tais cuidados, este artigo objetivou trabalhar com técnicas de seleção de Anos-Padrão em uma escala temporal de 1980 a 2019. Foram trabalhadas as técnicas *Box Plot*, a Fórmula de *Sturges* e a de Agrupamento Hierárquico a fim de classificar os anos considerados excepcionais úmido e seco, habitual, seco e úmido. Em um segundo momento, selecionados os anos responsáveis em representar a distribuição das chuvas, correlacionou-os com dados que retrataram a produção e a produtividade da *commodity* soja no município de Maracaju/MS, nessa etapa foi aplicado o método de Pearson. Ao correlacionar as variáveis em questão ficou evidenciado a forte e a moderada relação da produção e do rendimento (original), respectivamente, com o aumento de área plantada no município. Os trimestres pluviais considerados essenciais no processo produtivo, isto é, Novembro/Dezembro/Janeiro e Janeiro/Fevereiro/Março apontaram influências distintas sobre o rendimento (original), em que a primeira apontou uma relação moderada, contudo, inversamente proporcional, e a última uma correlação fraca. No que se refere ao **rendimento (corrigido)**, apenas o trimestre Janeiro/Fevereiro/Março foi observado uma relação insignificante, os demais trimestres apresentaram correlações moderadas. Portanto, ao avaliar as correlações, em especial os anos-agrícolas, com os rendimentos (original) fica evidenciado o quão as cultivares inseridas na área em estudo estão mais resistentes ao meio, visto tal correlação expressar insignificância no rendimento (original).

Palavras-chave: Dinâmica Pluvial. Commodity Soja. Grau de correlação.

Abstract: Understanding rainfall dynamics requires employing a series of techniques and methods that contribute to this a feat. Mathematical models, for example, help and reveal climatic characteristics of the units under study and allow for correlations with environmental, social and economic aspects. To this end, some care must be taken when working with rainfall databases, such as filling in missing data and analyzing the consistency of the historical series, when ignored can compromise the entire process of analysis and future projections. Having concluded such care, this article aimed to work with Standard Year selection techniques on a time scale from 1980 to 2019. The Box Plot, Sturges' Formula and Hierarchical Clustering techniques were used in order to classify the years considered exceptional wet and dry, usual, dry and wet. In a second moment, selected years responsible for representing the rainfall distribution, has correlated them with data that portrayed the production and productivity of the soybean commodity in the municipality of Maracaju/MS, in this step the Pearson method was applied. The correlation of the variables in question the strong and moderate relationship between production and yield (original), respectively, with the increase in the planted area in the municipality. The rainy quarters considered essential in the production process, that is, November/December/January and January/February/March showed distinct influences on the yields (original), where the former showed a moderate relationship, however, inversely proportional, and the latter a weak correlation. In terms of yield (corrected), only the January/February/March an insignificant relation was observed, the other quarters presented moderate correlations. Therefore, when evaluating the correlations, especially the agricultural years, with the yields (original) it is evident how the cultivars included in the area under study are more resistant to the environment, since such correlation expresses insignificance in the yield (original).

Keywords: Pluvial Dynamics. Soybean Commodity. Correlation degree.

Resumen: Comprender la dinámica pluvial requiere emplear una serie de técnicas y métodos que contribuyen en tal proeza. Los modelos matemáticos, por ejemplo, ayudan y revelan las características climáticas de las unidades estudiadas y permiten establecer correlaciones con aspectos ambientales, sociales y económicos. Para ello, es necesario tener cierto cuidado al trabajar con las bases de datos pluviométricos, como rellenar los datos que faltan y el analizar la coherencia de las series históricas, cuando se ignoran pueden comprometer todo el proceso de análisis y las proyecciones futuras. Una vez concluidos estos cuidados, este trabajo tuvo como objetivo trabajar con algunas técnicas de selección de Años Estándar en una escala temporal de 1980 a 2019. Se utilizaron las técnicas de Box Plot, la Fórmula de Sturges y el Clustering Jerárquico para clasificar los años considerados excepcionales húmedos/secos, habituales/normales, secos y húmedos. En un segundo momento, se seleccionaron los años responsables de representar la distribución de las precipitaciones, los correlacionó con los datos que retratan la producción y la productividad del producto de la soja en el municipio de Maracaju/MS, en esta paso se aplicó el método de Pearson. La correlación de las variables en cuestión mostró una relación fuerte y moderada entre la producción y el rendimiento (original), respectivamente, con el aumento de la superficie plantada en el municipio. Los trimestres lluviosos considerados esenciales en el proceso de producción, es decir, noviembre/diciembre/enero y enero/febrero/marzo, mostraron influencias diferentes en los rendimientos (originales), donde el primero mostró una relación moderada, sin embargo, inversamente proporcional, y el segundo una correlación débil. En cuanto a los rendimientos (ajustados), sólo el trimestre enero/febrero/marzo se observó una relación insignificante, los demás trimestres mostraron correlaciones moderadas. Por lo tanto, al evaluar las correlaciones, especialmente los años agrícolas, con los rendimientos (original) se evidencia cómo los cultivares insertados en la zona de estudios son más resistentes al ambiente, ya que dicha correlación expresa insignificancia en el rendimiento (original).

Palabras clave: Dinámica pluvial. Commodity Soja. Grado de correlación.

Submetido em: 14/02/2022
Aceito para publicação em: 08/12/2022
Publicado em: 16/12/2022

1. INTRODUÇÃO

A escolha de anos-padrão nos estudos climatológicos tem como principal elemento de análise as chuvas, que objetiva auxiliar na compreensão de sua distribuição em um determinado recorte temporal e espacial. Tavares (1976, p. 81) justifica a escolha do elemento climático supracitado neste tipo de análise, visto que sua "variação empana a dos demais fenômenos, por ser de caráter descontínuo".

Frente as contribuições desta técnica nos estudos climatológicos, foram identificados na literatura trabalhos que abordam a definição de anos-padrão, como exemplo cita-se Tavares (1976), Barrios e Hernandes (1992), Zavattini (1992, 2009), Baldo (2006), Schneider (2014), Schneider e Silva (2014), Amador (2017), Oliveira *et al*. (2020), Almeida Filho e Aleixo (2020), Aleixo e Silva Neto (2019).

Enfatizando a relevância desta técnica, Schneider (2014, p.52) aponta que "a partir dela, avalia-se o ritmo dos tipos de tempo e as chuvas que repercutem diretamente no espaço geográfico". A escolha dos anos-padrão avalia a "variação e a oscilação climática a partir da altura da chuva registrada e que repercutem no espaço geográfico" (SCHNEIDER; SILVA, 2014, p.133).

De acordo com Silvestre (2016, p.94), o principal objetivo da técnica "é separar anos que apresentem características semelhantes quanto a uma variável, de forma que possam ser considerados como um grupo com características semelhantes; e posteriormente eleger um ano padrão para representar cada grupo". Ao identificar os anos com características pluviais semelhantes, enquadrando-os em um grupo, viabiliza correlacioná-los com outros objetos de estudo, que, neste trabalho, optou-se pela produção e a produtividade da monocultura de soja no município de Maracaju, situado na região centro-sul de Mato Grosso do Sul.

A classificação dos anos-padrão auxilia na análise e na compreensão das complexas relações e interações existente entre a variável chuva e a produção/produtividade da soja, visto expor os anos com características excepcionais e habituais, o que permite verificar como se deu o comportamento da produção/produtividade da monocultura frente as dinâmicas pluviais.

Os anos são classificados como "habituais", "chuvoso" e "seco", para tanto, "os anos padrões "secos" ou "chuvosos" não se referem aos totais anuais de chuva, mas a

distribuição delas no decorrer do ano" (GALVANI; LUCHIARI, 2012, p.19). Em se tratando da conceituação das classificações ora mencionados, Tavares (1976, p.81) entende que:

> um ano padrão "normal" seria aquele em que a distribuição da precipitação anual de um determinado lugar fosse semelhante à distribuição das precipitações médias, obtidas através de vários anos para esse local. O ano padrão seco caracterizar-se-ia por uma distribuição das precipitações que apresentasse um grande desvio em relação aos dados médios, em função de períodos com intensa falta de chuvas, enquanto que o ano padrão chuvoso deveria suas discrepâncias ao excesso de chuva em relação aos dados mais frequente.

Dentro desta perspectiva, um dos propósitos deste trabalho visa aplicar 3 (três) técnicas que auxiliarão na escolha dos anos-padrão da série histórica trabalhada (1980 a 2019), sendo estas: técnica *Box Plot*, aplicada por Galvani e Luchiari (2012), Schneider e Silva (2014), Oliveira *et al*. (2020); a Fórmula de *Sturges,* inserida nas pesquisas de Chierice (2013), Fontão e Zavattini (2019), Souza e Nascimento (2020); e, por fim, o Agrupamento Hierárquico, técnica utilizada por Tavares (1976), Baldo (2006) e Silva *et al*. (2006).

Executada a seleção dos anos-padrão da série histórica trabalhada a partir das técnicas supracitadas, foi aplicado o método de correlação de *Pearson* com o objetivo de avaliar a correlação entre as variáveis dependente (produção e produtividade da monocultura de soja) e independente (regime pluvial), isso a fim de averiguar a potencialidade do método para esse fim.

1.1. Área de Estudo

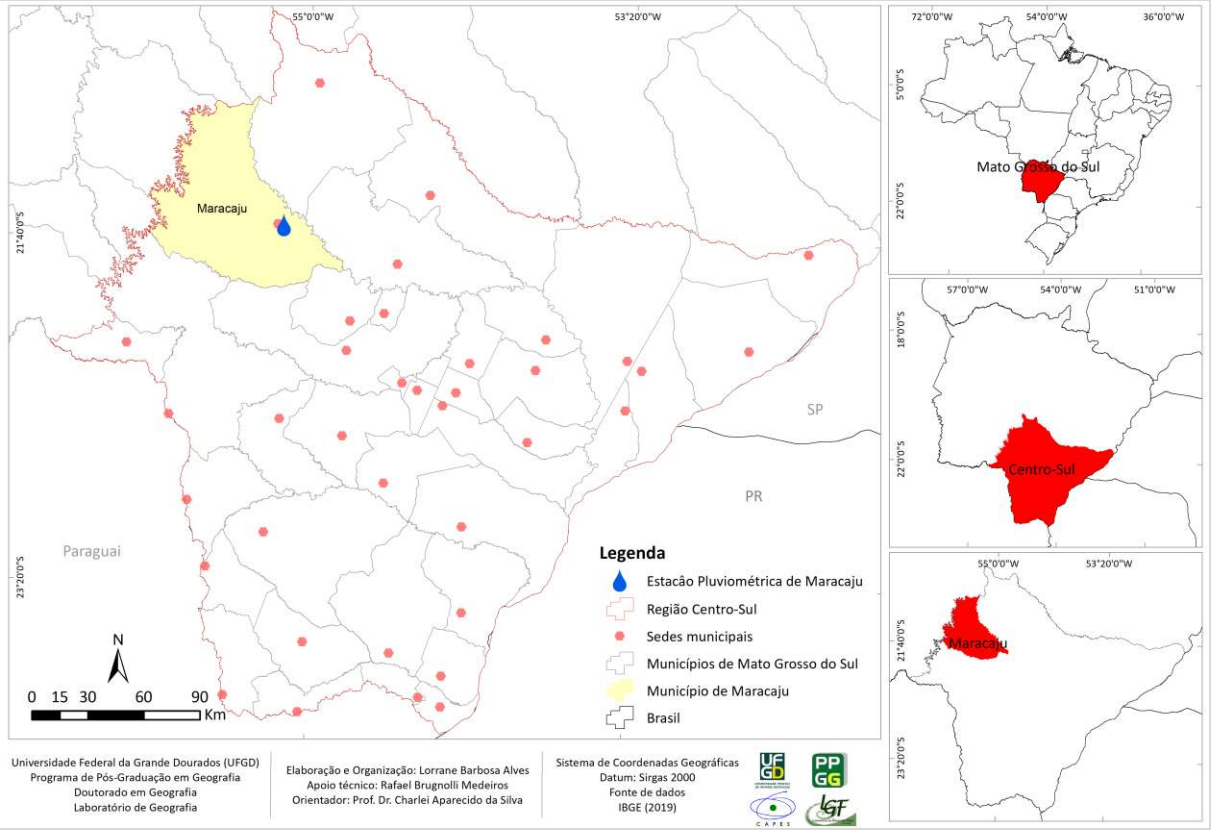
Ao caracterizar os aspectos climáticos da área em estudo, trouxe para a discussão a proposta de classificação climática de Zavattini (1992; 2002), em que o município está sob influência da atuação equilibrada das Massa Tropical Atlântica e Polar Atlântica. Ao analisar os dados pluviais da estação em estudo, em uma escala temporal de 1980 a 2019, ficou evidenciado que o verão e a primavera são mais úmidos e o outono e inverno mais secos, e uma média anual de 1393,7 mm.

Sabe-se que a agricultura é um segmento econômico que, em certa medida, ainda é dependente das condições ambientais, em especial as climáticas e edáficas, que influenciam diretamente na produção agrícola. "O clima é considerado o mais importante fato que

desafia o rendimento médio das lavouras; irregularidades no regime de chuvas, por exemplo, são consideradas o fator que mais preocupa o produtor rural, seja ele pequeno, médio ou grande" (FACCIN, 2017, 2019), por isso a relevância deste tipo de estudo.

Maracaju, que apresenta uma dimensão territorial de 5.396,905 km² e uma população estimada de 48.944 mil habitantes (IBGE, 2021) (Figura 1), foi selecionada como área de estudo por ser um dos maiores produtores de soja da região centro-sul do estado nos anos de 2004, 2014 e 2019, com uma colheita de 345.906,00 toneladas, 696.600,00 toneladas e 890400 toneladas, respectivamente, como consta no Sistema IBGE de Recuperação Automáica – Sidra/ Produção Agrícola Municipal (2021).

Figura 1 - Localização da área de estudo e da estação Pluviométrica Maracaju



Fonte dos dados: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2019; Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), 2019.

Organização: Os autores (2022).

O ciclo produtivo da soja necessita, em média, de "450 a 800mm de chuva, dependendo das condições climáticas, do manejo da cultura e da duração do seu ciclo", como aponta Fendrich (2003, p.44), Ferreira (2006 p.33) e Carmello (2013, p.61). Frente estas colocações, justifica-se a necessidade em compreender a dinâmica pluvial, pois a água

> constitui aproximadamente 90% do peso da planta de soja, atuando em, praticamente, todos os processos fisiológicos e bioquímicos. Desempenha a função de solvente, transportando gases, minerais e outros solutos na planta, além de atuar como regulador térmico, agindo tanto no resfriamento quanto na manutenção e na distribuição do calor (FARIAS; NEUMAIER; NEPOMUCENO, 2009, p.267).

Portanto, vislumbra-se a importância em identificar os anos-padrão, o regime pluvial da área de estudo e correlacioná-los com os dados da *commodity* soja, com o intuito em avaliar possíveis influências da variável chuva (independente) sobre a variável soja (dependente), averiguando a potencialidade do método de correlação de Pearson para esse fim.

2. METODOLOGIA

Os dados pluviais anuais e mensais foram obtidos no site da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), por meio da ferramenta HidroWeb, considerada a entidade base deste artigo. Assim sendo, a estação pluviométrica Maracaju (Código: 02155000), situada no município de Maracaju/Mato Grosso do Sul (Figura 1), dispôs os dados de 1980 a 2019, os quais foram trabalhados em uma escala mensal, sazonal e anual.

Para a seleção dos anos-padrão, este artigo trabalhou com dados pluviais em uma escala anual, mas ao utilizar um banco de dados com tal elemento climático é necessário aferir, corrigir e verificar possíveis falhas e inconsistências existentes a fim de evitar erros e análises equivocadas, o que foi prontamente realizado, visto identificar, ao explorar o seu banco de dados, falhas na série temporal.

A fim de sanar tal inconsistência, buscou-se dados em outras instituições responsáveis em registrar e armazenar a intensidade e durabilidade das chuvas, sendo o Centro de Monitoramento do Tempo e do Clima de Mato Grosso do Sul (CEMTEC) responsável em dispor os dados faltantes, utilizando-se dos dados reais para o preenchimento da série histórica do banco de dados da estação pluviométrica selecionada.

Quanto ao *software* utilizado na construção do *Box Plot,* do Dendrograma e do Histograma, com suas respectivas fórmulas, o Excel® 2016 foi empregado, manuseando os dados por meio de suas múltiplas ferramentas estatísticas que foram descritas ao longo

deste artigo. Na elaboração dos gráficos supracitados, trabalhou-se com cinco classes, considerados: excepcionalmente seco, seco, habitual, úmido e excepcionalmente úmido, como definido por Galvani e Luchiari (2012).

As técnicas aplicadas para a escolha dos anos-padrão são variadas e Silvestre (2016, p.94), em seu estudo, apontou algumas destas, como a Fórmula de *Sturges*, Quantis, Desvio-padrão em relação à média; Análise de Agrupamentos e *Box plot*, logo, as trabalhadas no presente artigo são: *Box plot,* Fórmula de *Sturges* e a Análise de Agrupamentos.

O *Box plot* apresenta "5 medidas, sendo: a mediana, o primeiro quartil, o terceiro quartil, além do menor valor e do maior valor no conjunto de dados, entre a borda interna inferior e a borda interna superior" (MANN, 2015 p.177), atendendo aos intervalos apresentados no Quadro 1, como consta Galvani e Luchiari (2012, p.25).

O gráfico *Box Plot* foi construído por meio do software Microsoft Excel® 2016, a partir da opção "caixa e caixa estreita", e a função utilizada para determinar a mediana; o 1º e 3º quartis; a amplitude interquartílica (IQR) e os *outliers,* seguindo a metodologia de Galvani e Luchiari (2012), foi: =QUARTIL.EXC (matriz; quarto), escolhendo tal função por possuir maior amplitude interquartil (IQR), facilitando na identificação de *outliers.*

Segundo Morettin e Bussab (2010, p.48), este gráfico "dá uma ideia da posição, dispersão, assimetria, caudas e dados discrepantes". Os *outliers* caracterizam os valores extremos ou valores atípicos. Ainda de acordo com os autores (2010, p.49), "do ponto de vista estatístico, um *outlier* pode ser produto de um erro de observação ou de arredondamento", contudo, não é uma regra geral, pois os dados discrepantes também representam o fato ocorrido, ou seja, um evento climático extremo.

Quadro 1 - Intervalos adotados para classificação dos regimes pluviométricos

Precipitação anual (mm)	Classificação
5% menores da série	**Super-Secos**
Entre V. mínimo e o 1º Quartil	**Secos**
Entre o 1º e o 3º Quartil	**Habituais**
Entre o 3º quartil e o V. máximo	**Úmidos**
5% maiores da série	**Super-úmidos**

Fonte: (GALVANI; LUCHIARI, 2012, p.25).

A segunda técnica aplicada na série histórica em estudo foi a fórmula de *Sturges, sendo* relevante salientar que tal método foi selecionado por estipular o número de classes (k) a partir do tamanho da extensão do banco de dados, mas "para cada conjunto de dados deve-se calcular de novo o número de classes e amplitude" (GERARDI; SILVA, 1981, p.35). De acordo com Zandonadi (2009), quando aplicado a fórmula de *Sturges* os valores habituais ficam bem evidenciados e, em seu estudo, as frequências absolutas demonstradas pela técnica supracitada teve mais peso na escolha dos anos-padrão se comparado com outra técnica abordada, isto é, desvio quartílico.

$$k = 1 + 3{,}3 \log n$$

Onde:

n = número total de observação;

log = logaritmo para base 10

Com o intuito de distribuir os dados, segundo Zavattini e Boin (2013, p.38), "divide-se o valor da Amplitude Total de Variação (diferença entre os valores mínimos e máximos da série) pelo número de classes (k) sugerido pela fórmula de *Sturges***,** e usar o resultado da divisão para criar, a partir do valor extremo inferior, os intervalos de classes".

$$\frac{\text{Valor máximo} - \text{valor mínimo}}{\text{número de classes}} = \text{Intervalo}$$

Logo, estabelecido a tabela de frequência, pode-se utilizar os dados organizados para construir o gráfico de histograma, "que é a representação gráfica de distribuições de frequência, dando assim, uma boa impressão visual do conjunto de dados." (SILVA, 1978, p. 47), além de sintetizar o conjunto de informações, como exposto por Zavattini e Boin (2013).

Este gráfico, por meio dos intervalos de classe, informa os dados pluviais anuais mais frequentes da série históricas, isto é, os dados considerados habituais, indicando, também, o período que se concentra as chuvas na série de 1980 a 2019. O histograma expõe, ainda, os dados menos frequentes, que poderá indicar possíveis anomalias, como os eventos extremos. Em síntese, os histogramas "revelam a distribuição da precipitação e a frequência com o qual cada intervalo de classe se repete" (NEVES, 2018, p.82).

Por fim, a última técnica selecionada neste estudo, a fim de representar os anos considerados habitual, seco, chuvoso e excepcionais foi o Agrupamento, que se baseia, de

acordo com Gerardi e Silva (1981, p.131), “na reciprocidade de elementos dentro de uma matriz de distância, similaridade ou correlação: a análise hierárquica por pares recíprocos. Ressaltamos que o processo todo se baseia na identificação dos elementos que estão mais próximos entre si para a realização dos agrupamentos”.

Ao trabalhar com esta técnica, o presente artigo utilizou o método hierárquico de agrupamento, tendo como parâmetros a distância euclidiana e o método centroide. O método centroide é a “média das coordenadas de seus objetos, [...] que a distância entre os grupos é obtida através do cálculo das distancias entre os mesmos” (SILVESTRE, 2016, p.102), utilizado por diversos autores em suas pesquisas, como Tavares (1976), Boin (2000), Baldo (2006), dentre outros autores.

Este processo resulta em um gráfico caracterizado dendrograma, no qual “apresenta um resumo do método aplicado passo a passo, considerando desde o passo inicial, unindo os primeiros dois objetos (anos, por exemplo), até o passo final no qual todos os elementos foram agrupados constituindo um único grupo” (SILVESTRE; SANT’ANNA NETO; FLORES, 2013, p. 31).

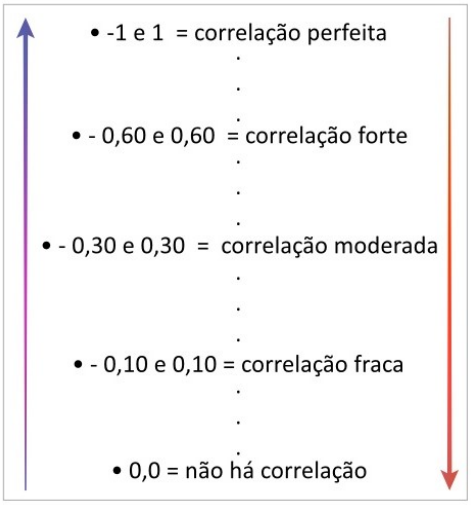
A construção de tal gráfico envolveu baixar e instalar o suplemento Action no *Excel*, que, ao ser instalado, disponibiliza a ferramenta “Análise Multivariada > Análise de Cluster”, na opção suplemento inserida na barra de ferramenta do *software*, onde é possível inserir os dados de entrada, o método e os parâmetros a serem trabalhados, além dos números de classes, resultando, ao final de todo esse processo, o gráfico Dendograma.

Ao aplicar as técnicas supracitadas no banco de dados da estação pluviométrica de Maracaju, foi verificado, por meio do coeficiente de correlação, o quão as variáveis trabalhadas neste artigo estão correlacionadas, destacando: o rendimento (original) médio da *commodity* soja, o rendimento (corrigido), os trimestres JFM/FMA, os meses JFMA e os anos-agrícolas (novembro, dezembro (do ano anterior), janeiro a abril), em que o desenvolvimento do modelo matemático se deu por meio da função “=correl (matriz1; matriz2)”.

Este modelo matemático aplicado “nos informa sobre o quão fortemente duas variáveis estão relacionadas” (MANN, 2015, p.786), sendo este cálculo representado pela letra r (amostra). Estas correlações apresentam três comportamentos, como linear positiva, linear negativa e não linear, variando de -1 a 1. Assim, quanto mais próximo de 1 ou -1 a

correlação, mais forte é a relação entre as variáveis, todavia, quando próximo de 0 o r nos informa ausência de relação. Em se tratando do grau de comportamento entre as variáveis, Levin e Fox (2004, p. 334) considera que (Figura 2):

Figura 2 - Grau de intensidade da Correlação de Pearson



Fonte: LEVIN; FOX (2004).
Organização: Os autores.

Os dados do rendimento da *commodity* soja no município de Maracaju foi adquirido no site do IBGE/SIDRA (https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/1612), na "Produção Agrícola Municipal".

A fim de avaliar e correlacionar os dados da série histórica do rendimento sem a influência tecnológica, caracterizada neste estudo como rendimento (corrigido), aplicou-se uma técnica que objetiva determinar a tendência tecnológica, que, de acordo com Domingues (2010, p.88), consiste "em separar o efeito tecnológico incorporado no sistema de produção ao longo do tempo", sendo aplicada nos trabalhos de Mariano (2005; 2010), Ferreira (2006), Domingues (2010), Arsego *et al.* (2019), dentre outros.

Ainda de acordo com Domingues (2010), esta técnica de baseia nos trabalhos de Cunha *et al*. (1999) e Carmona e Berlato (2002), utilizando a seguinte expressão:

$$\mathbf{Yci = (Yi - (Y(xi) - Y\,(x0))}$$

Onde:

Yci = produtividade corrigida do ano i

Yi = produtividade original do ano i

Y (xi) = produtividade do ano i, estimada pelo modelo de regressão

Y (x0) = produtividade do primeiro ano da série histórica de produtividade, estimada pelo modelo de regressão.

Portanto, compreender a dinâmica pluvial de uma determinada área por meio dos anos-padrão permite-nos avaliar as condições dos efeitos deste elemento na unidade territorial e, com isso, formular medidas que norteiam os produtores agrícolas frente aos eventos pluviais excepcionais, evitando perdas na produção da *commodity* soja no município de Maracaju/Mato Grosso do Sul, visto "as flutuações pluviais serem responsáveis pelas oscilações anuais das produções de grãos, variando entre 60% e 70%" (CARMELLO, 2018, p.35).

3. DESENVOLVIMENTO

Este artigo, ao aplicar, explicitar e discutir algumas técnicas que definem os anos-padrão, não objetiva retratar o modelo mais apropriado para o banco de dados explorado, mas evidencia as singularidades de cada técnica, além de se preocupar em descrever os processos realizados na construção dos gráficos de cada modelo empregado.

Logo, a figura 3 representa a técnica *box plot*, que, em um primeiro momento, foi organizado os dados pluviais do menor para o maior valor, por meio da planilha *Excel®* 2016, sendo possível verificar os anos que apresentaram os menores e os maiores volumes pluviais da série temporal e, consequentemente, a amplitude dos dados, que correspondeu a 1336,9 mm, apontando uma irregularidade na variação pluvial ao longo da série.

Seguindo a metodologia de Galvani e Luchiari (2012, p.23), foram considerados *outliers* os dois valores mínimos e os dois valores máximos, isto é, o *range* de 5% a 95%, visto que o 5% da série histórica de 40 anos corresponde a 2. Logo, os anos excepcionalmente secos foram 1990 e 1995, já os considerados excepcionalmente chuvoso corresponderam aos anos de 1992 e 1982.

Em contrapartida, foram identificados 8 anos apontados como secos, 20 anos habituais e 8 anos chuvoso. O 1º Quartil equivaleu a 1244,1, a mediana: 1403,3 e o 3º Quartil correspondeu à 1544,5, assim sendo, os intervalos foram estabelecidos como:

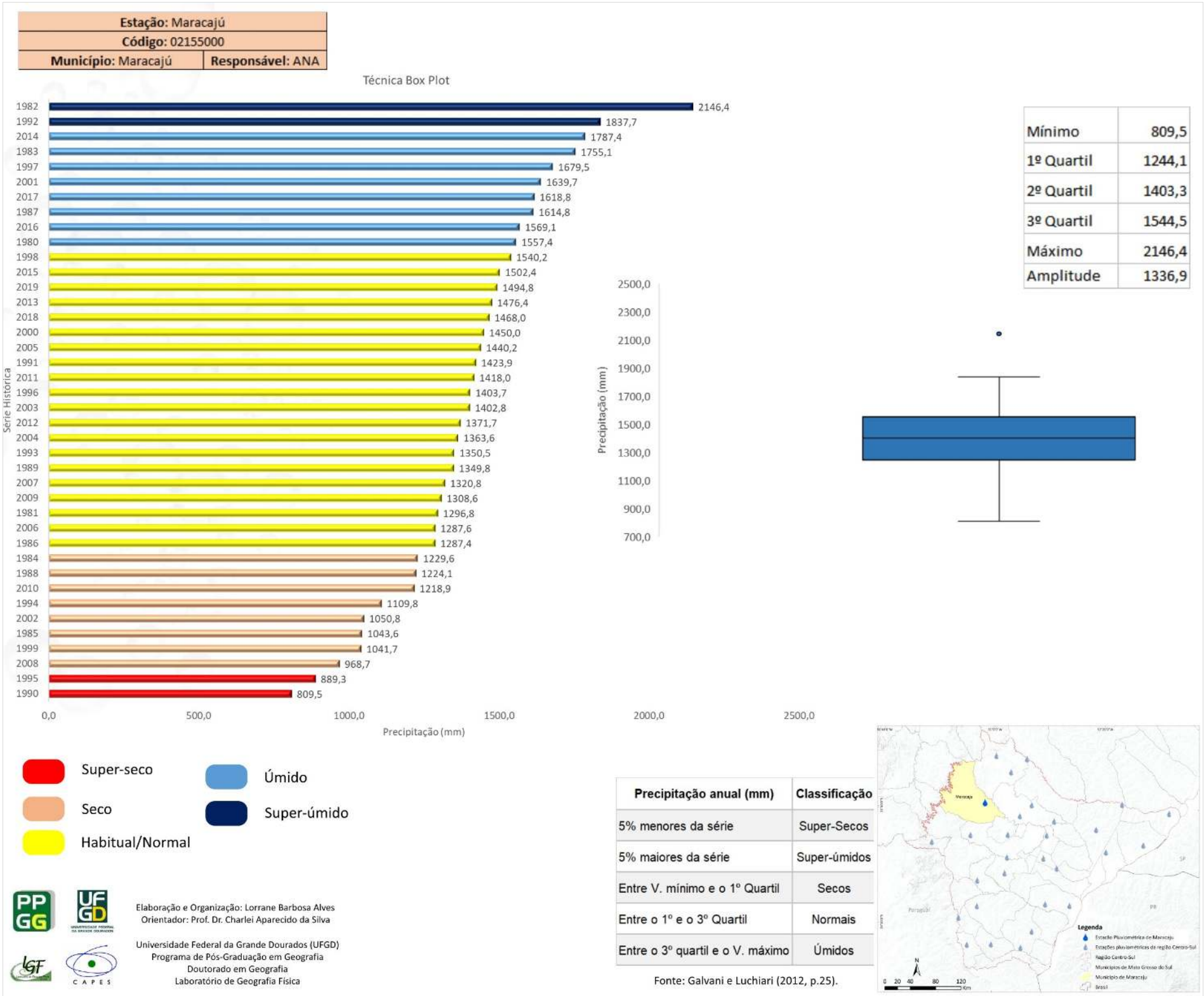
excepcionalmente secos (os 2 anos que apresentaram os menores valores); excepcionalmente chuvosos (os 2 anos que apresentaram os maiores valores); Anos secos (Entre V. mínimo e o 1º Quartil : 968,7 mm – 1244,1 mm); Anos habituais (Entre o 1º e o 3º Quartil: 1244,1 mm – 1544,5 mm), Anos úmidos (Entre o 3º quartil e o V. máximo: 1544,5 mm – 1787,4 mm), logo (Quadro 2):

Quadro 2 - Seleção dos anos-padrão a partir da técnica *Box Plot*

Classificação	Anos-Padrão
Excepcionalmente secos	1990 e 1995
Secos	2008, 1999, 1985, 2002, 1994, 2010, 1988 e 1984
Habituais	1986, 2006, 1981, 2009, 2007, 1989, 1993, 2004, 2012, 2003, 1996, 2011, 1991, 2005, 2000, 2018, 2013, 2019, 2015, 1998
Úmido	1980, 2016, 1987, 2017, 2001, 1997, 1983, 2014
Excepcionalmente úmido	1992 e 1982

Organização: Os autores.

Figura 3 - Seleção dos Anos-Padrão a partir da técnica *Box Plot*



Precipitação anual (mm)	Classificação
5% menores da série	Super-Secos
5% maiores da série	Super-úmidos
Entre V. mínimo e o 1º Quartil	Secos
Entre o 1º e o 3º Quartil	Normais
Entre o 3º quartil e o V. máximo	Úmidos

Fonte: Galvani e Luchiari (2012, p.25).

Fonte dos dados: IBGE (2021), ANA (2021).
Organização: Os autores.

A figura 4 representa a aplicação da fórmula de *Sturges* no banco de dados da estação Maracaju, em que o histograma nos informa a distribuição das chuvas ao longo dos anos trabalhados, representando os intervalos de classe e nos apontando os dados pluviais anuais mais frequentes da série históricas, isto é, os dados considerados habituais e, portanto, o período que se concentra as chuvas na série de 1980 a 2019.

O histograma expõe, ainda, os dados menos frequentes, que poderá indicar possíveis anomalias, como os eventos extremos. Logo, ao observar a distribuição dos dados pode-se constatar uma assimetria positiva, visto que a maioria dos dados estão concentrados à direita da média, em direção aos maiores valores observados, o que equivale ao uma distribuição desigual em torno de um valor (o mais frequente). Ao aplicar a fórmula de *Sturges*, a fim de estipular o número de classes (k), obteve-se k = 6,2867979714, no qual foi arredondado para k=6. Em um segundo momento, foi calculado os intervalos entre as classes, que consistiu em 222,8. Ao efetuar todos os cálculos supracitados, estipulou-se a classificação dos anos-padrão. Todavia, é válido salientar que os anos-padrão trabalhados neste artigo foram classificados em 5 classes, contudo, a partir da aplicação da fórmula de *Sturges* estipulou-se 6 classes, assim, ao avaliar a média da série e o corte dos intervalos decidiu-se, então, especificar a classe 4 e 5 como úmidas (1478,1mm – 1923,6mm) por apresentarem valores pluviais distantes da média (1393,7).

Ao definir as classes e os intervalos, verificou-se que distribuição pluvial da classe 1 variou de 809,5mm – 1032,3 mm, definindo esta como excepcionalmente seca, abarcando 3 anos. A classe 2 variou de 1032,4 mm – 1255,1 mm, sendo esta considerado um ano seco, em que se constatou 7 anos secos. Já a classe 3, como observado, representou os dados mais frequentes da série histórica de 1980 a 2019, considerando, então, 17 anos com comportamento pluvial vistos como habituais ou normais.

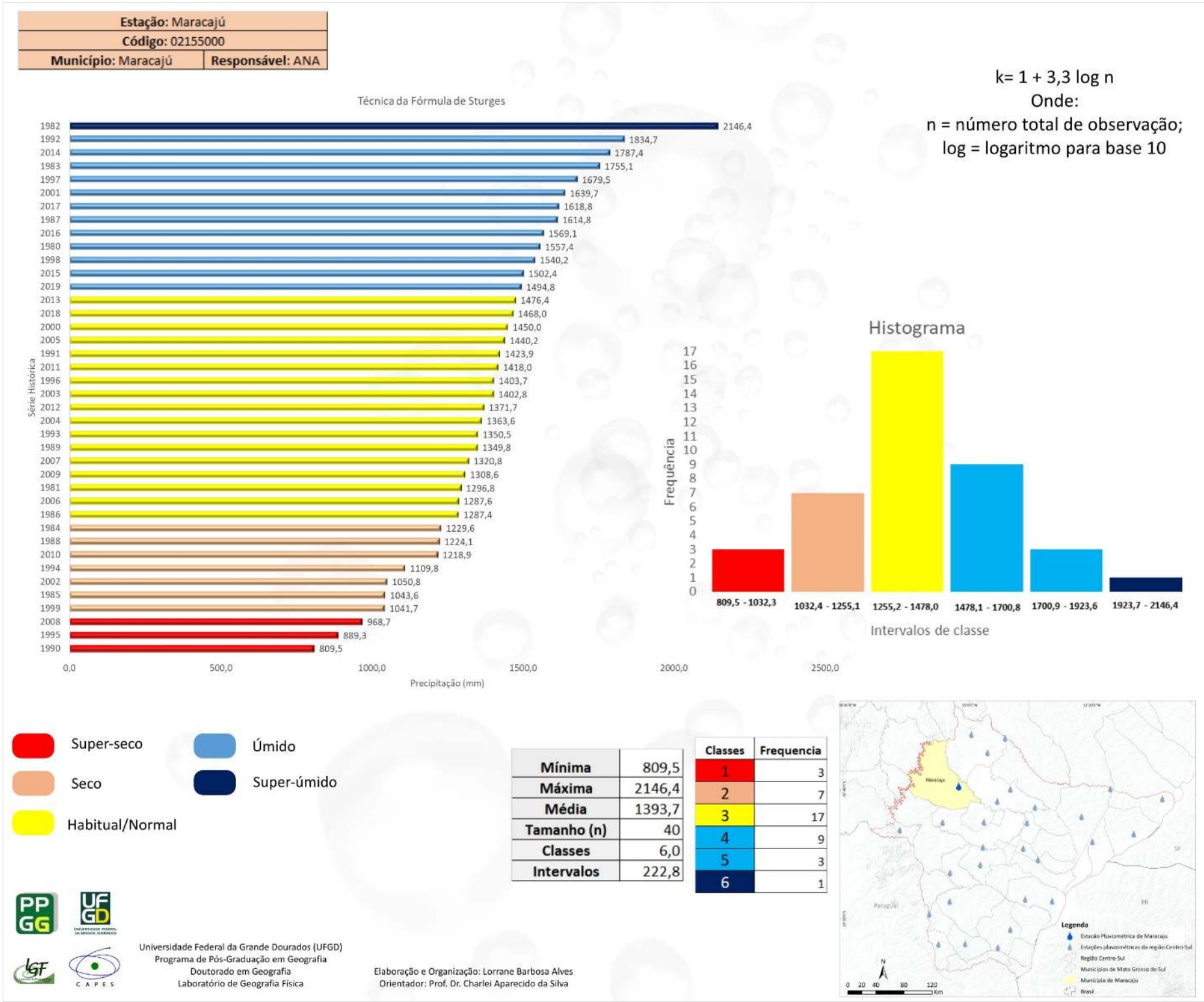
A classe 4 e 5 foram designadas como úmida, como já apontado, variando entre 1700,8mm a 1923,6mm, resultando em 12 anos úmidos. Por fim, a última classe representou 1 ano excepcionalmente úmido, em que os dados do intervalo da classe 6 oscilaram entre 1923,7mm – 2146,4 mm (Quadro 3):

Quadro 3 - Seleção dos anos-padrão a partir da fórmula de *Sturges*

Classificação	Anos-Padrão
Excepcionalmente secos	1990,1995, 2008
Secos	1999, 1985, 2002, 1994, 2010, 1988, 1984
Habituais	1986, 2006, 1981, 2009, 2007, 1989, 1993, 2004, 2012, 2003, 1996, 2011, 1991, 2005, 2000, 2018, 2013
Úmido	2019, 2015, 1998, 1980, 2016, 1987, 2017, 2001, 1997, 1983, 2014, 1992
Excepcionalmente úmidos	1982

Organização: Os autores.

Figura 4 - Seleção dos Anos-Padrão a partir da Fórmula de *Sturges*



Fonte dos dados: IBGE (2021), ANA (2021).

Organização: Os autores.

Por fim, a última técnica aplicada neste estudo consistiu na análise de Agrupamento, representado na figura 5. Cabe salientar que o método aplicado foi o hierárquico, tendo como parâmetros a distância euclidiana e o método centroide, em que a divisão consistiu em 5 classes, como estipulado.

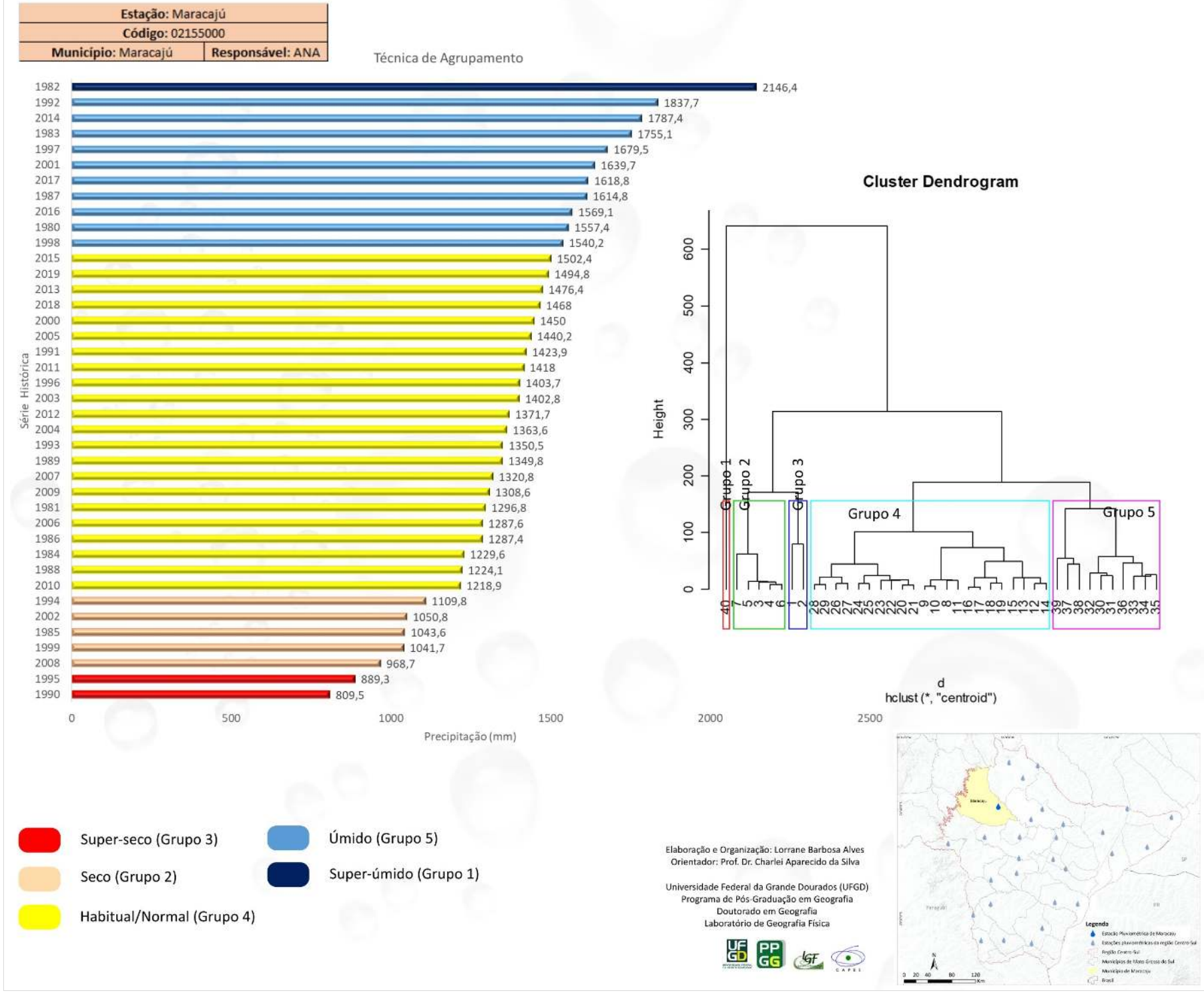
A utilização desta técnica possibilitou revelar que o grupo 1 representou o ano considerado excepcionalmente úmido, o grupo 2 retratou o ano seco, o grupo 3 caracterizou o ano excepcionalmente seco, o habitual equivaleu ao grupo 4 e, por último, o grupo 5 representou os anos úmidos (Quadro 4):

Quadro 4 - Seleção dos anos-padrão a partir da análise de Agrupamento

Classificação	Anos-Padrão
Excepcionalmente secos	1990,1995
Secos	2008, 1999, 1985, 2002 e 1994
Habituais	2010, 1988, 1984, 1986, 2006, 1981, 2009, 2007, 1989, 1993, 2004, 2012, 2003, 1996, 2011, 1991, 2005, 2000, 2018, 2013, 2019, 2015
Úmido	1998, 1980, 2016, 1987, 2017, 2001, 1997, 1983, 2014, 1992
Excepcionalmente úmidos	1982

Organização: Os autores.

Figura 5 - Seleção dos Anos-Padrão a partir da técnica de Agrupamento



Fonte dos dados: IBGE (2021), ANA (2021).

Organização: Os autores.

Frente ao explicitado no quadro 5, os anos-padrão que evidenciaram dinâmica semelhante frente as técnicas trabalhadas foram os extremos, em que os excepcionalmente secos manifestaram porcentagens que variaram entre 5% e 7,5%, contudo, em se tratando dos excepcionalmente chuvosos, o *box plot* apresentou uma porcentagem de 5%, enquanto que as outras duas técnicas se mostraram semelhantes, isto é, em que 2,5% da série temporal representou eventos pluviais considerados excepcionalmente chuvosos.

Outra classe que explicitou oscilação com características próximas foi o seco, em que a técnica *Box Plot* e a fórmula de *Sturges* apresentaram uma proporcionalidade de 20,0% e 17,5%, respectivamente, todavia, o Agrupamento Hierárquico correspondeu a 12,5% dos anos considerados secos na série temporal. Em se tratando dos anos-padrão com características habituais, a técnica *Box Plot* e Agrupamento Hierárquico expressaram porcentagens próximos, isto é, 50% e 55%, respectivamente, porém, a técnica de *Sturges* não expôs este padrão, com um equivalente a 42,5% dos anos habituais.

Por fim, ao definir os anos chuvosos, as técnicas revelaram uma variação crescente de 5%, visto o *Box Plot* apontar 20% da série, o Agrupamento Hierárquico 25% e a *Sturges* 30%. Dentro desta perspectiva, o quadro 6 expõe os anos que se mostraram presentes em todas as técnicas aqui aplicadas, auxiliando na seleção dos anos-padrão que serão utilizados nas correlações.

Quadro 5 - Porcentagem (%) dos anos-padrões para cada técnica utilizada na classificação

Técnica de Classificação	Ano excepcionalmente seco	Seco	Habitual	Úmido	Ano excepcionalmente chuvoso
Box *Plot*	5%	20%	50%	20%	5%
Fórmula de *Sturges*	7,5%	17,5%	42,5%	30%	2,5%
Agrupamento Hierárquico	5%	12,5%	55%	25%	2,5%

Organização: Os autores.

Quadro 6 - Anos-padrão que apresentaram similaridade dentre as técnicas trabalhadas, no período de 1980 a 2019.

Classificação	Ano excepcionalmente seco	Seco	Habitual	Úmido	Ano excepcionalmente chuvoso
Anos-padrão que apresentaram similaridade	1990 e 1995	1999, 1985, 2002, 1994	1986, 2006, 1981, 2009,2007, 1989, 1993, 2004, 2012, 2003, 1996, 2011, 1991, 2005, 2000, 2018, 2013	1980, 2016, 1987, 2017, 2001, 1997, 1983, 2014	1982

Organização: Os autores.

Ao findar a etapa de aplicação das técnicas supracitadas no banco de dados da estação pluviométrica de Maracaju, buscou-se, então, selecionar os anos-padrão que serão correlacionados com os dados da *commodity* soja destes anos. Neste ínterim, optou-se em selecionar o ano de 1990 para caracterizar o ano excepcionalmente seco por ser o menor volume pluvial da série histórica e por ser identificado nas três técnicas aplicadas; já o ano considerado seco foi representado pelo ano de 1999, por ser o menor volume anual da série classificada como seca, sendo constatado, também, em todas as técnicas aplicadas.

O ano habitual foi evidenciado pelo ano de 2003, visto ser o ano com volume mais próximo da média, sendo esta média 1393,1 mm. O ano apontado como úmido foi 2014 por estar presente nas três técnicas trabalhadas e por ser o maior volume pluvial desta classificação e, por fim, o ano de 1982 representou o excepcionalmente úmido por ser o maior volume pluvial da série histórica.

Definidos os anos-padrão de 1980 a 2019, partiu-se, então, para a correlação destes com os dados da *commodity* soja do município de Maracaju, situado no extremo oeste da região centro-sul de Mato Grosso do Sul. Como observado na figura 6, o ano considerado excepcionalmente chuvoso apresentou a segunda menor produção e o segundo menor rendimento (original) dentre os anos em destaque. Todavia, é válido salientar que mesmo o estado de Mato Grosso do Sul ser o 1º no ranking de área plantada na safra 1979/1980 entre os estados que compõem a região Centro-Oeste, como consta os dados disposto pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a soja não era uma monocultura em

destaque, evidenciando apenas 792 hectares de área plantada no estado, o que justifica o ano excepcionalmente chuvoso ter um dos menores registros.

Ao explicitar a dimensão territorial ocupada pela monocultura de soja no município ao longo do tempo, figura 6, não foi possível expor tal dado do ano de 1982, por não haver o registro no banco de dados do IBGE/PAM, para tanto, no ano de 1990 (excepcionalmente seco) foram registrados 100.300 hectares de área plantada da *commodity* soja no município; no ano de 1999 (seco) Maracaju apresentou 80.100 hectares de área plantada; já em 2003 (habitual) o município era composto por 145.000 hectares de soja; por fim, no ano de 2014 (úmido) foram registrados 235.000 hectares. Dentro desta perspectiva, observa-se, então, o avanço desta cultura no município entre 1990 a 2014, apontando um aumento de 134,3%.

Ao avaliar o avanço da cultura entre os anos-padrão, constatou-se que entre 1990 (excepcionalmente seco) e 1999 (seco) houve uma redução de 20% da cultura em dimensão territorial no município, contudo, o ano de 1999 apresentou o maior rendimento médio, isto é, 80% a mais. No que se refere a proporcionalidade do rendimento original e corrigido, observa-se uma diferença de 80% e 72%, respectivamente, entre as safras, o que evidencia um fator que influência na dinâmica agrícola além da dimensão territorial, isto é, a precipitação. A fim de reforçar tal afirmação, o ano de 1990 apresentou o menor rendimento (original) da série analisada e o menor volume pluvial no trimestre que mais influenciou no rendimento (corrigido), isto é, FMA (Quadro 7).

Em se tratando dos anos de 1999 (seco) e 2003 (habitual), observou-se um aumento de 81% de área plantada e um crescimento de apenas 6,7% no rendimento (original). Assim, mesmo os meses essenciais na produção não terem apresentado déficit hídrico, a distribuição pluvial pode ter influenciado neste rendimento, visto haver um aumento significativo de área plantada e, em se tratando deste aumento, pequeno rendimento (original) da cultura no município de Maracaju, como apontado na figura 6 e no quadro 7.

Já o ano-padrão classificado como úmido (2014) foi constatado a maior produção dentre os anos-padrão e o 12º ano que apresentou maior rendimento (original) da série histórica, todavia, correspondeu a maior dimensão territorial ocupada pela monocultura no município de Maracaju em 2014. Diante das informações dispostas pelos dados configurados na figura 6, notou-se que as oscilações da produção entre 2003 (habitual) e 2014 (úmido) correspondeu a 3% de aumento no rendimento (original) entre as safras e um avanço de

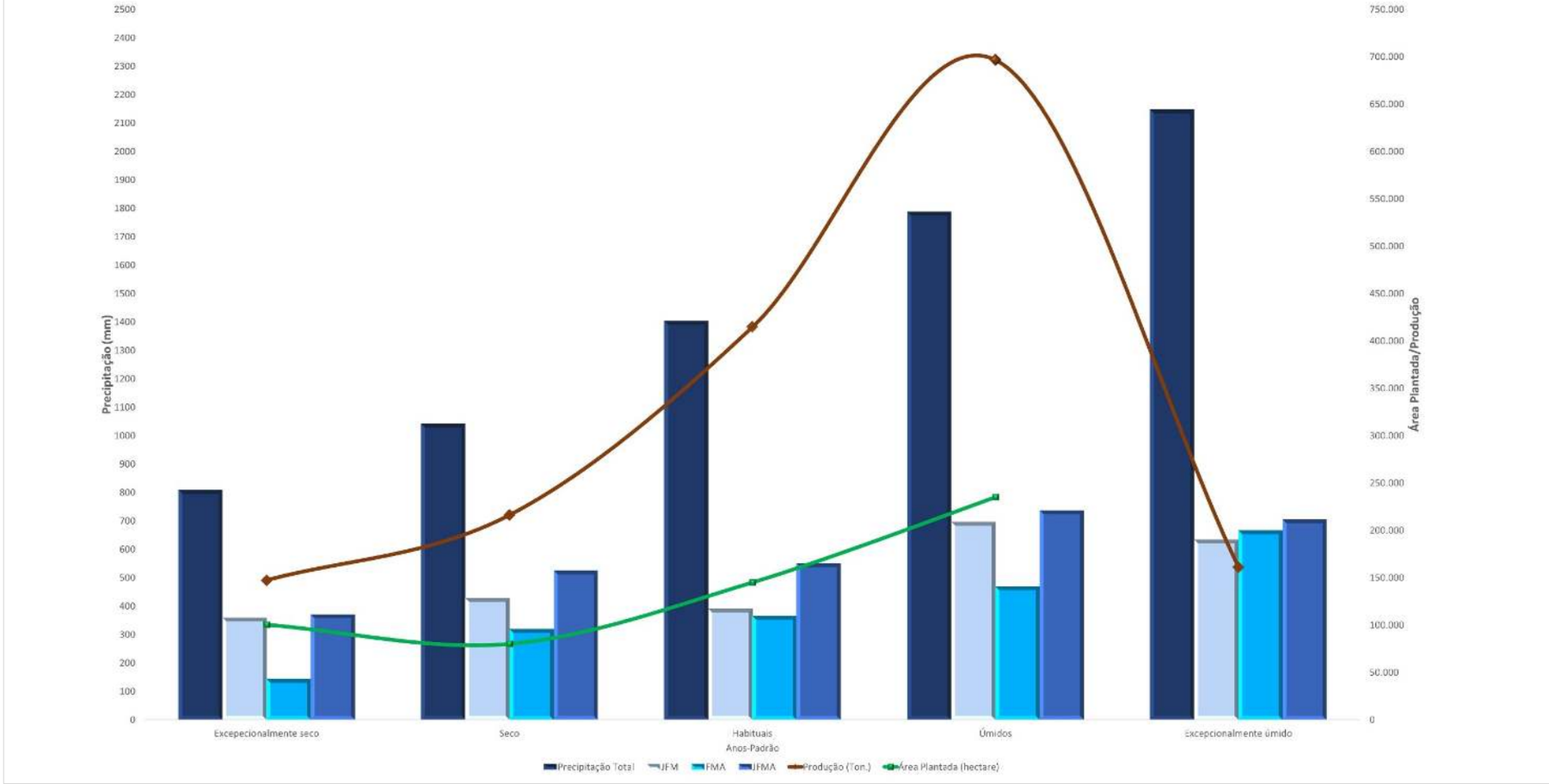
62% da monocultura no município. Dentro desta perspectiva, notou-se que não houve estresse hídrico em 2014, que mesmo os trimestres terem apresentados volumes com variações acima de 100 mm entre 2003 e 2014, os anos-agrícolas não expuseram a mesma dinâmica, com oscilação pouco significativa, o que pode justificar a estabilidade do rendimento (original).

Sabe-se que o acumulado dos meses de JFMA e os anos-agrícolas apresentaram valores acima da média mínima necessária para que o desenvolvimento da planta fosse satisfatório, com exceção do ano excepcionalmente seco, logo, os dados apresentam a ausência de estresse hídrico nas plantações.

Figura 6 - Dinâmica e correlação das variáveis chuva e soja

Estação: Maracajú	
Código: 02155000	
Município: Maracajú	Responsável: ANA

Classes	Anos-padrão	Anos	OND/Ano anterior	NDJ/ Ano anterior	Precipitação Total	JFM	FMA	JFMA	Anos Agrícolas	Produção (Ton.)	Rendimento (Original)	Rendimento (corrigido)	Área Plantada (hectare)
1	Excepecionalmente seco	1990	397,6	580,6	809,5	359,9	143,5	370,5	768,1	147.270	1498	1053,31	100300
2	Seco	1999	368,4	491,2	1041,7	428,6	318,8	525,4	893,8	216120	2698	1808,62	80100
3	Habituais	2003	469,3	541,4	1402,8	390,3	364,7	550,1	1019,4	414720	2880	1792,98	145000
4	Úmidos	2014	356,1	484,7	1787,4	696,2	468,8	736,0	1092,1	696600	2964	1333,47	235000
5	Excepcionalmente úmido	1982	630,8	496	2146,4	633,8	666,4	704,2	1335,0	161.114	1800	1750,59	



Fonte dos dados: IBGE (2021), ANA (2021).

Organização: Os autores (2022)

Em síntese, os anos-padrão foram os anos de 1990 (excepcionalmente seco), 1999 (seco), 2003 (habitual), 2014 (úmido) e 1982 (excepcionalmente úmido), anos estes que serão correlacionados com a produção, o rendimento original, o rendimento corrigido e a área plantada da monocultura de soja presente no município de Maracaju/MS.

Ao verificar a matriz de correlação (Quadro 7) é possível afirmar que o rendimento (original) e a produção apresentou uma correlação forte, para tanto, a dimensão de área plantada e o rendimento (original) apontou uma correlação moderada. No que se refere aos trimestres trabalhados, ficou evidenciado que os meses OND e NDJ do ano anterior com o rendimento original explicitaram uma correlação moderada, contudo, inversamente proporcional.

Os meses que compõe os anos-agrícolas e os trimestres JFM/FMA apontaram correlação insignificante com o rendimento original, visto o r estar próximo de 0 (zero); para tanto, ao observar os meses JFMA, notou-se uma influência moderada. Ferreira (2006, p.77) aponta que:

> O padrão de variabilidade das variáveis (precipitação e produtividade) é interdependente, mas não efetivamente interligado, pois não é constantemente que precipitações acima da média conduzem a produtividades elevadas ou precipitações abaixo da média conduzem a baixas produtividades. Entretanto, o principal fator dos anos com produtividade agrícola alta ou baixa em uma determinada região ocorre devido à grande variabilidade pluviométrica interanual ao longo da mesma.

Em se tratando do rendimento (corrigido), ficou evidenciado a não correlação com o trimestre JFM, entretanto, o modelo matemático apresentou uma relação moderada entre a variável dependente com os meses OND/Ano anterior, NDJ/Ano anterior, Precipitação total, o trimestre FMA, os meses JFMA e os Anos Agrícolas, isto é, r =0,43, r= -0,53, r=0,36, r=0,52, r = 0,37 e r= 0,48, respectivamente. Observa-se que o trimestre que mais influenciou no rendimento corrigido foi o que apresentou os maiores acumulados, como consta no quadro 7, para tanto, reforça-se o fato que não é apenas o acumulado pluvial que influência no rendimento, mas, também, a distribuição ao longo do período de desenvolvimento da planta.

Ao observar as correlações da produção (toneladas) com os trimestres pluviais, com os meses JFMA e os Anos-Agrícolas é possível constatar correlações fracas (FMA e Anos-

Agrícolas) e correlações moderadas (OND, NDJ, JFM e JFMA), além de uma correlação forte com o elemento área plantada (hectare).

Quadro 7 - Matriz de correlação das variáveis dependentes (soja) com as variáveis independentes (anos-padrão)

	OND/Ano anterior	NDJ/ Ano anterior	Precipitação Total	JFM	FMA	JFMA	Anos Agrícolas	Produção (Ton.)	Rendimento (Original)	Rendimento (corrigido)	Área Plantada (hectare)
OND/Ano anterior	1										
NDJ/ Ano anterior	-0,079028551	1									
Precipitação Total	0,651560616	-0,635649081	1								
JFM	0,244420734	-0,752714427	0,856309076	1							
FMA	0,697397184	-0,718438742	0,97252293	0,80472	1						
JFMA	0,337706225	-0,832507574	0,924964221	0,92808	0,9015	1					
Anos Agrícolas	0,760434883	-0,616068991	0,981832852	0,76924	0,9898	0,8681	1				
Produção (Ton.)	-0,423372667	-0,388768062	0,327768942	0,51975	0,1851	0,5679	0,168510703	1			
Rendimento (Original)	-0,428224998	-0,530507985	0,139823917	0,20262	0,131	0,4311	0,071605305	0,766538402	1		
Rendimento (corrigido)	0,431473131	-0,529187673	0,363706385	0,04273	0,5206	0,3679	0,48137954	-0,099531229	0,43778996	1	
Área Plantada (hectare)	-0,175226121	-0,421058371	0,925619231	0,87741	0,7651	0,8492	0,829365811	0,969639344	0,523365514	-0,198300111	1

Organização: Os autores, 2022.

Dentro desta perspectiva, outras pesquisas também apontaram dinâmicas semelhantes em se tratando da pouca ou significância desprezível na correlação de *Person* entre os meses pluviais mais relevantes no rendimento agrícola (original) e correlação moderada com o rendimento agrícola (corrigido), como os trabalhos de Berlato e Fontana (1999); Ferreira (2006); Mariano (2005); Mariano, Santos e Scopel (2006); Ferreira (2010); Mariano (2010); Faccio e Minuzzi (2016).

Logo, ao avaliar esse contexto lança-se algumas justificativas que objetivam explicar os valores desprezíveis dos modelos matemáticos trabalhados, como apontado por Mariano (2005), Mariano, Santos e Scopel (2006, p. 394), em que os municípios que empregam alta tecnologia em sua produção agrícola conseguem se manter resistentes aos regimes pluviométricos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estudos que visam compreender e identificar regimes pluviais; que objetivam selecionar anos considerados habituais e excepcionais, não podem ser considerados

simplistas, visto necessitar de uma série de procedimentos que envolvem desde a exploração de banco de dados que venha a abarca vários anos e à seleção de modelos matemáticos adequados, isso a fim de classificar os anos-padrão da série histórica estudada. Isso foi evidenciado ao estudar a série temporal de 1980 a 2019 da estação pluviométrica Maracaju, localizada no município homônimo.

Como explicitado, há inúmeras técnicas na literatura que objetivam selecionar anos considerados anos-padrão, sendo algumas destas empregadas neste trabalho. Ressalta-se, este artigo não buscou apontar qual a técnica mais apropriada, mas demonstrar que cada modelo possui particularidades, por isso que os resultados das classificações não são, na íntegra, semelhantes, idênticos.

Os resultados obtidos e presentes nos quadros 5 e 6 reiteram a necessidade de avaliar qual a melhor técnica na definição dos anos-padrão em decorrência de critérios que envolvam a qualidade do banco de dados e as características climáticas da área de estudo. A seleção de anos-padrão portanto permite compreender o regime pluvial de determinada área e se apresenta como a primeira etapa a fim de correlaciona-los com outras variáveis, como apresentado neste estudo, isto é, com a produção/produtividade da *commodity* soja.

De modo geral, ao selecionar os anos-padrão, as informações e os dados aqui apresentados revelaram que os meses considerados críticos para a cultura não apresentaram estresse hídrico, todavia, o aumento do rendimento (original) e da produção estão mais correlacionados com o avanço da fronteira agrícola e as técnicas-tecnologias utilizadas do que, especificamente, com a dinâmica pluvial, sendo esta afirmação reforçada por meio da matriz de correlação linear de Pearson e o estudo ora realizado.

Correlacionar o elemento climático pluvial ao rendimento (original), ao rendimento (corrigido) e a produção (toneladas) de soja permite avaliar o quão a variável independente (chuva) influência sobre a dependente (dados da *commodity* soja). Para o estado de Mato Grosso do Sul e mesmo outras áreas nas quais a *commodity* soja se apresenta como a principal matriz da economia compreender isso é essencial - para um cenário de mudanças climáticas ainda mais.

Ao analisar os dados de coeficientes de correlação (r) do rendimento (corrigido) foi possível constatar uma dinâmica distinta com a área plantada; além do aumento de dependência desta atividade agrícola às condições climáticas por conta da correlação dos

dados de produtividade sem a influência tecnológica, que, em se tratando dos dados pluviais, com destaque para os acumulados de OND/ano anterior, NDJ/ano anterior, a Precipitação Total, o trimestre de FMA/JFMA e os Anos Agrícolas, retrataram intensidade moderada.

Em suma, ao avaliar as correlações, em especial os Anos Agrícolas, com os rendimentos (original e corrigido) fica evidenciado o quão as cultivares, ao inserir na produção a tecnologia, estão mais resistentes ao meio, visto tal correlação expressar insignificância no rendimento (original) e moderada no rendimento corrigido (correlação sem a influência tecnológica).

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de doutorado à primeira autora.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEIXO, N. C. R.; SILVA NETO, J. C. A. da. Anos-padrão e tendências da precipitação pluvial na região do Médio Solimões, Amazonas, Brasil. **Revista Franco-Brasileira de Geografia**, Paris, n.43, 2019. Disponível em: https://journals.openedition.org/confins/25065. Acesso: 16 nov. de 2022.

ALMEIDA FILHO, L. da S.; ALEIXO, N. C. R. Anos-padrão de precipitação pluvial e temperatura do ar em Coari/AM. *In*: FÓRUM AMBIENTAL, 16., 2020, Tupã. **Anais [...].** Tupã/SP, 2020. Disponível em https://www.eventoanap.org.br/data/inscricoes/5383/form3025191399.pdf Acesso: 16 nov. de 2022.

ALVES, L. B; SILVA. C. A. da. A homogeneização do banco de dados pluviais: um estudo de caso da estação Amambaí, Mato Grosso do Sul. *In:* ENEPE – ENCONTRO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 14., 2020, Dourados/MS. **Anais [...].** Dourados/MS, 2020.

AMADOR, M. C. **Variabilidade e Regime das Chuvas na Unidade de Planejamento e Gerenciamento Ivinhema no Período de 1980 a 2010**. 2017. Dissertação (Mestrado em Geografia) –Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2017.

ANA; Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Sistema de Informações Hidrológicas.** Disponível em: http://hidroweb.ana.gov.br. Acesso em: 22 de out. 2019.

ARSEGO, D. A.; FERRAZ, S. E. T.; STRECK, N. A.; CARDOSO, A. de O.; ZANON, A. J. Indicadores climáticos e a produção de soja no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro, v. 34, n. 2, p. 191-200, 2019.

BALDO, Maria Cleide. **Variabilidade pluviométrica e a dinâmica atmosférica da bacia hidrográfica do rio Ivaí-PR.** 2006. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2006.

BARRIOS, N. A. Z.; HERNÁNDES, M. C. M. Aplicação de técnicas para escolha de anos-padrão, com base de estudo dinâmico das chuvas no extremo oeste Paulista. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, v.1, n. 14, p.119-157, 1992.

BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C. Variabilidade interanual da precipitação pluvial e rendimento da soja no estado do Rio Grande do Sul, **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 7, n. 1, p. 119-125, 1999.

BIER, A. A.; FERRAZ, S. E. T.; BIER, A. A.; FERRAZ, S. E. T. Comparação de Metodologias de Preenchimento de Falhas em Dados Meteorológicos para Estações no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro, v. 32, n. 2, p. 215–226, 2017.

BOIN, M. N. **Chuvas e erosões no oeste paulista**: uma análise climatológica aplicada. 2000. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2000.

CARMELLO, V. **Análise da variabilidade das chuvas e sua relação com a produtividade da soja na vertente paranaense da bacia do rio Paranapanema**. 2013. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente1 2013.

CARMELLO, V. O complexo da soja e a variabilidade das chuvas. *In*: Sant'Anna Neto, J. L; Amorim, M. C. de C. T.; Silva, C.A. **Clima e Gestão do Território**. Jundiaí: Paco Editorial, 2016.

CARMELLO, V. **Variabilidade pluviométrica e produção de soja:** análise comparativa entre regiões produtoras do Brasil, Estados Unidos e Índia. 2018. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2018.

CARMONA, L. de C.; BERLATO, M. A. El Niño e La Niña e o rendimento do arroz irrigado no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 10, n. 1, p. 147-152, 2002.

CHIERICE, R. A. F. **Variabilidade espacial e temporal de precipitação pluviométrica na bacia hidrográfica do rio Mogi Guaçu.** 2013. Tese (Doutorado em Geociência) - Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho, Rio Claro, 2013.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Séries históricas de safras**. Disponível em: http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=. Acesso em: 07 de jan. 2021.

CUNHA, G.R. da; DAMLAGO, G.A; ESTEFANEL, V. ENSO INFLUENCES ON WHEAT CROP IN BRAZIL INFLUÊNCIAS DO FENÔMENO ENSO SOBRE A CULTURA DE TRIGO NO BRASIL. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 7, n. 1, p. 127-138, 1999.

DOMINGUES, I. de A. S. **Variabilidade climática e sua influência na produtividade da cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) na região norte e noroeste do Paraná.** 2010. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Universidade de São Paulo, 2010.

FACCIN, A. C. T. M. **Complexo soja no Mato Grosso do Sul:** competitividade regional e vulnerabilidade territorial. 2017. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2017.

FACCIN, A. C. T. M. **Complexo soja no Mato Grosso do Sul:** competitividade regional e vulnerabilidade territorial. Campo Grande: Life Editora, 2019.

FACCIO, V. L.; MINUZZI, R. B. Relação entre a variabilidade da chuva e a produtividade da soja cultivada no município de Sapezal, no estado do Mato Grosso. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL, 8., 2016, Sinop. **Anais [...].** Sinop, 2016.

FARIAS, J. R. B.; NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L. Soja. *In*: MONTEIRO, J. E. B. de A. (org.). **Agrometeorologia dos cultivos:** o fator meteorológico na produção agrícola. v. 1. Brasília: INMET, 2009. p. 264-279.

FENDRICH, R. Chuva e produtividade da soja na fazenda experimental Gralha Azul da PUCPR. **Revista Acadêmica:** ciências agrárias e ambientais, Curitiba, v. 1, n. 2, p. 37-46, 2003.

FERREIRA, D. B. **Análise da variabilidade climática e suas consequências para a produtividade da soja na região Sul do Brasil**. 2010. Tese (Doutorado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2010.

FERREIRA, D. B. **Relações entre a variabilidade da precipitação e a produtividade agrícola de soja e milho nas regiões Sul e Sudeste do Brasil**. 2006. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2006.

FONTÃO, P. A. B; ZAVATTINI, J.A. Variabilidade das chuvas anuais na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) e no Sistema Cantareira: classificação e frequência dos anos-padrão. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v.12, n. 02, p.457-469, 2019.

GALVANI, E; LUCHIARI, A. Critérios para a classificação de anos com regime pluviométrico normal, seco e úmido. *In*: GALVANI, E.; LIMA, N. G. B. de. (org.). **Climatologia Aplicada:** resgate aos estudos de caso. 1. ed. Curitiba: Editora CRV, 2012. 196p.

GERARDI, L. H. de O.; SILVA, B. C. N. **Quantificação em Geografia**. São Paulo: Difel, 1981. 161p.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/ Acesso em: 20 ago. 2020.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal**. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA, s/d. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/1612. Acesso em: 10 out. 2020.

LEVIN, J.; FOX, J. A. **Estatística para ciência humanas.** Tradução: Alfredo Alves de Farias. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

MANN, P. S. **Introdução à estatística**. Tradução Teresa Cristina Padilha de Souza. Contribuições de Christopher Jay Lacke. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015.

MARIANO, Z. de F. Precipitações pluviais e a cultura da soja em Goiás. **Revista Mercator**, Fortaleza, v. 9, n. 1, p. 121-134, 2010.

MARIANO, Z. de F.; SANTOS, M. J. Z. dos; SCOPEL, I. A importância das Chuvas para a produtividade da Soja na Microrregião do Sudoeste de Goiás (GO). *In*: GERARDI, L. H. de O.; CARVALHO, P. F. de. (org.) **Geografia:** ações e reflexões**,** Rio Claro: AGETEO, 2006, p. 383-398.

MARIANO, Zilda de Fátima. **A importância da variável climática na produtividade da soja no sudoeste de Goiás.** 2005. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2005.

MICROSOFT. **Windows Office Excel 2016.** Microsoft Corporation, 2016

MORETTIN, P. A.; BUSSAB, W. de O. **Estatística básica.** 6. ed. São Paulo: Saraiva, 2010. 557p.

NEVES, Gustavo Zen de Figueiredo. **Distribuição geográfica das chuvas no Estado de Goiás e Distrito Federal:** dinâmica e aplicações nos estudos rítmicos. 2018. Tese (Doutorado em Ciências - Engenharia Ambiental) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2018.

OLIVEIRA, T. A. *et al.* Variabilidade pluviométrica no município de Juiz de Fora - MG no período de 1910-2018: investigação a partir da técnica do *box plot*. **Revista Brasileira de Climatologia**, Dourados, v.26, p.457-478, 2020.

SCHNEIDER, H.; SILVA, C. A. O uso do modelo box-plot na identificação de anos-padrão secos, chuvosos e habituais na Microrregião de Dourados, Mato Grosso do Sul. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 27, p. 131-146, 2014.

SCHNEIDER, Heverton. **A geografia do clima na microrregião de Dourados/MS:** regime e excepcionalidades pluviais no período de 1980 a 2012. 2014. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2014.

SILVA, B. C. N. Métodos quantitativos aplicados em Geografia: uma introdução. **Geografia**, Rio Claro, v. 6, n. 3, p.33-73, 1978.

SILVA, C. B. da S. *et al*. Dinâmica atmosférica e análise geoestatística do clima da área de interação paisagística "Raia Divisória" SP/PR/MS: uma proposta de tipologia climática. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, v.2, p. 53-70, 2006.

SILVESTRE, M. R. **Técnicas estatísticas utilizadas em climatologia geográfica:** diagnóstico e propostas. 2016. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2016.

SILVESTRE, M. R.; SANT' ANNA NETO, J.L.; FLORES, E. F. Critérios estatísticos para definir Anos Padrão: uma contribuição à climatologia geográfica. **Revista Formação**, Presidente Prudente, v.2, n.20, p.23-53, 2013.

SOUZA, T. S. de; NASCIMENTO, P. dos S. Análise da variabilidade espacial e temporal da precipitação pluviométrica na região hidrográfica do Recôncavo Sul (BA). **Revista Brasileira de Climatologia**, Dourados, v.27, n.16, 2020.

TAVARES, A. C. Critérios de escolha de anos padrões para análise rítmica. **Geografia**, Rio Claro, v. 1, n. 1, p. 79- 87, 1976.

ZANDONADI, L. **As chuvas na bacia do Paraná**: aspectos temporais, espaciais e rítmicos. 2009. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2009.

ZAVATTINI, J. A. **As chuvas e as massas de ar no estado de Mato Grosso do Sul:** estudos geográficos com vista à regionalização climática. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009.

ZAVATTINI, J. A. Dinâmica Climática no Mato Grosso do Sul**. Geografia**, Rio Claro, v. 17, n. 2, p. 65-91, 1992.

ZAVATTINI, J. A.; BOIN, M. N. **Climatologia Geográfica:** Teoria e Prática De Pesquisa**.** Campinas: Alínea, 2013. 150p.