

Santiago, EJP, Freire, AKS, Cunha, ALX, Cantalice, JRB, Mouco, MAC, Cunha Filho, M, Gomes-Silva, F, Silva, ASA & Oliveira, GM, (2020). Characterization of high temperatures and identification of times susceptible to stenopermocarpi in 'Palmer' mangoes. *Research, Society and Development*, 9(7): 1-21, e383973734.

Caracterização de altas temperaturas e identificação de épocas suscetíveis à estenopermocarpi em mangas 'Palmer'
Characterization of high temperatures and identification of times susceptible to stenopermocarpi in 'Palmer' mangoes
Caracterización de altas temperaturas e identificación de tiempos susceptibles a estenopermocarpi en mangos 'Palmer'

Recebido: 17/04/2020 | Revisado: 04/05/2020 | Aceito: 09/05/2020 | Publicado: 18/05/2020

Edgo Jackson Pinto Santiago

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3981-7635>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: edgoj@hotmail.com

Ana Karla da Silva Freire

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0338-9536>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: akarlasf@hotmail.com

Ana Luíza Xavier Cunha

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3678-4340>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: analuizaxcunha@gmail.com

José Ramon Barros Cantalice

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8209-341X>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: cantalice21@hotmail.com

Maria Aparecida do Carmo Mouco

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0697-9638>

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Semiárido), Brasil

E-mail: mariamouco@msn.com

Moacyr Cunha Filho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3466-8143>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: moacyr.cunhafo@ufrpe.br

Frank Gomes-Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3481-3099>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: franksinatrags@gmail.com

Antonio Samuel Alves da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8759-0036>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: samuelmathematical@gmail.com

Gertrudes Macario de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7587-5800>

Universidade do Estado da Bahia, Brasil

E-mail: gmacariodeoliveira@yahoo.com.br

Resumo

O polo agroexportador da região do Submédio do Vale do São Francisco se destaca no agronegócio nacional pelo cultivo de manga e uva, entretanto vem aumentando a vulnerabilidade aos eventos climáticos extremos associados a elevações térmicas nos cultivos de manga Palmer. Essa cultivar vem produzindo frutos estenospermocárpicos com grande frequência quando o florescimento e desenvolvimento inicial dos frutos coincidem com épocas de temperaturas mais elevadas. Dessa forma, estudo capaz de traçar perfil da ocorrência de altas temperaturas na região pode ser importante para determinar de forma precisa, riscos de produção associado extremos térmicos o longo do ano. Este estudo teve como objetivo caracterizar a temperatura máxima do ar em escala mensal por meio de elementos estatísticos descritivos, bem como identificar período com maior potencial a indução de estenospermocarpia em mangueira cv. Palmer na região do Submédio do Vale do São Francisco. Para análise gráfica da série de dados construiu-se em cada mês um histograma de frequência das temperaturas máximas observadas, o qual foi sobreposto pela função densidade de probabilidade Normal. Utilizaram-se os seguintes elementos estatísticos descritivos: média, moda e mediana, variância e desvio padrão. Utilizou-se ainda medidas de assimetria e curtose. O uso da média isoladamente na caracterização térmica da região do Submédio do Vale do São Francisco pode trazer inconsistência e fragilidade nas informações extraídas a partir dela, devido ao considerável grau de incerteza e inadequação, caso o

estabelecimento de ocorrência de extremos térmicos não faça uso de ferramentas estatísticas que detecte variabilidade térmica. Dessa forma a utilização dos elementos estatísticos descritivos empregados neste estudo mostrou-se viável para caracterização de extremos térmicos na região do Submédio do Vale do São Francisco. Novembro tende a ser caracterizado como o mês de maior risco à florada da manga cv. Palmer, com verificação de temperaturas máximas extremas apresentando a maior média mensal, 34,1°C e frequente ocorrência de temperaturas de 37,5°C, portanto o período mais sujeito à estenospermocarpia.

Palavras-chave: Temperatura máxima; Frutos estenospermocárpicos; Manga palmer; Distribuição normal.

Abstract

The agribusiness on the São Francisco Valley stands out in the national agribusiness by the mango and grape production, however it has been increasing the vulnerability to extreme weather events associated with thermal rises in Palmer mango crops. This cultivar has been producing stenospermocarp fruits with great frequency when the flowering and initial development of the fruits coincide with to higher temperatures. Thus, this study, capable of profiling the occurrence of high temperatures in the region may be important to accurately determine production risks associated with thermal extremes throughout the year, aimed to characterize the maximum air temperature on a monthly scale through descriptive statistical elements, as well as to identify the period with the greatest potential for inducing stonepermocarp in cv. Palmer in the Sub-Middle region of the São Francisco Valley. For graphical analysis of the data series, a histogram of frequency of the maximum observed temperatures was constructed each month, which was superimposed by the Normal probability density function. The following descriptive statistical elements were used: mean, mode and median, variance and standard deviation. Asymmetry measures were also used, such as the asymmetry coefficient and kurtosis measures such as the kurtosis coefficient. The use of the mean alone to feature the São Francisco Valley temperatures, can bring inconsistency and fragility, due to a considerable degree of uncertainty and inadequacy in the thermal characterization. The use of the descriptive statistical elements used in this study had been proved a viable tool for the thermal extremes features of the São Francisco Valley. November tends to be characterized as the month of greatest risk when the mango cv. Palmer, with observation of the extreme maximum temperatures, showing the highest monthly average, 34.1°C and frequent occurrence of temperatures of 37.5°C, therefore the month with the highest risk to occur stenospermocarp fruits.

Keywords: Maximum temperature; Stenospermocarp fruits; Manga palmer; Normal distribution.

Resumen

El centro de agroexportación en la Región Sub-Media del Valle de São Francisco se destaca en el agronegocio nacional para el cultivo de mango y uva, sin embargo, ha aumentado la vulnerabilidad a eventos climáticos extremos asociados con aumentos térmicos en los cultivos de mango Palmer. Este cultivar ha estado produciendo frutos con estenospermocarpos con gran frecuencia cuando la floración y el desarrollo inicial de los frutos coinciden con tiempos de temperaturas más altas. Por lo tanto, un estudio capaz de perfilar la ocurrencia de altas temperaturas en la región puede ser importante para determinar con precisión los riesgos de producción asociados con extremos térmicos durante todo el año. Este estudio tuvo como objetivo caracterizar la temperatura máxima del aire en una escala mensual utilizando elementos estadísticos descriptivos, así como identificar el período con el mayor potencial para inducir la permocarpia de cálculos en el cv. Palmer en la región Sub-Media del Valle de São Francisco. Para el análisis gráfico de la serie de datos, se construyó un histograma de frecuencia de las temperaturas máximas observadas cada mes, que se superpuso por la función de densidad de probabilidad Normal. Se utilizaron los siguientes elementos estadísticos descriptivos: media, moda y mediana, varianza y desviación estándar. También se utilizaron medidas de asimetría, como el coeficiente de asimetría y medidas de curtosis como el coeficiente de curtosis. El uso de la media sola puede traer inconsistencia y fragilidad en la información extraída de ella. Esto se debe a que puede haber un grado considerable de incertidumbre e insuficiencia en la caracterización térmica de la región si el establecimiento de la ocurrencia de extremos térmicos no utiliza herramientas estadísticas que detecten la variabilidad térmica. El uso de los elementos estadísticos descriptivos utilizados en este estudio demostró ser viable para la caracterización de extremos térmicos en la región Sub-Media del Valle de São Francisco. Noviembre tiende a caracterizarse como el mes de mayor riesgo cuando el mango cv. Palmer por estar más sujeto a la verificación de temperaturas máximas extremas que presentan el promedio mensual más alto, 34.1°C con ocurrencia frecuente de temperaturas de 37.5°C.

Palabras clave: Temperatura máxima; Frutos estenospermocarpos; Manga palmer; Distribución Normal.

1. Introdução

A região do Submédio do Vale do São Francisco formado pelos municípios de Petrolina-PE e Juazeiro-BA, apresenta-se como um dos mais importantes centros econômicos do sertão pernambucano e baiano, com mais de 90% da produção de frutas exportada para Europa, Estados Unidos e Japão (Araujo & Silva, 2013).

Nesta região, que se destaca no agronegócio nacional pelo cultivo de manga e uva, tem se verificado um aumento da vulnerabilidade dos cultivos aos eventos climáticos extremos associados a elevações térmicas, sobretudo nos cultivos de manga.

Em mangueiras, temperaturas elevadas prejudicam a formação do grão de pólen, reduzindo sua viabilidade, além de provocar altas taxas de estenospermocarpia que é uma falha ou aborto do embrião sem que haja comprometimento na fecundação (Soule, 1985), originando frutos pequenos de formato irregular e sem valor comercial.

Baixas temperaturas ($<15^{\circ}\text{C}$) aumentam a proporção de flores hermafroditas em panículas de mangueiras, enquanto que temperaturas elevadas ($>33^{\circ}\text{C}$) prejudicam a formação do grão de pólen, reduzindo sua viabilidade em 50% (Issarakraisila & Considine, 1994; Ramírez & Davenport, 2010).

A cultivar de manga Palmer, muito plantada na região do Submédio Vale do São Francisco, produz frutos estenospermocárpico com grande frequência. Sobretudo quando o florescimento e desenvolvimento inicial dos frutos coincidem com épocas de temperaturas mais elevadas.

De acordo com os relatórios do IPCC (1996; 2001) há, em escala regional, uma clara evidência de mudanças na variabilidade climática e nos eventos meteorológicos extremos devido às influências antropogênicas. Sendo assim, a caracterização estatística de séries temporais de dados climáticos deve considerar a existência de possíveis alterações no regime esperado das variáveis em estudo na análise do clima de uma região (Blain et al., 2007).

Vários autores têm utilizado a distribuição de probabilidade normal no estudo da variabilidade de elementos ambientais, pois é uma das mais importantes distribuições contínuas e muitos fenômenos aleatórios comportam-se próximo a essa distribuição. Entre os diversos pesquisadores que a utilizaram pode-se citar: Thom (1966), Juras (1994), Wilks (1995), Ropelewski e Halpert (1996), Ben-gai et al. (1998), Nunes e Calbete (2000), Brunetti et al. (2001), Moraes et al. (2001) e Blain (2005).

De acordo com Pittock et al. (1978), alterações climáticas devem ser evidenciadas por meio de tendências contínuas ou de descontinuidades na variabilidade de alguns elementos meteorológicos. Katz (1991) afirma que a mudança no regime de uma variável que tenha distribuição assimétrica resultará em uma transformação na forma de tal representação gráfica. Isso significa que, por exemplo, um comportamento assimétrico sendo deslocado para a direita terá uma tendência clara de anomalias positivas.

Dessa forma, estudo capaz de traçar perfil da ocorrência de altas temperaturas na região pode ser importante para caracterização temporal das temperaturas máximas; visando

determinar de forma precisa riscos de produção associados a determinados períodos de extremos térmicos o longo do ano.

Ante o exposto, este estudo tem como objetivo caracterizar a distribuição temporal de temperatura máxima do ar, em escala mensal, na região do Submédio do Vale do São Francisco por meio de elementos estatísticos descritivos detectando possíveis tendências no regime térmico dessa região.

2. Metodologia

Uma pesquisa busca obter conhecimentos e saberes novos como preconiza Pereira et al. (2018). As pesquisas em campo são complexas uma vez que há muitas variáveis que podem ser medidas, mas não controladas. Neste estudo, foram utilizados dados diários de temperatura máxima absoluta do ar dos anos de 2010 a 2015 que foram tratados de modo quantitativo.

Os dados meteorológicos foram obtidos junto a estação meteorológica automática do Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais (DTCS) da Universidade do Estado da Bahia - UNEB, situada no município de Juazeiro-BA (09° 24' 50" S; 40° 30' 10" W; 368 m).

Para análise gráfica da série de dados construiu-se em cada mês um histograma de frequência das temperaturas máximas observadas, as quais foram sobrepostas pela função densidade de probabilidade da distribuição Normal (Eq. 1) ajustada pelo método de máxima verossimilhança para cada mês.

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2\right], -\infty < x < \infty, \sigma^2 > 0, -\infty < \mu < \infty; \quad (1)$$

Para síntese e apresentação dos dados visando extrair informações a partir dos mesmos, utilizaram-se os seguintes elementos estatísticos descritivos (medidas de tendência central): média (Eq. 2), moda e mediana (Eq. 3), bem como as medidas de dispersão, variância (Eq. 4) e desvio padrão (Eq. 5).

$$\text{Média} = \frac{\sum x_i}{n}; \quad (2)$$

$$\text{Mediana} = x_{[(n+1)/2]} \text{ se } n \text{ é ímpar; Mediana} = \frac{x_{[n/2]} + x_{[(n+2)/2]}}{2} \text{ se } n \text{ é par}; \quad (3)$$

ressalta-se que a amostra deve ser ordenada para determinação correta da mediana.

$$S^2 = \frac{\sum(x_i - \text{Média})^2}{n-1}; \quad (4)$$

$$S = \sqrt{S^2}; \quad (5)$$

em que x_i é a i ésima observação amostral, n é o número de elementos da amostra

Utilizou-se ainda medidas de assimetria, como o coeficiente de assimetria (A_s) de Pearson (Eq. 6) e medidas de curtose como o coeficiente de curtose (K) (Eq. 7).

$$A_s = \frac{3(\text{Média} - \text{Mediana})}{S}; \quad (6)$$

$$K = \frac{Q_3 - Q_1}{2(C_{90} - C_{10})}; \quad (7)$$

em que C_{90} e C_{10} são, respectivamente, o 90° e 10° percentil e Q_3 e Q_1 são, respectivamente, o 3° e 1° quantil.

O coeficiente de curtose foi utilizado para classificação da curtose em mesocúrtica (MC), leptocúrtica (LP) ou platicúrtica (PC) de acordo com Sindelar et al., (2014). A curva correspondente a uma distribuição de frequência é MC, LP ou PC quando, respectivamente,

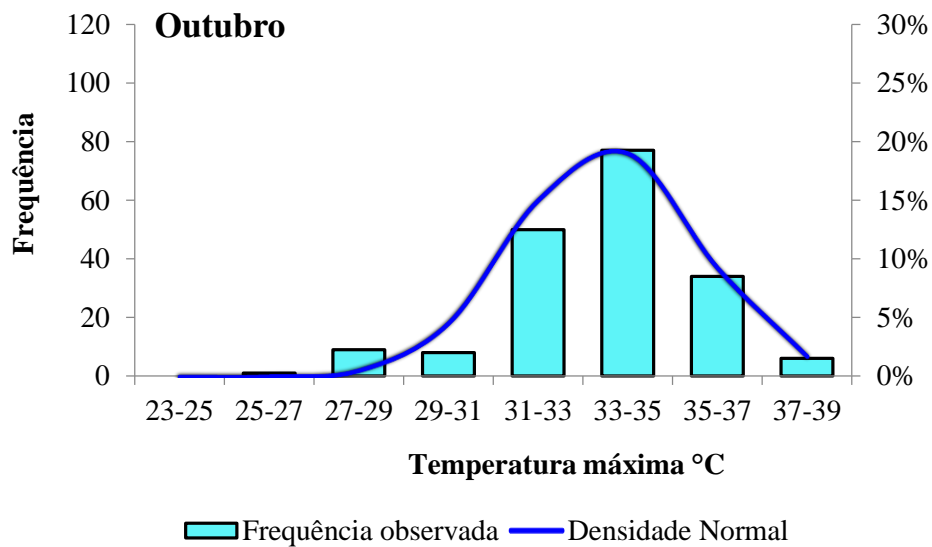
$$K = 0,263, K < 0,263 \text{ ou } K > 0,263.$$

Todos os elementos descritivos anteriormente mencionados foram calculados como proposto por Sindelar et al., (2014).

3. Resultados e Discussão

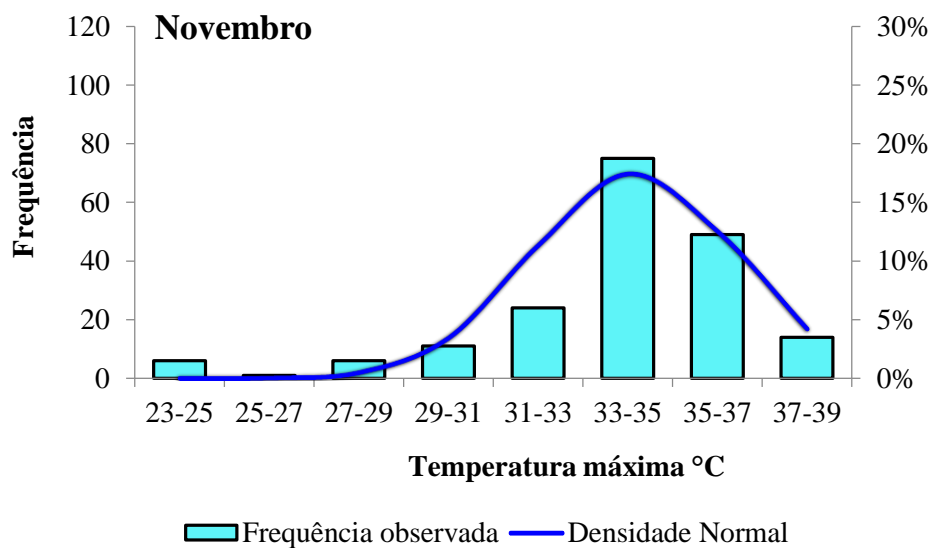
Observam-se nas Figuras de 1 a 6 que de outubro a março há grande frequência de ocorrência de temperaturas máximas do ar no intervalo de 33 a 35°C e que dentre esses meses, novembro destaca-se por apresentar maior média, cerca de 34,1°C.

Figura 1. Histograma de frequência da temperatura máxima do ar mensal sobreposto pela densidade normal para outubro na região do Submédio do Vale do São Francisco, de 2010 a 2015.



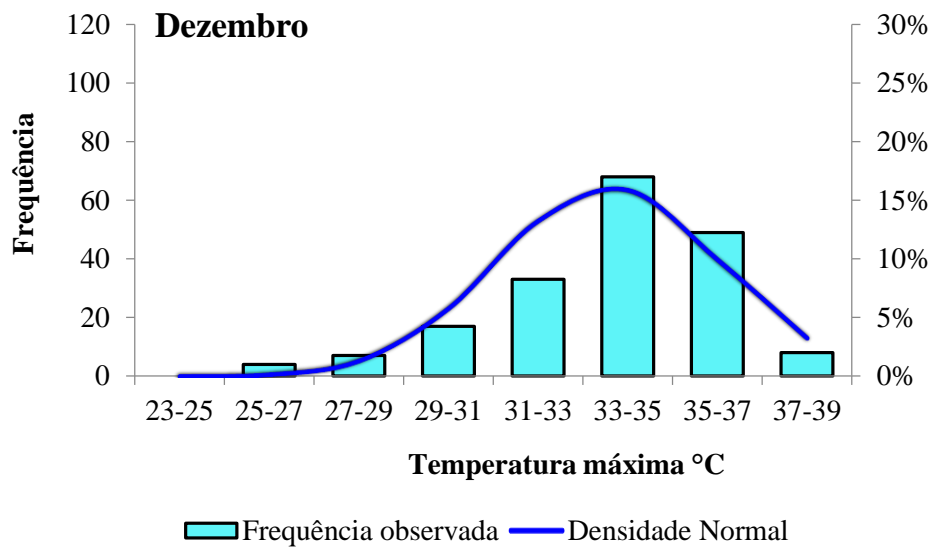
Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Figura 2. Histograma de frequência da temperatura máxima do ar mensal sobreposto pela densidade normal para novembro na região do Submédio do Vale do São Francisco, de 2010 a 2015.



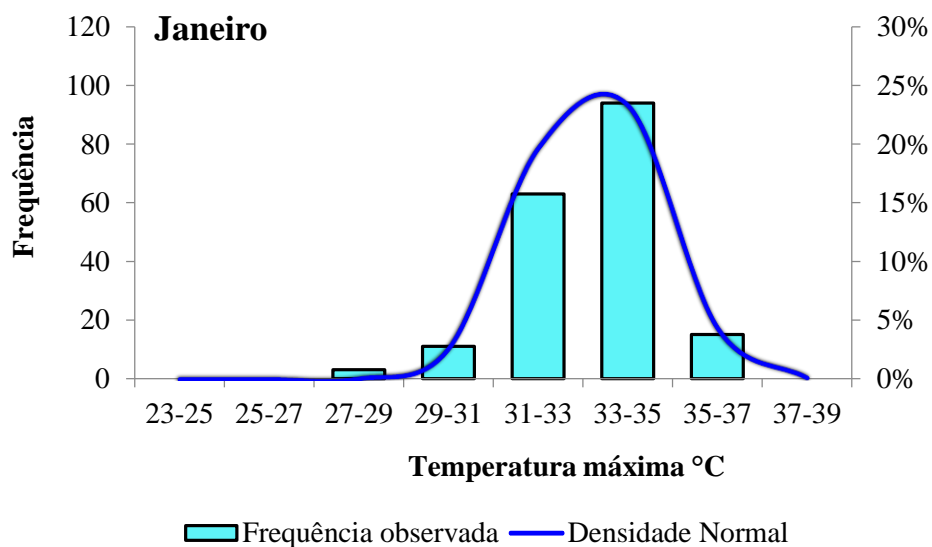
Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Figura 3. Histograma de frequência da temperatura máxima do ar mensal sobreposto pela densidade normal para dezembro na região do Submédio do Vale do São Francisco, de 2010 a 2015.



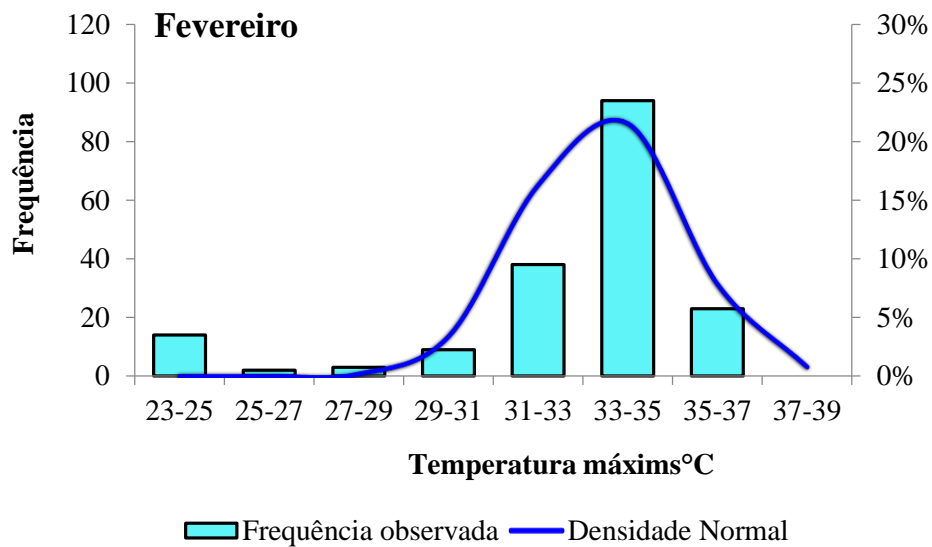
Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Figura 4. Histograma de frequência da temperatura máxima do ar mensal sobreposto pela densidade normal para janeiro na região do Submédio do Vale do São Francisco, de 2010 a 2015.



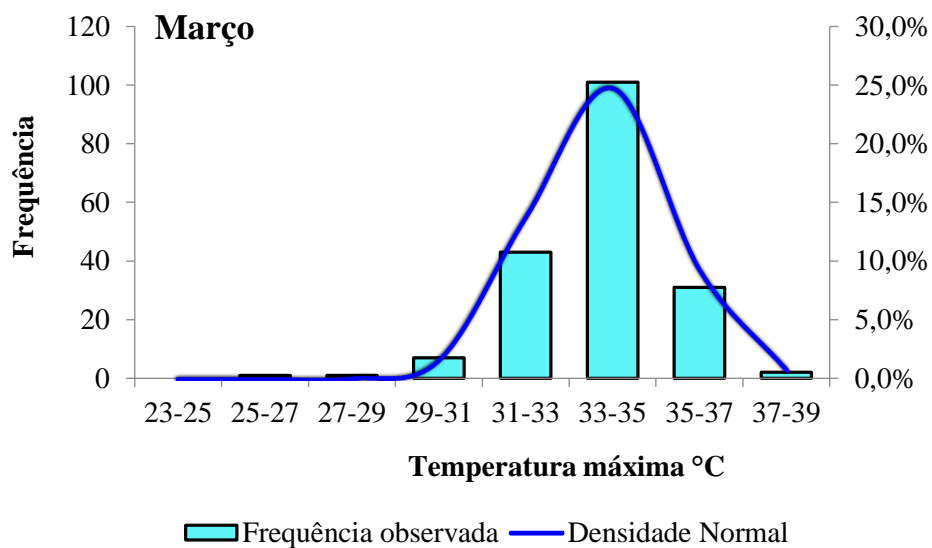
Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Figura 5. Histograma de frequência da temperatura máxima do ar mensal sobreposto pela densidade normal para fevereiro na região do Submédio do Vale do São Francisco, de 2010 a 2015.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Figura 6. Histograma de frequência da temperatura máxima do ar mensal sobreposto pela densidade normal para março na região do Submédio do Vale do São Francisco, de 2010 a 2015.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Verifica-se que de outubro até dezembro cresce a frequência da ocorrência de temperaturas superiores aos 35°C e, com isso, os riscos à florada de mangueiras cv. Palmer nesse período já que aumenta também a possibilidade da formação de frutos estenospermocárpicos.

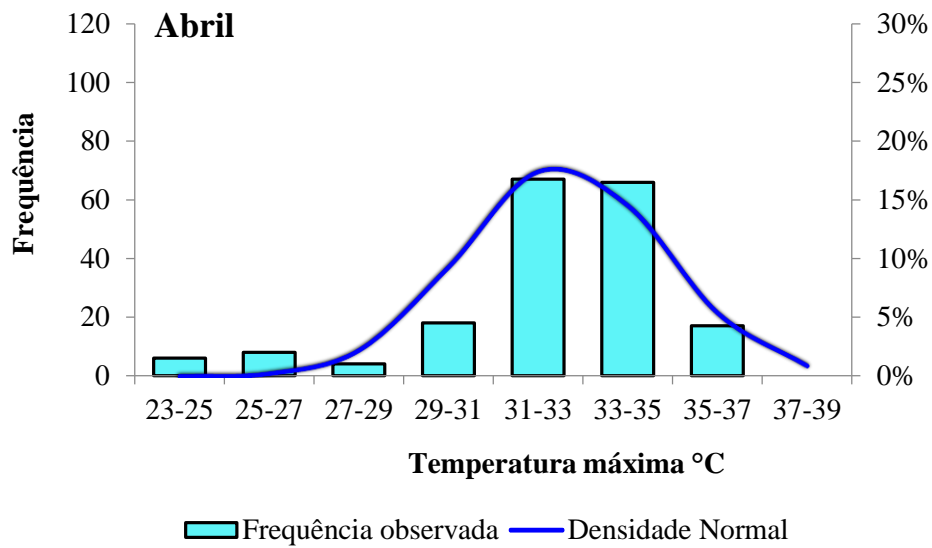
De acordo com Yaacoubi et al. (2019), condições climáticas inadequadas relacionadas a temperatura podem alterar a duração do florescimento e, conseqüentemente, produzir algum efeito negativo durante a fertilização. Thingreingam Irenaeus e Mitra (2014) expõem que temperaturas além do ótimo podem exercer efeitos ruins na planta durante a fase reprodutiva e levar a uma redução no crescimento do tubo polínico. O que pode induzir falhas na fertilização.

Além disso, temperaturas elevadas (>33°C) prejudicam a formação do grão de pólen, reduzindo sua viabilidade em 50% o que pode comprometer seriamente a produção de frutos e eventualmente sua comercialização (Ramírez & Davenport, 2010). Isto porque durante o crescimento vegetativo da mangueira a faixa ótima situa-se entre 20 e 29°C. Já no período de desenvolvimento dos frutos, Portela et al., (2008) citam que deve haver boa disponibilidade hídrica no solo e os valores de temperatura máxima do ar não devem ultrapassar 33°C.

Ante ao exposto, florada de mangueiras cv. Palmer no Submédio do Vale do São Francisco de outubro a dezembro, se possível, deve ser evitada.

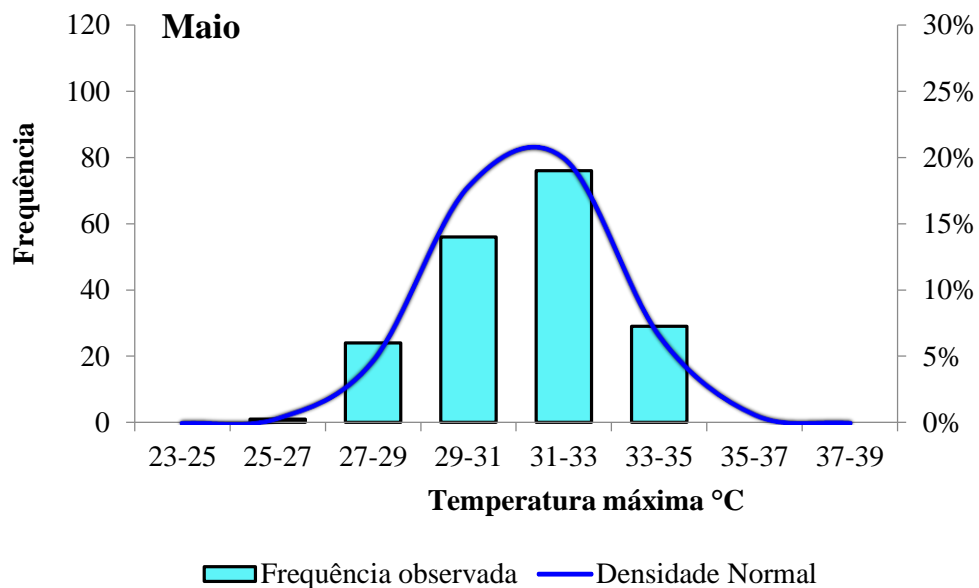
É possível observar que apesar de abril (Figura 7) apresentar uma alta frequência de temperaturas na faixa de 33-35°C, nos demais meses até setembro (Figuras de 8 a 12) às temperaturas máximas com maiores ocorrências são inferiores a 33°C.

Figura 7. Histograma de frequência da temperatura máxima do ar mensal sobreposto pela densidade normal para abril, na região do Submédio do Vale do São Francisco, de 2010 a 2015.



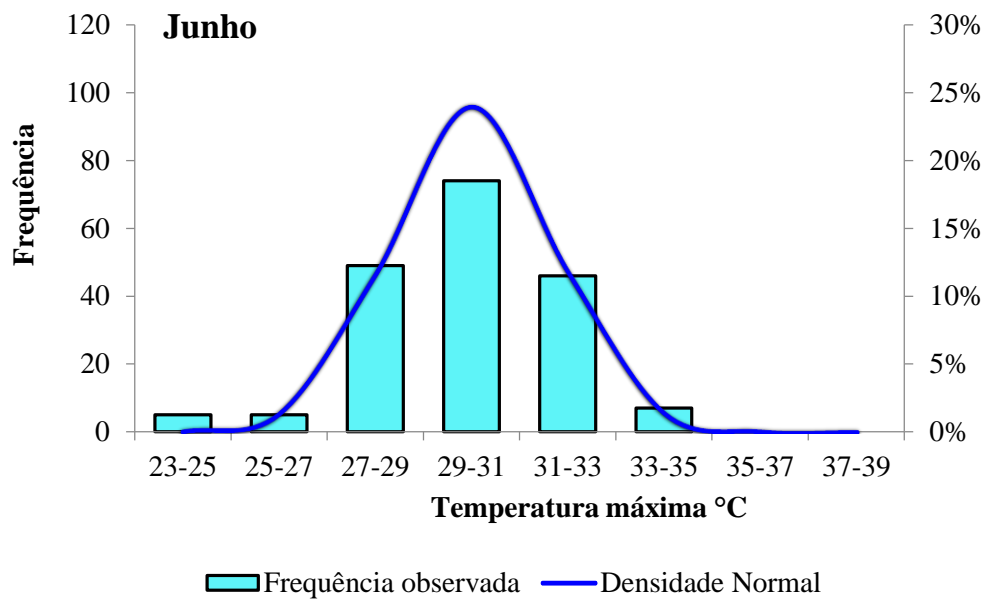
Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Figura 8. Histograma de frequência da temperatura máxima do ar mensal sobreposto pela densidade normal para maio, na região do Submédio do Vale do São Francisco, de 2010 a 2015.



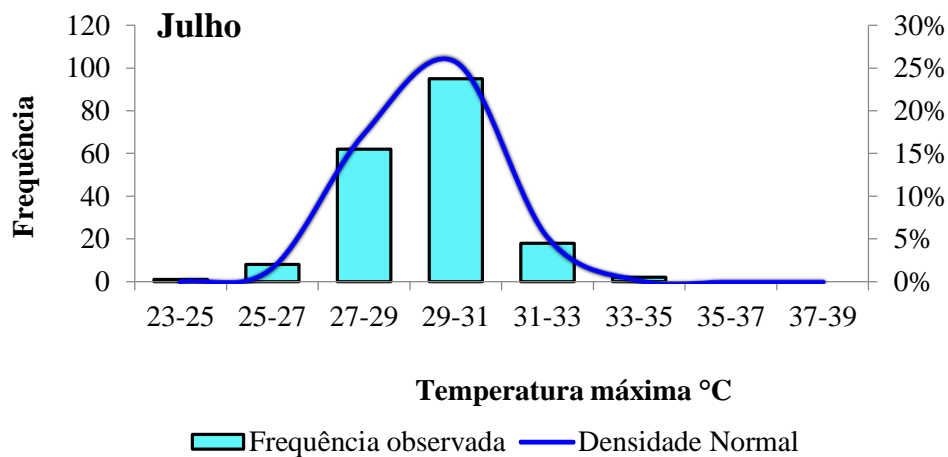
Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Figura 9. Histograma de frequência da temperatura máxima do ar mensal sobreposto pela densidade normal para junho, na região do Submédio do Vale do São Francisco, de 2010 a 2015.



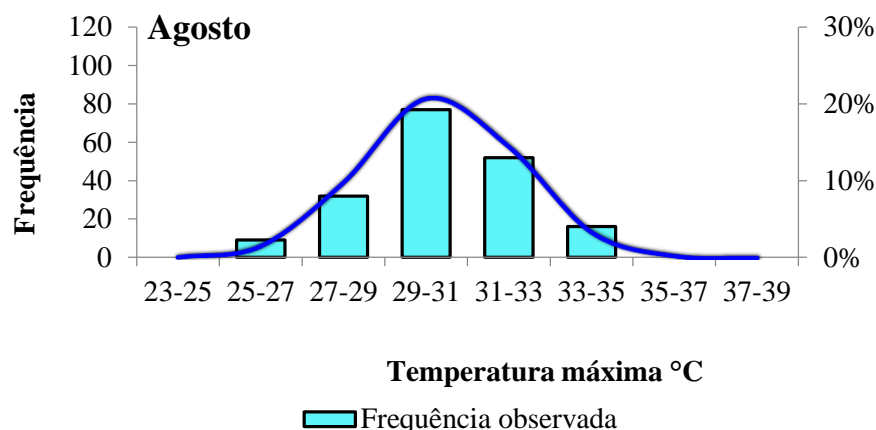
Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Figura 10. Histograma de frequência da temperatura máxima do ar mensal sobreposto pela densidade normal para julho, na região do Submédio do Vale S.Francisco, de 2010 a 2015.



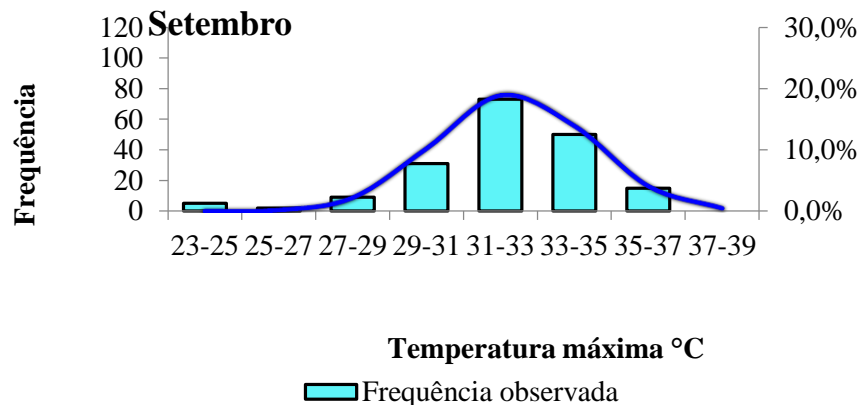
Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Figura 11. Histograma de frequência da temperatura máxima do ar mensal sobreposto pela densidade normal para agosto, na região do Submédio do Vale S.Francisco, de 2010 a 2015.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Figura 12. Histograma de frequência da temperatura máxima do ar mensal sobreposto, pela densidade normal para setembro na região do Submédio do Vale S.Francisco, de 2010 a 2015.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Essas constatações são importantes para produção de mangas, pois a ocorrência de temperaturas iguais ou maiores que 30°C estimulam o crescimento vegetativo, enquanto, máximas de 28°C observadas com mais frequência entre maio e agosto na região, promovem intensa floração (Lima Filho et al., 2002).

Verifica-se na Tabela 1 que em média a temperatura máxima do ar decresce de abril até julho, mês para o qual é registrada a menor marca, 29,4°C e volta a aumentar a partir de então.

Tabela 1. Medidas de tendência central, dispersão, percentis, coeficientes de assimetria (As) e de curtose (K) bem como a classificação de curtose em todos os meses do ano no período de 2010 a 2015 em Juazeiro-BA.

Elemento descritivo	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Média	33,2	33,4	33,7	32,5	31,2	30,0	29,4	30,4	32,3	33,5	34,1	33,6
Moda	31,9	33,2	34,3	33,4	30,8	29,8	29,0	30,1	31,8	33,9	37,5	34,7
Mediana	33,3	33,8	34,0	32,7	31,3	30,0	29,4	30,3	32,4	33,8	34,3	34,0
Desvio padrão	1,5	1,8	1,6	2,2	1,8	1,7	1,4	1,9	2,1	2,0	2,3	2,5
Variância	2,2	3,1	2,5	4,9	3,3	2,8	2,0	3,6	4,4	4,2	5,3	6,2
C_{10}	31,3	31,4	31,8	29,7	28,6	27,8	27,7	27,8	29,5	31,0	31,0	29,7
Q_1	32,3	32,7	32,9	31,6	29,8	28,8	28,5	29,3	31,1	32,5	33,1	32,2
Q_3	34,3	34,5	34,8	34,2	32,7	31,4	30,4	31,7	33,8	34,9	35,7	35,2
C_{90}	34,9	35,3	35,5	35,0	33,4	32,2	31,0	32,8	34,8	35,7	36,8	36,4
K	0,273	0,234	0,260	0,247	0,303	0,293	0,273	0,236	0,258	0,242	0,225	0,228
As	0,85	0,15	-0,32	-0,36	0,20	0,15	0,25	0,14	0,24	-0,19	-1,47	-0,46
Classificação da curtose	LP	PC	PC	PC	LP	LP	LP	PC	PC	PC	PC	PC

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Analisando as Figuras de 1 a 12 é possível observar significativa mudança no formato das curvas da distribuição normal ao longo de todos os meses do ano demonstrando que as temperaturas máximas do ar não se distribuem da mesma forma no decorrer do ano.

Blain et al. (2009) ao avaliarem a variabilidade de precipitação pluvial nas regiões de Campinas-SP e Pelotas-RS, verificaram que ao contrário do observado na região de Campinas-SP que possui uma estação seca definida (maio a agosto), na região de Pelotas-RS não constataram significativas alterações nas formas das curvas evidenciando que as chuvas ocorrem de forma similar ao longo do ano.

O período de maio a setembro (Figuras de 8 a 11), incluindo fevereiro (Figura 5) e outubro (Figura 1), é caracterizado pela grande proximidade dos valores descritivos da moda, média e mediana (Tabela 1), em cada mês, bem como pelos coeficientes de assimetria mais próximos de zero, evidenciado comportamento quase perfeitamente normal (média = moda = mediana e $As = 0$).

De acordo com Hegenberg (1998) a média, moda e mediana, medidas de tendência central, são fundamentais para adequada caracterização de normalidade. Segundo o autor, nas curvas de frequências que toma forma de sino, com simetria em relação ao pico (curva normal), as modas, as médias e as medianas se confundem.

Vale destacar, ademais, que considerando o período anteriormente mencionado, agosto ($A_s = 0,14$) apresenta-se como o mês em que há maior possibilidade da ocorrência de temperaturas máximas do ar próximo ao valor modal ($30,1^\circ\text{C}$, Tabela 1) e, portanto, com menor possibilidade da ocorrência de valores extremos para além dessa medida. Em outras palavras significa dizer que agosto apresenta-se como o mês de distribuição térmica, em termos de temperatura máxima do ar, mais uniforme, com temperaturas variando de 29 a 31°C e com maior possibilidade de ocorrência do valor modal.

Blain et al., (2007) visando caracterizar a distribuição temporal de precipitação pluvial mensal em Campinas-SP, constataram que em dezembro ocorreu um regime mais homogêneo de precipitação pluvial, com maior ocorrência de valores próximos à moda e menor grau de assimetria em torno desta. Estes autores reforçam ainda que o menor grau de assimetria pode ser entendido como a menor distância entre o valor da média e da moda (tendência à Gaussianidade).

É possível verificar que ao contrário do que acontece em agosto (Figura 11), novembro (Figura 2) é caracterizado por apresentar o maior grau de assimetria (em valor absoluto) $A_s = -1,47$ (Tabela 1) e, por conseguinte o maior valor modal $37,5^\circ\text{C}$. Assim, pode-se afirmar que o mês de novembro no período de 2010 a 2015 foi o mês mais sujeito a verificação de extremos térmicos.

É interessante notar que o forte grau de assimetria negativa do regime térmico mensal de novembro, realça potenciais problemas associado ao uso somente da média para caracterização térmica de uma região pela fragilidade da informação extraída somente a partir dela. Isso pode ser evidenciado comparando-se o valor térmico médio ($34,1^\circ\text{C}$) com o valor da moda ($37,5^\circ\text{C}$) (Tabela 1).

Em novembro, apesar da média apontar para ocorrências de temperatura máxima do ar próxima ao limite de dano à formação do grão de pólen (33°C), a temperatura mais frequente e, portanto, modal ($37,5^\circ\text{C}$) superou aquela em aproximadamente $4,5^\circ\text{C}$. Este fato denota alto potencial de dano agrícola à produção de mangas já que pode resultar em grandes perdas para os produtores caso o florescimento ocorra neste mês.

Segundo Hedhly (2011), o pólen não tolera variações térmicas já que pode comprometer o crescimento do tubo polínico, a receptividade do estigma e o desenvolvimento embrionário. Para fisiologia vegetal tão importante quanto atingir ou superar um limite térmico crítico é a magnitude das condições que asseguram a sua manutenção como a duração e frequência. Portanto, o uso das medidas de posição, quando associado à distribuição de

frequências conduzem a interpretações mais fidedignas do real comportamento térmico de uma região já que a média não incorpora em si o componente frequentista.

Blain et al. (2007) caracterizando a distribuição temporal de precipitação verificou inconsistência do uso da média aritmética para a caracterização climática da região estudada por ter havido razoável distância entre os valores médios e modais.

O grau de assimetria (A_s) das distribuições de frequências mensais apresentadas (Tabela 1) mostra que em cinco meses o comportamento térmico da região é assimétrico e deslocado para a esquerda e em sete é assimétrico e deslocado para a direita.

Verifica-se que em termos de temperatura máxima média, o deslocamento se dá para esquerda nos meses de março, abril, maio e julho e para direita entre os meses de agosto até março (Tabela 1). Ao levar em conta o coeficiente de assimetria (A_s), constatamos assimetria negativa (para esquerda) em março, abril e de outubro a dezembro. A assimetria é positiva (para direita) em janeiro, fevereiro e de maio a setembro.

Nota-se, pois, informações inconsistentes e até mesmo conflitantes quando se pauta inferências em resultados meramente médios, evidenciando com isso, a inadequação do uso de ferramentas estatísticas como a média que não levam em consideração a variabilidade na caracterização climática de uma região.

Na classificação da curtose (Tabela 1) é possível verificar que não houve em nenhum mês curva básica que apresentasse um grau de achatamento padrão equivalente ao da curva normal, ou seja, uma curva mesocúrtica.

Todavia, janeiro, maio, junho e julho apresentaram um alto grau de afilamento, superior ao da normal, sendo uma curva mais fechada ou empinada classificada como leptocúrtica (Tabela 1). Os demais meses do ano apresentam um alto grau de achatamento, superior ao da curva normal, sendo mais aberta e, portanto, classificada em platicúrtica.

4. Considerações Finais

A utilização dos elementos estatísticos descritivos empregados neste estudo mostrou-se viável para caracterização de extremos térmicos na região do Submédio do Vale do São Francisco.

Novembro tende a ser caracterizado como o mês de maior risco à florada da manga cv. Palmer por ser mais sujeito a verificação de extremos térmicos apresentando a maior média mensal, 34,1°C com frequente ocorrência de temperaturas de 37,5°C.

O uso da média isoladamente pode trazer inconsistência e fragilidade nas informações

extraída a partir dela. Isso porque pode haver considerável grau de incerteza e inadequação na caracterização térmica da região caso o estabelecimento de ocorrência de extremos térmicos não faça uso de ferramentas estatísticas que detecte variabilidade térmica. Recomenda-se, portanto, a utilização de medidas de posição e variabilidade sempre associados à distribuição de frequências.

Referências

Araújo, GJF & Silva, MM. (2013). Crescimento econômico no semiárido brasileiro: o caso do polo frutícola Petrolina/Juazeiro. *Caminhos da Geografia*, 14(46), 246-264.

Ben-Gai, T, Bittan, A, Manes, A, Alpert, P & Rubin, S. (1998). Spatial and temporal changes in rainfall frequency distribution patterns in Israel. *Theoretical and Applied Climatology*, 61(3),177-190.

Blain, GC, Kayano, MT, Camargo, MBP & Lulu, J. (2009). Variabilidade amostral das séries mensais de precipitação pluvial em duas regiões do Brasil. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 24(1), 1-11.

Blain, GC, Piedade, SMS, Camargo, MBP & Giarolla, A. (2007). Distribuição temporal da precipitação pluvial mensal observada no Posto Meteorológico do Instituto Agrônomo, em Campinas, SP. *Bragantia*, 66(2), 347-355.

Blain, GC. (2005). *Avaliação e adaptação do Índice de Severidade de Seca de Palmer (PDSI) e do Índice Padronizado de Precipitação (SPI) às condições climáticas do Estado de São Paulo*. (Dissertação de mestrado) Instituto Agrônomo, Campinas, SP, Brasil.

Brunetti, M, Maugeri, M & Nanni, T. (2001). Changes in total precipitation, rainy days and extreme events in northeastern Italy. *International Journal of Climatology*, Bracknell, 21, 861-871.

Hedhly, A. (2011). Sensitivity of flowering plant gametophytes to temperature fluctuations. *Environmental and Experimental Botany*, 74, 9-16.

<https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2011.03.016>

- Issarakraisila, M & Considine, JA. (1994). Effects of temperature on pollen viability in mango cv. 'Kensington'. *Annals of Botany*, 73, 231-240.
- Juras, J. (1994). Some common features of probability distributions for precipitation. *Theoretical and Applied Climatology*, 49, 69-76.
- Katz, RW. (1991). Towards a statistical paradigm for climate change. Preprints. *Anais da Conference on Applied Climatology*, Boston, EUA, 7.
- Lima Filho, JM, Assis, JS, Teixeira, AHC, Cunha, GAP & Castro Neto, MT. (2002). Ecofisiologia, in: Genu, P.J.C., Pinto, C.A. Q. (Eds.), *A Cultura da Mangueira*. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, Brasil. p. 243-257.
- Nunes, LH & Calbete, NO. (2000). Variabilidade pluviométrica no Vale do Paraíba Paulista. *Anais em Congresso Brasileiro de Meteorologia*, Sociedade Brasileira de Meteorologia, (p. 3987- 3994). Rio de Janeiro.
- Pereira, AS et al. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Disponível em:
https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1.
- Pittock, AB, Frakes, LA, Jessen, D, Peterson, JA & Zillman, JW. (1978). *Climatic change and variability: a southern perspective*. Cambridge: University Press, p.455.
- Portela, GLF, Lima, MG, Padua, LEM, Sinimbu Neto, FA & Martins, ABG. (2008). Zoneamento agroclimático da cultura da mangueira no Estado do Piauí. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 30(4), 1036-1039.
- Ramirez, F & Davenport, TL. (2010). Mango (*Mangifera indica* L.) flowering physiology. *Scientia Horticulturae*. 126, 65-72.
- Ropelewski, CF & Halpert, MS. (1996). Quantifying Southern- Oscillation precipitation relationships. *Journal of Climate*, 9, p.1043-1059.

Sindelar, FCW, Conto, SM & Ahlert, L. (2014). *Teoria e prática em estatística para cursos de graduação*. (1a ed.). Lajeado: Editora da Univates.

Soule, J. (1985). *Glossary for Horticultural Crops*. Wiley, New York.

Thingreingam Irenaeus, KS & Mitra, SK. (2014). Understanding the pollen and ovule characters and fruit set of fruit crops in relation to temperature and genotype – a review.

Journal of Applied Botany and Food Quality, 87, 157-167.

<https://doi.org/10.5073/JABFQ.2014.087.023>

Yaacoubi, A, Jaouhari, N, Bouriou, M, Youssfi, L, Cherroud, S, Bouabid, R, Chaoui, M & Abouabdillah, A. (2019). Potential vulnerability of Moroccan apple orchard to climate Change-induced phenological perturbations: effects on yields and fruit quality. *Environmental and Experimental Botany*, 64, 377-387.

<https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2008.01.003>

Wilks, DS. (1995). Theoretical probability distributions. In: STATISTICAL methods in the atmospheric sciences. San Diego: Academic Press, p. 96-93.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Edgo Jackson Pinto Santiago – 28%

Ana Karla da Silva Freire – 8%

Ana Luíza Xavier Cunha – 8%

José Ramon Barros Cantalice – 8%

Maria Aparecida do Carmo Mouco – 8%

Moacyr Cunha Filho – 8%

Frank Gomes-Silva – 8%

Antonio Samuel Alves da Silva – 8%

Gertrudes Macario de Oliveira – 8%