

Revista ACSA:

<http://www.cstr.ufcg.edu.br/acsa>

Revista ACSA - OJS:

<http://150.165.111.246/ojs-patos/index.php/ACSA>

Raimundo Mainar de Medeiros^{1*}

Paulo Roberto Megna Francisco²

Rigoberto Moreira de Matos³

Djail Santos⁴

Thiago Pereira de Sousa⁵

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 28/04/15. Aprovado em 18/05/2015.

¹Meteorologista, Doutorando em Meteorologia, UFCG - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB, e-mail: mainarmedeiros@gmail.com

²D.Sc. Pesquisador Bolsista DCR CNPq/FAPESQ, CCA/UFPB - Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, e-mail: paulomegna@ig.com.br

³Mestrando em Engenharia Agrícola, UFCG - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB. e-mail: rigobertomoreira@gmail.com

⁴Profº. D.Sc. Dpto. Solos e Eng. Rural, CCA/UFPB - Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, e-mail: santosdj@cca.ufpb.br

⁵Graduado em Ciências Agrárias, Mestrando em Agronomia/Fitotecnia, UFERSA - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN, e-mail: tiagojd2009@hotmail.com



AGROPECUÁRIA CIENTÍFICA NO SEMIÁRIDO

ISSN 1808-6845

Artigo Científico

**Caracterização agroclimática e aptidão de
culturas para diferentes municípios
e regiões da Paraíba**

RESUMO

O zoneamento agroclimático é um extraordinário processo de informação do potencial agrícola de uma dada localidade e define a melhor época de plantio, as culturas adequadas ao cultivo na região e identifica áreas com maior potencial agrícola para sua produtividade. Objetivou-se caracterizar o clima e efetivar o zoneamento agroclimático para dez culturas apontando as suas possíveis aptidões de cultivo para os municípios de Alhandra, Araruna, Bananeiras, Santa Luzia, São João do Cariri e Teixeira. Utilizou-se uma série histórica de precipitação e temperatura do ar média para a realização do cálculo do balanço hídrico climatológico, classificação climática, construção do evapotranspirômetro e zoneamento agroclimático das culturas. Todas as culturas estudadas são aptas ao cultivo em todos os municípios, desde que seja adotado um sistema de irrigação. O uso da irrigação torna-se indispensável, principalmente nos meses que apresentam maior déficit hídrico, podendo adotar o manejo da irrigação com base nos dados históricos de evapotranspiração e desta forma garantir a produtividade máxima das culturas.

Palavras-chave: Zoneamento, irrigação, balanço hídrico, evapotranspirômetro.

Characterization agroclimática and suitability of crops for different cities and regions of Paraíba

ABSTRACT

The zoning agro is an extraordinary process of information of agricultural potential in a given location and sets the best season for planting crops suitable for cultivation in the region and identifies areas with greater agricultural potential for productivity. The aim of this study was to characterize the climate and accomplish the zoning agro for ten cultures pointing its possible skills of cultivation for the municipalities of Alhandra, Araruna, Bananeiras, Santa Luzia, São João do Cariri and Teixeira. We used a time series of precipitation and air temperature average for the completion of the calculation of water balance climatologically, weather rating, construction of evapopluvograma zoning and agro of cultures. All cultures studied are suitable for cultivation in all municipalities, provided that it is adopted a system of irrigation. The use of irrigation is essential, especially in the months that have a higher water deficit, and may adopt the management of irrigation based on historical data of evapotranspiration and thus ensure maximum productivity of crops.

Keywords: Fencing, irrigation, water balance, evapopluvograma.

INTRODUÇÃO

A delimitação do clima de uma região permite não só estabelecer os indicadores do potencial do meio físico para a região, mas também, conhecer áreas homogêneas sob o ponto de vista socioeconômico, contribuindo para o planejamento e desenvolvimento de atividades sustentável e viável ao município (MEDEIROS et al., 2013).

O conhecimento das variáveis agroclimáticas de um local é de fundamental importância para todas as atividades humanas desenvolvidas, principalmente para a agricultura. A utilização do balanço hídrico climatológico (BHC) de Thornthwaite & Mather (1948, 1955), como ferramenta de manejo procura orientar ações de planejamento na produção agrícola para um

local, possibilitando maior rentabilidade dos cultivos.

A água é essencial para o desenvolvimento das culturas, a sua falta ou excesso pode influenciar na produção agrícola de determinada localidade ou de uma região. Conforme Medeiros et al. (2013), a técnica do BHC fornece o saldo de água disponível no solo para o vegetal, ou seja, contabiliza a entrada (precipitação e ou irrigação) e saída (evapotranspiração potencial), considerando determinada capacidade de armazenamento de água pelo solo.

A variabilidade climática de uma região exerce importante influência nas diversas atividades socioeconômicas, especialmente na produção agrícola. Sendo o clima constituído de um conjunto de fatores integrados, determinante para a vida, este adquire relevância, visto que sua configuração pode facilitar ou dificultar a fixação do homem e o desenvolvimento de suas atividades nas diversas regiões do planeta. Dentre os elementos climáticos, a precipitação tem papel preponderante no desenvolvimento das atividades humanas, produzindo resultados na economia (SLEIMAN, 2008).

Para tanto, o método de classificação climática de Thornthwaite é amplamente utilizado, sendo esse em função de dados das normais climatológicas de temperatura, precipitação e evapotranspiração potencial (ETP), mais eficiente para detectar pequenas variações espaciais climáticas quando comparada a classificação de Köppen (CUNHA & MARTINS, 2009). O sistema de classificação climática de Thornthwaite (1948) permite separar eficientemente os climas de uma região, uma vez que o método é muito sensível aos totais de chuva, temperatura e relevo da região estudada, resultando em maior número de tipos climáticos, gerando informações eficientes através do balanço hídrico normal, demonstrando a capacidade para delimitação das zonas agroclimáticas (ROLIM et al., 2007).

O zoneamento agroclimatológico constitui-se, numa ferramenta extraordinária no processo de tomada de decisão, permitindo, a partir das análises das variabilidades climáticas locais e de sua espacialização, a delimitação de regiões com diferentes aptidões climáticas ao cultivo. A definição de épocas de sementeiras ajustadas aos estudos probabilísticos da distribuição temporal das chuvas, bem como a recomendação de cultivares com maiores potenciais produtivos, maior resistência ao déficit hídrico e com ciclos mais precoces podem diminuir os efeitos

causados pela má distribuição das chuvas e pelo uso de tecnologias não adequadas (SILVA et al., 2013).

Objetivou-se determinar as aptidões climáticas para as culturas do abacaxi, algodão herbáceo, banana, caju, cana-de-açúcar, feijão, milho, mamona, sisal e sorgo; classificar as aptidões das culturas mais adequadas ao plantio na região e elaborar a classificação climática para os municípios de Alhandra, Araruna, Bananeiras, Santa Luzia, São João do Cariri e Teixeira no estado da Paraíba.

MATERIAL E MÉTODOS

O município de Alhandra está inserido na região Litoral, com área de 182,66 km² e posicionamento

geográfico entre os paralelos 7°24' e 7°45' S e entre os meridianos de 34°85' e 35° 04' O. Araruna está localizado na região do Agreste Paraibano, com área de 241,302 km² e localização geográfica a 06°33'S e 35°44'O. Bananeiras localiza-se na região do Brejo Paraibano, sob as coordenadas 06°40'S e 35°40'O. O município de Santa Luzia localiza-se na região do Seridó Ocidental Paraibano, com área de 226,30 km² e localização geográfica sob as coordenadas de 06°52' S e 36°56' O. São João do Cariri está geograficamente localizado sob as coordenadas 7°24'S, 36°32'W e o município de Teixeira com uma área de 160,9 km² esta localizado soas as coordenadas 07°13'S de latitude e 37°15'O de latitude (Figura 01).

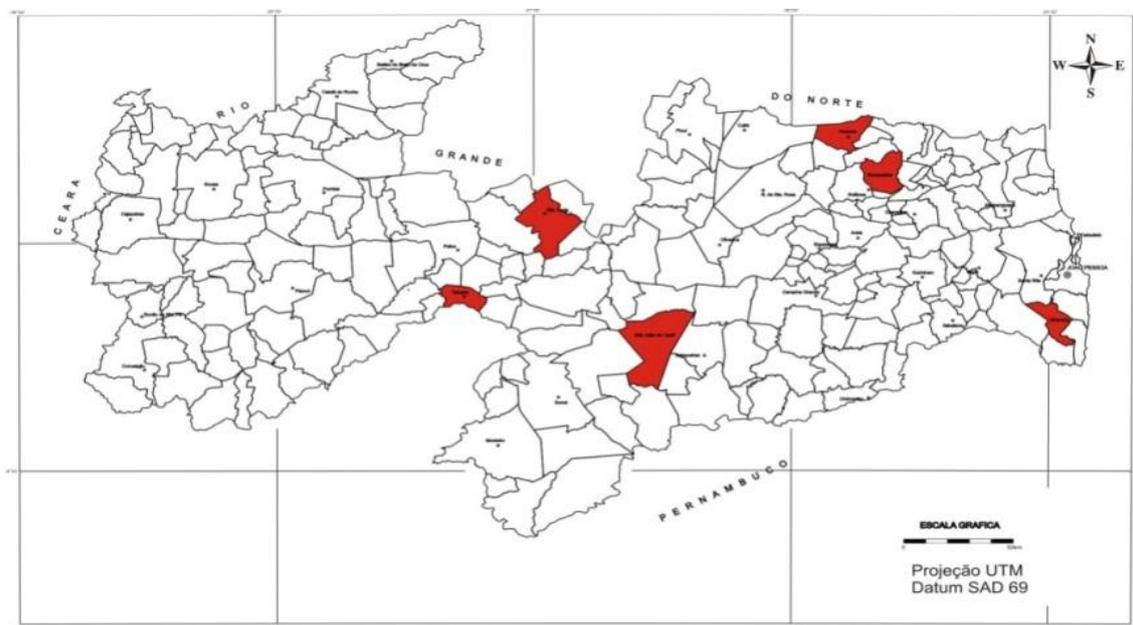


Figura 1. Localização dos municípios estudados dentro do mapa do estado da Paraíba. Campina Grande-PB, 2015.

Para o cálculo do BHC, utilizaram-se dados das normais climáticas de precipitação, fornecidos pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESPA). As médias das precipitações foram referentes à série histórica do período de 1911 a 2013.

A medida de temperatura média foi obtida pela técnica da reta de regressão múltipla utilizando-se o software Estima T, desenvolvido pelo Núcleo de Meteorologia da Universidade Federal de Campina Grande (CAVALCANTI, 1994; 2006).

O balanço hídrico climático foi obtido pelo método proposto por Thornthwaite & Mather (1948, 1955), com elaboração de planilhas eletrônicas

realizadas por Medeiros (2013), estimando-se a capacidade de armazenamento de água disponível no solo (CAD) de 100mm. A evapotranspiração potencial foi determinada pela Equação 1.

$$ETP = Fc \cdot 16 \cdot \left(10 \frac{T}{I}\right)^a$$

Equação 1: Determinação da evapotranspiração Potencial.

Em que:

ETP - evapotranspiração potencial em mmês⁻¹;

Fc - fator de correção, conforme a Tabela 1;

T - temperatura média mensal em °C;
I - índice anual de calor, correspondente a soma dos doze índices mensais;

a - função cúbica do índice anual de calor dada por:
 $6,75 \cdot 10^{-7} I^3 - 7,71 \cdot 10^{-5} I^2 + 0,01791 I + 0,492$ em mm m-1 .

Tabela 1. Fator de correção (Fc) aplicado a equação 1 para determinação da evapotranspiração potencial através do método de Thornthwaite (1948) em função dos meses. Campina Grande-PB, 2015.

Fator de Correção											
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1,80	0,97	1,05	0,99	1,01	0,96	1,00	1,01	1,00	1,06	1,05	1,10

Fonte: UNESCO (1982).

Os índices de aridez, umidade e hídrico, foram determinados pelo cálculo das equações 2, 3 e 4; sendo tais índices essenciais para a caracterização climática de uma região segundo o método de Thornthwaite (1948) e no estudo de adaptação de culturas à região (Zoneamento Agrícola).

(2):

$$Ia = 100 \frac{\sum DEF}{\sum ETP}$$

(3):

$$Iu = 100 \frac{\sum EXC}{\sum ETP}$$

(4):

$$Ih = Iu - 0,6 \cdot Ia$$

Equação 2, 3 e 4: Determinação dos índices de aridez, umidade e hídrico.

Em que:

Ia - índice de aridez;

Iu - índice de umidade;

Ih - índice hídrico;

$\sum DEF$ - somatório da deficiência hídrica anual;

$\sum EXC$ - somatório do excesso hídrico anual;

$\sum ETP$ - somatório da evapotranspiração potencial anual.

A classificação climática foi obtida de acordo com a metodologia proposta por Thornthwaite (1948) utilizando-se os valores dos índices de aridez (Ia), umidade (Iu), hídrico (Ih) e (Cv) em conformidade com a concentração da evapotranspiração potencial na estação quente, definida pelos três meses consecutivos de temperatura mais elevada do ano.

A concentração da evapotranspiração potencial na estação quente foi dada pela Equação 5, a qual representa a percentagem da evapotranspiração anual que ocorre nos meses j, k, l, de temperatura mais elevada do ano (trimestre mais quente).

$$Cv = 100 \cdot (ETP_j + ETP_k + ETP_l) / (ETP)$$

Equação 5: Determinação da concentração da evapotranspiração potencial na estação quente.

Em que:

Cv - concentração da evapotranspiração;

ETP_j - evapotranspiração potencial no mês j;

ETP_k - evapotranspiração potencial no mês k;

ETP_l - evapotranspiração potencial no mês L;

ETP - evapotranspiração potencial anual.

Foi elaborado um evapoplúviograma, o qual se refere a um climograma adaptado ao BHC, para fins de estudo das condições climáticas mais adequadas às culturas, através do sistema de coordenadas ortogonais. Como nesse caso a evapotranspiração potencial é plotada em função da precipitação, assim obtém-se o evapoplúviograma. O diagrama apresenta-se dividido em seis setores hídricos, nos quais os valores da precipitação correspondem a diferentes múltiplos e submúltiplos da evapotranspiração potencial, e em outras quatro faixas térmicas com valores correspondentes às limitações e exigências térmicas da cultura. Utilizando-se dos pontos do evapoplúviograma determinaram-se os índices de vegetação (Iv), de repouso por seca (Irs) de repouso por frio (Irf) e hídrico (Ih).

Os valores dos índices climáticos foram aplicados para determinação da aptidão climática, classificando as culturas em aptidão plena, moderada, restrita e inaptidão (Tabela 2).

Tabela 2. Síntese da aptidão climática para as culturas do abacaxi, algodão herbáceo, banana, caju, cana-de-açúcar, feijão, milho, mamona, sisal e sorgo. Campina Grande-PB, 2015.

Cultura	Aptidão	Índice Climático	Deficiência/Excesso
Abacaxi	Plena	$\rightarrow -20 \leq I_h < 20$	\Rightarrow Boas condições hídricas e térmicas ao desenvolvimento da cultura
	Moderada	$\rightarrow I_h > 20$	\Rightarrow Umidade excessiva, prejudicando o desenvolvimento vegetativo e a frutificação da cultura
	Restrita	$\rightarrow -20 \leq I_h < -20$ $\rightarrow -40 \leq I_h < -30$	\Rightarrow Restrições hídricas para o desenvolvimento da cultura \Rightarrow Limitações para o cultivo do abacaxi, por deficiência hídrica acentuada
	Inaptidão	$\rightarrow I_h < -40$	\Rightarrow Deficiência hídrica severa, não possibilitando o desenvolvimento da cultura, a não ser através de irrigação
Algodão Herbáceo	Plena	$\rightarrow 30 \leq I_v < 50, I_{sv} \leq 1$ e $I_{rs} \geq 4$	\Rightarrow Boas condições hídricas e térmicas ao desenvolvimento da cultura
	Moderada	$\rightarrow 30 < I_v < 50, I_{sv} > 1; I_{rs} \geq 4$ $\rightarrow 30 < I_v < 50$	\Rightarrow Período vegetativo normal, mas com ocorrência de seca \Rightarrow Repouso por seca insuficiente para a maturação da fibra
	Restrita	$\rightarrow I_{sv} \leq 1; I_{rs} < 4$	\Rightarrow Período vegetativo curto com ocorrência de seca no mesmo \Rightarrow Umidade excessiva para o desenvolvimento da cultura
	Inaptidão	$\rightarrow 20 < I_v < 30, I_{sv} > 1, I_v > 50, I_v < 20$	\Rightarrow Ocorrência de seca durante todo o ciclo da cultura
Banana	Plena	$\rightarrow D < 200 \text{ mm}$	\Rightarrow Boas condições hídricas para o desenvolvimento da cultura
	Moderada	$\rightarrow 200 < D < 350 \text{ mm}$	\Rightarrow Insuficiência hídrica estacional, prolongando o ciclo da cultura
	Restrita	$\rightarrow 350 < D < 700 \text{ mm}$	\Rightarrow Deficiência hídrica acentuada, cultivo em várzeas e locais mais úmidos
	Inaptidão	$\rightarrow D > 700 \text{ mm}$	\Rightarrow Deficiência hídrica muito severa. Cultivo possível através de irrigação
Caju	Plena	$\rightarrow I_h > -10, D < 100 \text{ mm}$	\Rightarrow Não há limitações climáticas, principalmente em regiões e climas quentes
	Moderada	$\rightarrow I_h < -10, 100 < D < 200$	\Rightarrow Ocorrência normal de pequena deficiência hídrica
	Restrita	$\rightarrow 200 < D < 700 \text{ mm}$ $\rightarrow 700 < D < 900 \text{ mm}$	\Rightarrow Cultivo parcial prejudicado pela deficiência hídrica \Rightarrow Deficiência hídrica severa na maioria dos solos. Cultivo somente através de suprimento d'água por irrigação
	Inaptidão	$\rightarrow D > 700 \text{ mm}$	\Rightarrow Suprimento hídrico insuficiente para a cultura
Cana-de-Açúcar	Plena	$\rightarrow I_h > 0, D < 200 \text{ mm}$	\Rightarrow Boas condições hídricas para o desenvolvimento da cultura
	Moderada	$\rightarrow I_h > 0, D > 200 \text{ mm}$	\Rightarrow Seca estacional; cultivo recomendado em várzeas úmidas
	Restrita	$\rightarrow 0 > I_h > -10$	\Rightarrow Ocorrência de seca estacional intensa. Cultivo com irrigação suplementar
	Inaptidão	$\rightarrow I_h < -10$	\Rightarrow Carência hídrica muito severa para cultura da cana-de-açúcar
Feijão	Plena	$\rightarrow I_v > 30, 1 < I_{rs} < 5, D < 20 \text{ mm}, T_a > 22^\circ \text{C}$ $\rightarrow 25 < I_v < 30$	\Rightarrow Melhores condições climáticas para o desenvolvimento da cultura
	Moderada	$\rightarrow C > 20 \text{ mm}, T_a > 22^\circ \text{C}$	\Rightarrow Período vegetativo curto
	Restrita		\Rightarrow Aptidão plena para variedades precoces
	Inaptidão	$\rightarrow 2 < I_v < 25, I_v < 20, D > 20 \text{ mm}$	\Rightarrow Deficiência hídrica acentuada, necessitando suprimento d'água por irrigação \Rightarrow Insuficiência hídrica acentuada. Cultivo possível apenas com irrigação
Milho	Plena	$\rightarrow 40 < I_v < 60, D > 0, T > 19^\circ \text{C}$	\Rightarrow Condições hídricas e térmicas satisfatórias para o desenvolvimento da cultura
	Moderada	$\rightarrow 30 < I_v < 40, D < 0, S < 500 \text{ mm}$	\Rightarrow Pequena insuficiência hídrica no período vegetativo, umidade excessiva na maturação. Aptidão plena para variedades precoces
	Restrita	$\rightarrow I_v < 20$	\Rightarrow Deficiência hídrica severa para a cultura, ou insuficiência térmica
	Inaptidão	$\rightarrow I_h > -10, D > 100 \text{ mm}, S < 500 \text{ mm}$	\Rightarrow Deficiência hídrica muito severa, tornando inviável o cultivo
Mamona	Plena	$\rightarrow -20 < I_h < 0, D > 60 \text{ mm}, T > 20^\circ \text{C}$	\Rightarrow Boas condições hídricas e térmicas para o cultivo de quaisquer variedades
	Moderada	$\rightarrow -40 < I_h < -20, 0 < D < 60 \text{ mm}, T > 20^\circ \text{C}$	\Rightarrow Pequena deficiência hídrica, exceto variedades resistentes à seca
	Restrita	$\rightarrow I_h > 0, D > 100 \text{ mm}, T < 19^\circ \text{C}$	\Rightarrow Áreas demasiadamente úmidas ou demasiadamente secas para a cultura. Insuficiência térmica
	Inaptidão	$\rightarrow I_h < -40$	\Rightarrow Deficiências hídricas elevadas prejudicando o desenvolvimento da cultura
Sisal	Plena	$\rightarrow I_h > -10, D > 100, E < 500 \text{ mm}$	\Rightarrow Boas condições hídricas para o desenvolvimento da cultura
	Moderada	$\rightarrow -30 < I_v < -10, EXC > 500 \text{ mm}$	\Rightarrow Suprimento hídrico deficiente, prejudicando o desenvolvimento da cultura.
	Restrita	$\rightarrow -40 < DEF < -30 \text{ mm}$	\Rightarrow Representa umidade excessiva no período vegetativo
	Inaptidão	$\rightarrow I_h < -40 \text{ mm}$	\Rightarrow Deficiência hídrica acentuada, prejudicando o desenvolvimento vegetativo \Rightarrow Deficiência hídrica muito severa, tornando inviável o cultivo

Sorgo	Plena	→ 20<I _v < 30, DEF>200 mm, T _a >18 °C	⇒ Condições hídricas e térmicas satisfatórias, tanto no período das chuvas quanto na estação seca
	Moderada	→ 30<I _v <40, EXC<500 mm	⇒ Por excesso hídrico, afetando a produção
	Restrita	→ 40<I _v <60	⇒ Restrições ao cultivo por apresentar excesso hídrico acentuado
	Inaptidão	→ I _v >60	⇒ Não recomendado para o cultivo do sorgo

Legenda: I_h - Índice hídrico anual derivado do balanço hídrico, I_v - Índice vegetativo anual, I_{rs} - Índice de repouso por seca, I_{sv} - Índice de seca na vegetação, T - Temperatura média anual, DEF - Deficiência hídrica e EXC - Excesso hídrico. Fonte: Ometto (1981).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados obtidos, para o município de Alhandra, verificou-se uma temperatura

média anual de 25,7°C com oscilações mensais de ± 2°C, tendo mínima de 23,7°C ocorrida no mês de agosto e a máxima de 27,1°C nos meses de janeiro e fevereiro (Tabela 3).

Tabela 3. Balanço hídrico climatológico para os municípios de Alhandra e Araruna-PB. Campina Grande-PB, 2015.

Meses	Alhandra-PB						Araruna-PB					
	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	27,1	76,3	151,2	78,5	72,7	0,0	25,1	53,6	121,3	55,0	66,4	0,0
Fev	27,1	113,4	140,6	113,8	26,8	0,0	24,9	71,4	109,2	71,8	37,4	0,0
Mar	26,8	188,1	146,7	146,7	0,0	0,0	24,6	131,2	115,2	115,2	0,0	0,0
Abr	26,2	231,4	129,2	129,2	0,0	45,2	23,9	126,2	100,7	100,7	0,0	0,0
Mai	25,4	283,3	117,6	117,6	0,0	165,7	23,0	106,4	92,7	92,7	0,0	0,0
Jun	24,4	319,5	98,0	98,0	0,0	221,5	22,0	115,0	77,6	77,6	0,0	0,0
Jul	23,8	269,8	93,1	93,1	0,0	176,8	21,5	106,7	74,9	74,9	0,0	25,4
Ago	23,7	157,0	92,3	92,3	0,0	64,7	21,5	62,4	75,6	74,8	0,8	0,0
Set	24,5	76,5	101,9	98,9	3,0	0,0	22,7	28,6	86,4	67,0	19,3	0,0
Out	25,6	37,9	125,7	83,2	42,5	0,0	23,8	11,7	104,0	41,3	62,7	0,0
Nov	26,4	37,5	137,3	57,9	79,5	0,0	24,6	16,7	112,5	28,7	83,8	0,0
Dez	27,0	49,9	155,3	57,7	97,6	0,0	25,0	21,9	123,5	26,7	96,8	0,0

Legenda: Temperatura média do ar (T), Precipitação pluvial (P), Evapotranspiração potencial (ETP), Evapotranspiração real (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excesso Hídrico (EXC).

A distribuição pluviométrica mensal é irregular para o período estudado, sendo o total médio anual de 1.174,7mm, com os maiores índices pluviométricos entre os meses de fevereiro e agosto, oscilando de 113,4 a 319,5mm. Os mínimos valores de precipitação ocorrem nos meses de setembro a janeiro, com flutuações de 37,5 a 76,5mm.

A evapotranspiração potencial (ETP) anual observada foi de 1.488,9mm, com oscilações de 92,3 a 155,3 mm mês⁻¹, onde as maiores taxas evapotranspiradas ocorrem nos meses de dezembro a março. Observa-se que ocorre uma menor quantidade de água evapotranspirada quando comparada a temperatura do ar registrada nos meses mais frios do ano, de junho a setembro. O consumo evapotranspirado de água se comportou de forma semelhante à distribuição da precipitação pluvial.

Verifica-se que a deficiência hídrica nos meses de novembro, dezembro e janeiro ocorrem os maiores déficits oscilando de 72,7 a 97,6 mm mês⁻¹, com um total anual de 322,1mm. Não ocorrendo déficits hídricos nos meses de março a agosto, os excedentes hídricos ocorrem de abril a agosto com flutuação entre 45,2 a 221,5 mm mês⁻¹ e valor anual de 673,8mm.

O município de Araruna possui uma temperatura média anual de 23,5°C, com oscilações mensais de ± 2°C, tendo uma mínima de 21,5°C ocorrida nos meses de julho e agosto e máxima de 25,1°C ocorrida no mês de janeiro (Tabela 3).

Possui uma distribuição pluviométrica mensal irregular para o período estudado, sendo o total médio anual de 851,7mm, com as maiores taxas pluviométricas entre março a julho, oscilando de 106,4 a 131,2mm. Os mínimos valores de precipitação

ocorrem nos meses de agosto a fevereiro, com flutuações de 11,7 a 71,4mm.

A evapotranspiração potencial anual é de 1.1193,5mm, com oscilações de 74,9 a 123,5 mmmês^{-1} e as maiores taxas evapotranspirada ocorrem nos meses de outubro a abril. Salienta-se que ocorre uma menor quantidade de água evapotranspirada quando comparada a temperatura do ar registrado nos meses mais frios julho e agosto. O consumo de água evapotranspirada se comportou de forma semelhante à distribuição da precipitação pluvial.

Ocorrem os maiores déficits nos meses de novembro e dezembro oscilando de 83,8 a 96,8 mmmês^{-1} , com um total anual de 367,3mm. Não ocorrendo déficits hídricos nos meses de março a julho, os excedentes hídricos ocorrem apenas no mês de julho com 25,4 mmmês^{-1} , durante os outros onze meses do ano o excesso de água no solo permanece nulo.

Bananeiras possui uma temperatura média anual de 23,7°C, com oscilações mensais variando de 22,3 a 20,3 °C, a temperatura mínima oscila entre 16,8 a 20,3°C, a temperatura máxima anual de 27,8°C variando entre 24,8 a 29,7 °C (Tabela 4).

Tabela 4. Balanço hídrico climatológico para os municípios de Bananeiras e Santa Luzia-PB. Campina Grande-PB, 2015.

Meses	Bananeiras-PB						Santa Luzia-PB					
	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	25,5	64,6	126,5	66,4	60,1	0,0	25,3	49,9	122,6	50,0	72,6	0,0
Fev	25,3	85,7	114,5	86,2	28,3	0,0	25,0	97,8	110,2	97,8	12,4	0,0
Mar	25,0	146,9	120,5	120,5	0,0	0,0	24,7	153,0	116,3	116,3	0,0	0,0
Abr	24,3	169,1	105,4	105,4	0,0	0,0	24,1	128,9	102,8	102,8	0,0	0,0
Mai	23,5	164,7	96,8	96,8	0,0	59,6	23,3	48,2	94,8	71,6	23,2	0,0
Jun	22,5	177,0	81,0	81,0	0,0	96,0	22,3	16,5	80,0	35,1	45,0	0,0
Jul	21,9	149,7	77,9	77,9	0,0	71,7	21,9	8,6	77,8	19,0	58,8	0,0
Ago	21,9	96,9	78,5	78,5	0,0	18,4	22,1	2,5	80,8	8,1	72,6	0,0
Set	23,0	47,9	89,1	81,7	7,4	0,0	23,3	1,8	92,6	4,6	88,0	0,0
Out	24,2	17,1	107,8	56,6	51,2	0,0	24,3	3,8	110,2	5,1	105,1	0,0
Nov	25,0	21,3	116,9	37,8	79,1	0,0	24,9	7,6	116,6	8,0	108,6	0,0
Dez	25,4	32,4	128,9	38,8	90,2	0,0	25,2	22,4	125,6	22,5	103,0	0,0

Legenda: Temperatura média do ar (T), Precipitação pluvial (P), Evapotranspiração potencial (ETP), Evapotranspiração real (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excesso Hídrico (EXC).

Bananeiras apresenta uma distribuição pluviométrica mensal irregular para o período analisado, sendo o total médio anual de 1.174,7mm, com as maiores taxas pluviométricas entre março a junho, oscilando de 146,9 a 177mm, correspondente a quadra chuvosa, totalizando 807,4mm que corresponde a 68,5% da chuva anual. Os mínimos valores de precipitação ocorrem de outubro a dezembro, com flutuações de 17,1 a 32,4mm. A evapotranspiração potencial anual é de 1.243,7mm, com oscilações de 77,9 a 128,9 mmmês^{-1} , as maiores taxas evapotranspirada ocorrem de outubro a abril. Ocorre uma menor quantidade de água evapotranspirada quando comparada a temperatura registrada nos meses mais frios do ano.

Analisando a deficiência hídrica, verifica-se que nos meses de setembro a fevereiro ocorrem os maiores déficits oscilando de 7,4 a 90,2 mmmês^{-1} , com total anual de 316,3mm. Não ocorrendo déficits

hídricos de março a agosto, os excedentes hídricos ocorrem nos meses de março a agosto com flutuação entre 18,4 a 96 mmmês^{-1} e valor anual de 245,8mm.

O município de Santa Luiza apresenta temperatura média anual de 23,9°C, com oscilações mensais de $\pm 2^\circ\text{C}$, tendo mínima de 21,9 °C ocorrida no mês de julho e máxima de 25,3°C ocorrida no mês de janeiro. Santa Luiza possui uma distribuição pluviométrica mensal irregular, com média anual de 541mm, tendo os maiores índices pluviométricos fluindo entre os meses de dezembro a maio, entre 22,4 a 153mm. Os mínimos valores de precipitação ocorrem nos meses de junho a agosto, com oscilações de 1,8 a 16,5mm (Tabela 4).

A evapotranspiração potencial anual é de 1.230,2mm, com oscilações de 102,8 a 125,6 mmmês^{-1} , as maiores taxas evapotranspirada ocorrem de outubro a abril. Salienta-se que ocorre uma menor quantidade de água evapotranspirada quando comparada a

temperatura do ar registrada nos meses mais frios do ano, julho e agosto.

O consumo de quanto realmente está sendo evapotranspirado se comportou de forma semelhante à distribuição da precipitação. A região apresenta durante o decorrer de todos os meses do ano um saldo hídrico negativo, sendo constatados os maiores déficit hídrico no semestre mais quente do ano de agosto a janeiro. As chuvas ocorridas não são suficientes para atender a

demanda hídrica, muito menos para que ocorra excesso de água no solo.

O município de São João do Cariri possui baixo índice pluviométrico e elevado volume de água evapotranspirada, gerando um saldo de déficit hídrico resultando em um armazenamento e excedente hídrico que permanecem nulos durante todos os meses do ano (Tabela 5).

Tabela 5. Balanço hídrico climatológico para os municípios de São João do Cariri e Teixeira-PB. Campina Grande-PB, 2015.

Meses	João do Cariri-PB						Teixeira-PB					
	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	25,0	34,1	119,7	34,1	85,6	0,0	23,6	77,2	105,4	77,4	28,1	0,0
Fev	24,8	58,9	108,0	58,9	49,1	0,0	23,3	136,0	93,9	93,9	0,0	0,0
Mar	24,5	93,3	113,9	93,3	20,6	0,0	23,1	205,9	100,3	100,3	0,0	48,2
Abr	24,2	79,3	104,2	79,3	24,9	0,0	22,3	162,9	87,8	87,8	0,0	75,1
Mai	23,4	54,6	95,7	54,6	41,1	0,0	21,4	67,5	80,6	79,7	0,8	0,0
Jun	22,3	36,4	80,2	36,4	43,9	0,0	20,3	29,0	67,2	56,8	10,3	0,0
Jul	21,8	24,5	77,3	24,5	52,8	0,0	19,8	13,6	65,2	37,7	27,5	0,0
Ago	22,1	9,8	81,0	9,8	71,1	0,0	20,1	4,4	68,4	21,3	47,2	0,0
Set	23,0	2,8	89,8	2,8	87,0	0,0	21,6	3,7	80,4	13,8	66,7	0,0
Out	24,1	7,1	107,4	7,1	100,3	0,0	22,7	5,3	95,4	10,4	85,0	0,0
Nov	24,7	6,9	113,8	6,9	106,9	0,0	23,3	11,5	100,4	13,6	86,8	0,0
Dez	25,0	12,8	123,6	12,8	110,7	0,0	23,5	36,7	106,8	37,4	69,4	0,0

Legenda: Temperatura média do ar (T), Precipitação pluvial (P), Evapotranspiração potencial (ETP), Evapotranspiração real (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excesso Hídrico (EXC).

Verificou-se uma temperatura média anual de 23,7°C, com oscilações mensais de 21,8°C a 25,0°C a mínima ocorrida no mês de julho e máxima ocorrida em dezembro e janeiro. A precipitação possui uma distribuição anual irregular, com total médio anual de 420,4mm, com as maiores taxas pluviométricas entre fevereiro a maio, oscilando de 54,6 a 93,3mm, sendo estes a quadra chuvosa da região, totalizando 286,0 mm. Os mínimos valores de precipitação ocorrem de agosto a dezembro, oscilando de 2,8 a 12,8mm.

A ETP atribuiu uma taxa anual de 1.214,5mm, com variações de 104,2 a 123,6mm, são as maiores taxas evapotranspiradas ocorridas de outubro a abril. Os meses de dezembro e janeiro proporcionam as máximas demandas evapotranspiratórias representando 20% da ETP anual. Salienta-se que ocorre uma menor quantidade de água evapotranspirada quando comparada a temperatura do ar registrada nos meses mais frios do ano, maio a setembro.

O consumo de quanto realmente está sendo evapotranspirado é expresso pela evapotranspiração

real, que se comportou de forma semelhante à distribuição da precipitação, justificando o fato do armazenamento e excedente hídrico permanecer nulos durante todo o ano, pois toda a água precipitada é consumida através da alta demanda evapotranspiratória, não havendo saldo hídrico no solo.

A deficiência hídrica se estende de agosto a janeiro, onde ocorrem os maiores déficits, oscilando de 71,1 a 110,7 mm, com total anual de 794,0 mm e média anual de 66,2mm. Sendo os menores déficits hídricos ocorridos de fevereiro a julho. Observa-se ainda que ocorre um alto índice de água evapotranspirada quando comparada a precipitação climatológica registrada, esta diferença gera um déficit na ordem de 373,6 mm ano⁻¹.

No município de Teixeira a temperatura média anual é de 22,1°C, com oscilações mensais de 19,8°C, a mínima advinda em julho e máxima de 23,6°C em janeiro (Tabela 5). A distribuição da precipitação mensal é irregular, com total médio anual de 753,4mm, com os maiores índices pluviométricos fluindo entre os meses de janeiro a abril 77,2 a 205,9mm. Os mínimos

valores de precipitação ocorrem de julho a novembro oscilando de 3,7 a 13,6mm.

A evapotranspiração potencial anual é de 1.051,8mm, com oscilações de 93,7 a 106,8 mm^{mês⁻¹}, as maiores taxas evapotranspirada ocorrem nos meses de novembro a março. Salienta-se que ocorre uma menor quantidade de água evapotranspirada quando comparada a temperatura do ar registrada nos meses mais frios do ano, julho e agosto. Observa-se que nos meses de setembro a dezembro ocorrem os maiores déficits, oscilando de 66,7 a 86,8 mm^{mês⁻¹}, com total anual de 421,8mm. Não ocorrendo déficits hídricos de fevereiro a abril, os excedentes hídricos ocorreram durante os meses de março e abril.

Os valores de temperatura do ar dos municípios estão dentro do intervalo desejável para o cultivo das principais culturas da região, onde apresentam um bom desenvolvimento fisiológico em temperaturas entre 18 a 34 °C. Quanto à precipitação, observa-se que estes índices são insignificantes para a produção agrícola de sequeiro e com baixa contribuição para o armazenamento de água.

Através do BHC foi possível determinar os índices de aridez (Ia), umidade (Iu), hídrico (Ih) e CV. A fórmula da classificação climática para os municípios de Alhandra, Araruna, Bananeiras, Santa Luzia, São João do Cariri e Teixeira (Tabela 6).

Tabela 6. Classificação climática de Thornthwaite & Mather (1948, 1955) para os municípios de Alhandra, Araruna, Bananeiras, Santa Luzia, São João do Cariri e Teixeira, estado da Paraíba. Campina Grande-PB, 2015.

Municípios	Ia	Iu (%)	Ih	Tipo climático em função do índice hídrico (I _h)	Tipo climático em função da Evapotranspira ção Potencial (ETP)	Subtipo climático em função de I _h e I _a	Subtipo climático em função do (CV)
Alhandra	0,22	21,63	0,32	C ₂	A'	R	a'
Araruna	0,31	30,77	-0,16	C ₁	A'	D	a'
Bananeiras	0,25	25,43	0,05	C ₂	A'	R	a'
Santa Luzia	1,27	127	0,76	C ₂	B' ₁	R	b' ₁
S. J. do Cariri	65,38	0,00	-39,23	D	A'	D	a'
Teixeira	0,40	40,10	0,12	C ₂	B' ₄	R	a'

Alhandra é classificado como clima Úmido subúmido, Megatérmico, com pequeno ou nenhuma deficiência hídrica e com 30,03% da evapotranspiração potencial anual concentrada no trimestre mais quente do ano (C₂ A' R a'). Araruna é classificado como (C₁ A' D a') a região constitui de um clima seco subúmido, Megatérmico, com pequeno ou nenhum excesso de água e com 29,66% da ETP anual concentrada no trimestre mais quente do ano.

A fórmula climática para o município de Bananeiras foi definida como (C₂ A' R a') a região constitui de um clima Úmido Subúmido, Megatérmico, com pequena ou nenhuma deficiência hídrica e com 29,72% da evapotranspiração potencial anual concentrada no trimestre mais quente do ano. A classificação de Santa Luzia é (C₂ B'₁ R b'₁) a região constitui de um clima úmido, subúmido, Mesotérmico, com pequeno ou nenhum excedente de água e com 67,4% da ETP anual concentrada no trimestre mais quente do ano.

Para São João do Cariri o clima é do tipo (D A' D a') isto significa dizer que a região constitui de um clima Semiárido, Megatérmico, com pequeno ou nenhum excesso de água e com 29,41% da evapotranspiração potencial anual concentrada no trimestre mais quente do ano (dezembro, janeiro e fevereiro). A classificação de Teixeira é (C₂ B'₄ R a') constituindo de um clima Úmido subúmido, Mesotérmico, com pequena ou nenhuma deficiência hídrica e com 29,72% da ETP anual concentrada no trimestre mais quente do ano.

A partir dos resultados do balanço hídrico climatológico e da relação da evapotranspiração e precipitação observam-se os evapopluviogramas (Figuras 2, 3 e 4), utilizado para a efetivação do zoneamento agroclimático para as culturas nos municípios em estudo.

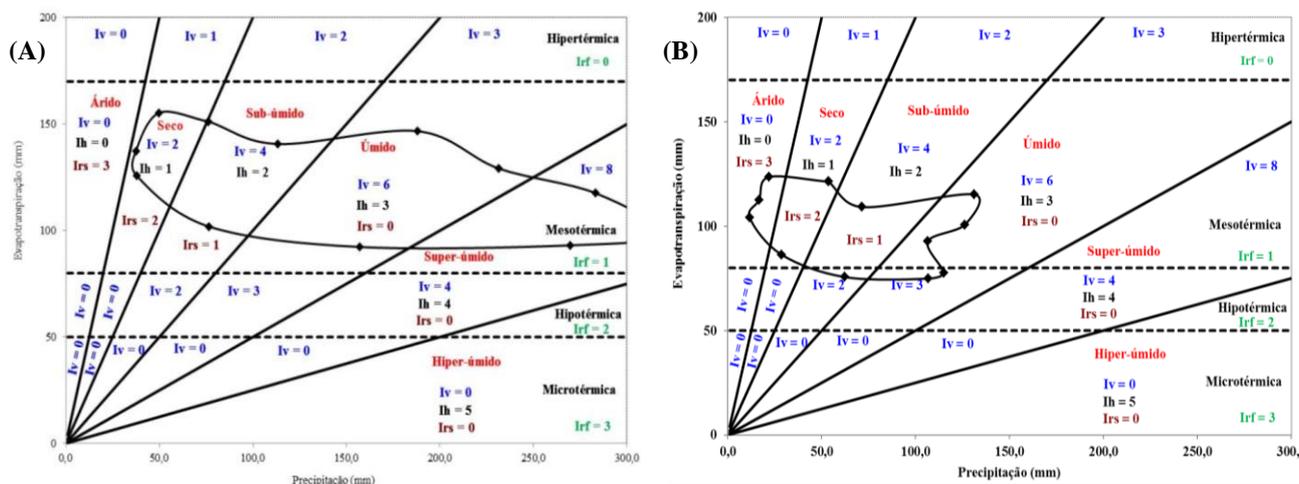


Figura 2. Distribuição dos setores hídricos e faixas térmicas do evapluviograma para os municípios de Alhandra-PB (A) e Araruna-PB (B). Campina Grande-PB, 2015.

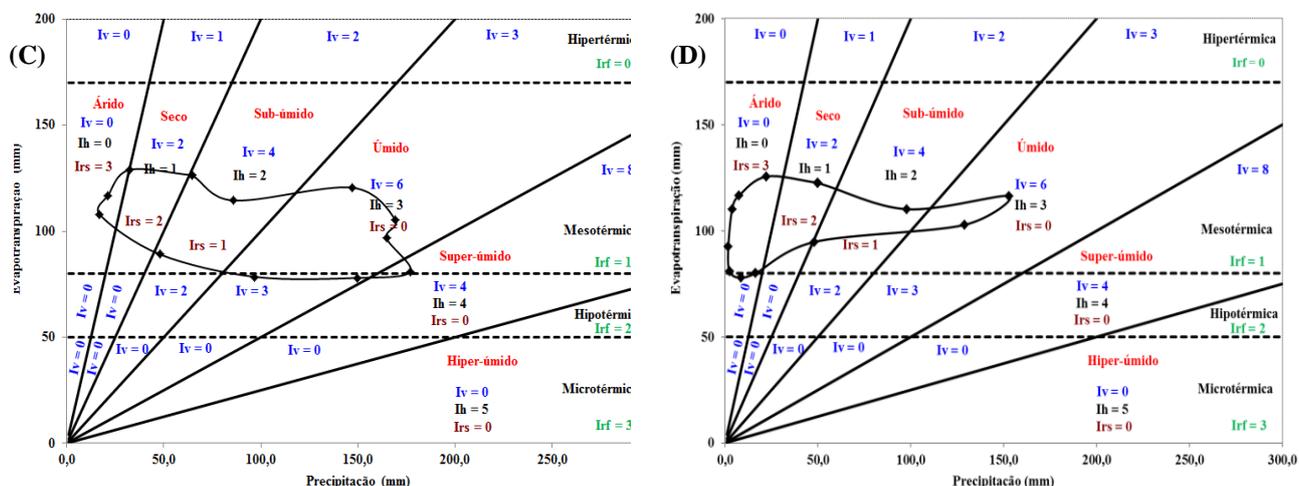


Figura 3. Distribuição dos setores hídricos e faixas térmicas do evapluviograma para os municípios de Bananeiras-PB (C) e Santa Luzia-PB (D). Campina Grande-PB, 2015.

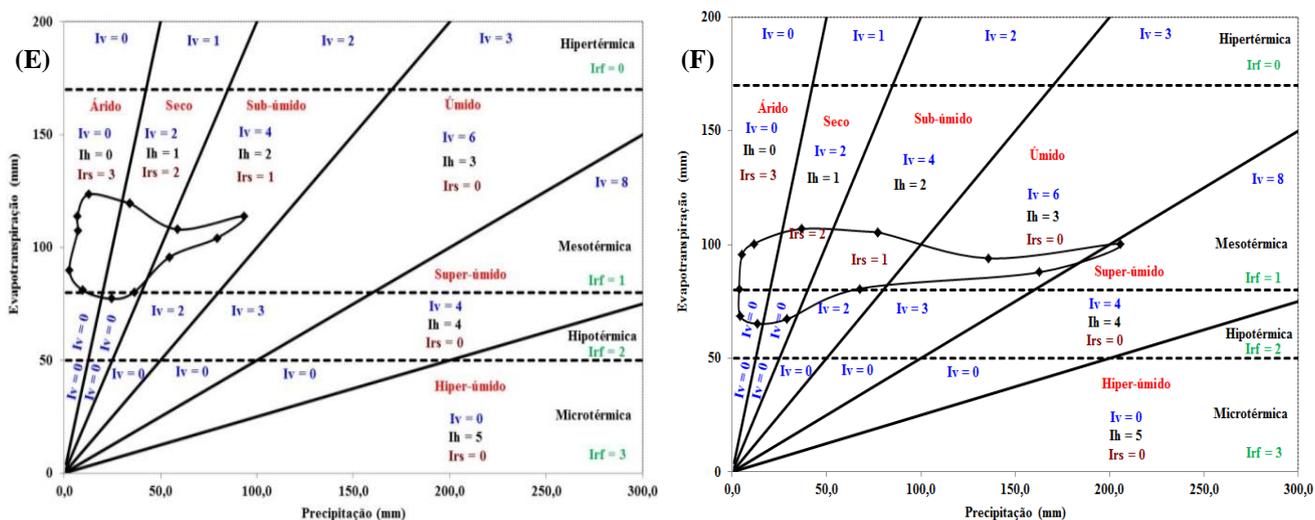


Figura 4. Distribuição dos setores hídricos e faixas térmicas do evapluviograma para os municípios de São João do Cariri-PB (E) e Teixeira-PB (F). Campina Grande-PB, 2015.

Após passarem por fase de cálculos, evapotranspiração e aplicação em tabelas, os resultados dos índices climáticos estão expostos na Tabela 7. Estes índices estão de acordo com vários estudos realizados para o semiárido nordestino, conforme (MEDEIROS et al., 2013; MATOS et al., 2014).

De acordo com os índices climáticos da Tabela 8 aplicados em relação à Tabela 2, observa-se o zoneamento agroclimático de algumas culturas para os municípios estudados, com aptidão plena, moderada, restrita e inaptidão.

Tabela 7. Índices climáticos para os municípios de Alhandra, Araruna, Bananeiras, Santa Luzia, São João do Cariri e Teixeira, estado da Paraíba. Campina Grande-PB, 2015.

Municípios / Índices	Ih	Iv	Irs	Irf	Cv (%)	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Alhandra	18	60	9	12	30,03	25,7	1.174,7	1.488,9	322,1	673,8
Araruna	21	34	15	15	29,66	23,5	851,7	1.193,5	367,3	25,4
Bananeiras	22	52	11	14	29,74	23,7	1.179,1	1.243,7	316,3	245,8
Santa Luzia	11	18	4	0	34,37	23,9	541,0	541,0	689,2	0,0
São João do Cariri	11	20	25	13	29,4	23,7	420,4	1214,5	794,0	0,0
Teixeira	12	30	21	15	29,72	22,1	753,4	1.051,8	421,8	123,8

Tabela 8. Zoneamento Agroclimático das culturas estudadas para os municípios Alhandra, Araruna, Bananeiras, Santa Luzia, São João do Cariri e Teixeira, estado da Paraíba. Campina Grande-PB, 2015.

Municípios	Alhandra	Araruna	Bananeiras	Santa Luzia	S. J. do Cariri	Teixeira
Culturas	Aptidão					
Abacaxi	Plena	Plena	Plena	Plena	Restrita	Plena
Algodão herbáceo	Plena	Plena	Plena	Plena	Moderada	Plena
Banana	Moderada	Restrita	Moderada	Moderada	Inaptidão	Restrita
Caju	Plena	Moderada	Plena	Plena	Restrita	Moderada
Cana-de-açúcar	Moderada	Restrita	Plena	Moderada	Inaptidão	Moderada
Feijão	Plena	Plena	Plena	Plena	Restrita	Moderada
Milho	Plena	Moderada	Plena	Plena	Restrita	Moderada
Mamona	Plena	Plena	Plena	Plena	Plena	Plena
Sisal	Plena	Plena	Plena	Plena	Plena	Plena
Sorgo	Restrita	Plena	Plena	Restrita	Plena	Plena

Em Alhandra o cultivo do abacaxi, algodão herbáceo, caju, feijão, milho, mamona e sisal evidenciaram aptidões plenas. Para o cultivo de banana e cana-de-açúcar contactou-se aptidão moderada. Apenas o cultivo de sorgo fica restrito devido ao excesso hídrico acentuado.

Para Araruna os cultivos do abacaxi, algodão herbáceo, feijão, mamona, sisal e sorgo evidenciaram aptidões plenas. Para o cultivo de caju e milho contactou-se aptidão moderada. O cultivo da banana e cana-de-açúcar fica restrito devido à deficiência hídrica acentuada.

O município de Bananeiras evidenciou aptidão plena para os cultivos do abacaxi, algodão herbáceo, caju, cana-de-açúcar, feijão, milho, mamona, sisal e sorgo. Para o cultivo de banana contactou-se aptidão moderada.

Em Santa Luzia os cultivos do abacaxi, algodão herbáceo, caju, feijão, milho, mamona e sisal evidenciaram aptidões plenas. O cultivo da banana e cana-de-açúcar contactou-se aptidão moderada. Apenas o

cultivo de sorgo fica restrito devido ao excesso hídrico acentuado.

O município de São João do Cariri constatou aptidão plena para os cultivos de mamona, sisal e sorgo. Somente o algodão herbáceo apresenta aptidão moderada. As culturas do abacaxi, caju, feijão e milho ficam restritos. A banana e cana-de-açúcar são inaptas ao cultivo.

Para Teixeira os cultivos do abacaxi, algodão herbáceo, mamona, sisal e sorgo demonstraram aptidões plenas. O cultivo de caju, cana-de-açúcar, feijão e milho constatou-se aptidão moderada. O cultivo da banana fica restrito devido à deficiência hídrica acentuada.

CONCLUSÕES

O cultivo do Abacaxi, algodão herbáceo, caju, feijão, milho, mamona e sisal evidenciaram aptidões plenas para o município de Alhandra. Já para a banana e cana-de-açúcar contactou-se aptidão moderada. O

cultivo de sorgo fica restrito por apresentar um excesso hídrico acentuado, sendo possível o cultivo com adoção de um sistema de drenagem.

Araruna apresentou aptidões plenas para as culturas do abacaxi, algodão herbáceo, feijão, mamona, sisal e sorgo. Para o cultivo de caju e milho contactou-se aptidão moderada. O cultivo de banana e cana-de-açúcar fica restrito devido à deficiência hídrica acentuada.

O município de Bananeiras apresenta pequena ou nenhuma deficiência hídrica anual. Para os cultivos do abacaxi, algodão herbáceo, caju, cana-de-açúcar, feijão, milho, mamona, sisal e sorgo evidenciaram aptidões plenas. Para o cultivo da banana contactou-se aptidão moderada.

Para Santa Luzia o cultivo do abacaxi, algodão herbáceo, caju, feijão, milho, mamona e sisal demonstraram aptidões plenas. Já para a banana e cana-de-açúcar contactou-se aptidão moderada. Apenas a cultura do sorgo fica restrita ao cultivo.

São João do Cariri possui aptidão plena para as culturas da mamona, sisal e sorgo; restrita para o cultivo de abacaxi, caju, feijão e milho; já a banana e cana-de-açúcar são inaptas ao cultivo; apenas o algodão herbáceo apresentou condição moderada.

Para Teixeira desenvolvimento de atividades para os cultivos de abacaxi, algodão herbáceo, mamona, sisal e sorgo evidenciaram aptidões plenas. Para o cultivo de caju, cana-de-açúcar, feijão e milho contactou-se aptidão moderada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAVALCANTI, E. P.; SILVA, V. P. R.; SOUSA, F. A. S. Programa computacional para a estimativa da temperatura do ar para a região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.1, p.140-147, 2006.

CAVALCANTI, E. P.; SILVA, E. D. V. Estimativa da temperatura do ar em função das coordenadas locais. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 8, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBMET, v.1, p.154-157, 1994.

CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Revista Irriga**, v.14, n.1, p.1-11, 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2009. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 12 de março de 2011.

MATOS, R. M.; SILVA, J. A. S.; MEDEIROS, R. M. Aptidão climática para a cultura do feijão caupi do município de Barbalha-CE. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.8, n.6, p.422-431, 2014.

MEDEIROS, R. M. Planilhas do Balanço Hídrico Normal segundo Thornthwaite & Mather (1955). s.n. 2013.

MEDEIROS, R. M.; AZEVEDO, P. V.; SABOYA, L. M. F.; FRANCISCO, P. R. M. Classificação climática e zoneamento agroclimático para o município de Amarante-PI. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.7, n.2, p.170-180, 2013.

ROLIM, G. S. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo. **Revista Bragantina**, v.66, n.4, p.711-720, 2007.

SILVA, V. M. A., MEDEIROS R. M., ARAÚJO, S. M. S. Desertificação e variabilidade pluviométrica em São João do Cariri-PB no período de 1911-2010. In: I Workshop Internacional Sobre Água no Semiárido Brasileiro, 2013, Campina Grande-PB. I Workshop Internacional Sobre Água no Semiárido Brasileiro. **Anais...**Campina Grande-PB: REALIZE, 2013.

SLEIMAN, J.; SILVA, M. E. S. A Climatologia de Precipitação e a Ocorrência de Veranicos na Porção Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. SIMPGEO/SP, Rio Claro, 2008.

THORNTHWAITE, C. W. An approach towards a rational classification of climate. **Geographical Review**, v.38, p.55-94, 1948.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. Publication in Climatology N° 8, Laboratory of Climatology, Centerton, N. J., 1955.

UNESCO. Mexico City Declaration on Cultural Policies World Conference on Cultural Policies Mexico City, 26 July - 6 August, 1982.