

## MILHO E SORGO E SUAS POTENCIALIDADES NAS APTIDÕES CLIMÁTICAS PARA O ESTADO DA PARAÍBA, BRASIL

## MAÍZ Y SORGO Y SUS POTENCIALIDADES EN HABILIDADES CLIMÁTICAS PARA EL ESTADO DE PARAIBA, BRASIL

**RAIMUNDO MAINAR DE MEDEIROS**

Pós-Doutor pela Universidade Federal Rural de Pernambuco / UFRPE

mainarmedeiros@gmail.com

**Resumo:** O objetivo do estudo é avaliar a aptidão agroclimática dos cultivos milhos e sorgos que permita visualizar ou identificar o seu potencial produtivo no estado da Paraíba. Utilizaram-se dos valores da temperatura média do ar das estações meteorológicas dos estados pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia e as complementação dos dados foram estimados pelo software Estima\_T. Os dados pluviométricos foram adquiridos da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba compreendido entre 1962-2019 para as séries pluviais e de temperatura. Para as classificações das aptidões do sorgo e milho utilizou-se do período chuvoso normal das distribuições pluviais sem levar em considerações os sistemas de irrigações, ou seja, para o plantio sequeiro. A aptidão plena da cultivar milho esta localizada no setor litoral e agreste. Na região Cariri/Curimatau e parte da região do sertão tem-se aptidão restrita por deficiências hídricas. A aptidão moderada ocorreu na parte do cariri/curimatau e alto sertão. A aptidão climática para a cultura do sorgo plena sem restrições localiza-se na região litorânea e área isolada no Cariri/Curimatau. A aptidão plena com período chuvoso prolongado situa-se no agreste e em área isolado do alto sertão.

**Palavras-chaves:** Flutuações pluviais e térmicas. Excedentes e deficiências hídricas. Análises de elementos climáticos.

**Resumen:** El objetivo del estudio es evaluar la idoneidad agroclimática de los cultivos de maíz y sorgo que permite visualizar o identificar su potencial productivo en el estado de Paraíba. Se utilizaron los valores de la temperatura promedio del aire de las estaciones meteorológicas de los estados que pertenecen al Instituto Nacional de Meteorología y el software Estima\_T estimó la complementación de los datos. Los datos pluviométricos fueron adquiridos de la Agencia Ejecutiva de Gestión del Agua del Estado de Paraíba entre 1962-2019 para las series de lluvia y temperatura. Para la clasificación de las aptitudes de sorgo y maíz, se usó la estación lluviosa normal de las distribuciones de lluvia sin tener en cuenta los sistemas de riego, es decir, para la siembra de secano. La idoneidad total del cultivo de maíz se encuentra en el sector costero y accidentado. En la región de Cariri/Curimatau y parte de la región de sertão, la condición física está restringida debido a deficiencias de agua. La condición física moderada ocurrió en la parte del cariri/curimatau y el alto interior. La idoneidad climática para el cultivo total de sorgo sin restricciones se encuentra en la región costera y el área aislada en Cariri/Curimatau. La plena forma física con la prolongada temporada de lluvias se encuentra en la zona salvaje y aislada del alto interior.

**Palabras clave:** Lluvia y fluctuaciones térmicas. Excedentes y deficiencias de agua. Análisis de elementos climáticos.

## **Introdução**

O cultivo do milho é realizado em todas as regiões do Brasil. Sua produção ocorre em diferentes épocas, ocasionadas pelas condições climáticas das regiões. O cultivo de verão, também denominado primeira safra, é o semeio concentrado nas estações primavera/verão e predomina na maioria das regiões produtoras, exceto nas regiões Norte e Nordeste, onde as maiores distribuições pluviométricas ocorrem a partir do mês de janeiro, o período de semeadura é denominado segunda safra. O cultivo do milho semeado na região Centro-Sul do Brasil, realizado após a colheita da soja, com semeio concentrado nas estações verão/outono, convencionalmente é denominado de safrinha. A Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), para padronização das estatísticas, realiza seus estudos considerando segunda safra todo o cultivo do milho realizado após o mês de janeiro. O sistema e o fluxo de produção em diferentes meses do ano trazem maior complexidade no entendimento do equilíbrio de oferta e demanda.

O milho é uma cultura agrícola tradicionalmente cultivada na região semiárida brasileira, é uma das culturas mais afetadas pelas oscilações pluviométricas espaciais e temporais. A produção de grãos é drasticamente afetada por períodos de veranicos curtos, ocasionados nas fases críticas do estágio de desenvolvimento, pendramento e enchimento dos grãos (EMBRAPA, 2012). Segundo ainda a EMBRAPA, (2012) conhecer os períodos de escassez hídrica consecutivos é fundamental na demarcação das áreas com aptidão climática para a cultura em estudo. Ainda, em uma propriedade rural, o milho tem diversas aplicações, podendo estar também incluído na alimentação humana, animal na forma de grãos ou como forragem, ou na geração de receita resultante da comercialização do excedente de produção.

Entre os fatores que vem afetando a produtividade de milho, destacam-se o clima, manejo de nutrientes do solo, fertilidade do solo, práticas culturais, potencial genético dos materiais e manejo de pragas e doenças (AMADO et al., 2002; FANCELLI et al., 2003).

Pertencente ao grupo de plantas  $C_4$ , o milho e o sorgo suporta elevadas incidências de radiação solar, respondendo com altas taxas fotossintéticas, minimizando

a abertura dos estômatos e consequente perda d'água. Portanto, o aumento da intensidade luminosa implica em maior produtividade, sempre que as demais condições climáticas sejam favoráveis. (EMBRAPA, 2012).

O sorgo é uma planta de origem tropical, de dias curtos e com altas taxas fotossintéticas, exigindo, um clima quente para poder expressar seu potencial produtivo, (MAPA, 2014). Nas semeaduras tardias e nos cultivos após uma safra de verão a produtividade do sorgo é grandemente afetada pelo regime das chuvas, limitações de radiação solar e sobre as influências das temperaturas baixas durante o final do ciclo (MAPA, 2014). A cultura, com características xerófilas, é considerada tolerante a períodos secos, notadamente em regiões do Nordeste do Brasil (TABOSA et al., 2002).

O cultivo do sorgo exige de 300 a 400 mm de precipitação, distribuídos regularmente durante o seu ciclo de crescimento e desenvolvimento visando uma produtividade satisfatória. A cultura tolera ocorrências de deficiência hídrica, inclusive pequenos veranicos, sendo considerada resistente à seca. As fases fenológicas críticas da cultura correspondem ao estágio de plântula e no florescimento, sendo importante nessas épocas um apropriado nível de fornecimento d'água para boa produção (TABOSA et al., 2002; EMBRAPA, 2012).

Ao praticar a agricultura de precisão, é possível adaptar o uso à áreas que têm potencial para atingir altas lucratividades. A utilização dessa técnica objetiva identificar, analisar, gerenciar e monitorar a variabilidade espacial e temporal dos elementos determinantes das produtividades das cultivares, visando o seu aumento e sua rentabilidade e buscar reduzir os impactos ambientais (DUFFERA et al., 2007; SINGH et al., 2011; VALENTE et al., 2012).

O trabalho tem por objetivo avaliar a aptidão agroclimática dos cultivos dos milhos e sorgos e identificar o seu potencial produtivo para as respectivas culturas no Estado da Paraíba.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O Estado da Paraíba posiciona-se entre os paralelos  $6^{\circ}02'12''$  e  $8^{\circ}19'18''$  S, e os meridianos de  $34^{\circ}45'54''$  e  $38^{\circ}45'45''$  W.

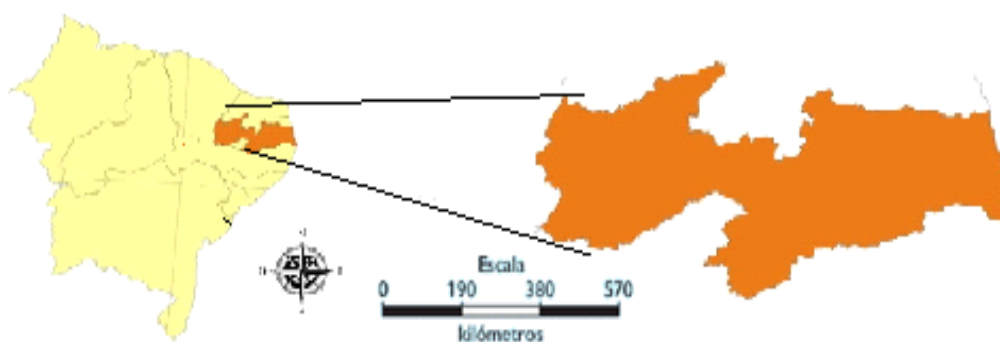


Figura 1. Posicionamento do Estado da Paraíba dentro da região Nordeste do Brasil  
Fonte: Medeiros (2020).

De acordo com a classificação de Köppen (1928, 1931) no estado da Paraíba predominam o clima “Aw”, (Tropical com estação seca no inverno). O tipo de clima “Am” (Clima tropical úmido ou subúmido). O tipo climático “As” dominam em sua maioria a região do Litoral, Brejo, Agreste e pequena faixa da região do Sertão e em toda área do Alto Sertão. O tipo climático “Bsh” é predominante da área do Cariri/Curimataú e boa parte da área do Sertão. Os estudos de Alvares et al. (2014) e Medeiros et al. (2018) corroboram o com os resultados apresentados neste estudo.

Os sistemas meteorológicos provocadores e/ou inibidores de chuvas para o estado da Paraíba que contribuem com índices pluviais de moderados a fraco são os vestígios de Sistemas Frontais no setor sul do estado em menor frequência, às contribuições das Zonas de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), além das formações dos aglomerados convectivos e a contribuição da Alta da Bolívia. A Zona da Convergência Intertropical (ZCIT), perturbação associada à expansão para o hemisfério sul do equador térmico (zona de ascensão dos alísios por convecção térmica) provocam chuvas de moderada a forte em quase toda a área norte do Estado, seguidamente das

contribuições das formações dos Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN) os Distúrbios Ondulatórios de Leste e a Brisas Marítimas e Terrestres, sendo estes últimos originados no Oceano Atlântico; as Ondas de Leste são comuns no outono/inverno, auxiliadas pelos ventos alísios de sudeste. (MEDEIROS, 2016).

Utilizaram-se dos valores da temperatura média do ar das estações meteorológicas dos estados pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2020) e sua complementação foram estimados pelo software Estima\_T (CAVALCANTI et al., 1994; CAVALCANTI et al., 2006). O Estima\_T é um software para fazer estimativas de temperaturas do ar na Região Nordeste do Brasil dada por:

$$T = C_0 + C_1\lambda + C_2\varnothing + C_3h + C_4\lambda^2 + C_5\varnothing^2 + C_6h^2 + C_7\lambda\varnothing + C_8\lambda h + C_9\varnothing h$$

Onde

$C_0, C_1, \dots, C_9$  são as constantes;

$\lambda, \lambda^2, \lambda \varnothing, \lambda h$  longitude;

$\varnothing, \varnothing^2, \lambda \varnothing$  latitude;

$h, h^2, \lambda h, \varnothing h$  altura.

Foi estimada a série temporal de temperatura, adicionando a esta à anomalia de temperatura do Oceano Atlântico Tropical (SILVA et al., 2006).

$$T_{ij} = T_i + AAT_{ij} \quad i = 1,2,3,\dots,12 \quad j = 1950, 1951, 1952,\dots,2019$$

Em que:

$i = 1,2,3,\dots,12$

$j = 1950, 1951, 1952, 1953,\dots,2019$ .

Os dados pluviométricos foram adquiridos da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE, 1990) e da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAs, 2020), utilizou-se de cálculos estatisticamente para definir, média, desvio padrão, coeficiente de variância, máximos e mínimos valores absolutos ocorridos, definiu-se a quadra chuvosa e seca. Após as aplicações estatísticas geraram-se os gráficos do balanço hídrico e do evapopluviograma.

Realizaram-se preenchimentos de falhas, homogeneização e consistência nos referidos dados para pode-se trabalhar e fornecer informações confiáveis ao público em geral. Os dados falhos foram preenchidos com os dados de três postos vizinhos, localizados o mais próximo possível, pelo método da distância ao quadrado onde se aplicou a seguinte forma:

$$P_x = \frac{1}{3} \left( \frac{N_x}{N_a} P_a + \frac{N_x}{N_b} P_b + \frac{N_x}{N_c} P_c \right)$$

Em que:  $P_x$  é o valor de chuva que se deseja determinar;  $N_x$  é a precipitação diária do posto  $x$ ;  $N_a$ ,  $N_b$  e  $N_c$  são, respectivamente, as precipitações diárias observadas dos postos vizinhos A, B e C;  $P_a$ ,  $P_b$  e  $P_c$  são, respectivamente, as precipitações observadas no instante que o posto  $x$  falhou.

Na obtenção do computo do balanço hídrico (BH) utilizou-se do método proposto por Thornthwaite e Mather (1948, 1955), com preparação de planilhas eletrônicas concretizadas por (MEDEIROS, 2016) o qual contabiliza a água do solo, onde a precipitação representa o ganho e a evapotranspiração a perda de umidade do solo, podendo-se estimar os valores dos excedentes hídricos e deficiência hídrica, utilizando de uma capacidade de armazenamento d'água no solo (CAD) de 100 mm.

Na avaliação de aptidão climática da cultura do milho, que tem um ciclo vegetativo curto, utilizaram-se dos critérios metodológicos adaptada da (EMBRAPA, 2012) e empregada por (SILVA et al., 2012), onde elaborou-se o evapopluviograma para a localidade estudada e considerando as exigências da cultura, separadamente em cada mês do seu ciclo vegetativo, expressas em termos de um ou mais dos seguintes parâmetros mensais: a)  $P_m/EP_m$  - Relação entre a precipitação e a evapotranspiração no mês  $m$ ; b)  $EXC_m$  - Estimativa do excedente hídrico no mês  $m$ ; c)  $DEF_m$  - Estimativa da deficiência hídrica no mês  $m$ .

A utilização dos critérios para caracterizar a aptidão climática do milho foi realizada pelo computo BH mensal (VAREJÃO-SILVA et al., 1984). A preparação do evapopluviograma, o qual se refere a um climograma adaptado do BH, para fins de



estudo das condições climáticas adequadas à cultura, pelo sistema de coordenadas ortogonais (quadro 1).

Quadro 1. Síntese da aptidão e exigências climáticas das culturas.

Milho	Plena	→ $40 < I_v < 60$ , DEF > 0 e $T > 19\text{ °C}$	Condições hídricas e térmicas satisfatórias para o desenvolvimento da cultura.
	Moderada	→ $30 < I_v < 40$ , DEF < 0 e EXC < 500mm	Pequena insuficiência hídrica no período vegetativo, com umidade excessiva na maturação. Aptidão plena para variedades precoces.
	Restrita	→ $I_v < 20$	Deficiência hídrica severa para o desenvolvimento da cultura, ou insuficiência térmica.
	Inaptidão	→ $I_h > -10$ , DEF > 100mm e EXC < 500 mm	Deficiência hídrica muito severa, tornando inviável o cultivo do milho.

Fonte: Ometto (1981).

O diagrama está dividido em seis setores hídricos, nos quais os valores pluviiais 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 doze pontos do evapopluiograma determinaram-se os índices de vegetação ( $I_v$ ), repouso por seca ( $I_{rs}$ ), repouso por frio ( $I_{rf}$ ), obtidos pelas seguintes equações descritas por (MEDEIROS et al., 2014; MATOS et al., (2015).

$$I_v = N^{\circ} P \cdot V$$

$$I_{rs} = N^{\circ} P \cdot V$$

$$I_{rf} = N^{\circ} P \cdot V$$

Em que:  $N^{\circ} P$  – número de pontos do evapopluiograma dentro de cada setor hídrico e faixa térmica;  $V$  – valor dos  $I_v$ ,  $I_{rs}$  e  $I_{rf}$ , dentro de cada setor hídrico e faixa térmica.

Os valores dos índices climáticos foram analisados em função da classificação e da aptidão climática proposta por (OMETTO, 1981). Os valores dos índices climáticos foram aplicados a Tabela 1 para determinação da aptidão climática da região, classificando as culturas em aptidão plena, aptidão moderada, restrita e inaptidão.

Para a avaliação de aptidão climática das culturas do sorgo, utilizaram-se dos critérios conforme a metodologia adaptada de (OMETTO, 1981) e da Empresa Brasileira de Pesquisa Agrícola (EMBRAPA, 2012), em que foram realizadas simulações de balanço hídrico que permitiu uma visão da influência da deficiência e do excesso hídrico do plantio à colheita, mediante aos parâmetros adotados (Quadro 2).

Quadro 2. Critérios utilizados na avaliação de aptidão climática da cultura do sorgo.

Aptidão climática	EXC (mm)	DEF (mm)	PREC/ETP (mm)	PREC (mm)
C <sub>3</sub> - Moderada por excesso hídrico	300			600
C <sub>2</sub> - Plena com período chuvoso prolongado	$200 < EXC_j \leq 300$		PREC <sub>4</sub> /ETP <sub>4</sub> 1	$500 < PREC \leq 600$
C <sub>1</sub> - Plena sem restrição	$0 < EXC_j \leq 200$	DEF <sub>j</sub> < 10	PREC <sub>4</sub> /ETP <sub>4</sub> < 1	$400 < PREC \leq 500$
C <sub>4</sub> - Moderada por deficiência hídrica		DEF <sub>j</sub> < 20	PREC <sub>4</sub> /ETP <sub>4</sub> < 1	$280 < PREC \leq 400$
C <sub>5</sub> - Inapta por deficiência hídrica acentuada		DEF <sub>j</sub> ≥ 20		< 280

Legenda: EXC = Excedente hídrico; DEF = Deficiência hídrica; PREC/ETP = Precipitação/Evapotranspiração; Prec = Precipitação.  
Fonte: Adaptado de EMBRAPA (2012).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na figura 2 têm-se as oscilações da temperatura média do ar anual que flui entre 21,5 °C a 26 °C. As menores oscilações registraram-se na circunvizinhança do Estado



de Pernambuco e na região central do Estado da Paraíba, e As menores oscilações em torno do município de Areia. Nos setores leste e noroeste destacam-se índices elevados, estes aumentos são ocasionados pelos fatores meteorológicos atuantes na atmosfera: alta intensidade dos raios solares, baixas coberturas de nuvens, oscilações irregulares da umidade do ar e da pressão. Estudos de (MEDEIROS et al., 2014; MEDEIROS et al., 2012) corroboram com os valores térmicos para a variação da temperatura no estado da Paraíba.

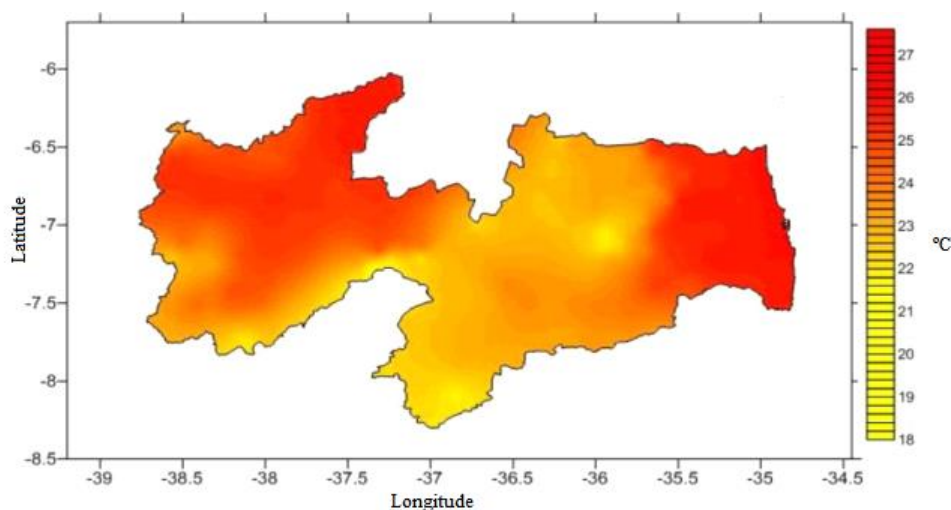


Figura 2. Distribuição da temperatura média anual do ar para o Estado da Paraíba.  
Fonte: Medeiros (2020).

Em relação à distribuição pluvial anual (figura 3) observa-se a alta variabilidade no setor central do Estado, região do Cariri/Curimataú, onde se registram os menores índices pluviais em torno de 300 mm a 500 mm, no Sertão e Alto Sertão em torno de 700 mm a 900 mm. Nas regiões do Brejo e Agreste a precipitação flui entre 700 mm a 1.200 mm, no Litoral oscila entre 1.200 mm a 1.600 mm. Os menores índices pluviais ocorrem na área oeste e na região central, e as maiores oscilações ocorrem no setor litorâneo. A delimitação do trimestre úmido assemelha-se aos regimes analisados por (STRANG, 1972; MARENGO et al., 2011; NOBRE et al. 1988).

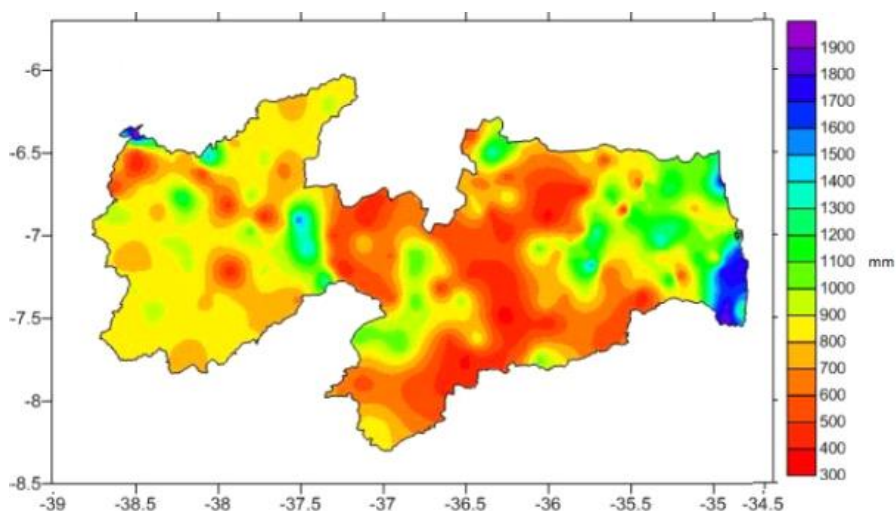


Figura 3. Isoeitas médias anuais (mm) para o Estado da Paraíba.  
Fonte: Medeiros (2020).

No quadro 3 observam-se as variabilidades dos elementos meteorológicos correspondentes aos cálculos do balanço hídrico (BH): Temperatura média do ar, Precipitação, Evapotranspiração, Evaporação, Excedente e Deficiências hídricas mensais. O resultado do BH apresenta temperatura média anual de 24,2 °C e suas oscilações de 22,3 °C no mês de julho a 25,6 °C nos meses de dezembro e janeiro. Precipitação anual de 1174,7 mm oscilando entre 11,3 mm no mês de outubro a 151,5 mm em março. Evapotranspirou 7,65% acima dos índices pluviométricos e evaporou 38,77% abaixo do mesmo índice. Registrou-se excedentes hídricos de 425,5 mm compreendidos entre os meses de junho a fevereiro, não ocorrendo deficiências hídricas, Estas variabilidades estão de acordo com o IPCC (2014; 2013; 2007) e os estudos de Marengo et al. (2011; 2008; 2007) e Medeiros (2018).

Destaca-se que no gráfico do BH estão os valores anuais dos elementos visando uma melhor compreensão e/ou entendimento. Na figura 4 têm-se a representação gráfica do BH, entre os meses de julho a fevereiro registraram-se deficiências hídricas; nos meses de março a junho registrou-se reposição d'água no solo; a retirada d'água do solo efetuou-se entre os meses de julho a dezembro, não foram registrados excedentes hídricos.

Quadro 3. Temperatura média do ar, Precipitação, Evapotranspiração, Evaporação, Excedente e Deficiência hídrica mensal para o balanço hídrico do Estado da Paraíba.

Meses	TEMP	PREC	ETP	EVR	EXC	DEF
Jan	25,6	70,9	127,0	71,4	55,7	0,0
Fev	25,4	99,3	114,9	99,4	15,5	0,0
Mar	25,1	151,5	121,1	121,1	0,0	0,0
Abr	24,5	148,2	107,0	107,0	0,0	0,0
Mai	23,7	101,7	98,3	98,3	0,0	0,0
Jun	22,7	89,7	82,8	82,8	0,0	0,0
Jul	22,3	72,0	80,2	78,5	1,7	0,0
Ago	22,4	38,8	82,8	65,9	17,0	0,0
Set	23,6	19,9	94,4	45,6	48,8	0,0
Out	24,6	11,3	113,0	26,2	86,8	0,0
Nov	25,2	14,1	120,1	19,6	100,5	0,0
Dez	25,6	29,1	130,4	30,9	99,5	0,0
Anual	24,2	1174,7	1272,0	846,5	425,5	0,0

Legenda: TEMP = Temperatura média do ar (°C); PREC = Precipitação; ETP = Evapotranspiração; EVR = Evaporação; EXC = Excedente hídrico e DEF = Deficiência hídrica.

Fonte: Medeiros (2020).

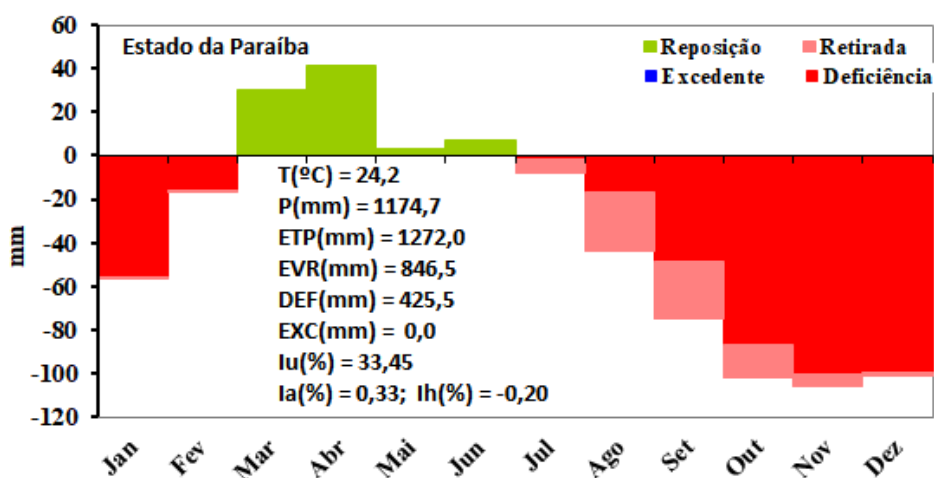


Figura 4. Representação gráfica do balanço hídrico climatológico para o Estado da Paraíba.  
Fonte: Medeiros (2020).

O evapopluviograma é um climograma ajustado pelo BH, para fins de estudo das espécies climática adaptada a cultivares a qual se deseja sua aplicação, utilizando-se os sistemas de coordenadas ortogonais. O diagrama está dividido em seis setores hídricos, nos quais os valores pluviais 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. (Figura 5). A Figura 5 trata-se do evapopluviograma que determinam as áreas climáticas, os índices  $I_{rs}=3$ ;  $I_{rs}=2$ , e  $I_{rs}=1$ ;  $I_v = 0$ ;  $I_v = 1$ ;  $I_v = 2$ ;  $I_v = 3$  entre os outros índices que aparecem no evapopluviograma são as constantes que auxiliam os outros elemento deste diagrama.

A distribuição dos setores hídricos e faixas térmicas do evapopluviograma para o Estado da Paraíba teve o seguinte comportamento para o período estudado. O clima árido predomina em um mês, registra-se o clima seco em um mês. O clima subúmido em três meses, clima úmido com quatro meses. O leitor tem que ficar atento para realizar o computo levando em considerado o numero de meses que aparece em cada divisão do tipo de clima.

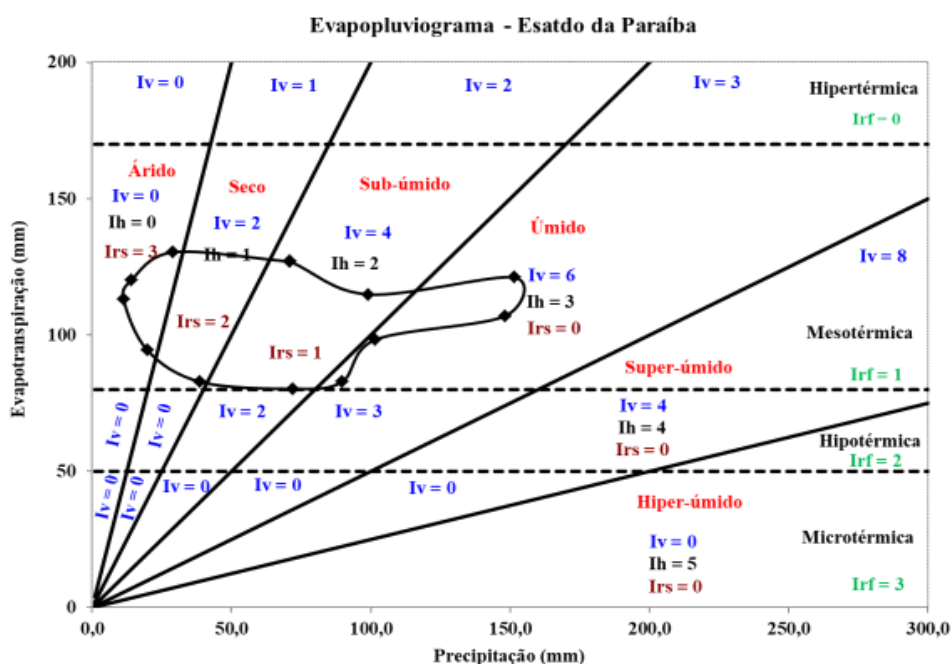


Figura 5. Distribuição dos setores hídricos e faixas térmicas do evapopluviograma para o Estado da Paraíba (b).

Fonte: Medeiros (2020).

As variabilidades dos índices e parâmetros climáticos para o Estado da Paraíba estão demonstradas na Tabela 4. Estes índices e parâmetros foram gerados do computo do BH e do evapopluviograma. Os significados dos símbolos estão disponibilizados na legenda do quadro 4. Estudo como o do (MEDEIROS et al., 2013) demonstram semelhanças de índices com vários estudos realizados para o semiárido nordestino.

Quadro 4. Índices e parâmetros climáticos para o Estado da Paraíba.

Índice Climático	I <sub>h</sub>	I <sub>v</sub>	I <sub>rs</sub>	I <sub>rf</sub>	C <sub>v</sub>	T	P	ETp	DEF	EXC
					(%)	(°C)	(mm)			
	18	36	17	6	14,4	24,2	1174,7	1272,0	425,5	0,0

Legenda: I<sub>h</sub> = Índice hídrico do Evapluviograma; I<sub>v</sub> = índices de vegetação; I<sub>rs</sub> = repouso por seca; I<sub>rf</sub> = repouso por frio (I<sub>rf</sub>); C<sub>v</sub> = Concentração da evapotranspiração na estação quente; T = Temperatura do ar média; P = Precipitação média; ETp = Evapotranspiração potencial; EVR = Evaporação real; DEF = Deficiência hídrica e EXC = Excedente hídrico.

Fonte: Medeiros (2020).

Alves et al. (2014) mostraram que a distribuição da evapotranspiração e a precipitação no climograma, geram as quatro faixas térmicas e os seis setores hídricos, sendo ferramenta decisiva na caracterização do clima de determinada região para exploração de cultivares própria a região.

Na figura 6 observa-se que em praticamente todo o Estado da Paraíba apenas a faixa litorânea e pontos isolados do Brejo apresenta os maiores excedentes e o menor excedente hídrico localiza-se na região central, Sertão, Cariri e Curimataú. De acordo com a Figura 6 têm-se as aptidões climáticas para o plantio do Sorgo bem definidas sendo as classes Moderada por excesso hídrico; Plena com período chuvoso prolongado; plena sem restrições.

Na figura 7 observa-se a distribuição do índice de vegetação no estado da Paraíba e sua aptidão climática para a cultura do milho. A área restrita a cultura do milho pelos índices de vegetação está representada na cor vermelha, a de aptidão moderada representada pela cor verde e a área de plena aptidão da cultivar do milho pela cor azul.

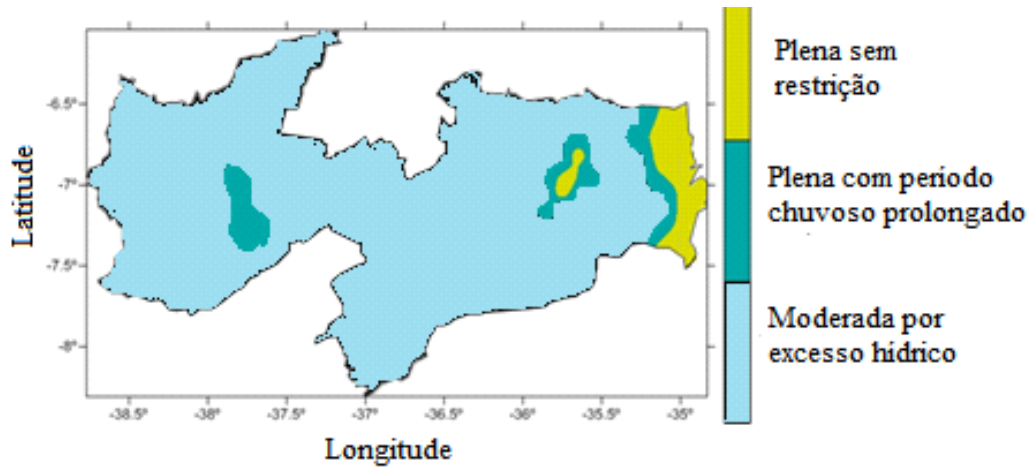


Figura 6. Distribuição do excedente hídrico no estado da Paraíba e sua aptidão climática para a cultura do sorgo.

Fonte: Medeiros (2020).

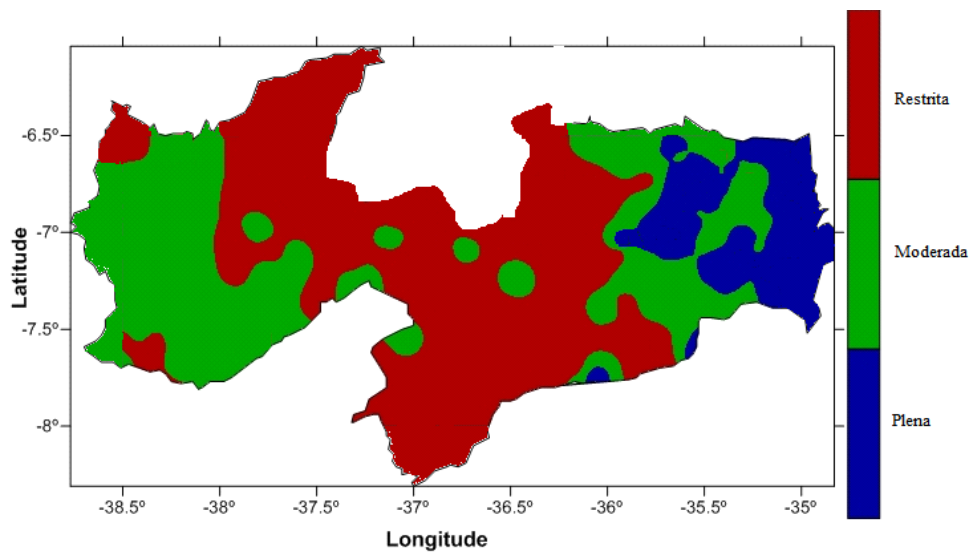


Figura 7. Distribuição do índice de vegetação no estado da Paraíba e sua aptidão climática para a cultura do milho.

Fonte: Medeiros (2020).

Estudo como o de Medeiros et al, (2018); Medeiros et al, (2017) vem a corroborar com os resultados aqui discutidos.



## **CONCLUSÕES**

As classificações das aptidões do sorgo e milho foram trabalhadas utilizando o período chuvoso normal das distribuições pluviométricas sem levar em consideração os sistemas de irrigação, ou seja, para o plantio de cerqueiro.

A aptidão plena para a cultura do milho está localizada no setor litorâneo e agreste. Na região Cariri/Curimataú e parte da região do sertão tem-se aptidão restrita por deficiências hídricas. A aptidão moderada ocorreu na parte do Cariri/Curimataú e alto sertão.

A aptidão climática para a cultura do sorgo plena sem restrições localiza-se na região litorânea e área isolada no Cariri/Curimataú. A aptidão plena com período chuvoso prolongado situa-se no agreste e em área isolada do alto sertão. A aptidão moderada com excesso hídrico está representada pela cor preta.

## **REFERÊNCIAS**

AESA. Agência executiva de água e clima do Estado da Paraíba. 2020.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift** 22, 711–728. 2014.

ALVES, W. S. As interações espaciais e o clima urbano de Iporá - GO. 2014. 122 p. **Dissertação (Mestrado em Geografia) UFG/CAJ**, Jataí-GO. 2014.

AMADO, T. J. C. et al. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 241- 248, 2002.

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

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

DUFFERA, M.; WHITE, J. G.; WEISZ, R. Spatial variability of Southeastern U.S. Coastal Plain soil physical properties: Implications for site-specific management. **Geoderma**, v. 137, n. 3-4, p. 327-339, 2007.

EMBRAPA. Aptidão climática do Estado de Alagoas para culturas agrícolas. **Relatório Técnico**. Convênios SEAGRI-AL/Embrapa Solos n.10200.04/0126-6 e 10200.09/0134-5. Recife: Embrapa Solos, 86p. 2012.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Milho: estratégias de manejo para alta produtividade. **Piracicaba: ESALQ/USP/LPV**, 2003.

INMET. Normais climatológicas Instituto Nacional de Meteorologia. Brasília – DF. 2020.

INMET - INSTITUO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmp>>. Acesso em: 2020.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Working Group II Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on **Climate Change**. Disponível: GS. 2014.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. Summary for Policymakers. In: **Climate Change** 2013.

IPCC. Summary for Policymakers, in Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. **edited by M.** 2007.

KÖPPEN, W. Grundriss der Klimakunde: Outline of climate science. Berlin: **Walter de Gruyter**, P.388. 1931.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. Klimate der Erde. Gotha: Verlag Justus Perthes. **Wall-map 150 x 200cm**. 1928.

MARENGO, J. A.; ALVES, L. M.; BESERRA, E. A.; LACERDA, F. F. **Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas**. ISBN 978-85-64265-01-1. INSA. Pag. 303 – 422. Campina Grande - PB. 2011.

MARENGO, J. A.; CAMARGO, C. C. Surface air temperature trends in Southern Brazil for 1960 - 2002. **International Journal of Climatology**. v.28, p.893-904. 2008.

MARENGO, J.A.; CAMARGO, C G. Trends in Extreme air temperatures in Southern Brazil, **Internat ional Journal Climatology**, v.28, p. 893-904. 2007.

MAPA. 2014. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Sistema Integrado de Legislação. **BINAGRI SISLEGIS**. Portaria 233/2014 de 24/11/2014. Disponível em:

<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=304999056>. Acesso em: 2020.

MATOS, R. M.; MEDEIROS, R. M.; SILVA, P. F.; SANTOS, D. Caracterização e aptidão climática de culturas para o município de Alhandra - PB, Brasil. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada** v.9, nº.3, p. 183 - 192, 2015. ISSN 1982-7679 (Online). Fortaleza, CE, INOVAGRI – <http://www.inovagri.org.br> . DOI: 10.7127/rbai.v9n300288.

MEDEIROS, R. M.; NUNUES, J. C.; HOLANDA, R. M.; FRANCA, M. V. Aptidões climáticas: caju, palma forrageira e milho no município de São Bento do Una - PE, Brasil. **Journal of Environmental Analysis and Progress**. v.3, p.310 - 318, 2018.

MEDEIROS, R. M; HOLANDA, R. M; VIANA, M. A, SILVA, V. P. Climate classification in Köppen model for the state of Pernambuco – Brazil. **Revista de Geografia (Recife)** V. 35, No. 3, 2018.

MEDEIROS, R. M. Estudo Agrometeorológico para o Estado da Paraíba. P.199. **Distribuição Avulsa**, 2018.

MEDEIROS, R. M; MATOS, R. M.; SABOYA, L. M. F.; SILVA, P. F. APTIDÃO AGROCLIMÁTICA PARA O CULTIVO DA VIDEIRA (*Vitis vinifera* L.) NO ESTADO DA PARAÍBA. **Revista brasileira de agricultura irrigada**. , v.11, p.1492 - 1499, 2017.

MEDEIROS, R. M. Banco de dados hidrometeorológicos e suas análises para municípios do Nordeste do Brasil. p.225. 2016.

MEDEIROS, R. M. Balanço hídrico em planilhas eletrônicas segundo o método de Thornthwaite (2016).

MEDEIROS, R. M. et al.,. Caracterização e classificação climática da cidade de Campina Grande–PB In: **Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia-CONTECC**, Teresina. Anais....Teresina, 2014.

MEDEIROS, R. M.; SILVA, J. A. S.; SILVA, O.; SILVA, A.; MATOS, R. M.; BALBINO, D. P. Balanço hídrico climatológico e classificação climática para a área

produtora da banana do município de Barbalha, CE. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. v.7, nº. 4, p. 258 - 268, 2013, ISSN 1982-7679 (On-line), Fortaleza, CE, INOVAGRI – <http://www.inovagri.org.br>, DOI: 10.7127/rbai.v7n400018, Protocolo 018.13 – 07/05/2013.

MEDEIROS, R. M., BORGES, C. K., PATRÍCIO, M. C. M. **Contribuição dos elementos meteorológicos ao turismo rural no semiárido paraibano-Cabaceiras**. In: Comunidades, natureza e cultura no turismo. 1.a ed. João. 2012.

NOBRE, C. A.; MOLION, L. C. B. The Climatology of drought and drought prediction. The Impact of Variations on Agriculture, **revista Climanalise**, v.2, p.305 - 323, 1988.  
OMETTO, J. C. Bioclimatologia vegetal. São Paulo: Ceres, 1981.

SILVA, V. P. R; PEREIRA, E. R. R; AZEVEDO, P. V; SOUSA, F. A. S.; SOUSA, I. F. Análise da pluviometria e dias chuvosos na região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.15, n.2, p.131–138, 2012.

SILVA, R. M. A. Entre o combate à seca e a convivência com o semiárido: políticas públicas e transição paradigmática, **Revista Econômica do Nordeste**, v.38, n.3, p.466-485, 2006.

SINGH, P. K.; PARRY, F. A.; PARVEEN, K.; NARAYAN, S.; AMIN, A.; VAIDYA, A. Precision farming and its role in vegetable production. **International Journal of Current Research**, v. 3, n. 4, p. 74-81, 2011.

STRANG, D. M. G. Análise climatológica das normais pluviométricas do Nordeste Brasileiro. **Boletim Técnico** (IAE–M-02/72). São José dos Campos, CTA. 1972.

SUDENE – Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste. **Dados pluviométricos mensais do Nordeste – Paraíba**. Recife, 1990 (Série Pluviometria, 2).

TABOSA, J. N. REIS, O. V.; BRITO, A. R. M. B.; MONTEIRO, M. C. D.; SIMPLÍCIO, J. B.; OLIVEIRA, J. A. C.; SILVA, F. G.; NETO, A. D. A.; DIAS, F. M.; LIRA, M. A.; FILHO, J. J. T.; NASCIMENTO, M. M. A.; LIMA, L. E.; CARVALHO, H. W. L.; OLIVEIRA, L. R. Comportamento de cultivares de sorgo forrageiro em diferentes ambientes agroecológicos dos Estados de Pernambuco e Alagoas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo** 1, 47-58. 2002.

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

THORTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. The water balance. Publications in Climatology. New Jersey: **Drexel Institute of Technology**; 1955, 104p.



**Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 13, n. 2, dez. 2020. ISSN 1981-4089**

VALENTE, D. S. M.; QUEIROZ, D. M.; PINTO, F. A. C.; SANTOS, N. T.; SANTOS, F. L. Definition of management zones in coffee production fields based on apparent soil electrical conductivity. **Scientia Agricola**, v. 69, p. 173-179, 2012.

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e Climatologia**. Versão Digital, Recife, 1984. 516 p.