



Aptidão agroclimática de culturas anuais e perenes no município de Recife-PE, Brasil

Jaqueline Fernandes de Medeiros Duarte ^{1*}, Raimundo Mainar de Medeiros ¹ e Hudson Ellen Alencar Menezes ¹

¹ Universidade Federal de Campina Grande, Departamento de Meteorologia, Campina Grande, PB, Brasil

* Autor Correspondente: dhelly@gmail.com

Recebido: 28/02/2020; Aceito: 22/04/2020

Resumo: A aptidão de determinada região é definida com base na associação da precipitação, temperatura e altitude local, sendo de grande relevância sob o aspecto social inerente as culturas. Objetiva-se caracterizar o clima e realizar a aptidão agroclimática para as culturas abacaxi, algodão herbáceo, banana, cana-de-açúcar, feijão, milho, mandioca, mamona, sisal e sorgo apontando as suas possíveis aptidões de cultivo no município Recife - PE. Utilizou-se de série histórica de precipitação pluvial e temperatura do ar média para a realização do cálculo do balanço hídrico climatológico, classificação climática, construção do evapopluviograma e a aptidão climática das culturas. Recife - PE possui plena aptidão para os cultivos de abacaxi, algodão herbáceo, feijão, mamona, mandioca e sisal. Para as cultivares: caju, milho, cana-de-açúcar e sorgo contataram-se aptidão moderada. O cultivo da banana fica restrito por apresentar acentuado déficit hídrico. O estudo proporciona subsídios aos tomadores de decisão, mediante a disponibilização das informações do balanço hídrico climatológico, e da aptidão das culturas, favorecendo planejamento adequado das atividades agrícolas e consequentemente redução dos riscos das culturas submetida.

Palavras-chave: agrometeorologia; balanço hídrico climatológico; evapotranspiração.

Agroclimatic aptitude of annual and perennial cultures for the municipality of Recife-PE, Brazil

Abstract: The suitability of a given region is defined based on the association of rainfall, temperature and local altitude, being of great relevance in the inherent social aspect of crops. The objective is to characterize the climate and to perform the agroclimatic suitability for pineapple, herbaceous cotton, banana, sugar cane, beans, corn, cassava, castor bean, sisal and sorghum crops, pointing out their possible cultivation skills in Recife - PE. A historical series of rainfall and average air temperature were used to calculate the climatological water balance, climate classification, evapopluiogram construction and climatic suitability of crops. Recife - PE has full aptitude for the cultivation of pineapple, herbaceous cotton, beans, castor, cassava and sisal. For the cultivars: cashew, corn, sugar cane and sorghum, moderate fitness was contacted. Banana cultivation is restricted due to a marked water deficit. The study provides subsidies to decision makers by providing information on climatic water balance and crop suitability, favoring proper planning of agricultural activities and consequently reducing the risks of the submitted crops.

Key-words: agrometeorology; climatological water balance; evapotranspiration.

1. INTRODUÇÃO

O balanço hídrico climatológico (BHC) é utilizado para estimar parâmetros climáticos e, a partir destes, é possível identificar as condições climaticamente favoráveis para a exploração de uma determinada cultura local ou regional (REICHARDT et al., 2004). Segundo Pereira et al. (1997), o BHC fornece avaliações da evapotranspiração real (EVR), deficiência hídrica (DEF), excedente hídrico (EXC) e armazenamento de água no solo (ARM), podendo ser elaborado desde escalas diárias até mensais.

Medeiros et al. (2013) relatam que a região Nordeste estudada possui uma quadra chuvosa correspondente a os meses de janeiro a abril, sendo o mês de março o mais chuvoso, com um total médio mensal de 240,6 mm, enquanto o mês de agosto apresenta o menor índice pluviométrico 2,7 mm. As precipitações ocorridas de junho a novembro são caracterizadas como abaixo da evapotranspiração real, não sendo suficiente para a produção agrícola

de sequeiro e com pouca contribuição para o armazenamento de água no solo, sendo necessário o suprimento de água para os cultivos através da irrigação.

A aptidão climática de determinada região é definida com base na associação da precipitação, temperatura e altitude local conforme afirmação de Toledo et al. (2009), estas informações são de grande relevância sob o aspecto social inerente as culturas, geradora de recursos para a agricultura familiar.

A variabilidade climática regional exerce influência nas diversas atividades socioeconômicas, agropecuária e agronegócio. Estando o clima constituído de um conjunto de elementos integrados, determinante para a vida, o qual adquire relevância, na sua configuração, podendo 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, em conformidade com Sleiman (2008).

Santos et al. (2010) afirmam que para garantir produtividade em quantidade e qualidade das culturas afirmam que é indispensável o uso de sistemas de irrigação em regiões que apresentam deficiência hídrica acentuada, principalmente quando este déficit se estende por quase todos os meses do ano.

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

O zoneamento agroclimatológico constitui-se, numa ferramenta importante 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 (Toledo et al., 2009). Desta forma a investigação do clima local com base nos índices de aridez (Ia), hídrico (Ih) e de umidade (Iu); favorece o estudo do zoneamento agroclimático determinando a aptidão das culturas exploradas, com base no evapoplúviograma e o cálculo dos índices de vegetação (Iv), repouso por seca (Irs), repouso por frio (Irf) e hídrico (Ih).

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 BH normal, demonstrando a capacidade para delimitação das zonas agroclimáticas, conforme Rolim et al. (2007).

As culturas que provavelmente se adaptam às condições climáticas para o município de Recife-PE proporcionarão o seu desenvolvimento agrícola, tornando rentável e socioeconomicamente viável deste modo objetiva-se determinar as aptidões climáticas para as culturas do abacaxi, algodão herbáceo, banana, cana-de-açúcar, feijão, milho, mamona, mandioca, sisal e sorgo classificando as aptidões das culturas mais adequadas ao plantio na região e sua classificação climática.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Recife está entre as três maiores aglomerações urbanas da Região Nordeste. Ocupa uma posição central, com distância em torno de 800 km das outras metrópoles, Salvador e Fortaleza, disputando com elas o espaço estratégico de influência na Região. Com área territorial de 330 km² Recife limita-se ao norte com as cidades de Olinda e Paulista, ao sul com o município de Jaboatão dos Guararapes, a oeste com São Lourenço da Mata e Camaragibe, e a leste com o Oceano Atlântico. Segundo os dados do recenseamento de 2010, a Cidade do Recife contém uma população superior a dois milhões de habitantes (IBGE, 2010). Localizada na latitude 08°01'S; Longitude 34°51'W, com altitude média em relação ao nível do mar de 72 metros (Figura 1).

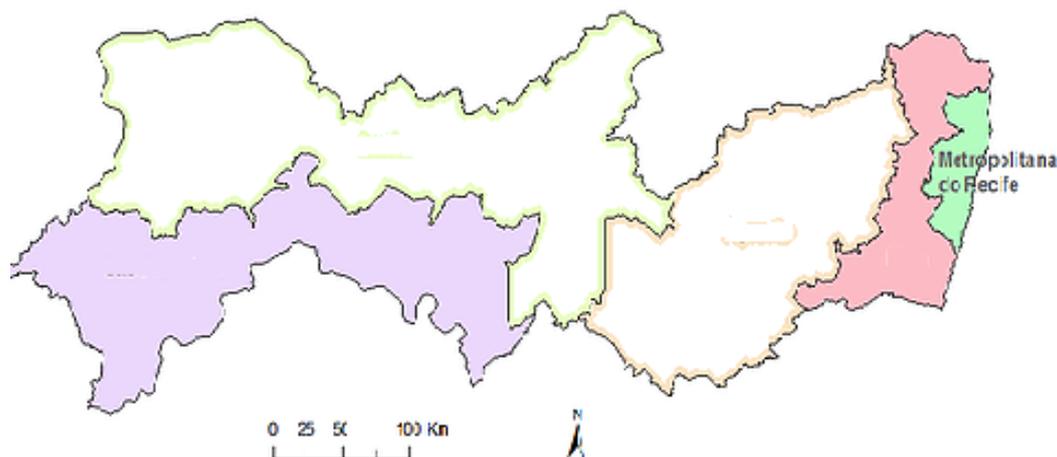


Figura 1. Localização do município de Recife. Fonte: Autor

Os sistemas meteorológicos, que contribuem na precipitação da Região Metropolitana do Recife, são os Sistemas Frontais, 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, as Ondas atingem a costa oriental do Nordeste, provocando chuvas fortes, outro indutor de precipitações é 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) (Medeiros, 2016).

A ZCIT atinge o Recife, principalmente no outono, e causa chuvas com trovoadas e mudança na direção dos ventos de SE para NE, ou mesmo, calmarias. As formações dos sistemas de Vórtices Ciclones de Altos Níveis (VCAS) quando de suas formações nos meses de fevereiro a abril e com suas bordas sobre o NEB em especial acima do estado do Pernambuco aumenta a cobertura de nuvem e provocam chuvas de moderada a forte intensidade em curto intervalo de tempo, causando prejuízo às comunidades como alagamento, enchentes, inundações, cheias e ao setor socioeconômico, agropecuário, lazer, geração de energia e turismo em conformidade com Medeiros (2016).

O método aplicado foi à obtenção do balanço hídrico climático proposto por Thornthwaite & Mather (1948, 1955), com elaboração de planilhas eletrônicas realizadas por Medeiros (2016) que contabiliza a água do solo, em que a precipitação representa ganho e a evapotranspiração perda de umidade do solo, podendo-se estimar os valores correspondentes ao Excedente Hídrico (EXC) e Deficiência Hídrica (DEF). Com base nesta metodologia foi estimada a capacidade de armazenamento de água disponível no solo (CAD) de 100 mm. A Evapotranspiração Potencial (ETp) foi obtida conforme a Equação 1, descrita a seguir.

$$ETp = Fc \cdot 16 \cdot \left(10 \frac{T}{I}\right)^a \tag{Eq.1}$$

onde: ETp – Evapotranspiração potencial anual em mm.mês⁻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; e a – Função cúbica do índice anual de calor dada pela Equação 2:

$$a = 6,75 \cdot 10^{-7} I^3 - 7,71 \cdot 10^{-5} I^2 + 0,01791 I + 0,492 \tag{Eq.2}$$

em mm.mês⁻¹.

Tabela 1. Fator de Correção (Fc), conforme a metodologia de Thornthwaite (1948), em função dos meses do ano. Fonte: UNESCO (1982).

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

No cálculo dos índices de aridez, umidade e hídrico, utilizaram-se as equações seguintes. Tais índices são essenciais para a caracterização climática da região segundo o método de Thornthwaite (1948), e no estudo de adaptação de culturas à região – Zoneamento Agrícola.

$$Ia = 100 \frac{\sum D}{\sum ETp}$$

$$Iu = 100 \frac{\sum ES}{\sum ETp}$$

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

onde: 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; e $\sum ETp$ – 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. Tais índices determinam a classificação climática, baseada em observações e estudos realizados nas condições do Sudeste árido dos Estados Unidos da América e aplicado ao resto do mundo, proposto por Thornthwaite (1948).

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).

$$Cv = 100(ETp_j + ETp_k + ETp_l)/(ETp) \tag{Eq.3}$$

onde: Cv – Concentração da evapotranspiração na estação mais quente do ano; ETpj – evapotranspiração potencial no mês j; ETpk – evapotranspiração potencial no mês k; ETpl – evapotranspiração potencial no mês l; ETp – evapotranspiração potencial anual.

Realizou-se a elaboração do evapopluiograma, 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 evapopluiograma.

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 evapopluiograma determinaram-se os índices de vegetação (Iv), de repouso por seca (Irs) de repouso por frio (Irf) e hídrico (Ih).

Por fim, os valores dos índices climáticos foram aplicados na Tabela 2 para determinação da aptidão climática da região, classificando as culturas em aptidão plena, moderada, restrita e inaptidão.

Tabela 2. Síntese da aptidão e exigências climáticas das culturas (OMETTO, 1981).

Cultura	Aptidão	Índice Climático	Deficiência/Excesso
Abacaxi	Plena	→ -20 ≤ I _h < 20	⇒ Boas condições hídricas e térmicas para o desenvolvimento da cultura.
	Moderada	→ I _h > 20	⇒ Umidade excessiva, prejudicando o desenvolvimento vegetativo e a frutificação da cultura.
	Restrita	→ -20 ≤ I _h < -20 → -40 ≤ I _h < -30	⇒ Restrições hídricas para o desenvolvimento da cultura.
	Inaptidão	→ I _h < -40	⇒ Limitações para o cultivo do abacaxi, por deficiência hídrica acentuada. ⇒ Deficiência hídrica severa, não possibilitando o desenvolvimento da cultura, a não ser através de irrigação.
Algodão Herbáceo	Plena	→ 30 ≤ I _v < 50, I _{sv} ≤ 1 e I _{rs} ≥ 4	⇒ Boas condições hídricas e térmicas para o desenvolvimento da cultura.
	Moderada	→ 30 < I _v < 50, I _{sv} > 1 e I _{rs} < 4	⇒ Período vegetativo normal, mas com ocorrência de seca.
	Restrita	→ 30 < I _v < 50 → I _{sv} ≤ 1 e I _{rs} < 4	⇒ Repouso por seca insuficiente para a maturação da fibra.
	Inaptidão	→ 20 < I _v < 30, I _{sv} > 1 e I _v > 50 → I _v < 20	⇒ Período vegetativo curto com ocorrência de seca no mesmo. ⇒ Umidade excessiva para o desenvolvimento da cultura.
Banana	Plena	→ DEF < 200 mm	⇒ Ocorrência de seca durante todo o ciclo da cultura. ⇒ Boas condições hídricas para o desenvolvimento da cultura.
	Moderada	→ 200 < DEF < 350 mm	⇒ Insuficiência hídrica estacional, prolongando o ciclo da cultura.
	Restrita	→ 350 < DEF < 700 mm	⇒ Deficiência hídrica acentuada, sendo possível o cultivo apenas em várzeas e locais mais úmidos.
	Inaptidão	→ DE > 700 mm	⇒ Deficiência hídrica muito severa. O cultivo somente possível através de irrigação.

			Continua
Continuação			
Cana de açúcar	Plena	$\rightarrow I_h > 0$ e $DEF < 200$ mm	\Rightarrow Boas condições hídricas para o desenvolvimento da cultura
	Moderada	$\rightarrow I_h > 0$ e $DEF > 200$ mm	\Rightarrow Ocorrência de seca estacional; cultivo recomendado em várzeas úmidas.
	Restrita	$\rightarrow 0 > I_h > -10$	\Rightarrow Ocorrência de seca estacional intensa. Cultivo possível com irrigação suplementar.
	Inaptidão	$\rightarrow I_h < -10$	\Rightarrow Carência hídrica muito severa para cultura da cana-de-açúcar.
Feijão	Plena	$\rightarrow I_v > 0, 1 < I_{rs} < 5$ $DEF > 20$ mm, $T > 22^\circ\text{C}$	\Rightarrow Melhores condições climáticas para o desenvolvimento da cultura.
	Moderada	$\rightarrow 25 < I_v < 30$ $\rightarrow DEF > 20$ mm, $T > 22^\circ\text{C}$	\Rightarrow Período vegetativo curto.
	Restrita	$\rightarrow 2 < I_v < 25$	\Rightarrow Aptidão plena para variedades precoces.
	Inaptidão	$\rightarrow I_v < 20$ e $DEF > 20$ mm	\Rightarrow Deficiência hídrica acentuada, necessitando suprimento d'água por irrigação. \Rightarrow Cultivo inapropriado por insuficiência hídrica acentuada. Cultivo possível apenas com irrigação.
Milho	Plena	$\rightarrow 40 < I_v < 60,$ $DEF > 0$ e $T > 19^\circ\text{C}$	\Rightarrow Condições hídricas e térmicas satisfatórias para o desenvolvimento da cultura.
	Moderada	$\rightarrow 30 < I_v < 40,$ $DEF < 0$ e $EXC < 500$ mm	\Rightarrow Pequena insuficiência hídrica no período vegetativo, com umidade excessiva na maturação. Aptidão plena para variedades precoces.
	Restrita	$\rightarrow I_v < 20$	\Rightarrow Deficiência hídrica severa para o desenvolvimento da cultura, ou insuficiência térmica.
	Inaptidão	$\rightarrow I_h > -10, DEF > 100$ mm e $EXC < 500$ mm	\Rightarrow Deficiência hídrica muito severa, tornando inviável o cultivo do milho.
Mamona	Plena	$\rightarrow -20 < I_h < 0,$ $DE > 60$ mm e $T > 20^\circ\text{C}$	\Rightarrow Boas condições hídricas e térmicas para o cultivo de quaisquer variedades.
	Moderada	$\rightarrow -4 < I_h < -20,$ $< DEF < 60$ mm e $T > 20^\circ\text{C}$	\Rightarrow Pequena deficiência hídrica, exceto para variedades resistentes à seca.
	Restrita	$\rightarrow I_h > 0, DEF > 100$ mm e $T < 19^\circ\text{C}$	\Rightarrow Áreas demasiadamente úmidas ou demasiadamente secas para a cultura. Insuficiência térmica.
	Inaptidão	$\rightarrow I_h < -40$	\Rightarrow Deficiências hídricas elevadas, as quais prejudicam o desenvolvimento da cultura.
Mandioca	Plena	$\rightarrow -10 < I_h < 50$ e $T_a > 19^\circ\text{C}$	\Rightarrow Condições climáticas satisfatórias para a cultura.
	Moderada	$\rightarrow -35 < I_h < -10$ e $17^\circ\text{C} < T_a < 19^\circ\text{C}$	\Rightarrow Pequena deficiência hídrica e limitações térmicas para o desenvolvimento da cultura.
	Restrita	$\rightarrow -45 < I_h < -35$	\Rightarrow Severa deficiência ou excesso hídrico, prejudicando o desenvolvimento ou a manutenção e colheita da cultura.
	Inaptidão	$\rightarrow I_h < -45$ e $T_a < 17^\circ\text{C}$	\Rightarrow Condições hídricas e/ou térmicas inadequadas ao cultivo da mandioca.
Sisal	Plena	$\rightarrow I_h > -10, DEF > 100$ mm e $EXC < 500$ mm	\Rightarrow Boas condições hídricas para o desenvolvimento da cultura.
	Moderada	$\rightarrow -30 < I_v < -10$ e $EXC < 500$ mm	\Rightarrow Suprimento hídrico deficiente, prejudicando o desenvolvimento da cultura em alguns anos.
	Restrita	$\rightarrow -40 < DEF < -30$ mm	\Rightarrow Representa umidade excessiva no período vegetativo.
	Inaptidão	$\rightarrow I_h < -40$ mm	\Rightarrow Deficiência hídrica acentuada, prejudicando o desenvolvimento vegetativo da cultura. \Rightarrow Deficiência hídrica muito severa, tornando inviável o cultivo do sisal.
Sorgo	Plena	$\rightarrow 20 < I_v < 30,$ $DEF > 200$ mm e $T > 18^\circ\text{C}$	\Rightarrow Condições hídricas e térmicas satisfatórias, tanto no período das chuvas quanto na estação seca.
	Moderada	$\rightarrow 30 < I_v < 40$ e $S > 500$ mm	\Rightarrow Por excesso hídrico, afetando a produção.
	Restrita	$\rightarrow 40 < I_v < 60$	\Rightarrow Restrições ao cultivo do sorgo por apresentar um excesso hídrico acentuado.

Inaptidão $\rightarrow I_v > 60$ \Rightarrow Não recomendado para o cultivo do sorgo.

Utilizou-se de série histórica de 53 anos de dados meteorológicos para o município de Recife - PE, no período de 1962 a 2015, onde estes dados passaram por fase de consistência, preenchimento de falhas e harmonização, posteriormente foram aplicados em planilhas eletrônicas. Os dados foram adquiridos da estação meteorológica convencional, pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2016).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis utilizadas na determinação do BHC, para o período de 1962 a 2015 no município de Recife-PE, encontram-se na Tabela 3 foi considerada a capacidade de armazenamento de água disponível (CAD) de 100 mm.

A temperatura média anual é de 25,7°C, com oscilações mensais de 24°C, no mês de julho e a máxima de 26,9°C, ocorrendo no mês de fevereiro. Sendo os meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março o de temperaturas elevadas do ano, correspondente as maiores taxas de evapotranspiração potencial.

Os valores do intervalo estão de acordo com as exigências cultivares da região, os quais apresentam bom desenvolvimento fisiológico com temperatura oscilando entre 18 a 34°C, temperaturas abaixo ou acima destas faixas podem prejudicar o desenvolvimento das estruturas reprodutivas das plantas, promovendo o abortamento e queda das flores, conforme afirmam Matos et al. (2014). Ferreira et al. (2014) também evidenciaram em estudos sobre a fruticultura no estado do Ceará que as temperaturas variam de 18 a 28°C com clima quente, seco e subúmido, reafirmando os resultados encontrados no estudo.

Com distribuição pluviométrica irregular Recife tem média anual de 1.174,7 mm, com os maiores índices pluviométricos fluindo entre os meses de fevereiro a agosto, com índices pluviométricos fluindo entre 113,7 a 300,1 mm, que corresponde aos meses chuvosos, Os mínimos índices pluviométricos ocorrem nos meses de outubro a dezembro, com flutuações de (37,1 a 49,7 mm).

Com taxa de evapotranspiração anual (ETp) de 1.490,2 mm, com oscilações de 96 a 148,5 mm mês⁻¹, as maiores taxas evapotranspirada ocorrem nos meses de setembro a junho. 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. A evapotranspiração potencial no mês mais frio (junho) é de apenas 96 mm.mês⁻¹, enquanto que no mês mais quente (fevereiro) é de 136,4 mm. Estas variabilidades estão relacionadas com as flutuações dos períodos secos e chuvosos (Medeiros, 2016).

O consumo de quanto realmente está sendo evapotranspirado de água é expresso pela evapotranspiração real (ETr), que se comportou de forma diferenciada à distribuição da precipitação (Tabela 3). Estas flutuações ocorrem devido às oscilações entre os períodos secos e chuvosos regionais. Salienta-se ainda que as oscilações dos fatores provocadores e/ou inibidores de chuvas depende exclusivamente dos fenômenos de larga, meso e grande escala, assim como das contribuições dos efeitos locais.

Tabela 3. Balanço hídrico climatológico (BHC) para o município de Recife-PE. T = Temperatura do ar média, P = Precipitação pluviométrica, ETp = Evapotranspiração potencial, ETr = Evapotranspiração real, DEF = Deficiência hídrica; EXC = Excedente hídrico

Meses	T °C	P	ETp	ETr mm	DEF	EXC
Jan	26,7	79,9	144,9	82,3	62,5	0,0
Fev	26,9	113,7	136,4	114,2	22,2	0,0
Mar	26,7	191,1	146,6	146,6	0,0	0,0
Abr	26,2	243,6	129,0	129,0	0,0	61,2
Mai	25,5	300,1	119,4	119,4	0,0	180,7
Jun	24,6	318,1	101,3	101,3	0,0	216,7
Jul	24,0	287,9	96,0	96,0	0,0	191,9
Ago	24,1	174,8	97,6	97,6	0,0	77,2
Set	24,9	85,2	107,3	105,1	2,3	0,0
Out	25,7	49,7	127,5	93,0	34,4	0,0
Nov	26,3	37,1	135,7	60,2	75,5	0,0
Dez	26,7	49,4	148,5	58,0	90,5	0,0

O comportamento da deficiência hídrica deve ser observado no planejamento agrícola, visando uma agricultura segura e economicamente viável, recomenda-se o uso de sistemas de irrigação. O conhecimento histórico das condições climáticas é importante para efetuar o planejamento dos cultivos e o manejo a ser realizado durante o ciclo das culturas, observando-se cuidadosamente a variabilidade da precipitação e a intensidade da evapotranspiração, o que pode ser evitado, ou, reduzir ao máximo, a ocorrência de déficit hídrico, de acordo com a afirmação de Marengo et al. (2004).

Através do BHC foi possível determinar os índices de aridez (Ia), umidade (Iu), hídrico (Ih) e o Cv, onde o Cv é a concentração da evapotranspiração potencial na estação quente, determinada pelos três meses consecutivos de temperatura mais elevada do ano (trimestre quente).

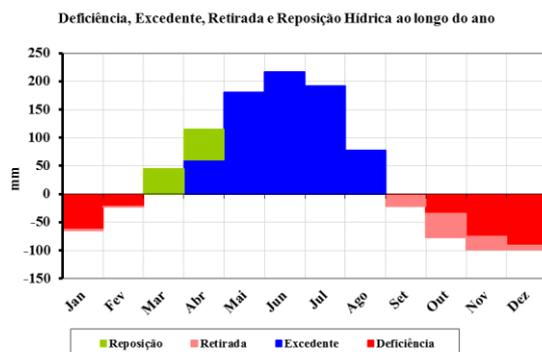


Figura 2. Balanço hídrico climatológico para Recife-PE, no período 1962-2016.

Tabela 4. Classificação climática (CC) para Recife - PE.

Ia	Iu	Ih	Tipo climático em função do índice hídrico (Ih)	Tipo climático em função da Evapotranspiração Potencial (ETp)	Subtipo climático em função de Ih e Iu	Subtipo climático em função de (Cv)
0,19	19,28	0,37	B ₁	W ₂	S	A

A partir dos resultados do BHC e da relação evapotranspiração e precipitação elaborou-se o evapopluiograma Figura 3, para a efetivação das culturas do município Recife - PE. Segundo Alves et al. (2013) a distribuição da evapotranspiração potencial e precipitação no evapopluiograma, geram as quatro faixas térmicas e seis setores hídricos, sendo ferramenta eficaz na caracterização do clima de dada região para exploração de cultura.

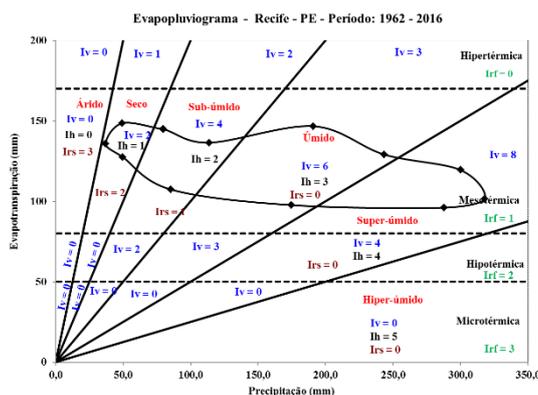


Figura 3. Distribuição dos setores hídricos e faixas térmicas do evapopluiograma Recife-PE, no período 1962-2016.

Após os cálculos realizou-se a elaboração do evapopluiograma e aplicação em tabelas, os resultados dos índices climáticos estão expostos na Tabela 5. Estes índices estão de acordo com diversos estudos realizados para o semiárido nordestino, conforme Medeiros et al (2013).

Tabela 5. Índices e parâmetros climáticos para Recife-PE. Ih = Índice hídrico anual proveniente do balanço hídrico, Iv = Índice vegetativo anual, Irs = Índice de repouso por seca, Irf = Índice de repouso por frio, Cv = Concentração da evapotranspiração potencial na estação quente, T = Temperatura média anual, P = Precipitação pluvial, ETp = Evapotranspiração Potencial anual, DEF = Deficiência hídrica; EXC = Excesso hídrico.

Índice Climático	Ih	Iv	Irs	Irf	Cv %	T _a °C	P	ETp mm	DEF	EXC
Valor	30	48	9	3	37,2	25,7	1174,7	1490,2	287,4	727,6

De acordo com Wollmann et al. (2013), as condições locais hídricas e de clima, são levadas em consideração no zoneamento agroclimático, visando à exploração de culturas economicamente rentáveis. São estas as características agroclimáticas desta localidade que determinam aptidão ao desenvolvimento das culturas.

De acordo com os índices climáticos da Tabela 5 aplicados em relação à Tabela 2, realizou-se o zoneamento agroclimático de algumas culturas para a região, com aptidão plena, moderada e restrita. A partir das exigências climáticas das culturas (Tabela 6) e com base nas faixas de aptidão plena, moderada, restrita e inaptidão de algumas culturas, e os resultados do I_h - Índice hídrico, I_v - Índice de vegetação, I_{rs} - Índice de repouso por seca, T - Temperatura média, DEF - Deficiência hídrica e EXC - Excesso hídrico. Determinou-se para a área de estudo as culturas que melhor possam a se adaptar às disponibilidades climáticas e hídricas locais, da área estudada.

Tabela 6. Aptidão agroclimático de algumas culturas para o município de Recife-PE.

Cultura	Índice Climático	Aptidão
Abacaxi	$-20 \leq I_h < 20$	Plena
Algodão herbáceo	$30 \leq I_v < 50$; $I_{sv} \leq 1$ e $I_{rs} \geq 4$	Plena
Banana	$350 < DEF < 700$ mm	Restrita
Caju	$I_h < -10$; $200 < DEF < 700$ mm	Moderada
Cana-de-açúcar	$0 > I_h > -10$	Moderada
Feijão	$I_v > 30$; $1 < I_{rs} < 5$; $DEF < 20$ mm; $T_a > 22^\circ\text{C}$	Plena
Milho	$30 < I_v < 40$; $DEF < 0$; $EXC < 500$ mm	Moderada
Mamona	$-20 < I_h < 0$; $DEF > 60$ mm; $T > 20^\circ\text{C}$	Plena
Mandioca	$-10 < I_h < 50$ e $T_a > 19^\circ\text{C}$	Plena
Sisal	$I_h > -10$, $DEF > 100$ mm, $EXC < 500$ mm	Plena
Sorgo	$30 < I_v < 40$, $S < 500$ mm	Moderada

4. CONCLUSÕES

As cultivares se adaptam às disponibilidades hídricas e climáticas da região.

As culturas Abacaxi; algodão herbáceo; feijão; mamona; mandioca e sisal tem aptidão plena; caju; cana-de-açúcar; milho e sorgo suas aptidões foram moderadas e a cultura da banana com aptidão restrita em algumas áreas.

Os elementos temperatura, chuvas foram determinantes para o cálculo dos balanços hídricos e a definição dos cenários pluviométricos.

O estudo proporciona subsídios aos tomadores de decisão, mediante a disponibilização das informações do Balanço Hídrico Climatológico, classificação agroclimática, e aptidão das culturas, favorecendo planejamento adequado das atividades agrícolas e conseqüentemente redução dos riscos das culturas submetida.

REFERÊNCIAS

- ALVES, J.M.B.; SOUZA, R.O.; CAMPOS, J. N.B. Previsão da anomalia de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) no Atlântico Tropical, com a equação da difusão de temperatura. **Revista ClimAnálise**, v.3, n.1, p.6-19, 2013.
- FERREIRA, F.S.; MORENO, N.B.C.; EVANGELISTA, J.S.B.; SILVA, A.C.A.; AMANCIO, L.C.S. A fruticultura no Ceará: evolução e tendências na região metropolitana do Cariri. **Enciclopédia Biosfera**, v.10, n.18, p.1-13, 2014.
- IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 12 mar. 2011. 2009.
- INMET. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais climatológicas** (1961-2015). Brasília-DF. 2015.
- MARENGO, J.A.; SOARES, W.R.; SAULO, C.; NICOLINI, M. Climatology of the low-level Jet East of the Andes as Derived from NCEP-NCAR Reanalyses: characteristics and temporal variability. **Journal of Climate**, v.17, n.12, p.2261-2280, 2004.
- MEDEIROS, R.M. **Fatores provocadores e/ou inibidores de chuva no Estado do Pernambuco**. 2016.
- 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. <http://dx.doi.org/10.7127/rbai.v8n600240>
- MEDEIROS, R.M.; AZEVEDO, P.V.; SABOYA, L.M.F. Classificação climática e zoneamento agroclimático para o município de Amarante-PI. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.7, n.2, p.170-180, 2013. <http://dx.doi.org/10.7127/rbai.v7n200011>
- MEDEIROS, R.M.; SILVA, J.A.S.; SILVA, A.O.; 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, n.4, p.258-268, 2013. <http://dx.doi.org/10.7127/rbai.v7n400018>
- OMETTO, J.C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Ceres. 1981.

- PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária. 478p. 2002.
- REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. Barueri (SP): Manole. 2004.
- ROLIM, G.S. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo. **Bragantia**, v.66, n.4, p.711-720, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052007000400022>
- SANTOS, G.O.; HERNANDEZ, F.B.T.; ROSSETTI, J.C. Balanço hídrico como ferramenta ao planejamento agropecuário para a região de Marinópolis, noroeste do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.4, n.3, p.142-149, 2010. <http://dx.doi.org/10.7127/rbai.v4n300010>
- 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. <http://dx.doi.org/10.2307/210739>
- THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance**. Publication in Climatology N° 8, Laboratory of Climatology, Centerton, N.J. 1955.
- TOLEDO, J.V.; MARTINS, L.D.; KLIPPEL, V. H.; PEZZOPANE, J.E.M.; TOMAZ, M.A.; AMARAL, J.F.T. Zoneamento agroclimático para a cultura do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) e da mamona (*Ricinus communis* L.) no estado do Espírito Santo. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.5, p.41-51, 2009. <http://dx.doi.org/10.30969/acsa.v5i1.48>
- WOLLMANN, C.A.; GALVANI, E. Zoneamento agroclimático: linhas de pesquisa e caracterização teórica-conceitual. **Sociedade e Natureza**, v.25, p.179-190, 2013. <https://doi.org/10.1590/S1982-45132013000100014>