

Aptidões agroclimáticas de culturas em Amparo de São Francisco – Sergipe, Brasil visando redução de erosão

Agroclimate skills of crops in Amparo de São Francisco - Sergipe, Brazil aiming to reduce erosion

**Habilidades agroclimas de cultivos en Amparo de São Francisco - Sergipe, Brasil con el objetivo de
reducir la erosión**

Recebido: 15/09/2021 | Revisado: 20/09/2021 | Aceito: 21/09/2021 | Publicado: 23/09/2021

Manoel Viera de França

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4973-9327>
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
E-mail: manoelvieira.ufrpe@gmail.com

Raimundo Mainar de Medeiros

ORCID: <https://orcid.org/0000-001-7361-1281>
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
E-mail: mainarmedeiros@gmail.com

Romildo Morant de Holanda

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7945-3616>
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
E-mail: romildomorant@gmail.com

Luciano Marcelo Fallé Saboya

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7586-6867>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: lsaboya@hotmail.com

Fernando Cartaxo Rolim Neto

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6411-2058>
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
E-mail: fernandocartaxo@yahoo.com.br

Resumo

O balanço hídrico é usado para avaliar os parâmetros climáticos e adaptar-se às espécies dos climas favoráveis à aptidão de dada área para o monopólio de cultura local. Tem-se como objetivo determinar as aptidões climáticas das cultivares: cana-de-açúcar, banana, feijão, milho, mamona, mandioca, sisal, abacaxi, algodão herbáceo, sorgo e manga classificando as aptidões ao plantio da área estudada e sua classificação com o intuito de minimizar a perda do solo pela erosão. Os dados pluviométricos e térmicos foram cedidos pela Empresa de Assistência e Extensão Rural do estado de Sergipe referente ao período de 1963-2019. As culturas Abacaxi; algodão herbáceo; feijão e sisal tem aptidão plena; mamona; mandioca; manga; cana-de-açúcar; caju; milho e sorgo suas aptidões foram moderadas e a cultura da banana com aptidão restrita em algumas áreas; Palma forrageira restrita para algumas áreas por excesso hídrico. As cultivares manga; caju; palma forrageira e banana devem ser plantadas em espaçamento diferenciado seguindo a ordem das cultivares citadas para que possam ter melhor fixação do solo evitando o arrastamento pela erosão.

Palavras-chave: Produção agrícola; Evapluviogramas; Zonas agroclimáticas; Condições climáticas.

Abstract

The water balance is used to assess climatic parameters and to adapt species from favorable climates to the suitability of a given area for the monopoly of local culture. The objective is to determine the climatic aptitudes of the cultivars: sugarcane, banana, beans, corn, castor bean, cassava, sisal, pineapple, herbaceous cotton, sorghum and mango, classifying the aptitudes for planting in the studied area and its classification in order to minimize soil loss through erosion. Rainfall and thermal data were provided by the sergipe state rural assistance and extension company for the period 1963-2019. Pineapple crops; herbaceous cotton; beans and sisal have full fitness; castor bean; manioc; mango; sugar cane; cashew; maize and sorghum its aptitudes were moderate and the banana crop with restricted aptitude in some areas; forage palm restricted to some areas due to excess water. Mango cultivars; cashew; forage palm and banana should be planted at different spacing, following the order of the cultivars mentioned, so that they can have better soil fixation, avoiding dragging by erosion.

Keywords: Agricultural production; Evapluviogram; Agroclimatic zones; Climate conditions.

Resumen

El balance hídrico se utiliza para evaluar parámetros climáticos y adaptar especies de climas favorables a la idoneidad de un área determinada para el monopolio de la cultura local. El objetivo es determinar las aptitudes climáticas de los cultivares: caña de azúcar, banano, frijol, maíz, ricino, mandioca, sisal, piña, algodón herbáceo, sorgo y mango, clasificando

las aptitudes para la siembra en el área estudiada y su clasificación en orden. Para minimizar la pérdida de suelo por erosión. Los datos de precipitación y térmicos fueron proporcionados por la compañía de extensión y asistencia rural del estado de sergipe para el período 1963-2019. Cultivos de piña; algodón herbáceo; los frijoles y el sisal están en plena forma; ricino; mandioca; mango; caña de azúcar; anacardo; maíz y sorgo sus aptitudes fueron moderadas y el cultivo de banano con aptitud restringida en algunas áreas; palma forrajera restringida a algunas zonas por exceso de agua. Cultivares de mango; anacardo; la palma forrajera y el banano deben plantarse a espaciamientos diferentes, siguiendo el orden de los cultivares mencionados, para que tengan una mejor fijación al suelo, evitando el arrastre por erosión.

Palabras clave: Producción agrícola; Evapopluvigram; Zonas agroclimáticas; Condiciones climáticas.

1. Introdução

A aptidão definida em certa região tem como base a influência pluvial, térmica e da altitude (Toledo, Martins, Klippel, Pezopane, Tomaz & Amaral 2009), sendo de valiosa importância sobre a aparência social inerente as culturas e a agricultura de sobrevivência familiar.

A água é eficaz para a ampliação das culturas agrícolas, o déficit ou excesso d'água pode influenciar no plantio agrícola da área. (Medeiros, Azevedo & Saboya 2013) afirmou que a metodologia do balanço hídrico (BH) provê o saldo d'água disponível para a vegetação contabilizando a entrada e saída d'água, determinada pela capacidade de armazenamento d'água no seu solo.

Medeiros, Azevedo e Saboya (2013) utilizaram-se das séries pluviais e térmicas, elaboraram a classificação das culturas para a cidade de Amarante – Piauí, mostrando que as espécies de aptidão plena foram estabelecidas para: banana, caju, feijão, cana-de-açúcar, milho, aptidão moderada para as culturas de: feijão, abacaxi, banana, caju, e de aptidão inapta para o algodão herbáceo.

Medeiros (2018) mostrou que os indicadores climáticos seguem as condições climáticas propícias para explorar as cultivares agrícolas sustentável, aceitando o planejamento as práticas agrícolas de modo mais realista para retorno econômico, levando em consideração clima e solo da área.

Cunha et al., (2020) avaliar a aptidão agroclimática do sorgo visando identificar o seu potencial produtivo no estado do Pernambuco. Os autores mostraram que para agreste pernambucano a aptidão do sorgo é plena com período chuvoso prolongado. Nas regiões da Zona da Mata e Litoral, a aptidão é plena sem restrições, utilizaram-se dos avisos do período chuvoso e sem auxílio da irrigação, levando-se em considerações o plantio de sequeiro.

Medeiros, Rolim Neto, Araújo, Saboya, Holanda e França (2020) realizaram a aptidão e o zoneamento climático para o milho, identificando seu potencial produtivo em São Bento do Una (PE), como suporte alimentar a avicultura.

França, Medeiros e Holanda (2018) estudaram as variabilidades dos elementos meteorológicos, para o cultivo da bananeira no estado do Piauí. Concluíram que o vento pode ser um dos fatores limitantes a exploração comercial da bananicultura, se as cultivares forem de porte alto e plantado em solos arenosos. As oscilações na altitude alteram a duração do ciclo da bananeira, evidenciando-se que há um aumento de 30 a 45 dias no ciclo de produção desta cultura para cada 100 m de acréscimo na altitude.

Medeiros, Saboya, França e Holanda (2020) realizaram a aptidão climática e a sua potencialidade da mandioca no Estado do Pernambuco através da identificação e quantificação dos elementos climáticos, seguidamente da elaboração do mapeamento de sua aptidão climática. Aplicaram o método do BH de Thornthwaite para calcular os balanços intermunicipais, considerando-se 125 mm como sendo a capacidade d'água no solo e calculada o Índice de umidade (Ia). O Ia é um dos fatores climáticos que determinaram duas classes, C₃ (Moderada por excesso hídrico) e C₂ (Plena com período chuvoso prolongado), determinantes para a aptidão da mandioca no Estado.

Medeiros, Nunues, Holanda e França (2020) estudaram os fatores climáticos, balanço hídrico e classificação para as cultivares caju verso sorgo para Recife (PE). Os autores estabeleceram que a técnica de município de Recife não fornece subsídios de alta confiabilidade para o estudo. A determinação dos componentes do BH permitiu um maior conhecimento da realidade climática da área estudada, ao mesmo tempo em que oferece condições de compatibilização entre a água retida no solo e as diferentes formas de utilização do mesmo, objetivando a minimização dos riscos para a agropecuária e para as populações.

Medeiros (2016) realizaram estudo das aptidões e dos zoneamentos agroclimáticos para a palma forrageira e o potencial produtivo do cultivo do caju com base em indicadores de clima estabelecidos conforme as exigências das culturas. Em Recife (PE) as atividades fisiológicas da palma forrageira são bastantes restritas devido às condições inadequadas da disponibilidade de temperatura e do índice de umidade, apresentando-se dentro da faixa restrita ou inapta ao desenvolvimento da cultura. A técnica de classificação e aptidões climática utilizando do déficit hídrico registradas em Recife que não fornecem subsídios de alta confiabilidade para a classificação e aptidão do caju.

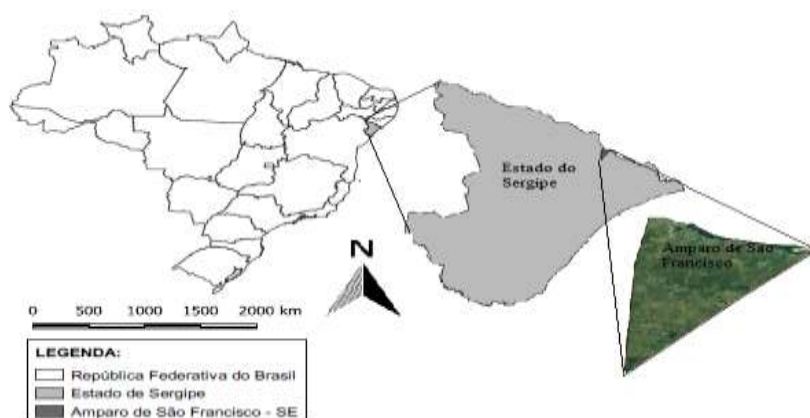
Os autores França e Medeiros (2020) estudaram o potencial agroclimático da mangueira (*M. indica* L.), visando fornecer informações aos pequenos agricultores e a agricultura de subsistência familiar para a implantação da cultura na área do Recife (PE). O município Recife segundo a literatura e com os critérios utilizados não possui potencial agroclimático ocasionado pelas variações térmicas médias e o baixo índice de umidade que foge as exigências do cultivo da mangueira A cultivar mangueira fica condicionado a plantios isolados em pequenos locais tais como: sítio, fundo de quintal, granja, praças da cidade, canteiros de divisão de faixas automotivas, parque e ruas. O plantio da mangueira em grandes áreas não é recomendável, visto que deverá ter um bom sistema de drenagem.

As culturas que provavelmente se amoldar às condições de clima para Amparo de São Francisco proporcionarão o desenvolvimento agrícola, lucrativo e socioeconomicamente duradouro, deste modo objetiva-se determinar as aptidões climáticas para: banana, abacaxi, milho, mamona, mandioca, algodão herbáceo, cana-de-açúcar, feijão, sisal e sorgo classificando as aptidões das culturas adequadas ao plantio na região e sua classificação climática com o intuito de minimizar a perda do solo pela erosão.

2. Material e Métodos

Amparo do São Francisco localiza-se no nordeste de Sergipe e limita-se com Telha a leste e a sul, Canhoba a oeste e o Estado de Alagoas a norte. A sede municipal tem altitude de 51 metros e coordenadas geográficas de 10°08'04" de latitude sul e 36°55'46" de longitude oeste. (Figura 1).

Figura 1. Localização de Amparo de São Francisco - Sergipe.



Fonte: França (2021).

Amparo de São Francisco localiza-se em uma região caracterizada por duas estações bem definidas, um período chuvoso oscilando de fevereiro a agosto e o período seco, fluindo entre setembro a janeiro. Segundo (Köppen 1928; Köppen & Geigem 1931) o clima é do tipo “As” (quente e úmido Tropical chuvoso). Precipitação anual de 1138,2 mm e temperatura de 25,9°C. (Medeiros, 2020; Alvares, Stape, Sentelha, Gonçalves & Sparover 2014).

A estação chuvosa é marcada por frequentes e intensas precipitações em curto intervalo de tempo, favorecendo o surgimento de enchentes, alagamentos e cheias visto que pela frequência de chuvas em um período curto, a água não consegue

infiltrar no solo. Amparo de São Francisco estar na bacia hidrográfica do rio São Francisco, onde todo o escoamento d'águas desta região tende a ir ao encontro do rio principal e modela o terreno. A área em estudo é marcada por uma prática intensa de pecuária, o que acaba prejudicando a vegetação local em vários pontos e desprotegendo o solo quanto do escoamento superficial.

A metodologia utilizada para a excussão do BHC foi a sugerido por (Thornthwaite 1948; Thornthwaite & Mather 1955), O BH foi desenvolvido em planilhas eletrônicas por Medeiros (2016). A capacidade d'água utilizada para o computo do BH (CAD) foi 100 mm. A Evapotranspiração (ETP) determinou-se pela Equação 1.

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

Onde:

ETP – Evapotranspiração (mm/mês);

Fc – Fator de correção (Tabela 1);

T – Temperatura °C;

I – Índice anual de calor, é a soma dos meses mais quente; e

a – Função cúbica do índice anual de calor (Equação 2):

$$a = 6,75 \cdot 10^{-7} \cdot I^3 - 7,71 \cdot 10^{-5} \cdot I^2 + 0,01791 \cdot I + 0,492 \quad (2)$$

Tabela 1. Fator de Correção em função dos meses (Fc) usando-se o método de Thornthwaite (1948).

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).

Utilizou-se das seguintes equações para calcular os índices de aridez, umidade e hídrico.

$$Ia = 100 \frac{\sum D}{\sum ETP} \quad (3)$$

$$Iu = 100 \frac{\sum ES}{\sum ETP} \quad (4)$$

$$Ih = Iu - 0,6 \cdot Ia \quad (5)$$

Onde:

I_a – Índice de aridez;

I_u – Índice de umidade;

I_h – Índice hídrico;

∑DEF – Somatório do déficit hídrico;

Σ EXC – Somatório dos excedentes hídricos; e

Σ ETp – Somatório da evapotranspiração.

A classificação foi realizada usando a metodologia Thornthwaite (1948) adicionados aos índices de aridez, umidade, hídrico e a concentração da evapotranspiração (C_v), definida pelos trimestres da temperatura elevada do ano. (Equação 5).

$$C_v = 100(ETp_j + ETp_k + ETp_l)/(ETp) \quad (6)$$

Onde:

C_v – Concentração da evapotranspiração do trimestre mais quente do ano;

ETp_j – evapotranspiração no mês j;

ETp_k – evapotranspiração no mês k;

ETp_l – evapotranspiração no mês l;

ETp – evapotranspiração anual.

O evapopluviograma é um climograma ajustado do BH, visando como resultado as condições climáticas propícias às cultivares, através do ambiente de coordenadas ortogonais. O diagrama divide-se em setores hídricos, onde os índices pluviiais satisfazem as diferentes múltiplos e submúltiplos da ETp, e em faixas térmicas adequadas às limitações e exigências das cultivares seguido das utilizações dos índices de vegetação (I_v), repouso por seca e frio (I_{rs}), (I_{rf}) e hídrico (I_h). Os valores dos índices climáticos foram aplicados na Tabela 2 para resolução da aptidão climática regional, classificando as culturas em aptidão plena, moderada, restrita e inaptidão.

Tabela 2. Sumário das aptidões e exigências climáticas das culturas (Ometto 1981).

Manga	$I_u < -40$	Temp < 29°C	Plena A ₁
		29°C < Temp < 31°C	Plena A ₂
	$-40 < I_u < -20$	Temp < 29°C	Plena B ₁
		29°C < Temp < 31°C	Plena B ₂
Abacaxi	Plena	$\rightarrow -20 \leq I_h < 20$	\Rightarrow Boas condições hídricas e térmicas para o 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 Restrições hídricas para o desenvolvimento da cultura.
		$\rightarrow -40 \leq I_h < -30$	\Rightarrow Limitações para o cultivo do abacaxi, por deficiência hídrica acentuada.
Algodão Herbáceo	Inaptidão	$\rightarrow I_h < -40$	\Rightarrow Deficiência hídrica severa, não possibilitando o desenvolvimento da cultura, a não ser através de irrigação.
	Plena	$\rightarrow 30 \leq I_v < 50,$ $I_{sv} \leq 1$ e $I_{rs} \geq 4$	\Rightarrow Boas condições hídricas e térmicas para o desenvolvimento da cultura.
	Moderada	$\rightarrow 30 < I_v < 50,$ $I_{sv} > 1$ e $I_{rs} < 4$	\Rightarrow Período vegetativo normal, mas com ocorrência de seca.
		Restrita	$\rightarrow 30 < I_v < 50$
Banana	Plena	$\rightarrow 30 < I_v < 50$	\Rightarrow Período vegetativo curto com ocorrência de seca no mesmo.
		$\rightarrow I_{sv} \leq 1$ e $I_{rs} < 4$	\Rightarrow Umidade excessiva para o desenvolvimento da cultura.
Banana	Plena	$\rightarrow 20 < I_v < 30,$ $I_{sv} > 1$ e $I_v > 50$	\Rightarrow Ocorrência de seca durante todo o ciclo da cultura.
		$\rightarrow I_v < 20$	
Banana	Plena	$\rightarrow DEF < 200$ mm	\Rightarrow 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	→ DEF >700 mm	⇒ Deficiência hídrica muito severa. O cultivo somente possível através de irrigação.
Cana de açúcar	Plena	→ $I_h > 0$ e DEF<200 mm	⇒ Boas condições hídricas para o desenvolvimento da cultura
	Moderada	→ $I_h > 0$ e DEF>200 mm	⇒ Ocorrência de seca estacional; cultivo recomendado em várzeas úmidas.
	Restrita	→ $0 > I_h > -10$	⇒ Ocorrência de seca estacional intensa. Cultivo possível com irrigação suplementar.
	Inaptidão	→ $I_h < -10$	⇒ Carência hídrica muito severa para cultura da cana-de-açúcar.
Feijão	Plena	→ $I_v > 0$, $1 < I_{rs} < 5$ DEF>20 mm, T>22°C	⇒ Melhores condições climáticas para o desenvolvimento da cultura.
	Moderada	→ $25 < I_v < 30$ → DEF>20 mm, T>22°C	⇒ Período vegetativo curto.
	Restrita	→ $2 < I_v < 25$	⇒ Aptidão plena para variedades precoces.
	Inaptidão	→ $I_v < 20$ e DEF>20 mm	⇒ Deficiência hídrica acentuada, necessitando suprimento d'água por irrigação.
Milho	Plena	→ $40 < I_v < 60$, DEF>0 e T>19 °C	⇒ Cultivo inapropriado por insuficiência hídrica acentuada. Cultivo possível apenas com irrigação.
	Moderada	→ $30 < I_v < 40$, DEF<0 e EXC<500 mm	⇒ Condições hídricas e térmicas satisfatórias para o desenvolvimento da cultura.
	Restrita	→ $I_v < 20$	⇒ Pequena insuficiência hídrica no período vegetativo, com umidade excessiva na maturação. Aptidão plena para variedades precoces.
	Inaptidão	→ $I_h > -10$, DEF>100 mm e EXC < 500 mm	⇒ Deficiência hídrica severa para o desenvolvimento da cultura, ou insuficiência térmica.
Mamona	Plena	→ $-20 < I_h < 0$, DEF>60 mm e T>20°C	⇒ Deficiência hídrica muito severa, tornando inviável o cultivo do milho.
	Moderada	→ $-4 < I_h < -20$, <DEF<60 mm e T>20 °C	⇒ Boas condições hídricas e térmicas para o cultivo de quaisquer variedades.
	Restrita	→ $I_h > 0$, DEF>100mm e T<19° C	⇒ Pequena deficiência hídrica, exceto para variedades resistentes à seca.
	Inaptidão	→ $I_h < -40$	⇒ Áreas demasiadamente úmidas ou demasiadamente secas para a cultura. Insuficiência térmica.
Mandioca	Plena	→ $-10 < I_h < 50$ e $T_a > 19^\circ \text{C}$	⇒ Deficiências hídricas elevadas, as quais prejudicam o desenvolvimento da cultura.
	Moderada	→ $-35 < I_h < -10$ e $17^\circ \text{C} < T_a < 19^\circ \text{C}$	⇒ Condições climáticas satisfatórias para a cultura.
	Restrita	→ $-45 < I_h < -35$	⇒ Pequena deficiência hídrica e limitações térmicas para o desenvolvimento da cultura.
	Inaptidão	→ $I_h < -45$ e $T_a < 17^\circ \text{C}$	⇒ Severa deficiência ou excesso hídrico, prejudicando o desenvolvimento ou a manutenção e colheita da cultura.
Sisal	Plena	→ $I_h > -10$, DEF>100 mm e EXC<500 mm	⇒ Condições hídricas e/ou térmicas inadequadas ao cultivo da mandioca.
	Moderada	→ $-30 < I_v < -10$ e EXC<500 mm	⇒ Boas condições hídricas para o desenvolvimento da cultura.
			⇒ Suprimento hídrico deficiente, prejudicando o desenvolvimento da cultura em alguns anos.
			⇒ Representa umidade excessiva no período vegetativo.
			⇒ Deficiência hídrica acentuada, prejudicando o desenvolvimento vegetativo da cultura.

	Restrita	→ $-40 < DEF < -30$ mm	⇒ Deficiência hídrica muito severa, tornando inviável o cultivo do sisal.
	Inaptidão	→ $I_h < -40$ mm	
Sorgo	Plena	→ $20 < I_v < 30$, DEF > 200 mm e T > 18 °C	⇒ Condições hídricas e térmicas satisfatórias, tanto no período das chuvas quanto na estação seca. ⇒ Por excesso hídrico, afetando a produção.
	Moderada	→ $30 < I_v < 40$ e S 500 mm	⇒ Restrições ao cultivo do sorgo por apresentar um excesso hídrico acentuado.
	Restrita	→ $40 < I_v < 60$	⇒ Não recomendado para o cultivo do sorgo.
	Inaptidão	→ $I_v > 60$	
Caju	Plena	$I_h > -10$ Def < 100 mm	Em geral não há limitações para a cultura, Principalmente nas regiões de clima quente.
	Moderada	$I_h < -10$ 100 < Def < 200 mm 200 < Def < 700 mm 700 < Def < 900 mm	Ocorrência normal de pequena deficiência hídrica Cultivo parcial prejudicado pela deficiência Hídrica.
	Restrita		Deficiência hídrica severa na maioria dos solos. Cultivo somente através de suprimento d'água Por irrigação
	Inaptidão	Def > 700 mm	Suprimento hídrico insuficiente para a cultura.

Fonte: Autores.

Utilizou-se da série de dados pluviiais de 1963 a 2020 fornecido pela da Empresa de Assistência e Extensão Rural do estado de Sergipe. A série térmica foi estimada pelo programa computacional estima -T (Cavalcanti et al, 2006; Cavalcanti et al (1994) para Amparo de São Francisco, Sergipe com o mesmo período da pluviometria.

3. Resultados e Discussão

Na Tabela 3 têm-se os elementos que compõem o BHC para Amparo de São Francisco – Sergipe entre 1963-2019.

A temperatura anual 25,9°C, fluindo de 23,1°C (julho) a 28,0°C (março). Sendo janeiro, fevereiro, março e abril o período de temperatura elevada e altas taxas de evaporações. Os valores do intervalo cumprem as exigências cultivares da área estudada, os quais registram bom incremento fisiológico com temperatura oscilando entre 18°C a 34°C, índices térmicos superiores e/ou inferiores a estas faixas são prejudiciais ao desenvolvimento reprodutivo das cultivares, provocando o aborto e a queda das flores, os autores (Matos et al. 2014; Ferreira et al. 2014; França et al, 2021) afirmaram que para a fruticultura do estado do Ceará as temperaturas fluem de 18°C a 28°C com clima quente, seco e subúmido, colaboram com os resultados discutidos..

As deficiências hídricas (Tabela 3) registram-se setembro a março totalizando 556,6 mm. Os excedentes registraram-se entre junho a agosto com 135,8 mm. Evapotranspirou 64,1% acima do valor precipitado, suas oscilações mensais fluíram entre 18,3% em novembro a 183,6% em julho. O índice evaporativo anual foi igual ao registro pluviial anual. Estas flutuações ocorreram devido às irregularidades entre os períodos secos e chuvosos regionais e as contribuições dos sistemas de larga, meso e grande escala e os efeitos locais.

Tabela 3. Balanço hídrico para Amparo de São Francisco, Sergipe. T= Temperatura, Prec = Precipitação, ETP = Evapotranspiração, EVR = evaporação, DEF = Deficiência hídrica; EXC = Excedente hídrico, Percentual da chuva sobre a ETP (%Prec/ETP).

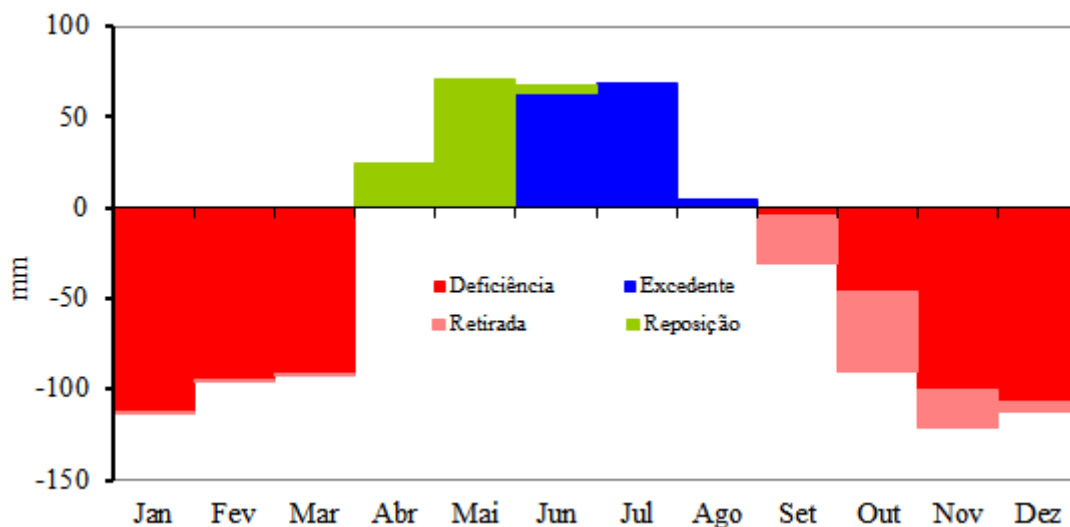
Meses	T °C	Prec	ETP	EVR mm	DEF	EXC	%Prec/ETP
Jan	27,5	47,8	161,8	49,8	112,0	0,0	29,6
Fev	27,8	59,0	154,9	59,6	95,3	0,0	38,1
Mar	28,0	80,4	172,4	80,6	91,8	0,0	46,6
Abr	27,3	172,6	148,1	148,1	0,0	0,0	116,5
Mai	25,6	191,3	120,0	120,0	0,0	0,0	159,5
Jun	24,3	162,1	94,8	94,8	0,0	63,3	171,0
Jul	23,1	150,0	81,7	81,7	0,0	68,3	183,6
Ago	23,2	88,5	84,3	84,3	0,0	4,2	105,0
Set	24,2	65,5	95,9	91,7	4,2	0,0	68,4
Out	26,0	40,8	130,6	84,6	46,1	0,0	31,2
Nov	27,0	27,3	149,0	48,5	100,5	0,0	18,3
Dez	27,1	44,9	157,6	50,9	106,7	0,0	28,5
Anual	25,9	994,6	1551,2	994,6	556,6	135,8	64,1

Fonte: França (2021).

As variabilidades das deficiências hídricas devem ser observadas no planejamento agrícola, tendo em vista uma agricultura segura e viável o uso da irrigação, quando existe a disponibilidade d'água na área trabalhada. As informações das espécies climáticas são importantes para realizar o planejamento das cultivares e o seu manejo durante o ciclo das culturas, observando-se atentiosamente a variabilidade pluvial e a magnitude evaporativa, evitando e/ou reduzindo o déficit hídrico, (Marengo et al. 2004).

Na Figura 2 observam-se a distribuição gráfica do BHC para Amparo de São Francisco, Sergipe, no período 1963-2019. Os excessos hídricos registraram-se entre junho a agosto; reposição d'água entre abril e junho; retiradas d'água entre setembro e dezembro e déficit hídricos de setembro a março.

Figura 2. Balanço hídrico em Amparo de São Francisco, Sergipe, no período 1963-2019.



Fonte: França (2021).

Na Tabela 4 tem-se a classificação climática para Amparo de São Francisco – Sergipe onde se mostram os valores dos índices (%) Ia; Iu; Ih, os tipos climáticos em função destes índices, a evapotranspiração e os subtipos climáticos

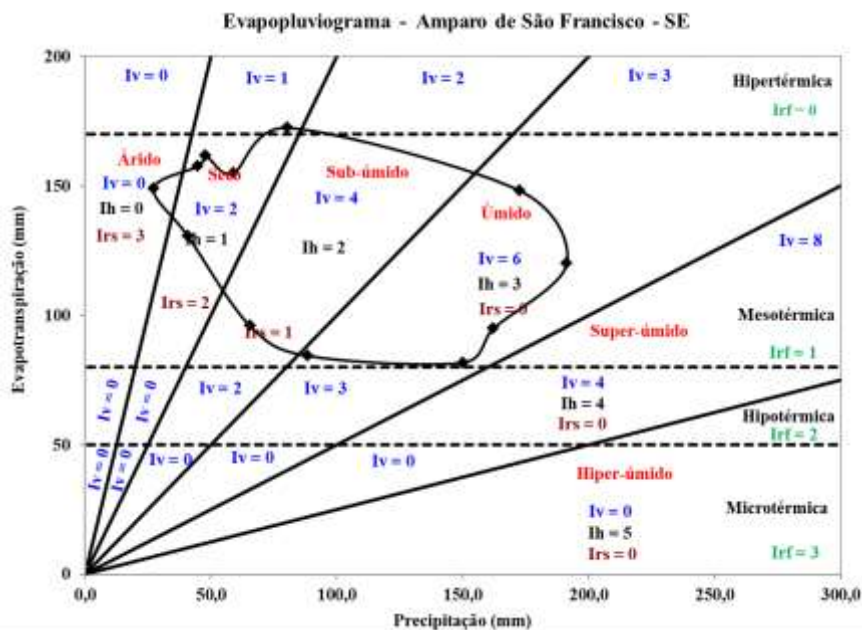
Tabela 4. Classificação climática em Amparo de São Francisco - Sergipe.

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)
35,9	8,8	-12,8	B ₁	d'	A'	C' ₁

Fonte: França (2021).

Com os resultados do BH e através da relação entre os parâmetros climáticos evapotranspiração e precipitação organizaram o evapopluviograma (Figura 3). A concretização do zoneamento agroclimático das cultivares para Amparo de São Francisco - SE. Alves et al. (2014) mostraram que a repartição da evapotranspiração e precipitação no evapopluviograma, geram quatro e seis faixas térmicas hídricas respectivamente, constituindo ferramenta dinâmica para a distinção do clima regional.

Figura 3. Repartição dos setores hídricos e térmicos do evapopluviograma em Amparo de São Francisco, Sergipe, no período 1963-2019.



Fonte: França (2021).

Realizou-se a elaboração do evapopluviograma e aplicação em tabelas após os cálculos, estes resultados estão expostos na Tabela 5. Os índices climáticos apresentados estão em conformidade com estudos desenvolvidos para a região semiárida nordestina, (Medeiros, Silva, Silva, Matos & Balbino 2013; Matos, Silva & Medeiros 2014).

Tabela 5. Índices e parâmetros anuais climáticos em Amparo de São Francisco, Sergipe. I_h = Índice hídrico proveniente do BH, I_v = Índice vegetativo, I_{rs} = Índice de repouso por seca, I_{rf} = Índice de repouso por frio, C_v = Concentração da evapotranspiração na estação quente, T = Temperatura anual, P = Precipitação, ET_p = Evapotranspiração Potencial, DEF = Deficiência hídrica; EXC = Excesso hídrico.

Índice Climático	I_h	I_v	I_{rs}	I_{rf}	C_v	T	P	ET_p	DEF	EXC
					%	°C		mm		
Valor	22	48	14	11		25,9	994,6	1551,2	556,6	135,8

Fonte: França (2021).

Em conformidade com os índices climáticos apresentados na Tabela 5 e aplicados em relação à Tabela 2, definiu-se o zoneamento agroclimático para diversas cultivares para a região, com aptidão plena, moderada e restrita. Determinaram-se as cultivares e suas atividades fisiológicas que se adaptam às disponibilidades climáticas e hídricas locais (Tabela 6).

Tabela 6. Zoneamento Agroclimático das cultivares em Amparo de São Francisco, Sergipe.

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	Moderada
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; $T_a > 22^\circ C$	Plena
Milho	$30 < I_v < 40$; $DEF < 0$; $EXC < 500$ mm	Moderada
Mamona	$-20 < I_h < 0$; $DEF > 60$ mm; $T > 20^\circ C$	Moderada
Mandioca	$-10 < I_h < 50$ e $T_a > 19^\circ C$	Moderada
Sisal	$I_h > -10$, $DEF > 100$ mm, $EXC < 500$ mm	Plena
Sorgo	$30 < I_v < 40$, $S < 500$ mm	Moderada

Fonte: França (2021).

A partir das exigências climáticas das culturas 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, verificou-se que em Amparo de São Francisco, Sergipe possui plena aptidão para os cultivos de abacaxi, algodão herbáceo, feijão, mamona, mandioca e sisal. Para o cultivo de caju, milho, Cana-de-açúcar e sorgo contatou-se aptidão moderada. Apenas o cultivo da banana fica restrito devido à região apresentar déficit hídrico acentuado.

4. Conclusão

As culturas feijão, sisal, abacaxi, algodão herbáceo tem aptidão plena; cana-de-açúcar, manga, milho, mamona, mandioca, caju, e sorgo suas aptidões foram moderadas e a cultura da banana com aptidão restrita em algumas áreas; Palma forrageira restrita para algumas áreas por excesso hídrico.

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

As cultivares manga; caju; banana e palma forrageira devem ser plantadas em espaçamento diferenciados seguindo a ordem das cultivares citadas para que possam ter melhor fixação do solo evitando o arrastamento pela erosão.

Milho mandioca e sorgo devem ser plantados em consórcio de preferência na área do e caju onde se tem maiores incidência de radiação.

Referências

- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. L. M. & Sparovek, G. (2014). Climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22, 711–728.
- Alves, J. M. B., Souza, R. O., & Campos, J. N. B. (2014). Previsão da anomalia de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) no Atlântico Tropical, com a equação da difusão de temperatura. *Revista ClimAnálise, Inst. Nac. Pesq. Esp. (INPE)*, 3(1), 6-19.
- Cunha et al. (2020). Potencialidade da aptidão climática do sorgo para o Estado do Pernambuco, Brasil. *Research, Society and Development*, 9(10), e5589108706, <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i10.8706>. 2020.
- Ferreira, F. S., Moreno, N. B. C., Evangelista, J. S. B., Silva, A. C. A. & Amancio, L. C. S. (2014). A fruticultura no Ceará: evolução e tendências na região metropolitana do cariri. *Enciclopédia Biosfera*, 10(18), 01-13.
- Franca, M. V., & Medeiros, R. M. (2018). O potencial agroclimático e o cultivo da manga em Recife - PE, Brasil. *Revista Equador*. 9, 98 – 114.
- França, M. V., Medeiros, R. M. & Holanda, R. M. (2014). Aptidão climática da cultura da banana no Estado do Piauí – Brasil. *Colloquium Agrariae*, 14(3), 12-23. 10.5747/ca.2018.v14.n3.a223.
- Köppen, W. (1931). *Grundriss der Klimakunde: Outline of climate science*. Berlin: Walter de Gruyter..388.
- Köppen, W., & Geiger, R. (1928). *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-map 150 x 200cm. 1928.
- Marengo, J. A., Soares, W. R., Saulo, C., & Nicolini, M. (2004). Climatology of the low-level Jet East of the Andes as Derived from NCEP-NCAR Reanalyses: Characteristics and Temporal Variability. *Journal of Climate*, 17(12), 2261-2280.
- Matos, R. M., Silva, J. A. S. & Medeiros, R. M. (2014). Aptidão climática para a cultura do feijão caupi do município de Barbalha - CE. *Ver. Bra. de Agric Irrigada*, 8, 422 - 431.
- Medeiros, R. M. & Duarte, J. F. M. (2020). Caju versus sorgo e sua aptidão climático no município de Recife – PE - Brasil. *Revista Percorso - NEMO* Maringá, 12(1), 03- 18.
- Medeiros, R. M., Rolim Neto, F. C., Araújo, W. R., Holanda, R. M., & França, M.V. (2020). Aptidão climática do milho em São Bento do Una - PE como suporte alimentar a avicultura. *Research, Society and Development*, 9(11). <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i11.XX>.
- Medeiros, R.M., Saboya, L. M. F., França, M. V., Holanda, R. M. & Araújo, W. R. (2020). Aptidão climática da mandioca para o Estado de Pernambuco – Brasil. *Research, Society and Development*, 9(11), e279119376. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i11.9376>.
- Medeiros, R. M., Nunues, J. C., Holanda, R. M. & Franca, M. V. (2018). Aptidões climáticas: caju, palma forrageira e milho no município de São Bento do Uma - PE, Brasil. *Journal of Environmental Analysis and Progress*. 3, 310 – 318.
- Medeiros, R. M. (2016). Estudos Agrometeorológicos para o Estado de Sergipe. 138p.
- Medeiros, R. M., Azevedo, P. V. & Saboya, L. M. F. (2013b) Classificação climática e zoneamento agroclimático para o município de Amarante – PI. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada* 7(2), 170-180, INOVAGRI – <http://www.inovagri.org.br> 10.7127/rbai.v7n200011
- Medeiros, R. M., Silva, J. A. S., Silva, O., Silva, A., Matos, R. M., & Balbino, D. P. (2013a) Balanço hídrico climatológico e classificação climática para a área produtora da banana do município de Barbalha, CE. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*. 7(4), 258 - 268. INOVAGRI – <http://www.inovagri.org.br> 10.7127/rbai.v7n400018,
- Ometto, J. C. (1981). *Bioclimatologia vegetal*. Ceres.
- Thornthwaite, C. W. (1948). An approach towards a rational classification of climate. *Geographical Review*, 38, 55-94.
- Thornthwaite, C. W. & Mather, J. R. (1955). 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. (2009). 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*, 05, 41-51.
- Teixeira, A. H. C., & Azevedo, P. V. (1996). Zoneamento agroclimático para a videira europeia no Estado de Pernambuco, Brasil. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 4(1), 139-145.