



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA BACHARELADO

GIRLENE DE LIMA SANTOS

**ZONEAMENTO AGROCLIMÁTICO DE *Euterpe oleracea* Mart. NO ESTADO DO
MARANHÃO: avaliação de mesorregiões com potencial de produção**

SÃO LUÍS/MA

2024

GIRLENE DE LIMA SANTOS

**ZONEAMENTO AGROCLIMÁTICO DE *Eutерpe oleracea* Mart. NO ESTADO DO
MARANHÃO: avaliação de mesorregiões com potencial de produção**

Monografia apresentada ao Curso de Agronomia
Bacharelado do Centro de Ciências Agrárias da
Universidade Estadual do Maranhão, como requisito
para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo Haroldo N. de
Menezes

SÃO LUÍS/MA

2024

GIRLENE DE LIMA SANTOS

**ZONEAMENTO AGROCLIMÁTICO DE *Eutepa oleracea* Mart. NO ESTADO DO
MARANHÃO: avaliação de mesorregiões com potencial de produção**

APROVADO EM:09/06/2024

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **RONALDO HAROLDO NASCIMENTO DE MENEZE**
Data: 21/08/2024 10:03:14-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.(a). Dr. Ronaldo Haroldo N. de Menezes

Doutor em Meteorologia/UFCG

Universidade Estadual do Maranhão

Documento assinado digitalmente
 **CARLOS WENDELL SOARES DIAS**
Data: 20/08/2024 02:09:22-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Carlos Wendell Soares Dias

Mestre em Agroecologia

Programa de Pós-graduação em Agroecologia

Documento assinado digitalmente
 **YANCA DOS SANTOS DA SILVA**
Data: 21/08/2024 09:43:54-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Yanca Dos Santos Da Silva

Mestra em Geografia

Secretaria de Estado de Agricultura e Pecuária

Santos, Girlene de Lima

Zoneamento agroclimático de *euterpe oleracea mart* no Estado do Maranhão: avaliação de mesorregiões com potencial de produção / Girlene de Lima Santos. – São Luís, MA, 2024.

74 f

TCC (Graduação em Engenharia Agrônômica) - Universidade Estadual do Maranhão, 2024.

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo Haroldo N. de Menezes

1.Balanço hídrico. 2.Açaí. 3.Aptidão Agrícola. I Título.

CDU: 551.58:63

À minha mãe, Francisca Moura de Lima, meus irmãos, meus sobrinhos e a minha parceira de vida, que sempre me apoiaram incondicionalmente, me deram forças nos momentos mais difíceis e me proporcionaram todo o suporte necessário para chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos a todos que me apoiaram ao longo desta jornada.

Primeiramente, à minha mãe, Francisca Moura de Lima. Sua sabedoria, amor incondicional, dedicação, perseverança e trabalho incansável foram minha base e inspiração diárias. Você me ensinou a ser uma pessoa de respeito, caráter e responsabilidade, tanto na vida pessoal quanto profissional.

Ao meu irmão mais velho, Gilberto de Lima Santos, que desempenhou um papel paterno ao longo da minha vida. Sua presença constante, especialmente nos momentos mais difíceis, foi essencial para minha trajetória.

Aos meus irmãos Adriano de Lima Santos, Gizele de Lima Santos e Janaina Santos Bezerra, por acreditarem em mim e demonstrarem paciência, cuidado e amor. Vocês são meus eternos amigos de infância, e espero poder retribuir sempre esse carinho e apoio.

À minha parceira de vida, Clésia Cassiany Correa Silva, que me mostrou uma nova perspectiva de viver e me ensinou a valorizar o essencial. Sua paciência, dedicação, esforço e compreensão foram fundamentais para superar os desafios. Obrigada por ser minha inspiração e por escolher compartilhar a vida comigo.

Aos meus sobrinhos, Julia Vitória Santos Bezerra, Maria Helena Santos Bezerra e Arthur Nascimento de Lima, cuja presença trouxeram alegria e calma, ajudando-me a esquecer os problemas e inspirando-me a ser melhor.

Aos meus irmãos de coração, Orlene, Railan, Rayssa Nascimento, Laryssa Nascimento, Claryssa Nascimento, Maria da Graça, Eduardo, Igor e Vitória, agradeço a irmandade e apoio incondicional.

A Maria de Fátima, Isa Rosete e Rosany Aranha, educadores que foram e são fundamentais na minha formação. Sempre guardarei carinho, gratidão e admiração por vocês.

Aos amigos de vida, Kalyne Correia Gama, Matheus Henrique Felipe Lima, Roberta Alcantara, Emanuelle Ketthlen, Girlene Santos e Jeniffer Kianne, sou eternamente grata pelos momentos de descontração e pelas conversas que tivemos. Suas amizades e suportes tornaram essa caminhada mais leve e prazerosa.

Aos meus orientares que aceiraram me orientar ao longo das minhas atividades acadêmicas da UEMA, Ronaldo Menezes, Raimunda Lemos, Paulo Catunda e Raimundo Calixto.

A todos os professores e mentores, que com sua paciência e conhecimento, guiaram meu aprendizado e crescimento. E, finalmente, a todos os colegas e colaboradores, por contribuírem de forma significativa para este momento.

A Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) e seu corpo docente, pela contribuição na minha formação acadêmica. A Pró-Reitoria de Pesquisa (PPG) pela oportunidade de ter sido bolsista de iniciação científica. A Secretaria de Estado de Agricultura e Pecuária (SAGRIMA), em especial a Assessoria Especial (ASSESP) e a Superintendência de Pesquisa e Geoprocessamento (SPG), por contribuírem com a minha iniciação e formação como profissional e terem me dado amigos e colegas de trabalho. Ao Instituto de Terras e Colonização do Maranhão (ITERMA), em especial a Coordenação de Ação Fundiária (CAF), por terem contribuído constantemente com meu aperfeiçoamento técnico nas questões de regularização de terras.

Por fim, agradeço fundamentalmente a Deus, por me proporcionar tudo o que tenho de mais precioso, sempre iluminando e protegendo meu caminho diariamente.

A todos, minha eterna gratidão.

*"O verdadeiro sentido da vida está em encontrar a beleza nos pequenos momentos, em persistir diante das adversidades e em manter o espírito leve e resiliente. Como sabiamente escreveu Mário Quintana: 'Eles passarão... Eu passarinho!'"***

RESUMO

O açaizeiro, nativo da Amazônia brasileira e com principal centro de dispersão no Pará, tem crescente importância econômica no Maranhão, onde o cultivo está em expansão. O objetivo deste trabalho é identificar as áreas de aptidão agroclimática para o cultivo de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) no Maranhão, visando otimizar o planejamento e manejo da produção. A análise se baseia em dados climáticos de 1994 a 2023, fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), e inclui variáveis como evapotranspiração potencial, precipitação pluviométrica, temperatura, dentre outras. A área de estudo foi dividida em cinco mesorregiões: Norte, Centro Maranhense, Leste, Sul e Oeste. Cada uma foi caracterizada com base em aspectos climáticos e hídricos. Para a determinação da aptidão agroclimática, o estudo considerou a precipitação pluvial anual, a temperatura média e o déficit hídrico anual, seguindo critérios estabelecidos por pesquisas anteriores. O cultivo de açaí em sequeiro é mais adequado nas mesorregiões Norte e Oeste, devido às condições climáticas mais favoráveis, embora ainda seja necessária a irrigação suplementar durante os períodos de déficit hídrico. As mesorregiões Centro, Leste e Sul são menos apropriadas devido ao período seco mais longo e menores índices de precipitação. A pesquisa destaca que a suplementação hídrica é crucial para garantir a continuidade da produção e a qualidade dos frutos, especialmente durante a entressafra. A irrigação não só assegura a viabilidade produtiva do açaizeiro em regiões com déficit hídrico, como também pode aumentar o lucro dos produtores. Dessa forma, para otimizar a produção de açaí, a escolha da região de cultivo deve considerar cuidadosamente as condições climáticas e a necessidade de irrigação para superar os desafios impostos pela variabilidade hídrica.

Palavras - chave: Balanço hídrico. Açaí. Aptidão Agrícola.

ABSTRACT

The açai palm, native to the Brazilian Amazon with its main dispersion center in Pará, has growing economic importance in Maranhão, where cultivation is expanding. The objective of this study is to identify the agroclimatic suitability areas for the cultivation of açai palm (*Euterpe oleracea* Mart.) in Maranhão, aiming to optimize the planning and management of production. The analysis is based on climatic data from 1994 to 2023, provided by the National Institute of Meteorology (INMET), and includes variables such as potential evapotranspiration, rainfall, temperature, among others. The study area was divided into five mesoregions: North, Central Maranhão, East, South, and West. Each was characterized based on climatic and hydrological aspects. For determining agroclimatic suitability, the study considered annual rainfall, average temperature, and annual water deficit, following criteria established by previous research. Rainfed açai cultivation is more suitable in the North and West mesoregions due to more favorable climatic conditions, although supplementary irrigation is still necessary during periods of water deficit. The Central, East, and South mesoregions are less suitable due to a longer dry season and lower rainfall indices. The research highlights that water supplementation is crucial to ensure the continuity of production and the quality of the fruits, especially during the off-season. Irrigation not only ensures the productive viability of the açai palm in regions with a water deficit but can also increase the profits of producers. Thus, to optimize açai production, the choice of cultivation region must carefully consider climatic conditions and the need for irrigation to overcome the challenges posed by water variability.

Keywords: Water Balance. Açai. Agricultural Suitability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição da produção de açaí, em toneladas, no Maranhão.	21
Figura 2 - Caracterização climática das RHPs para os componentes para cultivo em sequeiro, do balanço hídrico e as tipologias climáticas do Zoneamento Agropecuário do Estado do Maranhão – ZAMA.	24
Figura 3 - Classes de solo do Maranhão do Estado do Maranhão.....	26
Figura 4 – Variação média mensal estimada do excedente (EXC) e da deficiência (DEF), retirada e reposição hídrica registrada pela estação de São Luís - Norte Maranhense, no período de 30 anos (1994 a 2023); A – solo do tipo I; B – solo do tipo II; C- solo do tipo III.	34
Figura 5 - Variação média mensal estimada do excedente (EXC) e da deficiência (DEF), retirada e reposição hídrica da estação de Bacabal e Barra do Corda - Centro Maranhense, no período de 30 anos (1994 a 2023); A –solo do tipo I estação de Bacabal; B – solo do tipo II estação de Bacabal; C- solo do tipo III estação de Bacabal; D – solo do tipo I estação Barra do Corda; E – solo do tipo II estação Barra do Corda; F- solo do tipo III estação Barra do Corda.	37
Figura 6 - Variação média mensal estimada do excedente (EXC) e da deficiência (DEF), retirada e reposição hídrica registrada pela estação de Chapadinha e Colinas - Leste Maranhense, no período de 30 anos (1994 a 2023); A –solo do tipo I estação de Chapadinha; B – solo do tipo II estação de Chapadinha; C- solo do tipo III estação de Chapadinha; D – solo do tipo I estação de Colinas; E – solo do tipo II estação de Colinas; F- solo do tipo III estação de Colinas.	41
Figura 7 - Variação média mensal estimada do excedente (EXC) e da deficiência (DEF), retirada e reposição hídrica registrada pela estação de Balsas e Carolina - Sul Maranhense, no período de 30 anos (1994 a 2023); A –solo do tipo I estação de Balsas; B – solo do tipo II estação de Balsas; C- solo do tipo III estação de Balsas; D – solo do tipo I estação de Carolina; E – solo do tipo II estação de Carolina; F- solo do tipo III estação de Carolina.	45
Figura 8 - Variação média mensal estimada do excedente (EXC) e da deficiência (DEF), retirada e reposição hídrica registrada pela estação de Imperatriz e Zé Doca - Oeste Maranhense, no período de 30 anos (1994 a 2023); A –solo do tipo I estação de Imperatriz; B – solo do tipo II estação de Imperatriz; C- solo do tipo III estação de Imperatriz; D – solo do tipo I estação de Zé Doca; E – solo do tipo II estação de Zé Doca; F- solo do tipo III estação de Zé Doca.....	49

Figura 9 - Variação média mensal estimada do excedente (EXC) e da deficiência (DEF), retirada e reposição hídrica registrada pela estação de Turiaçu - Oeste Maranhense, no período de 30 anos (1994 a 2023); A –solo do tipo I estação de Turiaçu; B – solo do tipo II estação de Turiaçu; C- solo do tipo III estação de Turiaçu.	50
Figura 10 - Normal Climatológica de Precipitação do Estado do Maranhão, 1991-2020.	55

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Espécies de Euterpe ssp. registradas no Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) pelo Registro Nacional de Cultivares (RNC).	19
Quadro 2- Percentual de distribuição dos tipos de solo no território do Estado do Maranhão conforme dados do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS).	25
Quadro 3 - Estações convencionais monitoradas no Estado do Maranhão para a aquisição de dados agroclimáticos.	28
Quadro 4 - Dados adquiridos para a condução do trabalho conforme mesorregiões estabelecidas no Estado do Maranhão.	29
Quadro 5 - Fórmulas utilizadas para realização do Balanço Hídrico Thornthwaite & Mather (1955).	29
Quadro 6 - Método de classificação de solos utilizado na pesquisa	30
Quadro 7 - Parâmetros de Capacidade de Água Disponível no Solo (CAD) utilizados no balanço hídrico.	31
Quadro 8 - Restrição da cultura do açaí conforme as variáveis: temperatura, precipitação e déficit hídrico.	32
Quadro 9 - Registro Climatológico de Temperatura, Precipitação e Evapotranspiração da Estação Convencional de São Luís (1994-2023).	33
Quadro 10 - Balanço hídrico mensal para solos dos tipos I, II e III, baseado nos dados da estação de São Luís.	34
Quadro 11 – Continuação: Balanço hídrico mensal para solos dos tipos I, II e III, baseado nos dados da estação de São Luís.	35
Quadro 12 - Registro Climatológico de Temperatura, Precipitação e Evapotranspiração da estação de Bacabal e Barra do Corda (1994-2023).	36
Quadro 13 - Balanço hídrico mensal para solos dos tipos I, II e III, baseado nos dados da estação de Bacabal, no período de 30 anos (1994 a 2023).	38
Quadro 14 - Balanço hídrico mensal para solos dos tipos I, II e III, baseado nos dados da estação de Barra do Corda, no período de 30 anos (1994 a 2023).	38
Quadro 15 – Continuação: Balanço hídrico mensal para solos dos tipos I, II e III, baseado nos dados da estação de Barra do Corda, no período de 30 anos (1994 a 2023).	39
Quadro 16 - Registro Climatológico de Temperatura, Precipitação e Evapotranspiração da estação de Chapadinha e Colinas (1994-2023).	39

Quadro 17 – Continuação: Registro Climatológico de Temperatura, Precipitação e Evapotranspiração da estação de Chapadinha e Colinas (1994-2023).....	40
Quadro 18 - Balanço hídrico mensal para solos dos tipos I, II e III, baseado nos dados da estação de Chapadinha, no período de 30 anos (1994 a 2023).....	42
Quadro 19 - Balanço hídrico mensal para solos dos tipos I, II e III, baseado nos dados da estação de Colinas, no período de 30 anos (1994 a 2023).....	42
Quadro 20 – Continuação: Balanço hídrico mensal para solos dos tipos I, II e III, baseado nos dados da estação de Colinas, no período de 30 anos (1994 a 2023).	43
Quadro 21 - Registro Climatológico de Temperatura, Precipitação e Evapotranspiração da estação de Balsas e Carolina (1994-2023).....	43
Quadro 22 – Continuação: Registro Climatológico de Temperatura, Precipitação e Evapotranspiração da estação de Balsas e Carolina (1994-2023).	44
Quadro 23 - Balanço hídrico mensal para solos dos tipos I, II e III, baseado nos dados da estação de Balsas, no período de 30 anos (1994 a 2023).	46
Quadro 24 - Balanço hídrico mensal para solos dos tipos I, II e III, baseado nos dados da estação de Carolina, no período de 30 anos (1994 a 2023).	46
Quadro 25 – Continuação: Balanço hídrico mensal para solos dos tipos I, II e III, baseado nos dados da estação de Carolina, no período de 30 anos (1994 a 2023).	47
Quadro 26 - Registro Climatológico de Temperatura, Precipitação e Evapotranspiração da estação de Imperatriz, Zé Doca e Turiaçu (1994-2023).	48
Quadro 27 - Balanço hídrico mensal para solos dos tipos I, II e III, baseado nos dados da estação de Imperatriz, no período de 30 anos (1994 a 2023).	51
Quadro 28 - Balanço hídrico mensal para solos dos tipos I, II e III, baseado nos dados da estação de Zé Doca, no período de 30 anos (1994 a 2023).	51
Quadro 29 – Continuação: Balanço hídrico mensal para solos dos tipos I, II e III, baseado nos dados da estação de Zé Doca, no período de 30 anos (1994 a 2023).	52
Quadro 30 - Balanço hídrico mensal para solos dos tipos I, II e III, baseado nos dados da estação de Turiaçu, no período de 30 anos (1994 a 2023).....	52
Quadro 31 - Calendário de períodos de chuvas propícios ao desenvolvimento de açaí nas mesorregiões do Estado do Maranhão.....	56

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	18
2.1 Aspectos botânicos	18
2.2 Fenologia do <i>Euterpe ssp.</i>	18
2.3 Cultivo do Açaí.....	19
2.3.1 BRS Pará	19
2.3.2 BRS Pai D'égua.....	20
2.4 Produção de Açaí no Maranhão	20
2.5 Mercado do açaí.....	21
2.6 Condições Edafoclimáticas do Maranhão	22
2.6.1 Condições climáticas	22
2.6.2 Condições edáficas	24
3 MATERIAIS E MÉTODOS	27
3.1 Caracterização da área	27
3.2 Procedimentos metodológicos	28
3.2.1 Caracterização agroclimática.....	28
3.3 Parâmetros para o desenvolvimento da cultura do açaí.....	31
4 RESULTADO E DISCUSSÕES.....	32
4.1 Mesorregião Norte.....	32
4.1.1 Aspectos Climáticos e Hídricos	32
4.2 Região Centro Maranhense	35
4.2.1 Aspectos Climáticos e Hídricos	35
4.3 Região Leste Maranhense.....	39
4.3.1 Aspectos Climáticos e Hídricos	39
4.4 Região Sul Maranhense	43

4.4.1 Aspectos Climáticos e Hídricos	43
4.5 Região Oeste Maranhense	47
4.5.1 Aspectos Climáticos e Hídricos	47
4.6 Aptidão climática no cultivo do açaí	53
4.4 Períodos de chuvas propícios	56
5 CONCLUSÃO.....	57
REFERÊNCIAS	58
APÊNDICE	62
ANEXO.....	73

1 INTRODUÇÃO

O açaizeiro é uma planta nativa da Amazônia brasileira, onde o Estado do Pará é considerado o seu principal centro de dispersão natural. Em outros estados essa palmácea também é encontrada, como: Estados do Amapá, Maranhão, Mato Grosso, Tocantins; e em outros países da América do Sul: Venezuela, Colômbia, Equador, Suriname e Guiana e da América Central (Panamá) (Nogueira; Figureirêdo; Muller, 2005). O açaí ganhou visibilidade comercial e mercado quando a exploração do fruto foi realizada em um novo contexto de extração e cultivo, através de técnicas mais modernas (Rogez, 2000).

Do fruto do açaizeiro são extraídos dois produtos principais, o vinho e a polpa. O seu consumo direto da polpa está associado com o consumo da farinha de mandioca, peixe, camarão e carne. Além disso, o açaí é a matéria prima para outros subprodutos como: sorvetes, licores, doces, néctares e geleias, corantes e antocianina. A borra, proveniente do caroço, é utilizada na produção de cosméticos, fibras em móveis, placas acústicas, xaxim, compensados, indústria automobilística, entre outros; quando limpos, os caroços são usados na industrialização de produtos, na torrefação de café, panificação, extração de óleo comestível, fitoterápicos, ração animal, na geração de vapor, carvão vegetal e adubo orgânico (Tinoco, 2005).

Segundo dados do IBGE (2023), no ano de 2022, a produção de açaí no Brasil foi de 1.699.588 toneladas, com uma área de 233.714 hectares plantados, gerando uma receita de 6.166.252 milhões. O estado do Maranhão destacou-se como o quinto maior produtor de açaí no Brasil, ficando atrás dos estados de Roraima, Bahia, Amazonas e Pará, com uma produção aproximada de 2.478 toneladas de açaí cultivado. A região Norte ainda é a maior produtora, concentrando cerca de 99% da produção do país; o estado do Pará possui 93% da produção nacional, e segundo a Conab (2022), também é o maior produtor mundial. Todos esses fatores estão relacionados ao grande hábito cultural de extração, produção e consumo da região, organização da cadeia, e as condições edafoclimáticas favoráveis ao desenvolvimento da cultura.

Em relação a produção extrativista, o Maranhão ocupa o terceiro maior produtor no ranking nacional, com cerca de 18,8 mil toneladas. Entretanto, a produção vem apresentando decréscimo gradativo de crescimento no noroeste do estado (IBGE, 2023). Isso pode estar relacionado a falta de manejo adequado e a outros usos da terra (EMBRAPA, 2020). Ambos os tipos de cultivos, tecnificado e de extrativismo vegetal do açaizeiro, são atividades com alto grau de risco e incertezas à viabilidade agroeconômica dos empreendimentos. O

Zoneamento de Risco Climático (ZARC) foi implantado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para a minimização de riscos ao desenvolvimento produtivo frente as adversidades climáticas (Vieira *et al.*, 2018), entretanto, o Maranhão ainda não possui especificações para a cultura do açaizeiro.

A produção de açaí no estado do Maranhão se estende por toda a área de ocorrência natural da fruteira. No entanto, devido à vasta extensão territorial e às diversas condições climáticas únicas em comparação aos demais estados que compõem a Amazônia Legal, torna-se imperativo considerar os fatores abióticos como critérios essenciais para avaliar o risco de desenvolvimento da cultura. Diante disso, este trabalho tem como objetivo principal apresentar as áreas de aptidão agroclimática para o cultivo do açaizeiro no estado do Maranhão, contribuindo assim para uma abordagem mais precisa e eficaz no planejamento e manejo da produção de açaí no estado.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos botânicos

O açaí é uma palmeira cespitosa, com 4 a 20 estipes e um sistema radicular fasciculado. O caule é cilíndrico e liso, com uma copa de 12 a 15 folhas, e inflorescências ramificadas abaixo da copa. Os frutos são drupa globosas, verdes quando imaturos e violeta ou quase pretas quando maduras (Villachica *et al.*, 1996). A produtividade do açaí é melhor em climas semelhantes como o clima tropical chuvoso, onde a temperatura média anual é de 25,9°C, a precipitação é de 2.761 mm/ano, a evapotranspiração potencial é de 1.455 mm, a umidade relativa é de 86% e há 2.389 horas de luz solar por ano (Villachica *et al.*, 1996).

2.2 Fenologia do *Euterpe ssp.*

A fenologia é o estudo dos eventos biológicos periódicos de uma espécie vegetal e suas relações com fatores agroclimatológicos. Conhecer as fases fenológicas do açaizeiro nas condições climáticas da Amazônia Ocidental ajuda a programar operações agrícolas e gerenciar a comercialização dos frutos do açaí (Vieira *et al.*, 2018).

O açaizeiro inicia a produção de frutos a partir de 4 anos após o plantio, podendo algumas plantas começarem a produzir já aos 3 anos (Oliveira *et al.*, 2002). O ciclo reprodutivo da planta de touceira, em regime de sequeiro, dura de 11 a 12 meses, e o período da abertura das espatas até a maturação dos frutos leva de cinco a seis meses. A cronosequência inicia com a emergência e desenvolvimento da espata, seguido pela

senescência e queda natural da folha. Em média, seis meses após, ocorrem o florescimento, polinização, crescimento e maturação dos frutos (VIEIRA *et al.*, 2018).

2.3 Cultivo do Açaí

O açaizeiro pode ser encontrado em solos de várzeas e igapós, formando ecossistemas de floresta natural ou em forma de maciços chamados de açaizais. Também ocorre em terra firme, principalmente perto de várzeas e igapós. Os solos hidromórficos de várzea e igapó são encontrados em áreas planas e baixas com formação sedimentar recente. Eles se estendem por quilômetros e margeiam os rios. Essas áreas são caracterizadas por áreas de várzea alta, várzea baixa e igapó. Os de terra firme estão localizados nas áreas de estuário, não inundados, porosos, bem drenados, podendo ser ácidos e de baixa fertilidade (Homma *et al.*, 2005).

O princípio fundamental para aumentar a produtividade e a qualidade de qualquer planta é usar cultivares adaptadas a diferentes condições de clima, solo e sistema de produção (Homma *et al.*, 2005). No Quadro 1, constam as espécies botânicas e cultivares de açaizeiros registradas no MAPA/RNC - Registro Nacional de Cultivares.

Quadro 1- Espécies de *Euterpe* ssp. registradas no Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) pelo Registro Nacional de Cultivares (RNC).

Espécie	<i>Euterpe precatoria</i> Mart.	<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	<i>Euterpe edulis</i> Mart.
Nome comum	Açaí-da-mata	Açaí	Juçara
Nº de registro	24064	39588 11300 11301	50632
Tipo de registro	Espécie botânica	Cultivar	Cultivar
Denominação	Açaí solteiro	BRS Pai D'égua BRS Pará Estuário	-

Fonte: adaptado de MAPA/RNC (2024) pela autora.

2.3.1 BRS Pará

A espécie *E. oleracea* Mart. possui destaque na exploração econômica. A BRS- Pará foi a primeira cultivar para áreas de terra firme desenvolvida. Ela possui níveis de produtividade satisfatórios. Sua produção se inicia a partir do 3º ano, com 3 toneladas por hectare, podendo alcançar 10 toneladas no 8º ano. Contudo, conforme as condições climáticas, esses índices podem variar (Homma *et al.*, 2005). A "BRS Pará", se manejada corretamente, pode aumentar a produtividade de frutos, aumentar a oferta de frutos na entressafra e facilitar o acesso dos açaicultores ao crédito agrícola (Vieira, 2018).

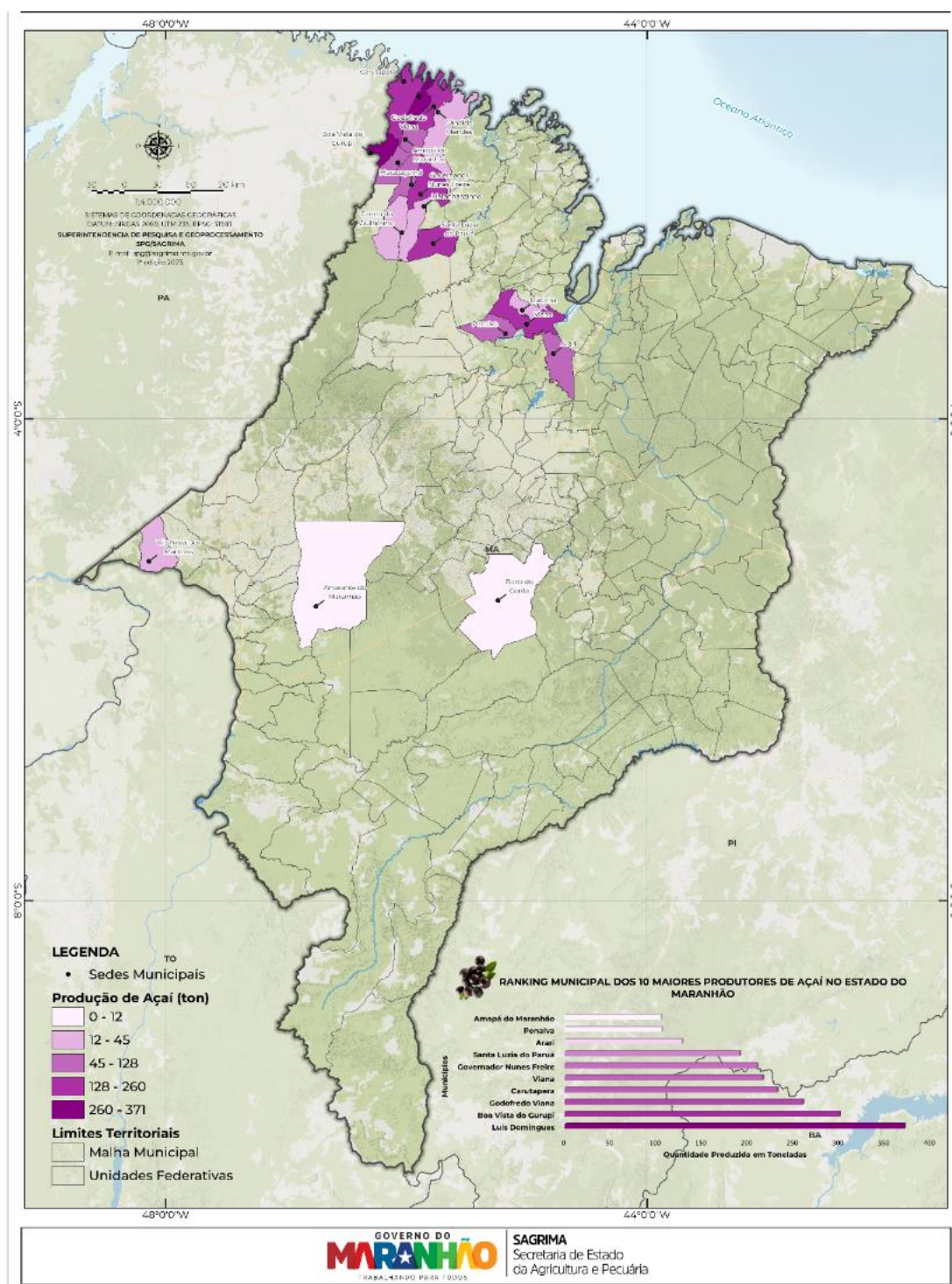
2.3.2 BRS Pai D'égua

A BRS Pai D'égua possui uma das principais características, a produção durante a entressafra (janeiro a junho), podendo variar de 44% a 46% dos frutos nesse período. Sua produtividade pode ser de 5,2 toneladas por hectare no 5º ano de plantio, podendo chegar 12,9 toneladas por hectare (Neto, 2019). De maneira geral, as condições ideais para cultivo da espécie são de faixas climáticas com precipitação regular e em locais onde a umidade do solo é suficiente. Em áreas onde o período de estiagem é definido e quando os índices de chuvas são insatisfatórios, recomenda-se o uso de irrigação complementar para evitar a redução ou paralização durante o crescimento, floração e frutificação (Neto, 2019).

2.4 Produção de Açaí no Maranhão

No Maranhão, a quantidade de açaí plantado produzida em 2022 foi de 2.478 toneladas, aproximadamente 12,18% superior à quantidade produzida no ano anterior, batendo recorde de produção de toda a série de anos historicamente avaliados. Em termos de valor da produção, houve também um aumento de 18,10% em relação a 2021 (recorde histórico dos anos avaliados). Segundo dados da Conab (2019), o Maranhão foi um dos estados cujo produto apresentou maior valor agregado e menor variação no intervalo de tempo do ano de 2019. A produção no Maranhão está mais concentrada na sua região nativa (Figura 1). Contudo, a produção extrativista é superior ao açaí plantado, que correspondeu em 2022 a 18.852 toneladas (IBGE, 2022).

Figura 1 - Distribuição da produção de açaí, em toneladas, no Maranhão.



Fonte: SPG/Sagrima, 2023.

2.5 Mercado do açaí

Com a conquista de novos mercados do açaí, sua comercialização tem se tornado em importante fonte de renda e de emprego (Nogueira; Figuerêdo; Muller, 2005). Segundo Homma (2015), o produto vem ganhando muito o mercado externo, os diversos estados

brasileiros e o investimento nesse mercado vieram a crescer com base na alta dos mercados, nacionais e internacionais.

“Em 2020, a produção de açaí foi de 1.698.657 toneladas, 4,79% acima da obtida no ano anterior, porém, ainda inferior do que no ano de 2018, quando a produção foi de 1.731.668 toneladas (a maior de toda série histórica avaliada). Quanto ao valor de produção, em 2020, o índice foi o maior de toda a série histórica, chegando a um incremento de 79% em relação a 2019 no valor total de produção, um aumento no preço do quilo do açaí de R\$ 1,85 em 2019 para R\$ 3,21 em 2020. Tal comportamento é o provável resultado do aumento da pressão da demanda sobre a oferta do fruto[...] (Conab, 2022)”.

Segundo dados da Conab (2019), o Maranhão foi um dos estados cujo produto apresentou maior valor agregado e menor variação neste intervalo de tempo no ano de 2019, isso demonstra a maior valorização no estado, mesmo no período de pandemia. Atualmente ainda há desafios para o desenvolvimento e avanço do mercado, em relação à falta de infraestrutura para a produção e armazenamento, visto que, este é um produto perecível e os mercados emergentes para açaí, como o de cosméticos e nutracêuticos, exigem a adequada conservação do produto (Freitas; Carvalhes; Bezerra, 2021). A verticalização dessa cadeia produtiva deve prever a produção do maior número de variedade possível de produtos à base de açaí. Assim, é necessário a maior aderência ao uso de tecnologias apropriadas na cadeia e no controle de estoques (Conab, 2022).

Observa-se que o açaí tem boa aceitação e um forte potencial de crescimento no Maranhão, assim como seus subprodutos, que apresentam grande expectativa de desenvolvimento. Além disso, há uma demanda significativa tanto no mercado interno quanto externo ao estado, impulsionada pelo elevado potencial de produção, principalmente proveniente do extrativismo, que gera renda para a população local. Nesse contexto, a inserção do açaí no mercado maranhense está em um cenário promissor, especialmente com a aplicação de novas tecnologias e melhorias na qualidade da produção, o que pode intensificar ainda mais esse crescimento.

2.6 Condições Edafoclimáticas do Maranhão

2.6.1 Condições climáticas

Na Amazônia, o açaizeiro é cultivado em regiões de clima quente e úmido, classificadas como Afj e Am_i segundo Köppen e Geiger (1928). Essas áreas apresentam temperaturas médias anuais de 26°C, com mínimas de 22°C e máximas de 31,5°C. A umidade relativa do ar varia entre 71% e 91%, enquanto a distribuição e o volume total de chuvas

diferem conforme o tipo climático. No Af_j, o total anual de chuvas é superior a 2.000 mm com distribuição uniforme. No Am_i, o total é semelhante ao do Af_j, mas com períodos de estiagem. No Aw_i, o total é inferior a 2.000 mm e o período de estiagem pode durar de cinco a seis meses. Em climas Am_i e Aw_i, é recomendada a irrigação por gotejamento ou microaspersão nos primeiros dois anos e gotejamento ou aspersão a partir do terceiro ano para garantir alta produtividade (Nogueira *et al.*, 2006).

O Estado do Maranhão está situado em uma região de transição climática, onde diferentes influências se combinam, como o Semiárido Nordestino, a Amazônia, o Oceano Atlântico e o Planalto Central Brasileiro. Isso resulta em uma grande variabilidade de elementos climáticos, como precipitação, umidade e temperatura. As estações do ano não são bem definidas, sendo possível observar apenas um período seco e outro chuvoso. No entanto, esses períodos não ocorrem de maneira uniforme em todo o estado, pois a formação da estação chuvosa, especialmente no extremo norte, depende principalmente das condições de temperatura do Oceano Atlântico tropical e da influência da Zona de Convergência Intertropical (Nugeo, 2016).

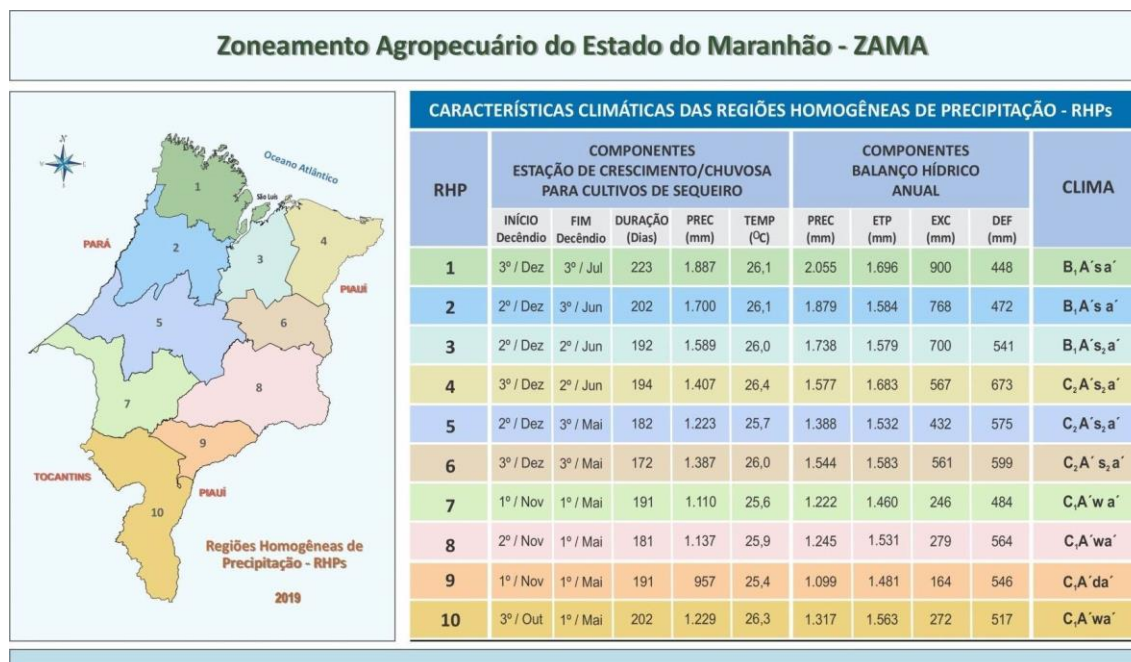
As diversas variações climáticas de uma região para outra, influenciadas pela combinação de diferentes processos atmosféricos, resultam na existência de vários tipos climáticos. O tipo climático predominante no Estado do Maranhão é o tropical úmido, caracterizado por excesso de água nos meses de janeiro a maio (os mais chuvosos do ano) e deficiência de água nos meses de julho a setembro (os mais secos do ano) (Nugeo, 2016). No Norte, o período chuvoso pode variar de janeiro a junho; já na região Sul, esse período pode ser de outubro a março (Sema, 2023).

O conhecimento do clima é fundamental para o planejamento de várias atividades humanas, principalmente as agropecuárias. A precipitação e a temperatura são dois dos principais fatores climáticos que afetam o sucesso e a viabilidade dos cultivos (Sagrima, 2019). É fundamental para todos os segmentos econômicos, especialmente para a agricultura, que aprimora suas operações ao definir os períodos mais propícios para o plantio (considerando o tipo de cultura a ser cultivada) e para a colheita (Nugeo, 2016).

O Zoneamento Agropecuário do Estado do Maranhão (ZAMA), foi criado pelo governo do Estado do Maranhão como ferramenta para definir estratégias de desenvolvimento do setor agropecuário, atrair investimentos e reduzir riscos neste setor. Devido à grande extensão territorial e peculiaridades de cada local, o ZAMA adotou recortes geográficos do estado com base em Regiões Homogêneas de Precipitação – RHP, conforme definido por Menezes (2019).

Foram definidas 10 RHP's que abrangeram toda a extensão territorial do Estado, com apresentação do tipo climático, temperatura média, componentes do balanço hídrico anual (precipitação, evapotranspiração potencial – ETP, excesso hídrico de água no solo – EXC e deficiência hídrica – DEF) de cada uma das regiões (Figura 2).

Figura 2 - Caracterização climática das RHPs para os componentes para cultivo em sequeiro, do balanço hídrico e as tipologias climáticas do Zoneamento Agropecuário do Estado do Maranhão – ZAMA.



Fonte: Sagrima, 2019.

Pode-se observar que em cada RHP, os tipos climáticos variam, bem como os componentes do Balanço Hídrico e da Estação de Crescimento. Para o cultivo do açaizeiro (*E. oleracea* Mart.), a abundância de chuvas durante o ano inteiro (acima de 2.500 mm anuais) são as condições adequadas. Em locais onde há uma estação relativamente seca e com precipitação total acima de 2.500 mm anuais; ou com nítida estação seca e índice pluviométrico anual entre 1.000 e 2.500 mm, é recomendável o uso de suplementação hídrica (Homma *et al.*, 2005).

2.6.2 Condições edáficas

Em relação as características edáficas, as limitações e potencialidades de cultivo se relaciona principalmente pela profundidade, textura, densidade, porosidade, retenção de água, drenagem e fertilidade natural (Zama, 2019).

De acordo com dados do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) publicados pelo IBGE (2022), a maioria dos solos do território do Estado do Maranhão são do tipo latossolo (32,96%), plintossolo (19,16%), e argissolo (18,69), que somados correspondem a mais da metade entre os demais (Quadro 2). Esses solos não possuem uma boa fertilidade natural, contudo, isso não é nenhum empecilho ao desenvolvimento da agricultura e fruticultura no estado, visto que, tais fatores podem ser corrigidos por práticas agronômicas.

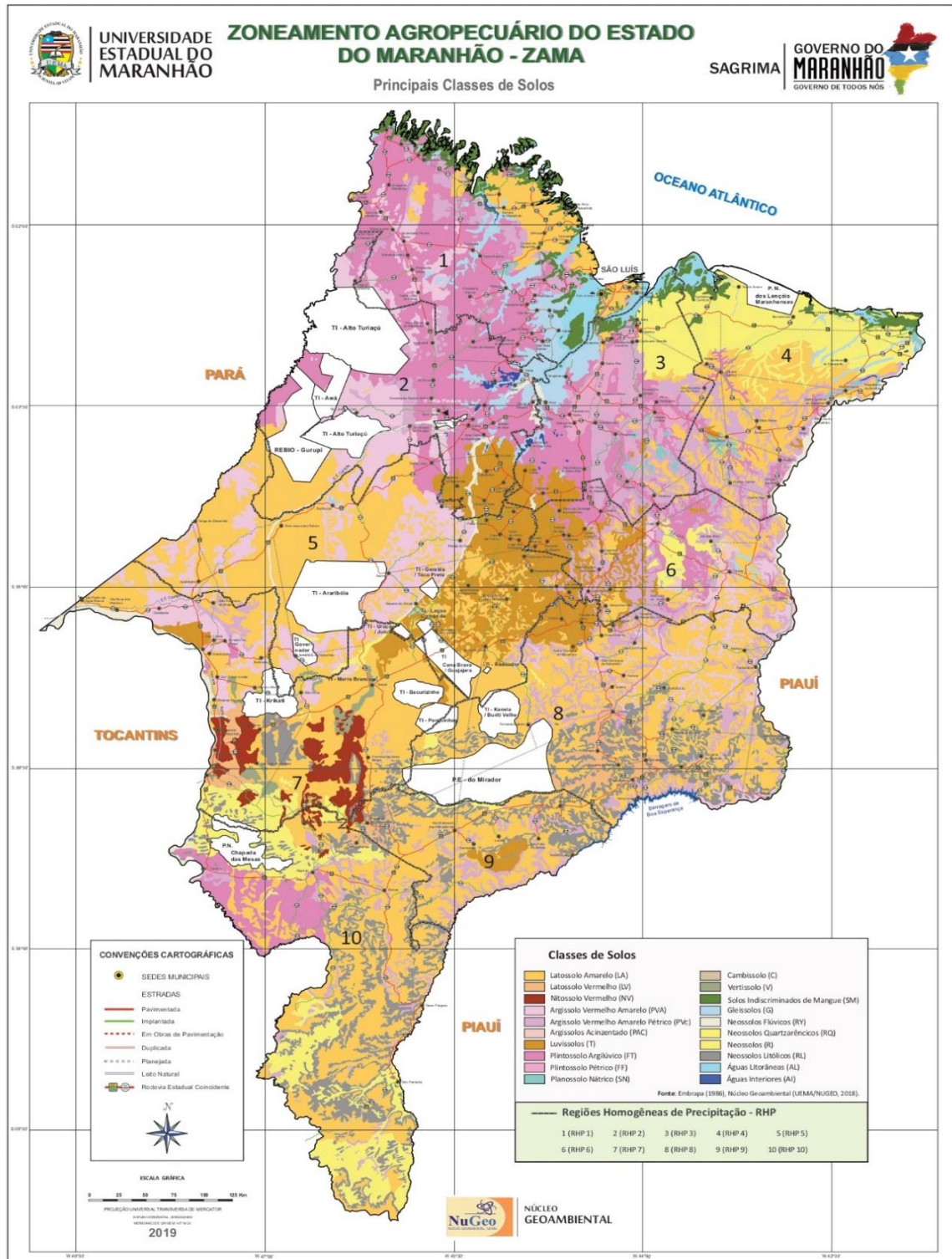
Quadro 2-Percentual de distribuição dos tipos de solo no território do Estado do Maranhão conforme dados do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS).

Distribuição de solos no estado do Maranhão	
Tipo de solo	%
Latossolo	32,96
Plintossolo	19,16
Argissolo	18,69
Neossolo	17,31
Outros	11,88

Fonte: IBGE, 2022.

Latossolos são solos profundos e bem drenados. Apresentam um alto potencial para uso agrícola devido às boas condições físicas e aos relevos mais suaves. Sua limitação está mais relacionada à baixa fertilidade observada na maioria dos latossolos e à baixa retenção de umidade, que ocorre em climas mais secos e em texturas mais grosseiras (Santos; Zaroni, 2021). Argissolos são geralmente bem drenados e possuem boas características físicas e químicas para a agricultura. Dependendo das condições específicas, podem ser adequados para várias culturas frutíferas (Santos; Zaroni, 2021). Os Neossolos podem ser usados para fins agrícola em áreas mais planas, especialmente aqueles com maior fertilidade natural (eutrófica) e maior profundidade. O uso de adubação e calagem é mais importante para corrigir a acidez em solos mais ácidos e de baixa fertilidade natural (distróficos) (Santos; Zaroni, 2021) (Figura 3).

Figura 3 – Distribuição das classes de solo do Estado do Maranhão.



Fonte: Sagrima, 2019.

O açaizeiro pode ser cultivado em solos de várzea, que são ricos em matéria orgânica e fertilidade natural, e em terra firme, onde predominam os latossolos (latossolos amarelo, vermelho-amarelo e vermelho-escuro), que são bem drenados e responsivos à adubação. Solos concrecionários não são recomendados. Na várzea, os gleissolos são ácidos e pouco profundos, mas oferecem boa fertilidade. No entanto, os solos de terra firme são preferíveis por facilitarem o plantio, manejo, colheita e transporte dos frutos (Nogueira *et al.*, 2006).

Dentre as unidades pedogenéticas comuns para o cultivo de açaí em solos firme, estão: latossolo amarelo, vermelho-amarelo e vermelho-escuro, que são solos que vão de textura leve (arenosa) a muito pesada (argilosa). Esses solos têm atributos físicos mais importantes do que químicos, apesar de sua baixa fertilidade natural, baixa soma de bases, baixa capacidade de troca de cátions e baixo índice de saturação (Homma *et al.*, 2005).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a condução da pesquisa, utilizou-se os métodos descritivo e quantitativo para identificar e caracterizar as áreas de aptidão agroclimática para o cultivo do açaizeiro no estado do Maranhão. Embora a pesquisa não tenha formulado hipóteses específicas, utilizou-se uma interpretação detalhada dos dados para explicar as condições climáticas favoráveis ao cultivo. Essa abordagem permitiu uma compreensão precisa das áreas aptas, contribuindo para o planejamento e manejo eficaz da produção de açaí no estado.

3.1 Caracterização da área

A área de estudo é a que compreende o território do Estado do Maranhão, que está inserido na região Nordeste do Brasil. O estado apresenta a existência de quatros tipos climáticos: subúmido seco (C1), subúmido (C2), úmido (B1) e úmido (B2) propostos por Thornthwaite (1948) (Nugeo; Labgeo, 2002). Em razão da proeminente variabilidade espacial e temporal das chuvas que fundamentou a aplicação das RHPs no zoneamento das culturas arroz, feijão, milho e soja propostos pelo Zama (2019), esta pesquisa se baseou na aquisição de dados climáticos nas mesorregiões do Estado do Maranhão. A cultura a ser estudada foi a *E. oleracea* Mart., de importante destaque econômico para cultivo em terra firme.

3.2 Procedimentos metodológicos

3.2.1 Caracterização agroclimática

A aquisição de dados agroclimáticos para a condução da pesquisa foi obtida do banco de dados do acervo do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) de estações convencionais no Estado do Maranhão. O período de aquisição dos dados foi de 1994 a 2023, que abrangeu um intervalo de 30 anos. Os dados obtidos foram: evapotranspiração potencial, precipitação pluviométrica total, temperatura mínima, temperatura máxima, temperatura média e umidade relativa média do ar (Quadro 3).

Quadro 3 - Estações convencionais monitoradas no Estado do Maranhão para a aquisição de dados agroclimáticos.

Nome	Código estação	Latitude	Longitude	Data inicial	Data final	Periodicidade da medição
Bacabal	82460	-4,218056	-44,77583	01/01/1994	31/12/2023	Mensal
Balsas	82768	-7,529444	-46,04639	01/01/1994	31/12/2023	Mensal
Barra do Corda	82571	-5,506389	-45,23722	01/01/1994	31/12/2023	Mensal
Carolina	82765	-7,337222	-47,45972	01/01/1994	31/12/2023	Mensal
Chapadinha	82382	-3,742778	-43,35222	01/01/1994	31/12/2023	Mensal
Colinas	82676	-6,033056	-44,23333	01/01/1994	31/12/2023	Mensal
Imperatriz	82564	-5,536389	-47,47889	01/01/1994	31/12/2023	Mensal
São Luís	82280	-2,526667	-44,21361	01/01/1994	31/12/2023	Mensal
Turialva	82198	-1,661389	-45,37194	01/01/1994	31/12/2023	Mensal
Zé doca	82376	-3,269167	-45,65111	01/01/1994	31/12/2023	Mensal

Fonte: INMET, 2024.

Foram ao todo 10 estações convencionais monitoradas, que estão dispostas em diferentes municípios das mesorregiões do Estado. Na Mesorregião Centro Maranhense, as estações estão dispostas nos municípios de Bacabal e Barra do Corda; no Leste Maranhense, as estações estão dispostas nos municípios de Colinas e Chapadinha; no Norte Maranhense, está a estação no município de São Luís; no Oeste Maranhense estão as estações nos municípios Zé Doca, Turialva e Imperatriz; e no Sul Maranhense, nos municípios Balsas e Carolina.

Após a aquisição dos dados de cada estação, foram levantadas as médias mensais dos dados para todos os anos monitorados (Quadro 4). A partir das médias tabuladas de precipitação pluvial e evapotranspiração potencial, estimada pelo método de Thornthwaite (1948), considerando Capacidade de Água Disponível-CAD, conforme Quadro 7, foi

realizado o balanço hídrico climatológico mensal proposto por Thornthwaite & Mather (1955). A partir do cálculo do balanço hídrico foram determinadas outras variáveis de interesse, destacando o Armazenamento de água no solo (ARM), a Evapotranspiração Real (ETR), o Excesso Hídrico (EXC) e a Deficiência Hídrica (DEF), conforme descrito no Quadro 5. Em seguida, foi realizada a análise da consistência dos dados comparando-os com as normais climatológicas mensais no SISDAGRO do INMET (1989-2010).

Quadro 4 - Dados adquiridos para a condução do trabalho conforme mesorregiões estabelecidas no Estado do Maranhão.

Dados	Período	Fonte
Precipitação pluvial	1994 a 2023	INMET
Temperatura do ar	1994 a 2023	INMET
Evap. Potencial	1994 a 2023	Thornthwaite (1948) /INMET
Excesso hídrico	1994 a 2023	Thornthwaite e Mather (1955)
Deficiência hídrica	1994 a 2023	Thornthwaite e Mather (1955)

Elaborado por: SANTOS, G. L (2024).

Quadro 5 - Fórmulas utilizadas para realização do Balanço Hídrico Thornthwaite & Mather (1955).

Dados		Fórmulas
Precipitação e Evapotranspiração Potencial		P- ETP
Negativo acumulado (NAC _i) e armazenamento (ARM)	Se P-ETP < 0	$NAC_i = (P - ETP) + NAC_1$ $ARM_i = CAD * -[NAC_{i-1}/CAD]$
	Se P- ETP > 0	$ARM_i = ARM_{i-1} + (P - ETP)_1$
	Se ARM <= CAD	$NAC_i = CAD * Ln^{(ARM/CAD)}$
Alteração do ARM (ALT)		$ALT = ARM_i - ARM_{i-1}$
Evapotranspiração real (ETR)	Se P- ETP => 0	ETR= ETP
	Se P- ETP < 0	ETR= P + [ALT]
Deficiência Hídrica (DEF)		DEF= ETP – ETR
Excesso hídrico (EXC)	Se ARM < CAD	EXC=0
	Se ARM = CAD	EXC= (P- ETP) – ALT

Elaborado por: SANTOS, G. L (2024).

O balanço hídrico foi realizado para cada uma das estações considerando os tipos de solos. A metodologia utilizada para classificação dos tipos de solo foram as mesmas adotadas pelo Zama (2019), que classifica os solos em tipo I, II e III (Quadro 6). Tal classificação foi regulamentada pela Instrução Normativa SPA/MAPA nº 2, de 9 de outubro de 2008 e Instrução Normativa SPA/MAPA nº 2, de 9 de novembro de 2021.

Quadro 6 - Método de classificação de solos utilizado na pesquisa

Solo	Textura	Tipo de Solo
Tipo I	Arenosa (teor mínimo de 10% de argila e menor do que 15%;	Neossolo Quartzarênico, Areias quartzosas e solos aluviais arenosos;
Tipo II	Média (teor mínimo de 15% de argila e menor do que 35%)	Latossolos Vermelho-Amarelo e Vermelho-Escuro
Tipo III	Argilosa (teor de argila maior ou igual a 35%)	Argissolos Vermelho-Amarelo e Vermelho-Escuro, podzólicos vermelho-amarelo e vermelho-escuro (terra roxa estruturada); Latossolos roxo, vermelho-escuro e vermelho-amarelo (com mais de 35% de Teor de Argila-TA); Cambissolos eutróficos e solos aluviais de textura média argilosa.

Fonte: adaptado do ZAMA, 2019.

O estudo de avaliação da disponibilidade hídrica em favorecimento do ciclo de produção do *E. oleracea* Mart para as cultivares BRS Pará e BRS Pai D'égua, utilizaram dados estimados de ETP, sugerido por Thornthwaite (1948). Os dados de excesso e deficiência hídrica foram estimados após a aquisição da precipitação pluviométrica e evapotranspiração potencial, conforme proposto por Thornthwaite e Mather (1955). Esta metodologia também foi utilizada pelo Zama para o zoneamento das culturas arroz, feijão, milho e soja.

Conforme proposto por Thornthwaite e Mather (1955), a disponibilidade hídrica considera os fatores de reposição, retirada, excesso e deficiência de água no solo. A entrada consiste na

precipitação pluviométrica, e a retirada (saída de água no solo), considera ETP e a CAD. Que por sua vez, é dado em função da água disponível do solo (AD) e da profundidade efetiva (Pe) do sistema radicular da planta. O CAD foi estimado com base função no tipo de solo. Para o açaizeiro, foi utilizado a profundidade efetiva do sistema radicular de 150 cm, conforme Portaria Spa/Mapa Nº 5, De 20 De Fevereiro De 2024.

Quadro 7 - Parâmetros de Capacidade de Água Disponível no Solo (CAD) utilizados no balanço hídrico.

Solo	Capacidade de Retenção de Água	AD/CAD	CAD
Tipo I	Baixa	AD = 0,6 mm/cm CAD= AD*Pe	CAD= 0,6*150 CAD= 90 mm
Tipo II	Média	AD = 1,2 mm/cm CAD= AD*Pe	CAD= 1,2*150 CAD= 180 mm
Tipo III	Alta	AD = 1,8 mm/cm CAD= AD*Pe	CAD= 1,8*150 CAD= 270 mm

Fonte: adaptado do Zama, 2019.

3.3 Parâmetros para o desenvolvimento da cultura do açaí

Um dos fatores que mais influenciam o desenvolvimento do açaí durante o período ou ciclo produtivo, nas condições térmicas propícias em condições de sequeiro, é a distribuição anual da precipitação e o déficit hídrico anual (DHA > 200 mm) (Vieira, 2018). Com isso, foram determinados os meses de excesso e deficiência hídrica para determinação da influência no desenvolvimento produtivo da *E. oleracea* Mart. até que as reservas de água no solo se esgotem.

O parâmetro utilizado para determinação do cultivo em regime de sequeiro com baixo risco climático na pesquisa foi o mesmo adotado por Vieira *et al.*, (2018). Os critérios para as regiões de baixo risco climático foi dado com base nos critérios adotados no Zoneamento Agrícola de Risco Climático (Brasil, 2010) para a cultura do açaizeiro em condições de terras altas para os estados do Acre, Pará, Rondônia e Tocantins, que considera o déficit hídrico anual (DHA) < 200 mm e a temperatura média anual (Ta) 22°C a 28°C.

Após a crivagem de dados exigidos para a cultura com as condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento do cultivo de açaí de terras alta, foi elaborado um calendário agrícola regionalizado para as mesorregiões do Estado do Maranhão. A espacialização das variáveis meteorológicas foi elaborada com base na temperatura, precipitação e déficit hídrico (Quadro 8).

Quadro 8 - Restrição da cultura do açaí conforme as variáveis: temperatura, precipitação e déficit hídrico.

Variáveis	Período apto para o desenvolvimento sequeiro	Indicação de complementação hídrica
Temperatura (Ta)	$22\text{ °C} \leq Ta \leq 28\text{ °C}$	$22\text{ °C} > Ta > 28\text{ °C}$
Precipitação Anual (P)	$1300\text{ mm} \leq P \leq 3000\text{ mm}$	$1300\text{ mm} > P > 3000\text{ mm}$
Déficit hídrico (Dh)	$\leq 200\text{ mm}$	$> 200\text{ mm}$

Fonte: (Brasil, 2010) (Nogueira; Figueirêdo; Müller, 2006).

4 RESULTADO E DISCUSSÕES

Os resultados foram organizados por mesorregião. Inicialmente, foram realizadas as análises de forma conjunta, no sentido de caracterizar cada mesorregião quanto aos aspectos climáticos e hídricos. Posteriormente, as mesorregiões foram analisadas quanto aos critérios aplicados para avaliar a aptidão para o cultivo do açaí, com ênfase na precipitação pluvial anual, Temperatura média anual e déficit hídrico anual, conforme estabelecido por Brasil (2010) e Nogueira; Figueiredo; Muller (2006).

4.1 Mesorregião Norte

4.1.1 Aspectos Climáticos e Hídricos

A região Norte Maranhense integrou os dados da estação convencional localizada no município de São Luís para o período de 1994 a 2023. O total anual de chuvas registrado na estação foi de 2.090,30 mm, com uma temperatura média anual de 26,9 °C e uma evapotranspiração potencial de 1.728,15 mm (Quadro 9).

De acordo com o Sistema de Suporte à Decisão Agropecuária (SISDAGRO) do INMET, os dados processados para o período de 1981 a 2010 (30 anos) do Balanço Hídrico Climatológico Mensal da estação de São Luís indicaram um total acumulado de 2.255,50 mm de chuvas, uma temperatura média anual de 26,77 °C e uma evapotranspiração potencial de 1.603,76 mm. O CAD (Capacidade de Água Disponível) utilizado no SISDAGRO foi de 100 mm.

Apesar dos valores não serem exatos, observou-se um comportamento climatológico similar ao longo dos meses de janeiro a dezembro. No qual, aproximadamente 90% das chuvas se concentraram período de janeiro a julho (sete meses), com picos nos meses de

março e abril, e o período seco compreendendo os meses de agosto a dezembro, sendo os meses de setembro e outubro, os que registraram os menores índices de chuva.

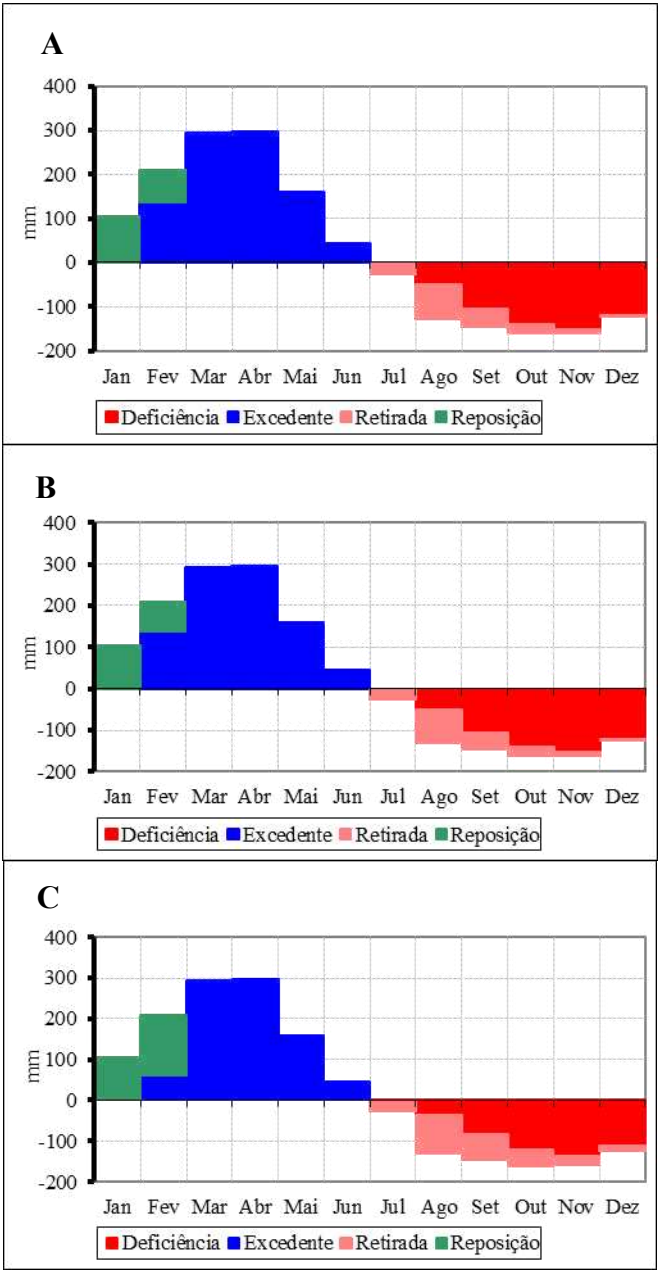
Quadro 9 - Registro Climatológico de Temperatura, Precipitação e Evapotranspiração da Estação Convencional de São Luís (1994-2023).

Mês	T (°C)	ETP (mm)	P (mm)	P-ETP
Jan	26,9	147,53	252,55	105,0
Fev	26,42	123,90	333,45	209,5
Mar	26,23	132,76	425,9	293,1
Abr	26,32	129,37	425,4	296,0
Mai	26,84	143,38	303,1	159,7
Jun	26,62	133,82	178,25	44,4
Jul	26,53	136,54	111,1	-25,4
Ago	26,81	142,54	13,1	-129,4
Set	27,23	147,42	0,45	-147,0
Out	27,59	161,27	0,25	-161,0
Nov	27,89	163,61	3,6	-160,0
Dez	27,73	166,01	43,1	-122,9
Total	323,1	1728,15	2090,3	362,1
Média	26,9	144,01	174,2	30,2

Fonte: INMET, 2024.

O balanço hídrico observado para os solos do tipo I (textura arenosa), tipo II (textura média) e tipo III (textura argilosa) demonstrou que não houve deficiência hídrica ao longo dos meses de janeiro a junho, que são os meses com maior concentração de chuvas ao longo do ano, conforme mostrado no Quadro 10. O déficit hídrico foi observado de julho a dezembro, sendo outubro e novembro os meses com os maiores índices negativos para os solos dos tipos II e III. A precipitação observada no mês de dezembro não foi suficiente para repor as perdas de água ocorridas durante o período de estiagem para os solos do tipo II e III. Já para o solo do tipo I, observa-se excesso hídrico em janeiro, demonstrando que as chuvas ocorridas em dezembro foram suficientes para repor a água no solo. Todos atingiram seus picos de excesso hídrico nos meses de março e abril, que representaram os meses mais chuvosos (Figura 4). Desta forma, quanto maior foi a CAD, mais tardios foram os índices de excesso e déficit de água (Quadro 10).

Figura 4 - Variação média mensal estimada do excedente (EXC) e da deficiência (DEF), retirada e reposição hídrica registrada pela estação de São Luís - Norte Maranhense, no período de 30 anos (1994 a 2023); A – solo do tipo I; B – solo do tipo II; C- solo do tipo III.



Fonte: INMET, 2024.

Quadro 10 - Balanço hídrico mensal para solos dos tipos I, II e III, baseado nos dados da estação de São Luís.

Mês	Solo Tipo I		Solo Tipo II		Solo Tipo III	
	DEF (mm)	EXC (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	0,0	15,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fev	0,0	209,5	0,0	137,4	0,0	61,6

Quadro 11 – Continuação: Balanço hídrico mensal para solos dos tipos I, II e III, baseado nos dados da estação de São Luís.

Mês	Solo Tipo I		Solo Tipo II		Solo Tipo III	
	DEF (mm)	EXC (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Mar	0,0	293,1	0,0	293,1	0,0	293,1
Abr	0,0	296,0	0,0	296,0	0,0	296,0
Mai	0,0	159,7	0,0	159,7	0,0	159,7
Jun	0,0	44,4	0,0	44,4	0,0	44,4
Jul	3,3	0,0	1,7	0,0	1,2	0,0
Ago	77,7	0,0	49,3	0,0	35,9	0,0
Set	134,0	0,0	104,5	0,0	83,1	0,0
Out	158,4	0,0	141,1	0,0	121,4	0,0
Nov	159,6	0,0	151,9	0,0	138,3	0,0
Dez	122,8	0,0	120,1	0,0	113,1	0,0
Total	655,8	1017,9	568,7	930,8	492,8	854,9
Média	54,7	84,8	47,4	77,6	41,1	71,2

Fonte: INMET, 2024.

4.2 Região Centro Maranhense

4.2.1 Aspectos Climáticos e Hídricos

A mesorregião Centro Maranhense integrou os dados das estações convencionais localizada nos municípios de Bacabal e Barra do Corda para o período de 1994 a 2023. Na estação de Bacabal, o total anual de chuvas registrado na estação foi de 1836,26 mm, com uma temperatura média anual de 28,03°C e uma evapotranspiração potencial de 2017,47 mm (superior a precipitação). A estação de Barra do Corda registrou 1123,5 mm de precipitação anual, 27,1 °C de temperatura média anual e 1782,77 mm de evapotranspiração (superior a precipitação). Na estação de Barra do Corda, foi registrado uma precipitação de 1123,5 mm, temperatura média anual de 27,1 °C e evapotranspiração potencial de 1782,77 mm (Quadro 11).

Quadro 12 - Registro Climatológico de Temperatura, Precipitação e Evapotranspiração da estação de Bacabal e Barra do Corda (1994-2023).

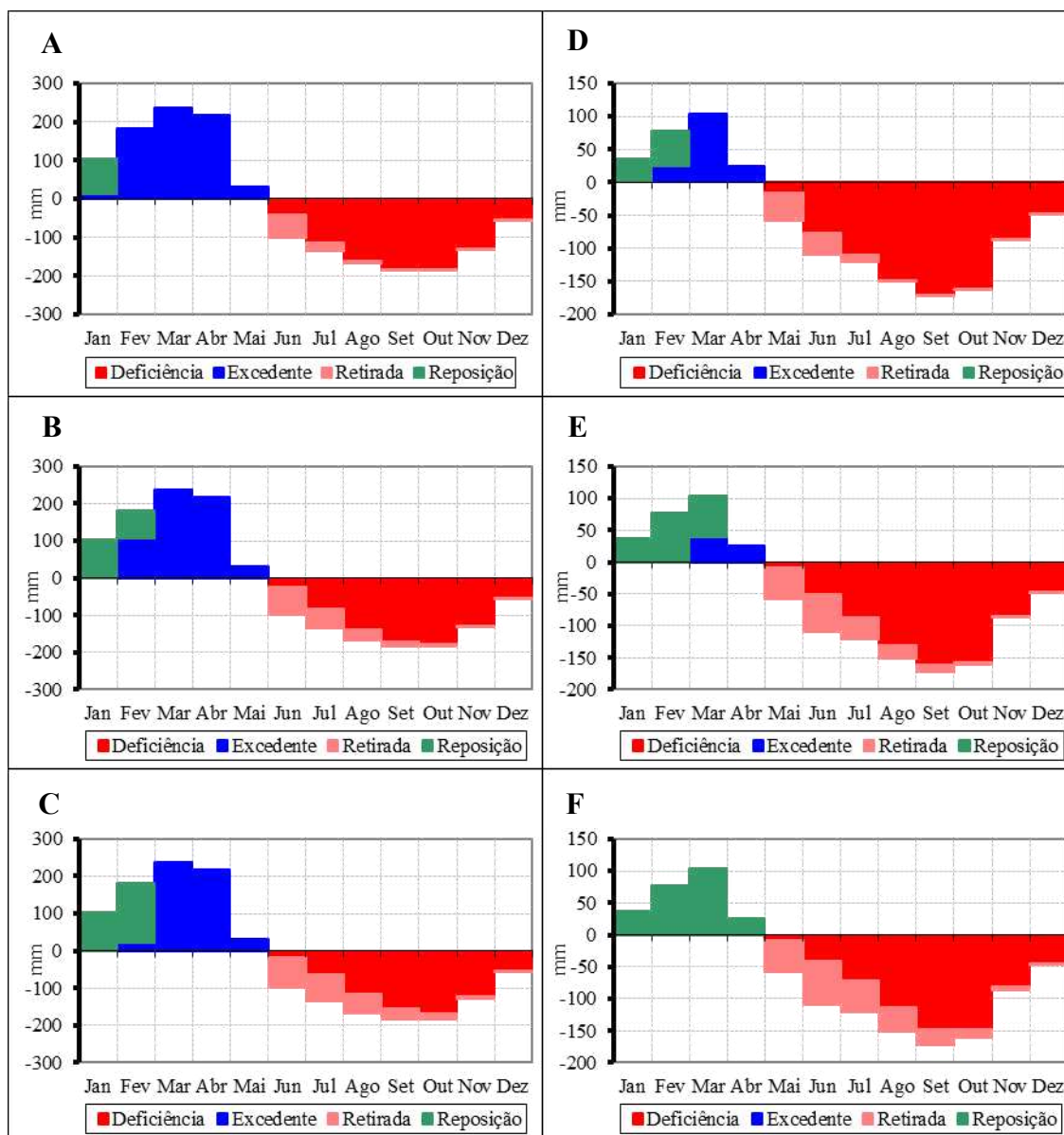
Mês	Estação Bacabal				Estação Barra do Corda			
	T (°C)	ETP (mm)	P (mm)	P-ETP	T (°C)	ETP (mm)	P (mm)	P-ETP
Jan	27,24	153,57	256,58	103,0	26,35	137,37	173,7	36,3
Fev	26,92	131,07	313,38	182,3	26,10	118,93	196,5	77,5
Mar	27,00	145,90	383,27	237,4	26,00	128,38	232,9	104,5
Abr	27,32	146,98	365,53	218,6	26,33	128,62	153,9	25,3
Mai	27,92	165,14	197,10	32,0	26,50	133,83	76,2	-57,6
Jun	27,66	152,58	52,41	-100,2	26,20	123,07	14,1	-109,0
Jul	27,61	156,20	19,97	-136,2	26,40	131,51	10,5	-121,0
Ago	28,38	176,84	9,45	-167,4	27,60	157,63	6,9	-150,8
Set	29,21	195,42	11,64	-183,8	28,83	183,51	11,8	-171,7
Out	29,44	210,94	28,26	-182,7	29,20	201,41	41,0	-160,4
Nov	29,07	195,35	66,41	-128,9	28,40	177,22	91,4	-85,9
Dez	28,54	187,48	132,26	-55,2	27,45	161,28	114,6	-46,7
Total	336,31	2017,47	1836,26	-181,20	325,3	1782,77	1123,5	-659,3
Média	28,03	168,12	153,02	-15,10	27,1	148,56	93,6	-54,9

Fonte: INMET, 2024.

Segundo os dados do Balanço Hídrico Climatológico Mensal SISDAGRO - INMET, de dados processados durante o período de 1981 a 2010 (30 anos) para a estação convencional de Bacabal, houve um registro de total acumulado de 1938,65 mm de chuvas, uma temperatura média anual de 28,03 °C e uma evapotranspiração potencial de 2017,47 mm; já para a estação de Barra do Corda, a média acumulada de chuvas foi de 1390,20 mm e temperatura média anual de 26,39 °C e evapotranspiração potencial de 1619,93 mm.

Em comparação com os dados adquiridos, observou-se um comportamento climatológico similar ao longo dos meses de janeiro a dezembro, com aproximadamente 80% das chuvas se concentrando nos meses de janeiro a maio para a região de Bacabal, com picos nos meses de março e abril, e os menores índices nos meses de agosto e setembro; já para Barra do Corda, cerca de 67% das chuvas se concentraram ao longo dos meses de janeiro a maio, com picos de chuvas nos meses de fevereiro e março. Em ambos os locais, os índices de chuvas começaram a se elevar entre os meses de novembro e dezembro, mas, ainda foram suficientes para repor a água no solo (Figura 5).

Figura 5 - Variação média mensal estimada do excedente (EXC) e da deficiência (DEF), retirada e reposição hídrica da estação de Bacabal e Barra do Corda - Centro Maranhense, no período de 30 anos (1994 a 2023); A – solo do tipo I estação de Bacabal; B – solo do tipo II estação de Bacabal; C- solo do tipo III estação de Bacabal; D – solo do tipo I estação Barra do Corda; E – solo do tipo II estação Barra do Corda; F- solo do tipo III estação Barra do Corda.



Fonte: INMET, 2024.

Para os dados adquiridos no município de Bacabal, o balanço hídrico observado para os solos do tipo I, II e III demonstrou que não houve deficiência hídrica ao longo dos meses de janeiro a maio (meses com maior concentração de chuvas ao longo do ano); o déficit hídrico foi observado de junho a dezembro, sendo setembro e outubro os meses com os maiores índices negativos para todos os tipos de solo. Para Barra do Corda, em todos os tipos de solo o excedente hídrico foi de janeiro a abril, com picos durante os meses de fevereiro e

março; e o déficit de maio a dezembro, com menores índices nos meses de setembro e outubro (Quadro 12 e 13).

Quadro 13 - Balanço hídrico mensal para solos dos tipos I, II e III, baseado nos dados da estação de Bacabal, no período de 30 anos (1994 a 2023).

Mês	Solo Tipo I		Solo Tipo II		Solo Tipo III	
	DEF (mm)	EXC (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	0,0	13,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fev	0,0	182,3	0,0	106,2	0,0	23,2
Mar	0,0	237,4	0,0	237,4	0,0	237,4
Abr	0,0	218,6	0,0	218,6	0,0	218,6
Mai	0,0	32,0	0,0	32,0	0,0	32,0
Jun	39,7	0,0	23,3	0,0	16,5	0,0
Jul	113,2	0,0	81,5	0,0	62,4	0,0
Ago	161,9	0,0	138,1	0,0	115,4	0,0
Set	182,9	0,0	171,6	0,0	153,9	0,0
Out	182,6	0,0	178,3	0,0	167,6	0,0
Nov	128,9	0,0	127,7	0,0	123,0	0,0
Dez	55,2	0,0	54,9	0,0	53,4	0,0
Total	864,4	683,2	775,3	594,1	692,3	511,1
Média	72,0	56,9	64,6	49,5	57,7	42,6

Fonte: INMET, 2024.

Quadro 14 - Balanço hídrico mensal para solos dos tipos I, II e III, baseado nos dados da estação de Barra do Corda, no período de 30 anos (1994 a 2023).

Mês	Solo Tipo I		Solo Tipo II		Solo Tipo III	
	DEF (mm)	EXC (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fev	0,0	23,9	0,0	0,0	0,0	0,0
Mar	0,0	104,5	0,0	39,6	0,0	0,0
Abr	0,0	25,3	0,0	25,3	0,0	0,0
Mai	15,1	0,0	8,3	0,0	9,1	0,0
Jun	75,6	0,0	49,6	0,0	41,2	0,0
Jul	110,5	0,0	86,1	0,0	71,8	0,0

Quadro 15 – Continuação: Balanço hídrico mensal para solos dos tipos I, II e III, baseado nos dados da estação de Barra do Corda, no período de 30 anos (1994 a 2023).

Mês	Solo Tipo I		Solo Tipo II		Solo Tipo III	
	DEF (mm)	EXC (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Ago	147,8	0,0	130,1	0,0	113,5	0,0
Set	171,1	0,0	162,0	0,0	148,3	0,0
Out	160,3	0,0	156,8	0,0	148,6	0,0
Nov	85,8	0,0	84,9	0,0	81,9	0,0
Dez	46,7	0,0	46,4	0,0	45,0	0,0
Total	813,0	153,7	724,2	64,9	659,3	0,0
Média	67,7	12,8	60,3	5,4	54,9	0,0

Fonte: INMET, 2024.

4.3 Região Leste Maranhense

4.3.1 Aspectos Climáticos e Hídricos

Os dados adquiridos da mesorregião Centro Maranhense foram os dados das estações convencionais dos municípios de Chapadinha e Colinas, do período de 1994 a 2023. A estação de Chapadinha registrou o total de chuva anual de 1707,31 mm temperatura média anual de 27,20 °C e uma evapotranspiração potencial de 1808,86 mm. A estação de Colinas registrou 1262,7 mm de precipitação anual, 28,6 °C de temperatura média anual e 1722,07 mm de evapotranspiração (superior a precipitação) (Quadro 14). Como parte das Mesorregiões Centro e Sul Maranhense, o Leste Maranhense integra o bioma cerrado. Segundo estudo sobre o clima do cerrado (Nascimento; Novais, 2020), os maiores valores de temperatura média abrangem principalmente os estados do Tocantins, Piauí e Maranhão, no segmento norte do bioma, cujo as temperaturas alcançam 28°C, principalmente ao longo dos meses de setembro a dezembro. Esse fator pode influenciar diretamente os índices evapotranspiração dessas mesorregiões.

Quadro 16 - Registro Climatológico de Temperatura, Precipitação e Evapotranspiração da estação de Chapadinha e Colinas (1994-2023).

Mês	Estação Chapadinha			Estação Colinas		
	T (°C)	ETP (mm)	P (mm)	T (°C)	ETP (mm)	P (mm)
Jan	26,8	144,91	228,9	26,2	135,67	193,2

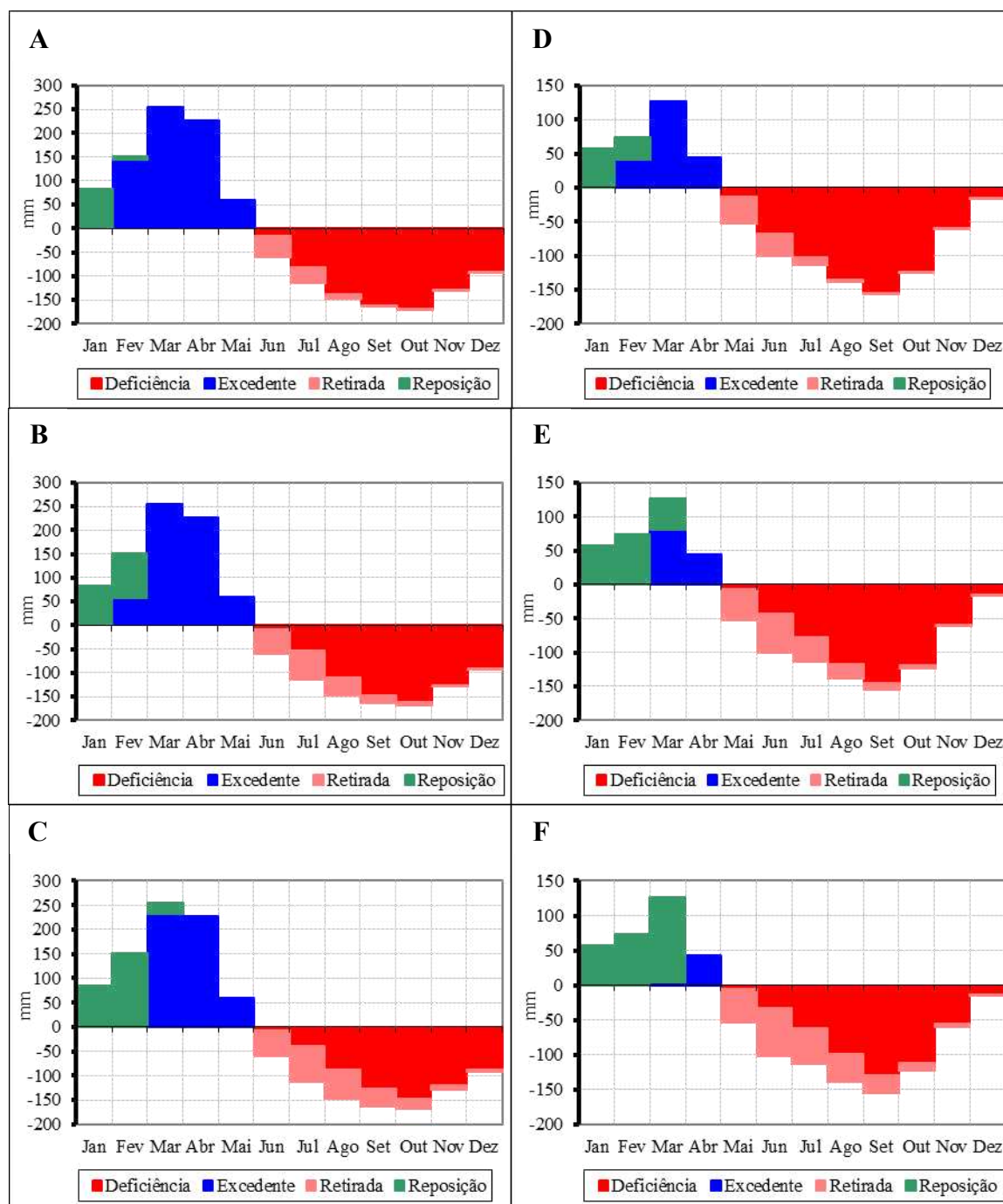
Quadro 17 – Continuação: Registro Climatológico de Temperatura, Precipitação e Evapotranspiração da estação de Chapadinha e Colinas (1994-2023).

Mês	Estação Chapadinha			Estação Colinas		
	T (°C)	ETP (mm)		T (°C)	ETP (mm)	
Fev	26,4	122,85	273,9	26,1	119,73	193,4
Mar	26,2	131,32	387,0	26,0	130,01	256,5
Abr	26,4	128,83	355,8	26,3	128,38	172,0
Mai	26,8	140,55	199,1	26,3	131,34	77,9
Jun	26,7	134,43	73,3	25,8	117,33	15,9
Jul	26,9	141,72	27,7	25,9	123,09	9,2
Ago	27,4	154,25	6,8	27,0	145,79	7,3
Set	28,2	168,32	3,7	28,6	176,96	21,5
Out	28,6	185,18	15,8	28,9	193,56	70,2
Nov	28,5	179,66	49,8	27,9	165,90	106,1
Dez	28,1	176,85	85,5	27,1	154,32	139,6
Total	326,9	1808,86	1707,3	322,2	1722,07	1262,7
Média	27,2	150,74	142,3	26,9	143,51	105,2

Fonte: INMET, 2024.

De acordo com dados do SISDAGRO - INMET, o balanço hídrico climatológico mensal (1981 a 2010) das estações convencionais de Chapadinha e Colinas registraram respectivamente, 1691,18 mm e 1414,032 mm acumulado de chuvas anual, temperatura média anual de 26,99°C e 26,41 °C e evapotranspiração potencial de 1821,04 mm e 1707,69 mm. Em comparação com os dados adquiridos deste estudo, houve uma similaridade com comportamento climatológico anual, com aproximadamente 84% das chuvas se concentrando nos meses janeiro a março em Chapadinha e 64% ao longo de janeiro a abril em Colinas, com picos de precipitação em março e abril (Figura 6).

Figura 6- Variação média mensal estimada do excedente (EXC) e da deficiência (DEF), retirada e reposição hídrica registrada pela estação de Chapadinha e Colinas - Leste Maranhense, no período de 30 anos (1994 a 2023); A –solo do tipo I estação de Chapadinha; B – solo do tipo II estação de Chapadinha; C- solo do tipo III estação de Chapadinha; D – solo do tipo I estação de Colinas; E – solo do tipo II estação de Colinas; F- solo do tipo III estação de Colinas.



Fonte: INMET, 2024.

O balanço hídrico para os solos do tipo I, II e III nos municípios de Chapadinha e Colinas, demonstrou que não houve deficiência hídrica ao longo dos meses de janeiro a maio em Chapadinha, e de janeiro a abril em Colinas. O déficit hídrico foi observado durante 7

meses (maio a dezembro), em ambos os locais, sendo os meses com os maiores índices negativos em setembro a outubro em Chapadinha, e em agosto a setembro para Colinas (Quadro 15 e 16).

Quadro 18 - Balanço hídrico mensal para solos dos tipos I, II e III, baseado nos dados da estação de Chapadinha, no período de 30 anos (1994 a 2023).

Mês	Solo Tipo I		Solo Tipo II		Solo Tipo III	
	DEF (mm)	EXC (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fev	0,0	145,0	0,0	56,4	0,0	0,0
Mar	0,0	255,7	0,0	255,7	0,0	231,2
Abr	0,0	227,0	0,0	227,0	0,0	227,0
Mai	0,0	58,6	0,0	58,6	0,0	58,6
Jun	16,8	0,0	9,3	0,0	6,4	0,0
Jul	81,3	0,0	53,9	0,0	39,9	0,0
Ago	137,1	0,0	109,4	0,0	88,0	0,0
Set	162,6	0,0	146,7	0,0	127,3	0,0
Out	169,0	0,0	162,0	0,0	148,6	0,0
Nov	129,9	0,0	127,5	0,0	120,8	0,0
Dez	91,3	0,0	90,4	0,0	87,1	0,0
Total	787,9	686,3	699,2	597,7	618,3	516,8
Média	65,7	57,2	58,3	49,8	51,5	43,1

Fonte: INMET, 2024.

Quadro 19 - Balanço hídrico mensal para solos dos tipos I, II e III, baseado nos dados da estação de Colinas, no período de 30 anos (1994 a 2023).

Mês	Solo Tipo I		Solo Tipo II		Solo Tipo III	
	DEF (mm)	EXC (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fev	0,0	41,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Mar	0,0	126,5	0,0	80,3	0,0	3,8
Abr	0,0	43,6	0,0	43,6	0,0	43,6
Mai	13,1	0,0	7,2	0,0	4,9	0,0
Jun	67,8	0,0	43,8	0,0	32,1	0,0

Quadro 20 – Continuação: Balanço hídrico mensal para solos dos tipos I, II e III, baseado nos dados da estação de Colinas, no período de 30 anos (1994 a 2023).

Mês	Solo Tipo I		Solo Tipo II		Solo Tipo III	
	DEF (mm)	EXC (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jul	102,4	0,0	78,2	0,0	61,6	0,0
Ago	135,0	0,0	116,8	0,0	98,5	0,0
Set	154,6	0,0	144,6	0,0	129,3	0,0
Out	123,2	0,0	119,5	0,0	111,1	0,0
Nov	59,8	0,0	58,7	0,0	55,6	0,0
Dez	14,7	0,0	14,5	0,0	13,8	0,0
Total	670,6	211,3	583,2	123,9	506,7	47,4
Média	55,9	17,6	48,6	10,3	42,2	3,9

Fonte: INMET, 2024.

4.4 Região Sul Maranhense

4.4.1 Aspectos Climáticos e Hídricos

Os dados coletados da mesorregião Sul Maranhense foram obtidos das estações meteorológicas convencionais nos municípios de Balsas e Carolina, no período de 1994 a 2023. A estação em Balsas registrou uma precipitação anual total de 1216,2 mm, uma temperatura média anual de 27,2 °C e uma evapotranspiração potencial de 1794,59 mm. Por outro lado, a estação em Carolina registrou uma precipitação anual de 1779,9 mm, uma temperatura média anual de 27,6 °C e uma evapotranspiração de 1917,01 mm, que supera a precipitação (Quadro 17). Conforme mencionado anteriormente, devido à integração de parte da Mesorregião Sul Maranhense no bioma cerrado, as temperaturas médias tendem a ser mais elevadas (Nascimento; Novais, 2020), assim como os índices de evapotranspiração.

Quadro 21 - Registro Climatológico de Temperatura, Precipitação e Evapotranspiração da estação de Balsas e Carolina (1994-2023).

Mês	Estação Balsas			Estação Carolina		
	T (°C)	ETP (mm)	P (mm)	T (°C)	ETP (mm)	P (mm)
Jan	26,1	133,03	216,3	26,2	134,16	304,9
Fev	26,1	119,98	183,8	25,2	102,17	279,1
Mar	25,3	115,05	188,0	26,4	134,21	300,6

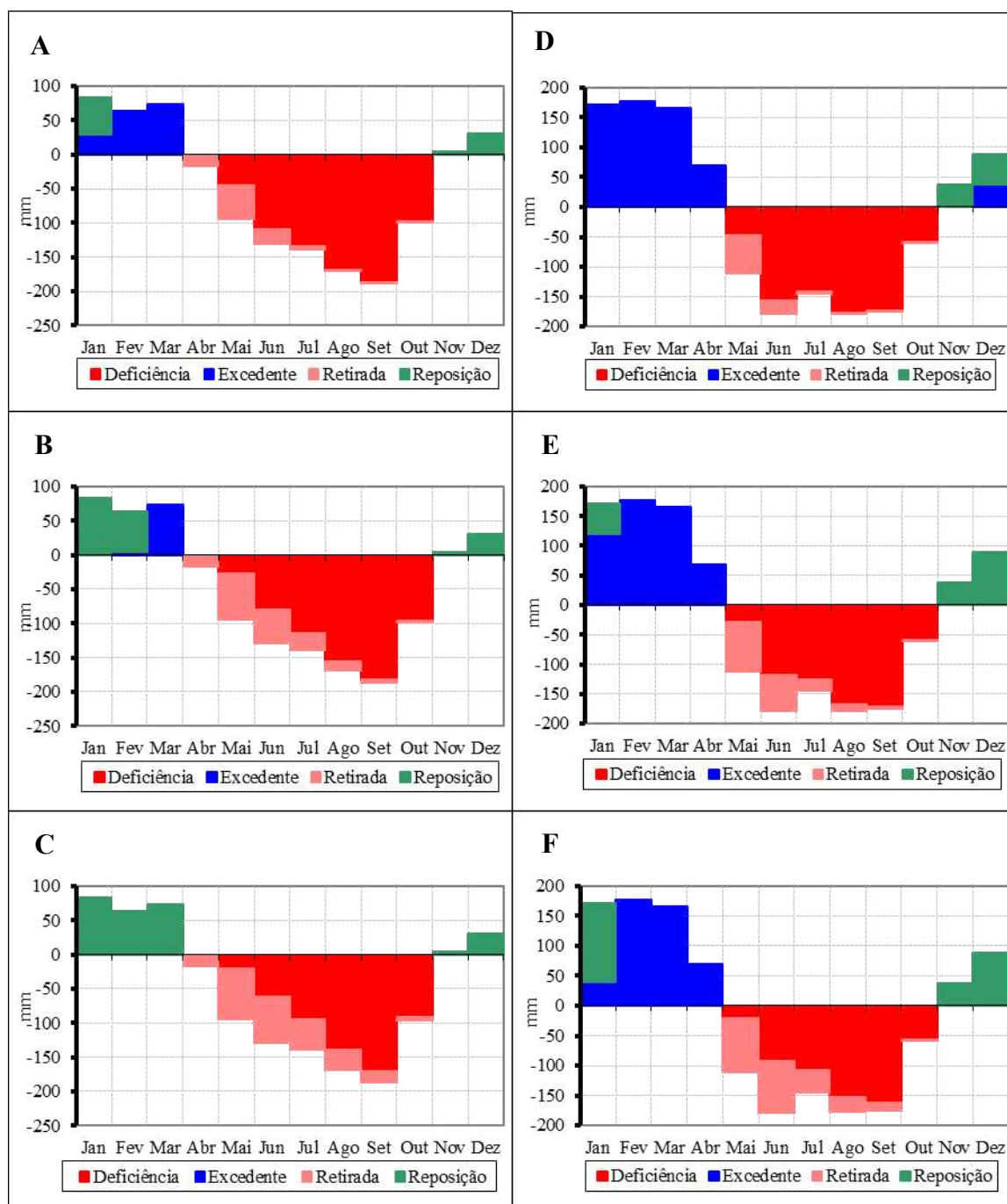
Quadro 22 – Continuação: Registro Climatológico de Temperatura, Precipitação e Evapotranspiração da estação de Balsas e Carolina (1994-2023).

Mês	Estação Balsas			Estação Carolina		
	T (°C)	ETP (mm)	P (mm)	T (°C)	ETP (mm)	P (mm)
Abr	26,8	138,15	121,4	26,8	136,56	205,9
Mai	27,1	147,06	52,9	29,3	201,96	89,8
Jun	26,9	135,98	6,0	29,3	192,19	12,7
Jul	26,9	140,36	1,1	27,5	152,74	7,6
Ago	28,2	170,82	1,7	28,8	186,37	8,4
Set	29,6	202,59	15,4	29,7	206,72	32,3
Out	28,9	195,40	98,4	28,3	179,17	120,4
Nov	27,3	152,41	157,3	27,1	147,82	185,9
Dez	26,6	143,76	173,9	26,6	142,94	232,2
Total	325,9	1794,59	1216,2	331,4	1917,01	1779,9
Média	27,2	149,55	101,4	27,6	159,75	148,3

Fonte: INMET, 2024.

De acordo com dados do SISDAGRO - INMET, o balanço hídrico climatológico mensal (1981 a 2010) das estações convencionais de Balsas e Carolina registrou, respectivamente, um acumulado anual de chuvas de 1434,99 mm e 1886,07 mm, temperatura média anual de 26,75 °C e 26,85 °C, e evapotranspiração potencial de 1821,04 mm e 1707,69 mm. Comparando com os dados obtidos neste estudo, observou-se uma similaridade no comportamento climatológico anual, com aproximadamente 74% das chuvas concentradas entre novembro e abril em Balsas e 82% entre janeiro e abril em Colinas, com picos de precipitação em fevereiro e março (Figura 7).

Figura 7 - Variação média mensal estimada do excedente (EXC) e da deficiência (DEF), retirada e reposição hídrica registrada pela estação de Balsas e Carolina - Sul Maranhense, no período de 30 anos (1994 a 2023); A – solo do tipo I estação de Balsas; B – solo do tipo II estação de Balsas; C- solo do tipo III estação de Balsas; D – solo do tipo I estação de Carolina; E – solo do tipo II estação de Carolina; F- solo do tipo III estação de Carolina.



Fonte: INMET, 2024.

O balanço hídrico para os solos dos tipos I, II e III nos municípios da Mesorregião Sul demonstrou que não houve deficiência hídrica de novembro a abril em Balsas e de novembro

a março em Carolina. O déficit hídrico foi observado durante 7 meses (maio a dezembro) em ambos os locais, com os maiores índices negativos em agosto e setembro. No entanto, Carolina registrou um excedente hídrico maior e mais duradouro ao longo do período chuvoso (Quadro 18 e 19).

Quadro 23 - Balanço hídrico mensal para solos dos tipos I, II e III, baseado nos dados da estação de Balsas, no período de 30 anos (1994 a 2023).

Mês	Solo Tipo I		Solo Tipo II		Solo Tipo III	
	DEF (mm)	EXC (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	0,0	28,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Fev	0,0	63,8	0,0	3,9	0,0	0,0
Mar	0,0	73,0	0,0	73,0	0,0	0,0
Abr	1,5	0,0	0,8	0,0	0,7	0,0
Mai	45,7	0,0	27,3	0,0	20,2	0,0
Jun	109,9	0,0	80,0	0,0	62,2	0,0
Jul	134,4	0,0	113,8	0,0	95,1	0,0
Ago	168,0	0,0	155,8	0,0	138,7	0,0
Set	187,0	0,0	181,7	0,0	169,7	0,0
Out	97,0	0,0	95,8	0,0	91,7	0,0
Nov	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Dez	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	743,4	165,1	655,2	76,8	578,4	0,0
Média	62,0	13,8	54,6	6,4	48,2	0,0

Fonte: INMET, 2024.

Quadro 24 - Balanço hídrico mensal para solos dos tipos I, II e III, baseado nos dados da estação de Carolina, no período de 30 anos (1994 a 2023).

Mês	Solo Tipo I		Solo Tipo II		Solo Tipo III	
	DEF (mm)	EXC (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	0,0	170,7	0,0	119,7	0,0	39,7
Fev	0,0	176,9	0,0	176,9	0,0	176,9
Mar	0,0	166,4	0,0	166,4	0,0	166,4
Abr	0,0	69,3	0,0	69,3	0,0	69,3
Mai	48,0	0,0	28,7	0,0	20,4	0,0

Quadro 25 – Continuação: Balanço hídrico mensal para solos dos tipos I, II e III, baseado nos dados da estação de Carolina, no período de 30 anos (1994 a 2023).

Mês	Solo Tipo I		Solo Tipo II		Solo Tipo III	
	DEF (mm)	EXC (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jun	157,1	0,0	118,6	0,0	92,9	0,0
Jul	142,3	0,0	125,4	0,0	107,0	0,0
Ago	177,4	0,0	168,0	0,0	152,1	0,0
Set	174,4	0,0	170,8	0,0	161,3	0,0
Out	58,7	0,0	58,1	0,0	55,9	0,0
Nov	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Dez	0,0	37,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	757,9	620,7	669,5	532,4	589,6	452,4
Média	63,2	51,7	55,8	44,4	49,1	37,7

Fonte: INMET, 2024.

4.5 Região Oeste Maranhense

4.5.1 Aspectos Climáticos e Hídricos

Os dados coletados na mesorregião Oeste Maranhense, obtidos das estações meteorológicas convencionais localizadas nos municípios de Imperatriz, Zé Doca e Turiaçu, abrangendo o período de 1994 a 2023, revelam o seguinte: em Imperatriz, a precipitação anual foi de 1492,7 mm, a temperatura média anual foi de 27,7 °C e a evapotranspiração potencial atingiu 1934,40 mm, excedendo a precipitação. Em Zé Doca, os registros mostraram uma precipitação anual de 1834,5 mm, uma temperatura média de 27,3 °C e uma evapotranspiração de 1824,91 mm. Em Turiaçu, os dados indicaram uma precipitação anual de 2197,7 mm, uma temperatura média anual de 27,1 °C e uma evapotranspiração de 1760,04 mm. Notou-se que somente Imperatriz apresentou uma evapotranspiração potencial superior à precipitação, o que pode ser atribuído à sua localização no bioma cerrado e às suas características climáticas específicas.

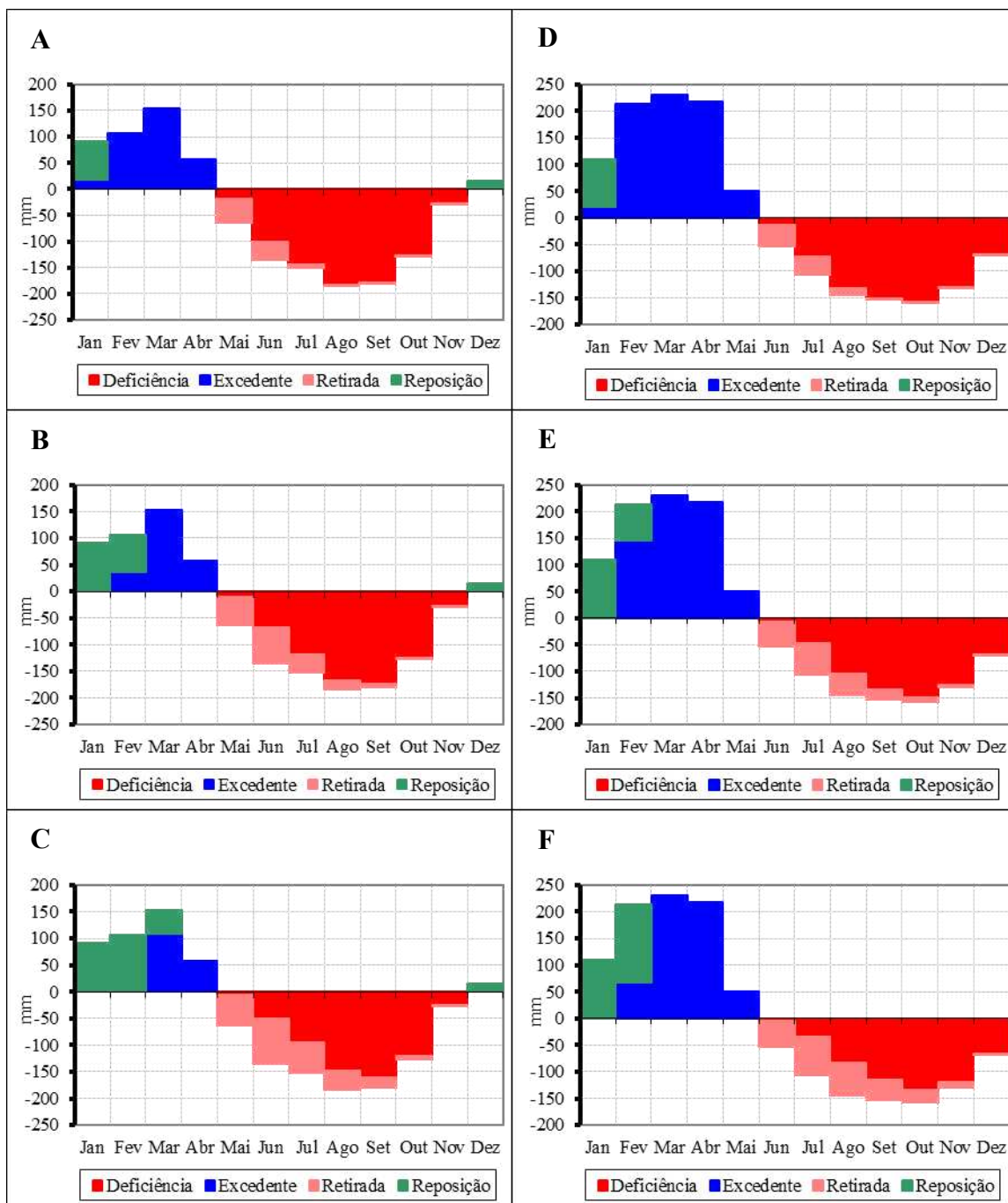
Quadro 26 - Registro Climatológico de Temperatura, Precipitação e Evapotranspiração da estação de Imperatriz, Zé Doca e Turiaçu (1994-2023).

Mês	Estação Imperatriz			Estação Zé Doca			Estação Turiaçu		
	T (°C)	ETP (mm)	P (mm)	T (°C)	ETP (mm)	P (mm)	T (°C)	ETP (mm)	P (mm)
Jan	26,7	142,75	235,2	26,8	144,13	254,0	27,0	149,10	225,6
Fev	26,7	129,01	234,9	25,5	106,94	320,8	26,6	127,29	286,7
Mar	26,7	140,09	293,5	26,5	136,92	367,2	26,3	134,13	433,4
Abr	26,9	139,31	196,0	26,7	135,49	354,0	26,4	130,93	436,4
Mai	27,6	156,37	93,0	27,2	150,60	200,5	26,8	142,47	316,0
Jun	27,6	151,14	16,5	27,2	143,41	88,9	26,7	136,62	211,0
Jul	27,6	156,18	4,6	27,1	146,37	40,4	26,7	140,12	161,0
Ago	28,9	189,48	5,6	27,7	160,18	15,8	27,1	149,21	46,7
Set	29,4	200,80	21,7	28,1	167,41	14,8	27,4	150,41	11,8
Out	29,1	200,56	73,3	28,5	182,05	25,2	27,8	166,43	9,1
Nov	28,1	168,95	142,5	28,5	178,69	49,3	28,0	166,25	15,6
Dez	27,4	159,74	175,8	28,0	172,71	103,7	27,8	167,07	44,5
Total	332,8	1934,40	1492,7	327,7	1824,91	1834,5	324,8	1760,04	2197,7
Média	27,7	161,20	124,4	27,3	152,08	152,9	27,1	146,67	183,1

Fonte: INMET, 2024.

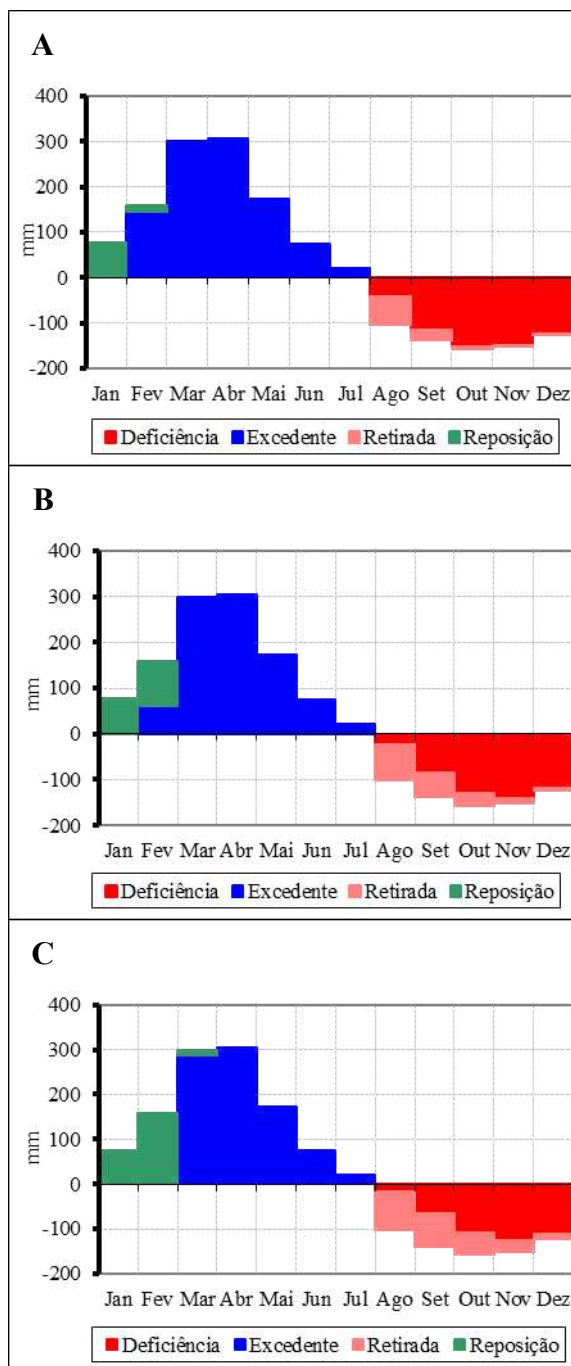
De acordo com os dados do SISDAGRO - INMET, o balanço hídrico climatológico mensal entre 1981 e 2010 para as estações convencionais de Imperatriz, Zé Doca e Turiaçu apresentou os seguintes registros: em Imperatriz, o acumulado anual de chuvas foi de 1679,01 mm, a temperatura média anual foi de 27,07 °C e a evapotranspiração potencial foi de 1644,05 mm; em Zé Doca, a precipitação anual foi de 2001,83 mm, a temperatura média anual foi de 27,09 °C e a evapotranspiração potencial foi de 1706,56 mm; em Turiaçu, a precipitação anual foi de 2449,15 mm, a temperatura média anual foi de 26,73 °C e a evapotranspiração potencial foi de 1547,44 mm. Comparando esses dados com os obtidos no estudo atual, observou-se uma similaridade no comportamento climatológico anual. Aproximadamente 81% das chuvas em Imperatriz ocorreram entre dezembro e maio, 77% das chuvas em Zé Doca ocorreram entre janeiro e maio, e 92% das chuvas em Turiaçu ocorreram entre janeiro e julho, com picos de precipitação em março e abril (Figura 8 e 9).

Figura 8 - Variação média mensal estimada do excedente (EXC) e da deficiência (DEF), retirada e reposição hídrica registrada pela estação de Imperatriz e Zé Doca - Oeste Maranhense, no período de 30 anos (1994 a 2023); A – solo do tipo I estação de Imperatriz; B – solo do tipo II estação de Imperatriz; C- solo do tipo III estação de Imperatriz; D – solo do tipo I estação de Zé Doca; E – solo do tipo II estação de Zé Doca; F- solo do tipo III estação de Zé Doca.



Fonte: INMET, 2024.

Figura 9 - Variação média mensal estimada do excedente (EXC) e da deficiência (DEF), retirada e reposição hídrica registrada pela estação de Turiaçu - Oeste Maranhense, no período de 30 anos (1994 a 2023); A – solo do tipo I estação de Turiaçu; B – solo do tipo II estação de Turiaçu; C- solo do tipo III estação de Turiaçu.



Fonte: INMET, 2024.

O balanço hídrico para os solos dos tipos I, II e III nos municípios da mesorregião Oeste demonstrou que não houve deficiência hídrica de dezembro a maio em Imperatriz, de janeiro a maio em Zé Doca e de janeiro a julho em Turiaçu. O déficit hídrico foi observado durante 7 meses em Imperatriz e Zé Doca, de maio a novembro e junho a dezembro,

respectivamente; em Turiaçu, o déficit foi de 5 meses, nos meses de agosto a dezembro. Da região oeste, Turiaçu registrou um excedente hídrico maior e mais duradouro ao longo do período chuvoso (Quadro 21, 22 e 23).

Quadro 27 - Balanço hídrico mensal para solos dos tipos I, II e III, baseado nos dados da estação de Imperatriz, no período de 30 anos (1994 a 2023).

Mês	Solo Tipo I		Solo Tipo II		Solo Tipo III	
	DEF (mm)	EXC (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	0,0	18,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Fev	0,0	105,9	0,0	35,9	0,0	0,0
Mar	0,0	153,4	0,0	153,4	0,0	108,8
Abr	0,0	56,7	0,0	56,7	0,0	56,7
Mai	17,9	0,0	9,9	0,0	6,9	0,0
Jun	100,1	0,0	68,0	0,0	50,8	0,0
Jul	143,4	0,0	117,4	0,0	95,8	0,0
Ago	182,3	0,0	167,4	0,0	147,4	0,0
Set	178,9	0,0	173,2	0,0	160,9	0,0
Out	127,2	0,0	125,5	0,0	120,0	0,0
Nov	26,5	0,0	26,2	0,0	25,4	0,0
Dez	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	776,2	334,5	687,7	246,0	607,1	165,4
Média	64,7	27,9	57,3	20,5	50,6	13,8

Fonte: INMET, 2024.

Quadro 28 - Balanço hídrico mensal para solos dos tipos I, II e III, baseado nos dados da estação de Zé Doca, no período de 30 anos (1994 a 2023).

Mês	Solo Tipo I		Solo Tipo II		Solo Tipo III	
	DEF (mm)	EXC (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	0,0	19,8	0,0	0,0	0,0	0,0
Fev	0,0	213,8	0,0	145,6	0,0	66,9
Mar	0,0	230,3	0,0	230,3	0,0	230,3
Abr	0,0	218,5	0,0	218,5	0,0	218,5
Mai	0,0	49,9	0,0	49,9	0,0	49,9
Jun	13,6	0,0	7,5	0,0	5,2	0,0

Quadro 29 – Continuação: Balanço hídrico mensal para solos dos tipos I, II e III, baseado nos dados da estação de Zé Doca, no período de 30 anos (1994 a 2023).

Mês	Solo Tipo I		Solo Tipo II		Solo Tipo III	
	DEF (mm)	EXC (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jul	72,0	0,0	46,8	0,0	34,4	0,0
Ago	132,3	0,0	103,7	0,0	82,7	0,0
Set	150,1	0,0	133,7	0,0	114,9	0,0
Out	156,3	0,0	148,6	0,0	135,0	0,0
Nov	129,3	0,0	126,3	0,0	118,8	0,0
Dez	69,0	0,0	68,1	0,0	65,2	0,0
Total	722,7	732,3	634,7	644,3	556,0	565,6
Média	60,2	61,0	52,9	53,7	46,3	47,1

Fonte: INMET, 2024.

Quadro 30 - Balanço hídrico mensal para solos dos tipos I, II e III, baseado nos dados da estação de Turiaçu, no período de 30 anos (1994 a 2023).

Mês	Solo Tipo I		Solo Tipo II		Solo Tipo III	
	DEF (mm)	EXC (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fev	0,0	145,9	0,0	60,2	0,0	0,0
Mar	0,0	299,3	0,0	299,3	0,0	287,6
Abr	0,0	305,5	0,0	305,5	0,0	305,5
Mai	0,0	173,5	0,0	173,5	0,0	173,5
Jun	0,0	74,4	0,0	74,4	0,0	74,4
Jul	0,0	20,8	0,0	20,8	0,0	20,8
Ago	41,3	0,0	24,4	0,0	17,2	0,0
Set	116,0	0,0	83,9	0,0	64,4	0,0
Out	152,2	0,0	129,8	0,0	108,5	0,0
Nov	149,8	0,0	139,5	0,0	124,3	0,0
Dez	122,5	0,0	118,4	0,0	109,7	0,0
Total	581,8	1019,4	496,0	933,7	424,2	861,8
Média	48,5	85,0	41,3	77,8	35,3	71,8

Fonte: INMET, 2024.

4.6 Aptidão climática no cultivo do açaí

Por se tratar de uma espécie de ambiente úmido, o açaí é exigente hidricamente (Nogueira *et al.*, 2005). Para o cultivo de açaí em terra firme, em áreas onde ocorrem os tipos climáticos Am_i e Aw_i , que possuem uma estação seca bem definida, é necessário complementar a irrigação nos períodos menos chuvosos. Isso é essencial para evitar a redução ou a paralisação do crescimento, da floração e da frutificação do açaizeiro (Calzavara, 1972; Nogueira *et al.*, 2005). Segundo Vieira *et al.* (2018), a falta de água ocasiona um atraso na abertura das folhas, aceleração da senescência, abscisão de folhas e a morte da planta. O estresse hídrico também compromete a duração das fases vegetativa e reprodutiva, dificultando a colheita e diminuindo a produtividade e a qualidade dos frutos. Além disso, a produtividade da planta está diretamente relacionada a disponibilidade de água.

As mesorregiões Norte e Oeste Maranhense podem ofertar melhores condições para o cultivo em sequeiro do açaizeiro, devido as condições de precipitação e de temperatura média ao longo do ano serem mais favoráveis em comparação com as mesorregiões Centro Maranhense, Leste e Sul, que são menos favorecidas devido ao período seco ser mais longo e terem os menores índices de chuvas. Isso pode afetar diretamente na sobrevivência das plantas em sequeiro, mesmo com planejamento na implantação de pomares no início do período chuvoso (Figura 11). Sendo ainda necessário a complementação hídrica nos períodos de déficit hídrico. Em condições de sequeiro (sem irrigação suplementar), cultivares da espécie *Euterpe oleracea* apresentam menor crescimento, baixa produtividade (6,0 toneladas de frutos por ano-safra), menor rendimento de polpa quando são suscetíveis às oscilações pluviométricas ao longo do ano agrícola, não sendo recomendado o cultivo da cultura (Vieira *et al.*, 2018).

Segundo Nogueira (2006), quando há estresse devido à falta de água por dois meses, as plantas permanecem vivas e retomam suas atividades fisiológicas 14 dias após a reidratação. Calbo e Moraes (2000), explicam que o açaí possui mecanismo para tolerar um estresse hídrico moderado. A utilização de um sistema de irrigação no cultivo de açaizeiro tem como principal vantagem a produção contínua de frutos, especialmente na entressafra. Nesse período, o preço do produto pode aumentar em até 50% em relação à safra, garantindo maior lucro aos segmentos da cadeia produtiva (Vieira *et al.*, 2018). No caso da produção no Maranhão, a técnica é fundamental para a viabilidade produtiva e sobrevivência da cultura.

Vale ressaltar, que quanto mais avançado o desenvolvimento produtivo da cultura, maior é a exigência de água. Como sugerido por Vieira *et al.* (2018), que indica aplicar na

irrigação aproximadamente 10 litros/dia/touceira para plantas até 12 meses pós-plantio, 30 a 60 litros/dia/touceira para a fase jovem (do 2º ao 5º ano pós-plantio) e 80 a 100 litros/dia para touceiras adultas (a partir do 6º ano pós-plantio), levando em consideração as condições edafoclimáticas das regiões produtoras em Rondônia, Acre e sul do Amazonas. Em pesquisa desenvolvida por Homma *et al.* (2009), em 6 meses a estimativa de consumo de água por hectare pode ser de 35.000 L de água.

Para o açaí Pai d'égua, onde sua produção pode ser 44% a 46% durante janeiro a junho (entressafra), com a suplementação hídrica e adubação adequadas (Vieira *et al.* 2018), as mesorregiões mais propícias para o desenvolvimento comercial é Norte e Oeste Maranhense. Para a BRS Pará, cujo período de safra está entre julho a dezembro, seu o sucesso no cultivo pode estar diretamente relacionado a irrigação em todas as regiões. Apesar dos períodos de safra, uso do sistema de irrigação utilizado no cultivo de açaizeiro promove a produção contínua de frutos, especialmente na entressafra.

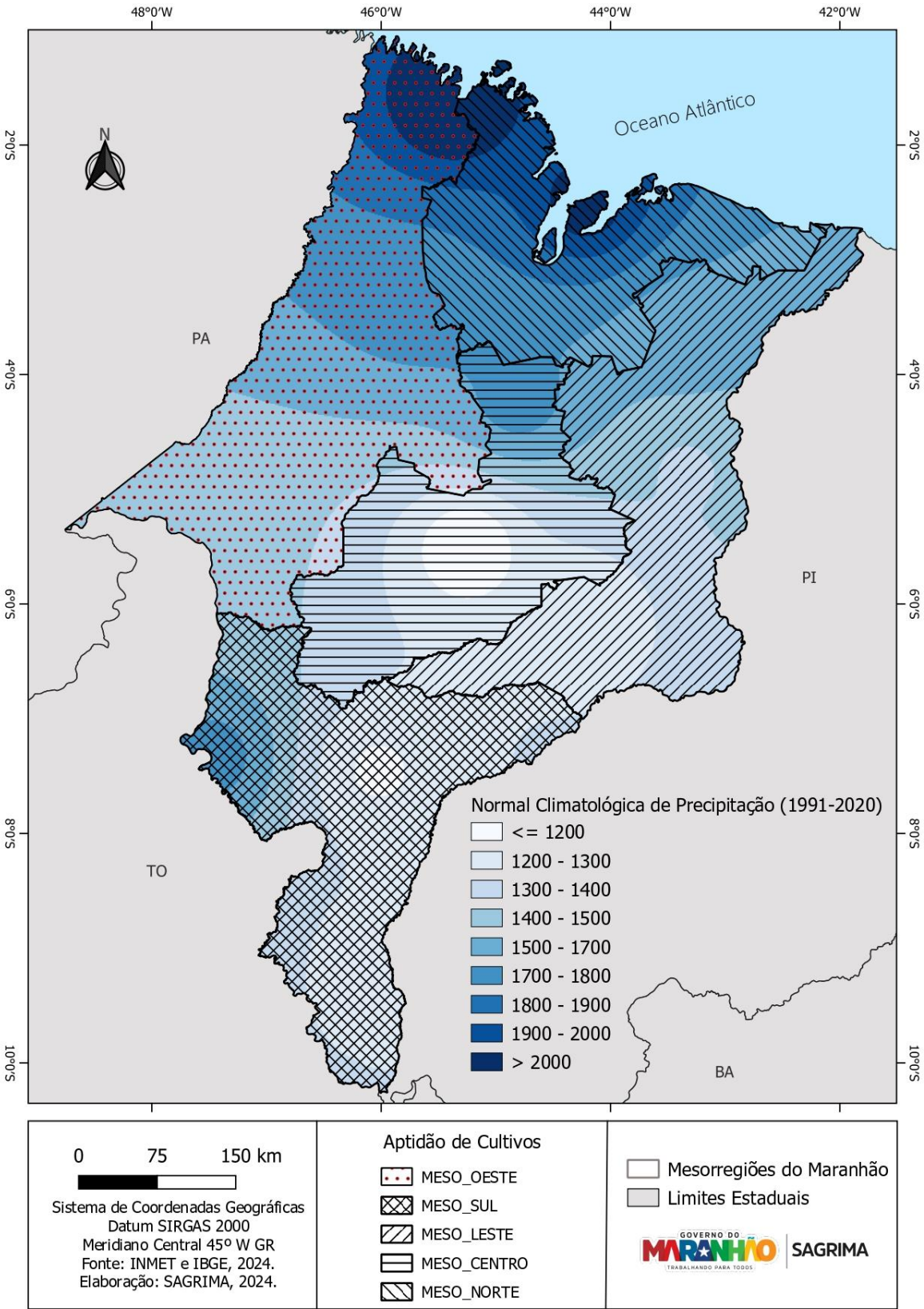
Segundo as principais variáveis identificadas por Nogueira, Figueirêdo e Müller (2006), e Brasil (2010), adotados em outros estudos de aptidão do açaí como os de Vieira *et al.* (2018) e Gasparini *et al.* (2015), para determinar a aptidão do cultivo em regime de sequeiro do açaí com baixo risco climático. O fator mais restritivo foi o déficit hídrico anual (Dha) <200 mm anuais, que foram inferiores aos parâmetros em todas as regiões. Contudo, isso pode ser mitigado com o uso da irrigação, como já discutido. Estes resultados corroboram para os observados neste estudo, uma vez que em todas as mesorregiões analisadas a deficiência hídrica anual foi elevada entre 3 e 4 meses subsequentes, para os três tipos de solos, e acima do estabelecido para a cultura, conforme observado no Quadro 24, havendo necessidade de irrigação, para manutenção da cultura durante o período de estiagem (Quadro 24).

Quadro 24 – Avaliação da restrição da cultura do açaí por mesorregião.

Variáveis	Norte	Centro	Leste	Oeste	Sul	Condição	Avaliação
P	2090	1479,9	1485	1841,6	1498,3	$1300 \text{ mm} \leq P \leq 3000 \text{ mm}$	APTO
Ta	26,9	27,7	27,1	27,4	27,4	$22 \text{ °C} \leq Ta \leq 28 \text{ °C}$	APTO
Dh_SOLO I	655,8	838,7	729,3	693,6	750,6	$\leq 200 \text{ mm}$	INAPTO
Dh_SOLO II	568,7	749,7	641,2	606,1	662,3	$\leq 200 \text{ mm}$	INAPTO
Dh_SOLO III	492,8	675,8	562,5	529,1	584,0	$\leq 200 \text{ mm}$	INAPTO

Fonte: INMET, 2024.

Figura 10 - Normal Climatológica de Precipitação do Estado do Maranhão, 1991-2020.



4.4 Períodos de chuvas propícios

Considerando a disponibilidade de água nas mesorregiões, observou-se que o regime de chuvas apresentou uma forte variação sazonal (Quadro 24). Mesmo em regiões similares, foram registradas variações de período chuvoso em algumas estações, corroborando com a explicação de Menezes (2009), sobre os diferentes tipos climáticos do estado que identificou de 10 regiões homogêneas de precipitação no Estado do Maranhão. Os dados do balanço hídrico climático nas mesorregiões do Maranhão indicam que, apesar de haver meses dos anos aos quais as condições de disponibilidade hídrica são favoráveis para o cultivo do açaí, mais da metade das estações registraram um período de déficit de água em mais da metade dos meses do ano.

Quadro 31 - Calendário de períodos de chuvas propícios ao desenvolvimento de açaí nas mesorregiões do Estado do Maranhão.

Mesorregião MA	Estação Conv.	Período chuvoso		Nº de meses	Período seco		Nº de meses
		Início	Fim		Início	Fim	
Norte Maranhense	São Luís	Jan	Jun	6	Jul	Dez	6
Oeste Maranhense	Imperatriz	Dez	Abr	5	Mai	Nov	7
	Zé Doca	Jan	Mai	5	Jun	Dez	7
	Turiação	Jan	Jul	7	Jul	Dez	5
Centro Maranhense	Bacabal	Jan	Mai	5	Jun	Dez	7
	Barra do Corda	Jan	Abr	4	Mai	Dez	8
Leste Maranhense	Chapadinha	Jan	Mai	5	Jun	Dez	7
	Colinas	Jan	Abr	4	Mai	Dez	8
Sul Maranhense	Carolina	Nov	Abr	6	Mai	Out	6
	Balsas	Nov	Abr	5	Mai	Out	7

Fonte: INMET, 2024.

As regiões Norte e Oeste obtiveram os melhores índices de chuvas, sendo as de maior aptidão no que diz respeito a disponibilidade de água por meio da precipitação. Isso pode ser explicado pela integração das regiões no Bioma Amazônico, região nativa da cultura. Enquanto isso, as regiões Leste, Centro Oeste e Sul obtiveram os menores, sendo mais limitante ao desenvolvimento do açaí por condições naturais. Menezes (2009), constatou que nas regiões homogêneas situadas no Norte do Estado, os totais pluviométricos são mais elevados em comparação com as regiões localizadas no Sul devido a influência da atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que é o principal sistema atmosférico responsável

pelas chuvas que ocorrem de fevereiro a maio, podendo representar cerca de 70% do acumulado anual.

5 CONCLUSÃO

A análise climática e hídrica das mesorregiões do Maranhão evidenciou diferenças significativas na aptidão para o cultivo de açaí, que variam conforme as características climáticas e hídricas de cada região. As mesorregiões Norte e Oeste do Maranhão se destacam como as mais adequadas para o cultivo de açaí, devido à alta precipitação anual e às temperaturas médias favoráveis. Devido a ocorrência de déficit hídrico durante a estação seca, a irrigação suplementar é recomendada para mitigar os efeitos da estiagem e garantir uma produção estável ao longo do ano.

Por outro lado, as mesorregiões Centro Maranhense, Leste Maranhense e Sul Maranhense enfrentam desafios mais significativos. Nessas mesorregiões, embora a precipitação anual seja adequada, o déficit hídrico significativo durante a estação seca requer a implementação de sistemas de irrigação para manter a viabilidade da cultura, e a torna essencial para compensar a insuficiência hídrica e permitir a produção de açaí.

A irrigação se mostra como uma ferramenta crucial em todas as mesorregiões analisadas devido ao déficit hídrico anual, que é um fator limitante para o cultivo do açaí. A suplementação hídrica não só ajuda a superar as deficiências de água, mas também promove uma produção mais estável e contínua ao longo do ano, especialmente durante os períodos de estiagem. O estresse hídrico prolongado pode comprometer seriamente o crescimento, a frutificação e a produtividade do açaí, ressaltando a necessidade de uma gestão hídrica adequada para garantir a saúde das plantas e maximizar a produção.

Portanto, recomenda-se que, nas regiões Norte e Oeste, onde as condições climáticas são mais favoráveis, o cultivo em sequeiro com suporte de irrigação suplementar seja adotado para enfrentar os períodos secos e otimizar a produtividade. Nas regiões Centro, Leste e Sul, é crucial investir em sistemas de irrigação robustos para superar o déficit hídrico significativo e garantir a viabilidade da cultura. Essas práticas de irrigação e gestão eficiente dos recursos hídricos são essenciais para o sucesso do cultivo do açaí no Maranhão, assegurando uma produção contínua e de alta qualidade nas diversas condições climáticas do estado.

REFERÊNCIAS

- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 2, de 9 de outubro de 2008**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 out. 2008. Seção 1, p. 12.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria SPA/MAPA nº 5, de 20 de fevereiro de 2024**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 21 fev. 2024. Seção 1, p. 4.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola. Departamento de Gestão de Risco Rural. Coordenação Geral de Zoneamento Agropecuário. **Portaria nº 412, de 4 de novembro de 2010**. Aprovar o Zoneamento Agrícola para a cultura de açaí do Estado do Pará, safra 2011. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, n. 212, Seção 1., p., 5 nov. 2010.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola. Departamento de Gestão de Risco Rural. Coordenação Geral de Zoneamento Agropecuário. **Portaria nº 70, de 21 de fevereiro de 2011**. Aprovar o Zoneamento Agrícola Risco Climático para a cultura de açaí dos Estados do Acre, Pará, Rondônia e Tocantins. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, n. 37, Seção 1., p.6-7, 22 fev. 2011.
- Calbo, M. E. R.; Moraes, J. A. P.V. de. Efeitos da deficiência de água em plantas de *Euterpe oleracea* (açaí). **Revista Brasileira de Botânica**, [s. l], v. 23, n. 3, p. 225-230, set. 2000. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-84042000000300001>.
- Companhia Nacional De Abastecimento (Conab). **Açaí (fruto)**. Brasília: 2022. Disponível em www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-acai/item/download/31586_6bed23dba499b257e49c5c26b194ddfd. Acesso em: 27 jun. 2022.
- Companhia Nacional De Abastecimento (Conab). **Boletim da Sóciobiodiversidade**. Brasília, v. 6, n. 1, p. 1-36, março de 2022. Disponível em www.conab.gov.br/component/k2/item/download/41330_c4a9424bd071dd6186d7a8ad4636efaa. Acesso em: 27 jun. 2022.
- Crisóstomo, L. A.; Naumov, A. (org.). **ADUBANDO PARA ALTA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE: fruteiras tropicais do brasil**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2009. 240 p.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) (Brasil). **Agência de Informação Embrapa** (org.). Produtores de açaí no Maranhão terão mais acesso a tecnologias de manejo e recuperação de açaizais. 2020. Disponível em: www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/50385220/produtores-de-acai-no-maranhao-terao-mais-acesso-a-tecnologias-de-manejo-e-recuperacao-de-ac aizais. Acesso em: 20 jan. 2024.

Freitas, D. G. de.; Carvalhes, M. A.; Bezerra, V. S. **Boas práticas na cadeia de produção de açaí**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2021. Disponível em <www.embrapa.br/documents/10180/46878777/Guia+de+Neg%C3%B3cio++Boas+pr%C3%A1ticas+na+cadeia+de+produ%C3%A7%C3%A3o+do+a%C3%A7a%C3%AD/7d697df0-97ae-f4b6-bff4-4a1c662e11ab>. Acesso em: 27 jan. 2024.

Gasparini, K. A. C.; Fonseca, M. D. S.; Pastro, M. S.; Lacerda, L. C.; SANTOS, A. R. dos. Agroclimatic zoning of acai crop (*Euterpe oleracea* Mart.) for the state of Espírito Santo. **Revista Ciência Agronômica**, [S.L.], v. 46, n. 4, p. 707-717, 2015. GN1 Genesis Network. <http://dx.doi.org/10.5935/1806-6690.20150057>.

Homa, A. K. O. **Ciência, tecnologia e inovação no desenvolvimento rural da região amazônica**. In: SCHNEIDER, S. Políticas públicas de desenvolvimento rural no Brasil. Porto Alegre: UFRGS, 624 p., 2015.

Homma, A. K. O.; Carvalho, J.E.U.de.; Menezes, A. J. E. A. De.; Farias Neto, J.T.de.; MATO, G. B. de. **Custo Operacional de Açaizeiro Irrigado com Microaspersão no Município de Tomé-Açu**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2009. 8p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado Técnico, 219).

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Ibge). **Produção Agropecuária no Brasil**. Disponível em <cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/pesquisa/15/11863?ano=2022>. Acesso em: 29 jan. 2024.

Lima, A. F. T. De.; Martins, M. S. **Caracterização fenológica e necessidade térmica do açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) irrigado**. 2019. 33 f. TCC (Graduação) - Curso de Curso de Agronomia, Campus Capitão Poço, Universidade Federal Rural da Amazônia, Capitão Poço – PA, 2019.

BRASIL. **Registro Nacional de Cultivares - RNC, 2024**. Disponível em: <sistemasweb.agricultura.gov.br/renasem/>. Acesso em: 20 de jan. 2024.

Maranhão. **Atlas do Maranhão**. 2.ed. Gerência de Planejamento e Desenvolvimento Econômico, Laboratório de Geoprocessamento-UEMA. São Luís: GELPLAN, 2002. Disponível em: <https://www.bellalex.net/arquivos/studio-idro-geologico-climatico-ed-altro.pdf>. Acesso em: 31 jan. 2024.

Maranhão. Secretaria de Estado da Agricultura, Pecuária do Maranhão (SAGRIMA) (org.). Governo do Estado do Maranhão. **Zoneamento Agropecuário do Estado do Maranhão**. São Luís: SAGRIMA, 2019. 61 p.

Maranhão. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais (SEMA). Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais (SEMA). **As Chuvas no Maranhão**. 2023. Disponível em: <www.sema.ma.gov.br/noticias/as-chuvas-no-maranhao#:~:text=A%20Secretaria%20de%20Estado%20de,um%20chuvoso%20e%20outro%20seco>. Acesso em: 20 jan. 2024.

Marques, H. N. do. **Bioeconomia na Cadeia Produtiva do Açaí**. 2023. 44 f. Monografia (Especialização) - Curso de Agronomia, Campus Capanema, Universidade Federal Rural da Amazônia, Capanema-PA, 2023.

MENEZES, R. H. N. de. **Caracterização Agroclimática e Análise do Rendimento Agrícola do Estado do Maranhão, Brasil**. 2009. 188 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Meteorologia, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande/PB, 2009.

Nascimento, D. T. F.; Novais, G. T. Clima Do Cerrado: dinâmica atmosférica e características, variabilidades e tipologias climáticas. **Revista Geografia**, UEG – Goiás, v. 9, n. 2, p. 1-39, jul. 2020.

NETO, J.T.F.De. **BRS Pai d'Égua cultivar de açaí para terra firme com suplementação hídrica**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2019. Disponível em: <ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/204487/1/ComTec-317.pdf>. Acesso em: 29 jan. 2024.

Nogueira, O. L.; Figueirêdo, F. J. C.; Müller, A. A. (Ed.). **Açaí**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 137 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Sistemas de produção, 4).

Oliveira, M. Do S. P. de.; Farias Neto, J. T. de.; Nogueira, O. L.; Rogez, H. L. **Açaí: manejo, produção e processamento**. Fortaleza - CE: Instituto Frutal, 2006. 147 p.

Oliveira, M. do S. P. De.; Carvalho, J. E. U. de.; Nascimento, W. M. O. do.; Muller, C. H. **Cultivo do açaizeiro para produção de frutos**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 18 p.

Rogez, H. **Açaí: preparo, composição e melhoramento da conservação**. 1.ed. Belém: EDUFPA, 2000. 313p.

Sa, I. B.; Silva, P. C. G. da. Caracterização do Semiárido Brasileiro: fatores naturais e humanos. In: Silva, Silva, P. C. G. Da.; Moura, M. S. B. De.; Kiill, L. H. P.; Brito, L. T. De L.; Pereira, L. A.; Sa, I. B.; Correia, R. C.; Teixeira, A. H. de C.; Cunha, T. J. F.; Guimarães Filho, C. **SEMIÁRIDO BRASILEIRO: pesquisa, desenvolvimento e inovação**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. Cap. 1. p. 18-48.

Santos, H. G. S. dos.; Zaroni, M. J (Brasil). Embrapa Solos (org.). **Solos Tropicais**. 2021. Disponível em: <www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/sibcs/chave-do-sibcs/latossolos>. Acesso em: 20 jan. 2024.

Thornthwaite, C. W. An Approach toward a Rational Classification of Climate. **Geographical Review**, [s. l], v.38, n.1, 1948, p. 55-94.

Thornthwaite, C. W.; Mather, J. R. The water balance. Centerton, N. J. 1955, 104 p. **Publications in Climatology**, [s. l], v. 8, n. 1.

Tinoco, A. C. **Açaí amazônico: novas perspectivas de negócio**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 1 CD-ROM. Trabalho apresentado no Workshop Regional do Açaizeiro: pesquisa, produção e comercialização, Belém, PA, 2005.

Universidade Estadual do Maranhão. Centro de Ciências Agrárias. Núcleo Geoambiental. **Bacias hidrográficas e climatologia no Maranhão**, São Luís, 2016.165 p.

Vieira, A. H.; Ramalho, A. R.; Rosa Neto, C.; Cararo, D. C.; Costa, J. N. M.; Vieira Junior, J. R.; Wadt, P. G. S.; Souza, V. F. de. **Cultivo do açaizeiro (*Euterpe oleracea* Martius) no noroeste do Brasil**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2018. 89 p. (Embrapa Rondônia. Sistemas de produção, 36).

VILLACHICA, H.; CARVALHO, J. E. U. de; MULLER, C. H.; DIAZ S. C.; ALMANZA, M. **Frutales y hortalizas promisorios de la Amazonia**. Belém - Pa: Embrapa Amazônia Oriental., 1996. 367 p (TCA-SPT. Publicaciones, 44).

APÊNDICE

APÊNDICE A – Dados climáticos gerais utilizados para elaboração do balanço hídrico climático proposto por Thornthwaite & Mather (1955) - São Luís, Norte Maranhense.

Decêndios	Nº de dias	NDA	T °C	P mm	N horas	I	ETP Thornthwaite 1948
Jan	31	1	26,9	252,6	12,1	12,8	147,53
Fev	28	32	26,4	333,5	12,1	12,4	123,90
Mar	31	60	26,2	425,9	12,0	12,3	132,76
Abr	30	91	26,3	425,4	12,0	12,4	129,37
Mai	31	121	26,8	303,1	11,9	12,7	143,38
Jun	30	152	26,6	178,3	11,9	12,6	133,82
Jul	31	182	26,5	111,1	11,9	12,5	136,54
Ago	31	213	26,8	13,1	11,9	12,7	142,54
Set	30	244	27,2	0,5	12,0	13,0	147,42
Out	31	274	27,6	0,3	12,0	13,3	161,27
Nov	30	305	27,9	3,6	12,1	13,5	163,61
Dez	31	335	27,7	43,1	12,1	13,4	166,01
TOTAIS			323,1	2090,3	144,0	153,6	1728,15
MÉDIAS			26,9	174,2	12,0	12,8	144,01

Fonte: INMET, 2024.

APÊNDICE B – Dados climáticos gerais utilizados para elaboração do balanço hídrico climático proposto por Thornthwaite & Mather (1955) - Turiaçu, Oeste Maranhense.

Decêndios	Nº de dias	NDA	T °C	P mm	N horas	I	ETP Thornthwaite 1948
Jan	31	1	27,0	225,6	12,1	12,9	149,10
Fev	28	32	26,6	286,7	12,1	12,6	127,29
Mar	31	60	26,3	433,4	12,0	12,4	134,13
Abr	30	91	26,4	436,4	12,0	12,4	130,93
Mai	31	121	26,8	316,0	11,9	12,7	142,47
Jun	30	152	26,7	211,0	11,9	12,7	136,62
Jul	31	182	26,7	161,0	11,9	12,6	140,12
Ago	31	213	27,1	46,7	11,9	12,9	149,21
Set	30	244	27,4	11,8	12,0	13,1	150,41
Out	31	274	27,8	9,1	12,0	13,4	166,43
Nov	30	305	28,0	15,6	12,1	13,6	166,25
Dez	31	335	27,8	44,5	12,1	13,4	167,07
TOTAIS			324,8	2197,7	144,0	154,8	1760,04
MÉDIAS			26,9	174,2	12,0	12,8	144,01

Fonte: INMET, 2024.

APÊNDICE C – Dados climáticos gerais utilizados para elaboração do balanço hídrico climático proposto por Thornthwaite & Mather (1955) – Zé Doca, Oeste Maranhense.

Decêndios	Nº de dias	NDA	T °C	P mm	N horas	I	ETP Thornthwaite 1948
Jan	31	1	26,8	254,0	12,2	12,7	144,13
Fev	28	32	25,5	320,8	12,1	11,8	106,94
Mar	31	60	26,5	367,2	12,1	12,5	136,92
Abr	30	91	26,7	354,0	12,0	12,6	135,49
Mai	31	121	27,2	200,5	11,9	13,0	150,60
Jun	30	152	27,2	88,9	11,8	13,0	143,41
Jul	31	182	27,1	40,4	11,8	12,9	146,37
Ago	31	213	27,7	15,8	11,9	13,3	160,18
Set	30	244	28,1	14,8	11,9	13,7	167,41
Out	31	274	28,5	25,2	12,0	13,9	182,05
Nov	30	305	28,5	49,3	12,1	13,9	178,69
Dez	31	335	28,0	103,7	12,2	13,6	172,71
TOTAIS			327,7	1834,5	144,0	156,9	1824,91
MÉDIAS			27,3	152,9	12,0	13,1	152,08

Fonte: INMET, 2024.

APÊNDICE D – Dados climáticos gerais utilizados para elaboração do balanço hídrico climático proposto por Thornthwaite & Mather (1955) – Imperatriz, Oeste Maranhense.

Decêndios	Nº de dias	NDA	T °C	P mm	N horas	I	ETP Thornthwaite 1948
Jan	31	1	26,7	235,2	12,3	12,6	142,75
Fev	28	32	26,7	234,9	12,2	12,7	129,01
Mar	31	60	26,7	293,5	12,1	12,6	140,09
Abr	30	91	26,9	196,0	11,9	12,8	139,31
Mai	31	121	27,6	93,0	11,8	13,3	156,37
Jun	30	152	27,6	16,5	11,7	13,3	151,14
Jul	31	182	27,6	4,6	11,7	13,3	156,18
Ago	31	213	28,9	5,6	11,8	14,2	189,48
Set	30	244	29,4	21,7	11,9	14,6	200,80
Out	31	274	29,1	73,3	12,1	14,4	200,56
Nov	30	305	28,1	142,5	12,2	13,6	168,95
Dez	31	335	27,4	175,8	12,3	13,2	159,74
TOTAIS			332,8	1492,7	144,0	160,6	1934,40
MÉDIAS			27,7	124,4	12,0	13,4	161,20

Fonte: INMET, 2024.

APÊNDICE E – Dados climáticos gerais utilizados para elaboração do balanço hídrico climático proposto por Thornthwaite & Mather (1955) – Barra do Corda, Centro Maranhense.

Decêndios	Nº de dias	NDA	T °C	P mm	N horas	I	ETP Thornthwaite 1948
Jan	31	1	26,8	254,0	12,2	12,7	144,13
Fev	28	32	25,5	320,8	12,1	11,8	106,94
Mar	31	60	26,5	367,2	12,1	12,5	136,92
Abr	30	91	26,7	354,0	12,0	12,6	135,49
Mai	31	121	27,2	200,5	11,9	13,0	150,60
Jun	30	152	27,2	88,9	11,8	13,0	143,41
Jul	31	182	27,1	40,4	11,8	12,9	146,37
Ago	31	213	27,7	15,8	11,9	13,3	160,18
Set	30	244	28,1	14,8	11,9	13,7	167,41
Out	31	274	28,5	25,2	12,0	13,9	182,05
Nov	30	305	28,5	49,3	12,1	13,9	178,69
Dez	31	335	28,0	103,7	12,2	13,6	172,71
TOTAIS			327,7	1834,5	144,0	156,9	1824,91
MÉDIAS			27,3	152,9	12,0	13,1	152,08

Fonte: INMET, 2024.

APÊNDICE F – Dados climáticos gerais utilizados para elaboração do balanço hídrico climático proposto por Thornthwaite & Mather (1955) – Bacabal, Centro Maranhense.

Decêndios	Nº de dias	NDA	T °C	P mm	N horas	I	ETP Thornthwaite 1948
Jan	31	1	27,2	256,6	12,2	13,0	153,57
Fev	28	32	26,9	313,4	12,2	12,8	131,07
Mar	31	60	27,0	383,3	12,1	12,9	145,90
Abr	30	91	27,3	365,5	12,0	13,1	146,98
Mai	31	121	27,9	197,1	11,9	13,5	165,14
Jun	30	152	27,7	52,4	11,8	13,3	152,58
Jul	31	182	27,6	20,0	11,8	13,3	156,20
Ago	31	213	28,4	9,5	11,8	13,9	176,84
Set	30	244	29,2	11,6	11,9	14,5	195,42
Out	31	274	29,4	28,3	12,0	14,6	210,94
Nov	30	305	29,1	66,4	12,2	14,4	195,35
Dez	31	335	28,5	132,3	12,2	14,0	187,48
TOTAIS			336,3	1836,3	144,0	163,2	2017,47
MÉDIAS			28,0	153,0	12,0	13,6	168,12

Fonte: INMET, 2024.

APÊNDICE G – Dados climáticos gerais utilizados para elaboração do balanço hídrico climático proposto por Thornthwaite & Mather (1955) Chapadinha, Leste Maranhense.

Decêndios	Nº de dias	NDA	T ° C	P mm	N horas	I	ETP Thornthwaite 1948
Jan	31	1	26,8	228,9	12,2	12,7	144,91
Fev	28	32	26,4	273,9	12,2	12,4	122,85
Mar	31	60	26,2	387,0	12,1	12,3	131,32
Abr	30	91	26,4	355,8	12,0	12,4	128,83
Mai	31	121	26,8	199,1	11,9	12,7	140,55
Jun	30	152	26,7	73,3	11,8	12,7	134,43
Jul	31	182	26,9	27,7	11,8	12,8	141,72
Ago	31	213	27,4	6,8	11,8	13,1	154,25
Set	30	244	28,2	3,7	11,9	13,7	168,32
Out	31	274	28,6	15,8	12,0	14,0	185,18
Nov	30	305	28,5	49,8	12,1	14,0	179,66
Dez	31	335	28,1	85,5	12,2	13,7	176,85
TOTAIS			326,9	1707,3	144,0	156,4	1808,86
MÉDIAS			27,2	142,3	12,0	13,0	150,74

Fonte: INMET, 2024.

APÊNDICE H – Dados climáticos gerais utilizados para elaboração do balanço hídrico climático proposto por Thornthwaite & Mather (1955) Colinas, Leste Maranhense.

Decêndios	Nº de dias	NDA	T ° C	P mm	N horas	I	ETP Thornthwaite 1948
Jan	31	1	26,2	193,2	12,3	12,3	135,67
Fev	28	32	26,1	193,4	12,3	12,2	119,73
Mar	31	60	26,0	256,5	12,1	12,2	130,01
Abr	30	91	26,3	172,0	11,9	12,3	128,38
Mai	31	121	26,3	77,9	11,8	12,3	131,34
Jun	30	152	25,8	15,9	11,7	12,0	117,33
Jul	31	182	25,9	9,2	11,7	12,1	123,09
Ago	31	213	27,0	7,3	11,7	12,9	145,79
Set	30	244	28,6	21,5	11,9	14,0	176,96
Out	31	274	28,9	70,2	12,1	14,2	193,56
Nov	30	305	27,9	106,1	12,2	13,5	165,90
Dez	31	335	27,1	139,6	12,3	12,9	154,32
TOTAIS			322,2	1262,7	144,0	153,0	1722,07
MÉDIAS			26,9	105,2	12,0	12,8	143,51

Fonte: INMET, 2024.

APÊNDICE I – Dados climáticos gerais utilizados para elaboração do balanço hídrico climático proposto por Thornthwaite & Mather (1955) Balsas, Sul Maranhense.

Decêndios	Nº de dias	NDA	T °C	P mm	N horas	I	ETP Thornthwaite 1948
Jan	31	1	26,1	216,3	12,4	12,2	133,03
Fev	28	32	26,1	183,8	12,3	12,2	119,98
Mar	31	60	25,3	188,0	12,1	11,6	115,05
Abr	30	91	26,8	121,4	11,9	12,7	138,15
Mai	31	121	27,1	52,9	11,7	12,9	147,06
Jun	30	152	26,9	6,0	11,6	12,8	135,98
Jul	31	182	26,9	1,1	11,6	12,8	140,36
Ago	31	213	28,2	1,7	11,7	13,7	170,82
Set	30	244	29,6	15,4	11,9	14,8	202,59
Out	31	274	28,9	98,4	12,1	14,3	195,40
Nov	30	305	27,3	157,3	12,3	13,1	152,41
Dez	31	335	26,6	173,9	12,4	12,6	143,76
TOTAIS			325,9	1216,2	144,0	155,7	1794,59
MÉDIAS			27,2	101,4	12,0	13,0	149,55

Fonte: INMET, 2024.

APÊNDICE J – Dados climáticos gerais utilizados para elaboração do balanço hídrico climático proposto por Thornthwaite & Mather (1955) Balsas, Sul Maranhense.

Decêndios	Nº de dias	NDA	T °C	P mm	N horas	I	ETP Thornthwaite 1948
Jan	31	1	26,8	254,0	12,2	12,7	144,13
Fev	28	32	25,5	320,8	12,1	11,8	106,94
Mar	31	60	26,5	367,2	12,1	12,5	136,92
Abr	30	91	26,7	354,0	12,0	12,6	135,49
Mai	31	121	27,2	200,5	11,9	13,0	150,60
Jun	30	152	27,2	88,9	11,8	13,0	143,41
Jul	31	182	27,1	40,4	11,8	12,9	146,37
Ago	31	213	27,7	15,8	11,9	13,3	160,18
Set	30	244	28,1	14,8	11,9	13,7	167,41
Out	31	274	28,5	25,2	12,0	13,9	182,05
Nov	30	305	28,5	49,3	12,1	13,9	178,69
Dez	31	335	28,0	103,7	12,2	13,6	172,71
TOTAIS			327,7	1834,5	144,0	156,9	1824,91
MÉDIAS			27,3	152,9	12,0	13,1	152,08

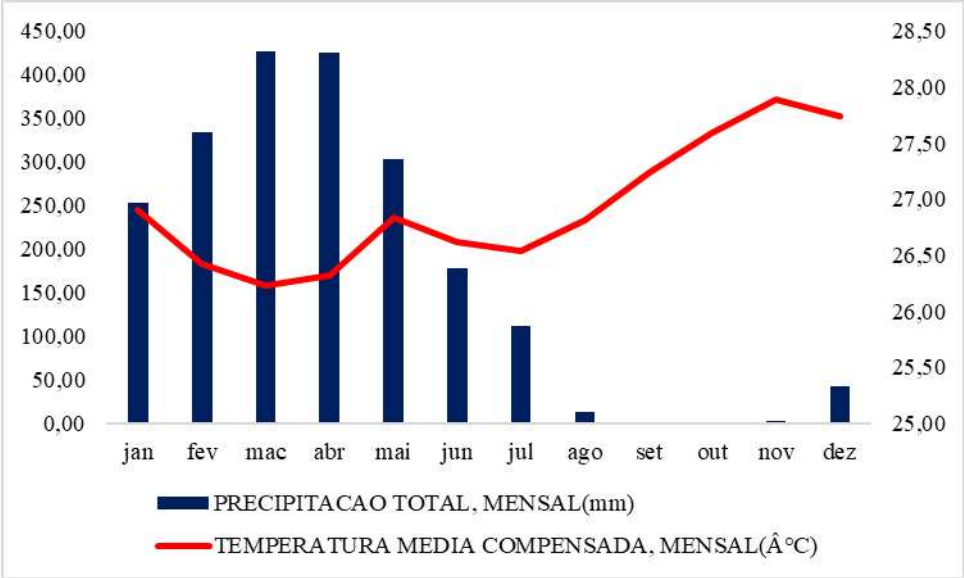
Fonte: INMET, 2024.

APÊNDICE K – Dados climáticos gerais utilizados para elaboração do balanço hídrico climático proposto por Thornthwaite & Mather (1955) Carolina, Sul Maranhense.

Decêndios	Nº de dias	NDA	T °C	P mm	N horas	I	ETP Thornthwaite 1948
Jan	31	1	26,2	304,9	12,4	12,3	134,16
Fev	28	32	25,2	279,1	12,3	11,6	102,17
Mar	31	60	26,4	300,6	12,1	12,4	134,21
Abr	30	91	26,8	205,9	11,9	12,7	136,56
Mai	31	121	29,3	89,8	11,7	14,6	201,96
Jun	30	152	29,3	12,7	11,6	14,5	192,19
Jul	31	182	27,5	7,6	11,6	13,2	152,74
Ago	31	213	28,8	8,4	11,7	14,2	186,37
Set	30	244	29,7	32,3	11,9	14,8	206,72
Out	31	274	28,3	120,4	12,1	13,8	179,17
Nov	30	305	27,1	185,9	12,3	13,0	147,82
Dez	31	335	26,6	232,2	12,4	12,6	142,94
TOTAIS			331,4	1779,9	144,0	159,7	1917,01
MÉDIAS			27,6	148,3	12,0	13,3	159,75

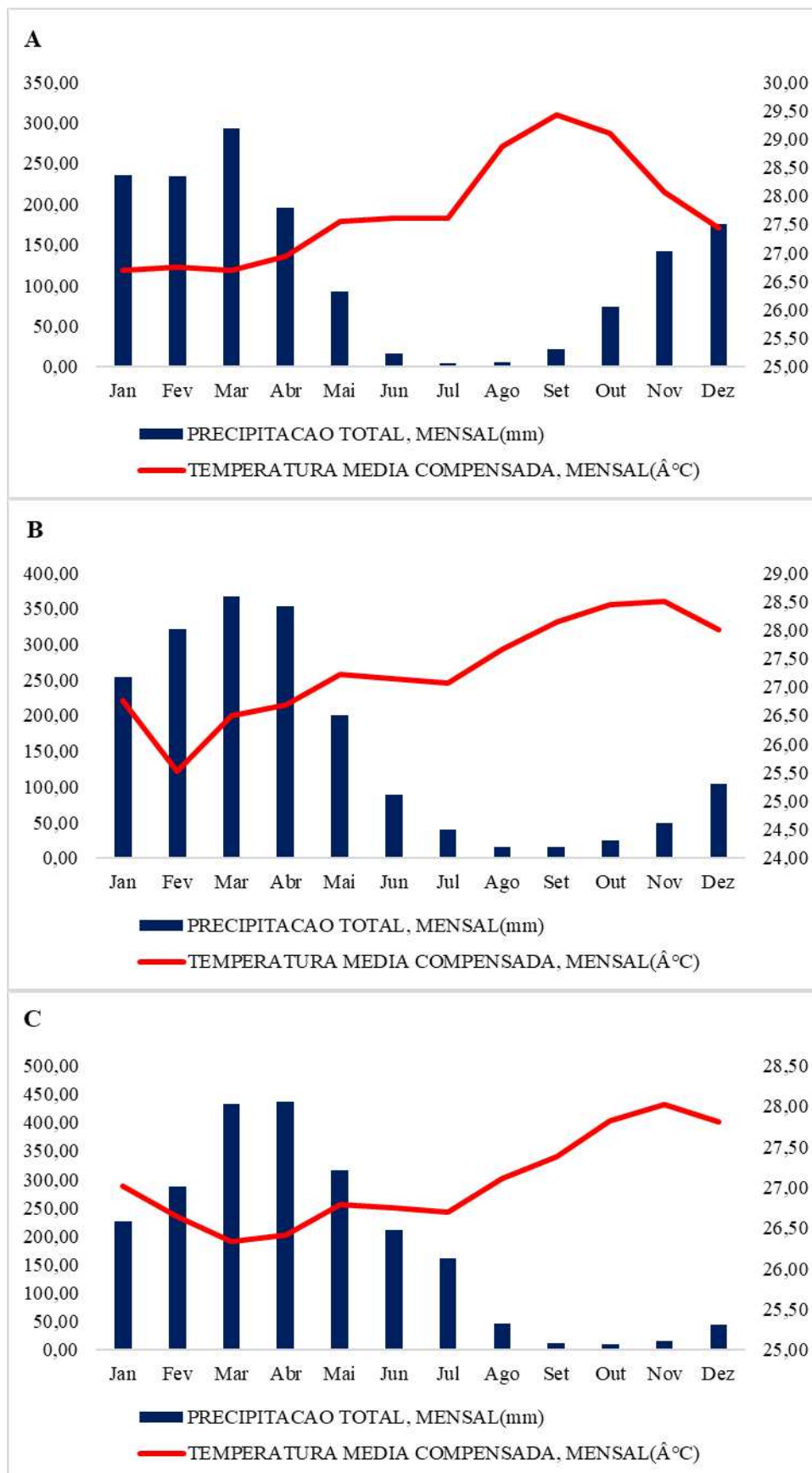
Fonte: INMET, 2024.

APÊNDICE L - Variação de chuva e temperatura ao longo do ano na região Norte Maranhense, 1994-2023.



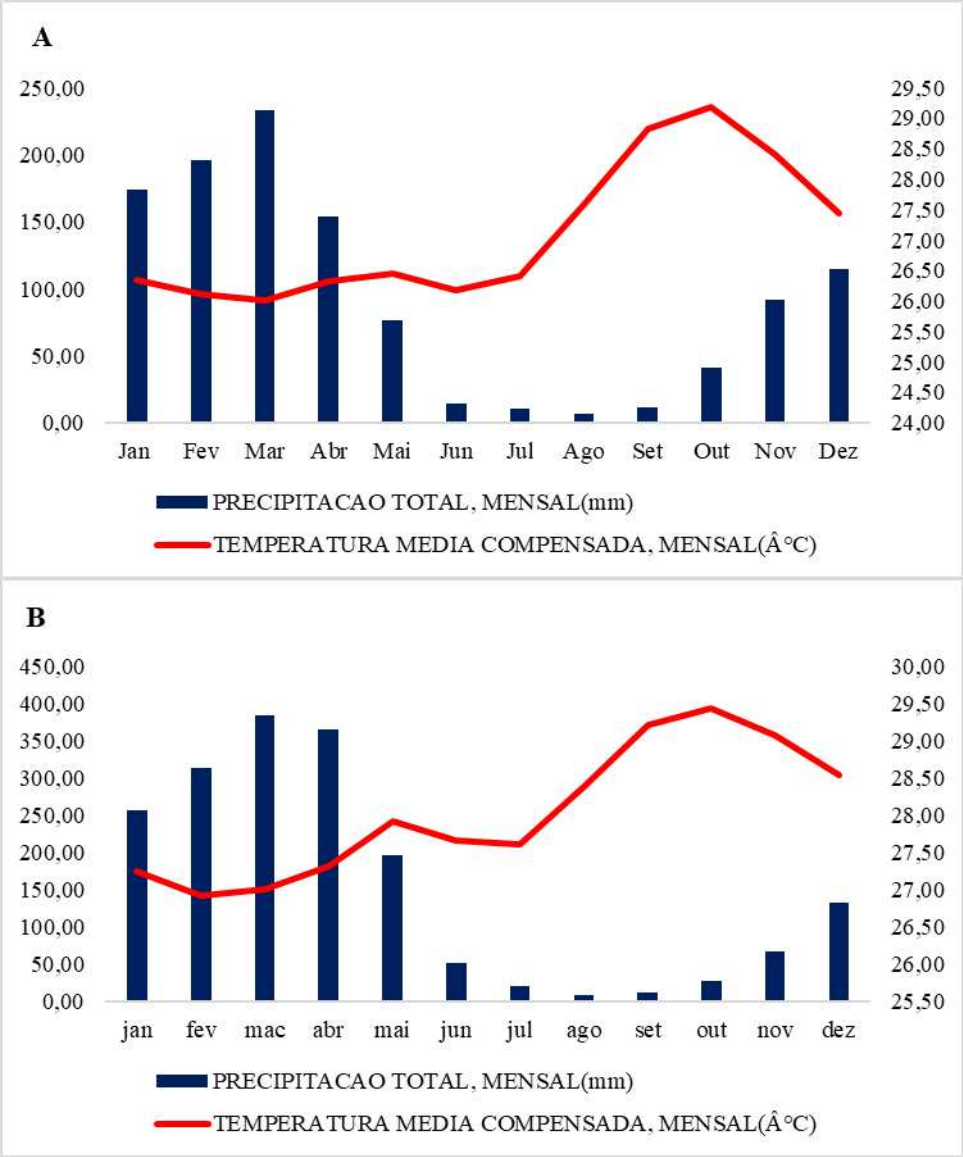
Fonte: INMET, 2024.

APÊNDICE M - Variação de chuva e temperatura ao longo do ano na região Oeste Maranhense, 1994-2023. A – Estação Imperatriz; B – Estação Zé Doca; C- estação Turiaçu.



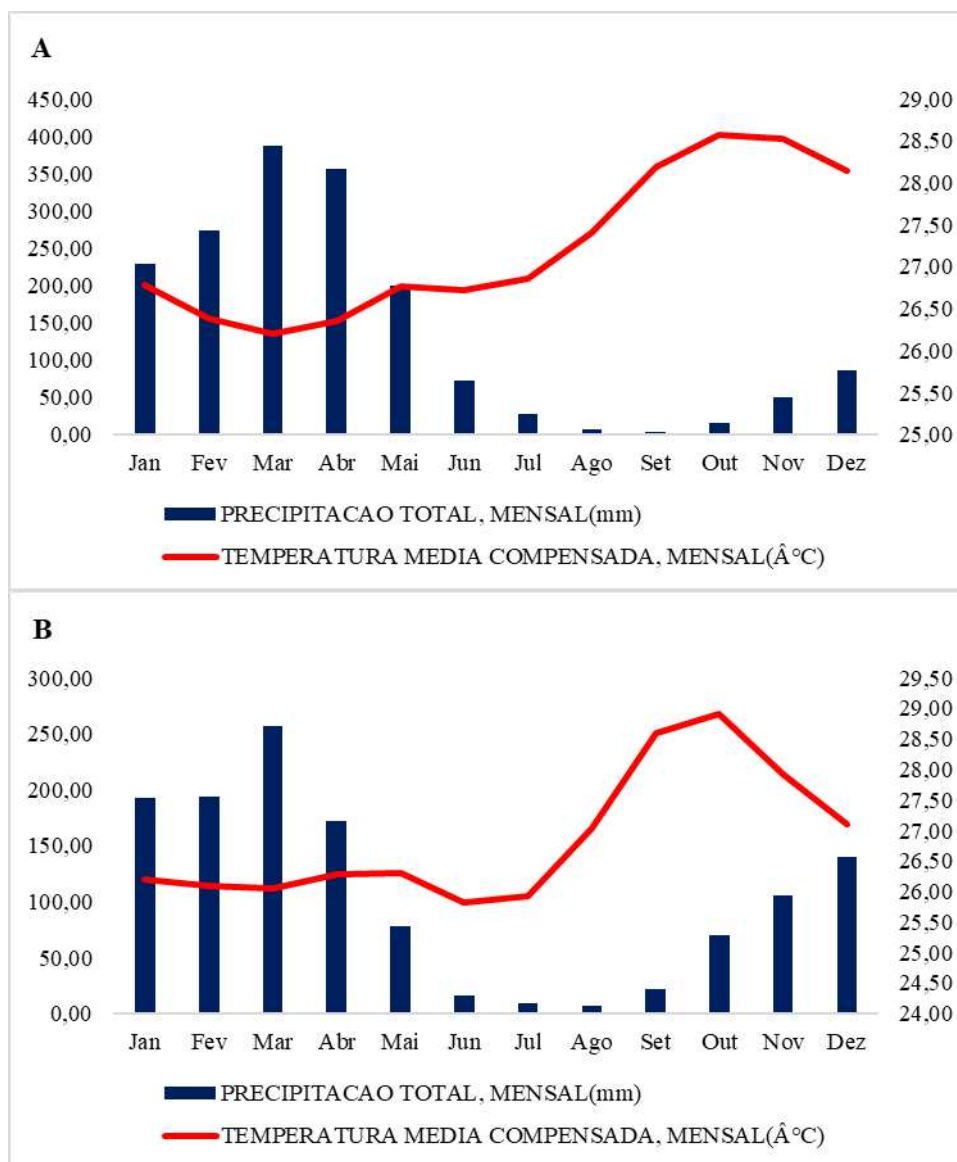
Fonte: INMET, 2024.

APÊNDICE N - Variação de precipitação e temperatura ao longo do ano na mesorregião Centro Maranhense, 1994-2023. A – Estação Barra do Corda; B – Estação Bacabal.



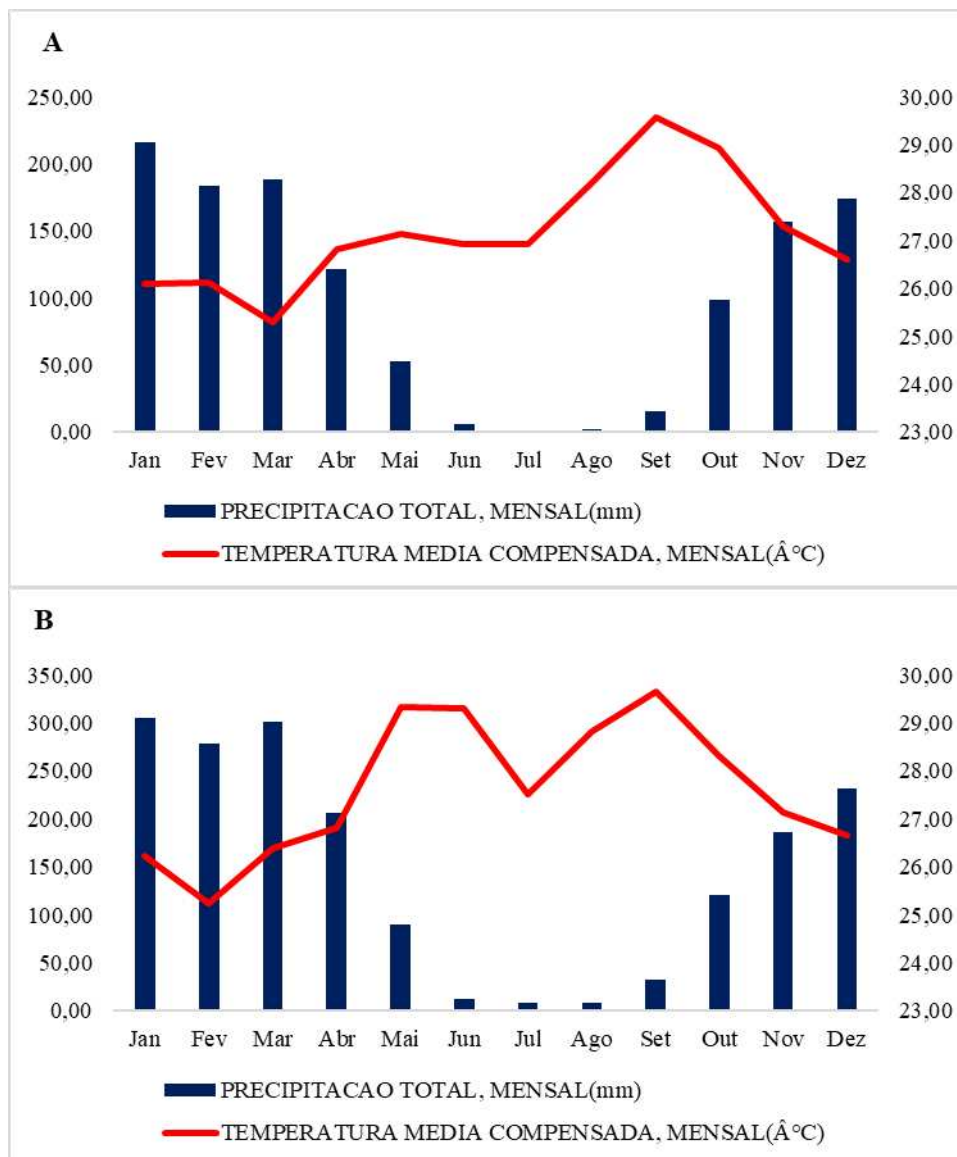
Fonte: INMET, 2024.

APÊNDICE O - Variação de precipitação e temperatura ao longo do ano na mesorregião Leste Maranhense, 1994-2023. A – Estação Chapadinha; B – Estação Colinas.



Fonte: INMET, 2024.

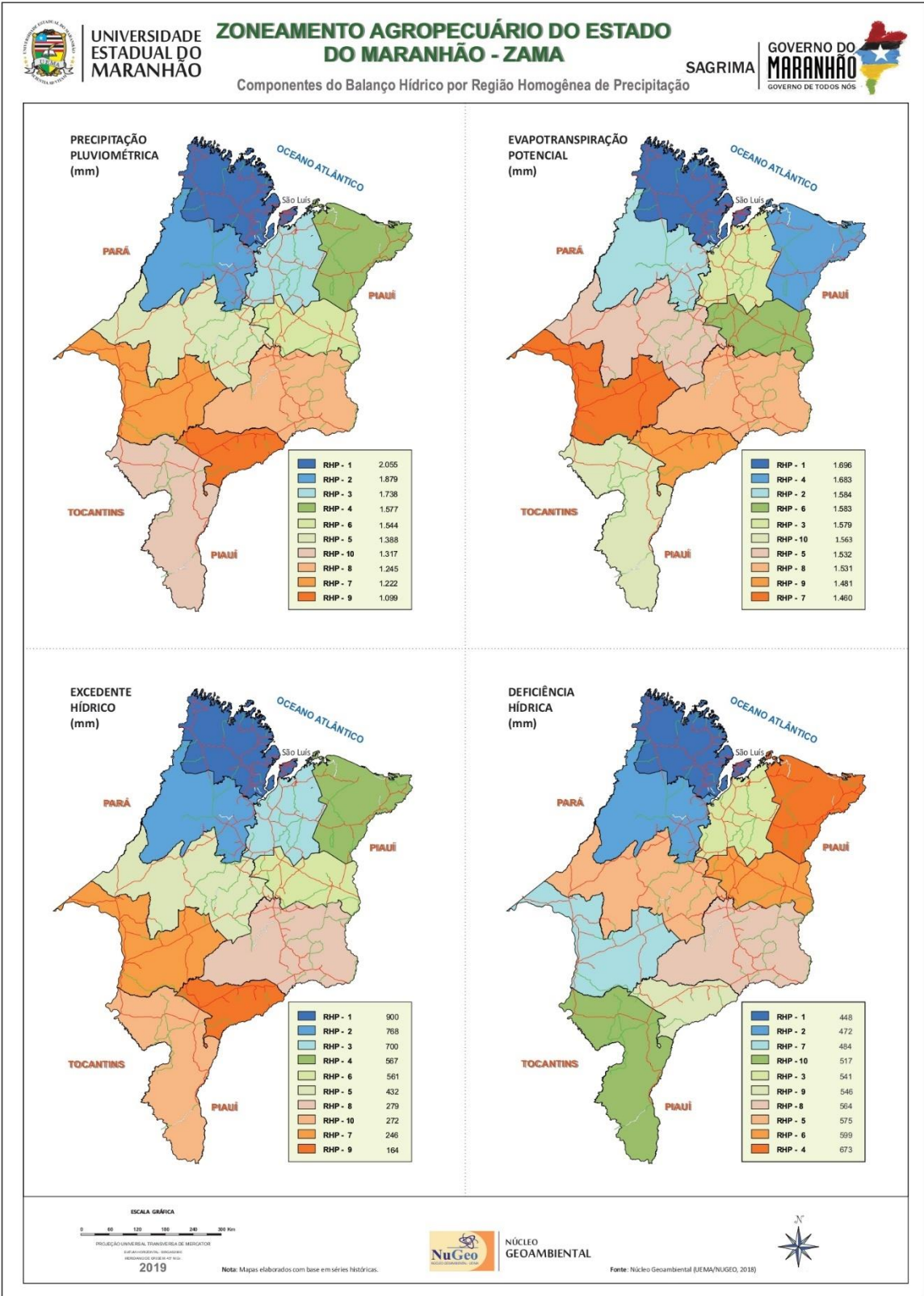
APÊNDICE P -Variação de chuva e temperatura ao longo do ano na região Sul Maranhense, 1994-2023. A – Estação Balsas; B – Estação Carolina.



Fonte: INMET, 2024.

ANEXO

ANEXO A – Componentes do balanço hídrico do Maranhão conforme as RHP do Estado do Maranhão.



Fonte: Sagrima, 2024.