

FRANCIMAR DA SILVA ALBUQUERQUE

**ZONEAMENTO DA APTIDÃO CLIMÁTICA DE CULTURAS DE IMPORTÂNCIA
PARA COMUNIDADES INDÍGENAS DO SEMIÁRIDO NORDESTINO**

RECIFE

Fevereiro de 2015

FRANCIMAR DA SILVA ALBUQUERQUE

**ZONEAMENTO DA APTIDÃO CLIMÁTICA DE CULTURAS DE IMPORTÂNCIA
PARA COMUNIDADES INDÍGENAS DO SEMIÁRIDO NORDESTINO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFRPE, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Doutor em Engenharia Agrícola.

Orientador: Prof. Dr. Ênio Farias de França e Silva
Coorientador: Prof. Dr. Fabrício Marcos Oliveira Lopes

RECIFE
Fevereiro de 2015

Ficha catalográfica

A345z Albuquerque, Francimar da Silva
Zoneamento da aptidão climática de culturas de
importância para comunidades indígenas do semiárido
nordestino / Francimar da Silva Albuquerque. – Recife,
2015.
128 f. : il.

Orientador(a): Ênio Farias de França e Silva.
Tese (Pós-Graduação em Engenharia Agrícola) –
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento
de Engenharia Agrícola, Recife, 2015.
Referências.

1. Caatinga 2. Potencial agroclimático
3. Evapotranspiração potencial 4. agricultura de sequeiro
5. Precipitação pluviométrica 6. Ciclo fenológico 7. Índios
8. *Vigna unguiculata* (L.) Walp. 9. *Zea mays* L. 10. *Manihot
esculenta* Crantz I. Silva, Ênio Farias de França e,
orientador II. Título

CDD 631

**Zoneamento da aptidão climática de culturas de importância para comunidades
indígenas do semiárido nordestino**

FRANCIMAR DA SILVA ALBUQUERQUE

Tese defendida e aprovada em 25 de Fevereiro de 2015 pela Banca Examinadora:

Orientador:

Prof. Dr. Ênio Farias de França e Silva
DEAGRI/UFRPE

Examinadores:

Dr. Alexandre Hugo Cezar Barros
CNPS/EMBRAPA/UEP-RECIFE

Prof. Dr. Bernardo Barbosa da Silva
CFCH/DCG/UFPE

Prof. Dr. Geber Barbosa de Albuquerque Moura
DEPA/UFRPE

Prof. Dr. Fabrício Marcos Oliveira Lopes
DEPA/UFRPE

"A essência do conhecimento científico é a sua aplicação prática"

Confúcio (551-479 a.C.)

“Não é o mais forte que sobrevive. Nem o mais inteligente. Mas o que melhor se adapta às mudanças”

Charles Darwin

“O êxito na vida não se mede pelo que você conquistou, mas sim pelas dificuldades que superou no caminho”

Abraham Lincoln

Aos meus familiares, minha esposa
Leydijane e filha Maria Helena.

DEDICO ESTA OBRA

Transposição do Rio Velho Chico

“No São Francisco
Agora vão fazer transposição
Mas tem gente que não quer
Não sei por que razão
Não ajuda o ser humano
Que mora lá no sertão
Mas Governo Federal
Desta vez não abre mão

Se a natureza falasse
Pra dizer o que ela sente
Quem devora a natureza
Que vive no meio da gente
Nós todos calava a boca
Ficava mais consciente

Quem devora a natureza
Às vezes devora e não sente
Quem tá poluindo o rio
Com certeza é nossa gente

Se fosse eu que governasse
Eu ia revitalizar
E ajudar a nossos irmãos
A todos que precisar
Do sertão de Pernambuco
A Paraíba e o Ceará
E Jesus Cristo está no céu
Pra nosso rio não se acabar

Rio lindo e mimoso
Limpo como um cristal
Poluído com esgoto
Esta coisa lhe faz mal

Você nos dá irrigação
Energia e riqueza
Eu posso lhe chamar
Nossa fonte de beleza
A criação dos nossos peixes

Alimentação de nossas plantas
Mata a sede da nação
Criação dos nossos animais
E nossa alimentação
Agora inventaram estudo
Que causa admiração
Além de tanta barragem
Vão fazer transposição
Prá levar água a quem precisa
As caatingas do sertão

Não vamos ter preconceito
E nem discriminação
Quem precisa destas águas
Também é nosso irmão
E na Serra da Canastra
Não para de minar não

As coisas acontecem
Agente fica na lembrança
A luta e a fé
Nos dá um pouco de esperança

Em alguns carros em Cabrobó
Eu vi uma mensagem contra o
loubos
Que diz transposição sim
Também água para todos
Aí vem o IBAMA
Dando alguma explicação
Conscientizando a gente
A não fazer devastação
Depende muito de nós
A natureza e adoração.”

Poeta Antônio Izidório
(Índio Tumbalalá)
Fazenda Salgado – Pedra Branca
Curaçá/BA

AGRADECIMENTOS

Expresso meus sinceros agradecimentos a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho e, em especial, as seguintes instituições e pessoas:

- A Deus, pelo eterno companheirismo e permissão para a execução deste trabalho;
- À Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela oportunidade e por se constituir a base dos meus conhecimentos;
- Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, especialmente ao professor Dr. Mário Monteiro Rolim, pelas oportunidades desde o início de minha história neste Programa de Pós-Graduação;
- À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pela concessão de bolsa de estudo (Processo IBPG-0726-5.03/10);
- À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio à pesquisa;
- À Fundação Nacional do Índio (FUNAI) - Coordenação Regional Baixo São Francisco – Paulo Afonso/BA, especialmente ao Coordenador Regional, Carlos Roberto dos Santos, pela confiança, consideração e apoio na realização deste trabalho;
- Aos meus pais, Eliane e Olavo, que nunca mediram esforços e sempre me transmitiram princípios de dedicação, respeito e amor;
- Às minhas irmãs, Elivane e Milena, pelo carinho, dedicação e apoio de sempre;
- À minha companheira e esposa Leydijane, por sua dedicação e apoio na construção e concretização desta árdua etapa;
- À minha querida filha Maria Helena, que me traz autoestima e coragem para vencer;
- Ao meu orientador, o professor Dr. Ênio Farias de França e Silva, pela paciência, pela compreensão, otimismo, por acreditar até o último instante na realização deste trabalho, pela orientação, confiança, oportunidade, ensinamentos e acima de tudo a amizade;
- Ao professor Dr. João Audifax César de Albuquerque Filho, pela consideração e estima, pela atenção e amizade;
- À banca examinadora, composta pelos professores Fabrício Marcos de Oliveira Lopes, Geber Barbosa de Albuquerque Moura, Bernardo Barbosa da Silva, e ao Pesquisador da Embrapa Solos, Alexandre Hugo Cezar Barros, pelas valiosas contribuições e aceite do convite;

- Aos colegas de pós-graduação, Adriana Guedes, Alexandre, Andrea Raquel, Antônio Novaes, Daniel Dantas, Fábio Santiago, Gian Carlo, José Francisco, José Roberto, Mara Suyane, Marcela Luna, Patrícia Ângelo, Rochele Vasconcelos, Thais Fernanda, Uilka Elisa e Valdemir, pelo convívio e amizade;
- Ao amigo Alexsandro Oliveira, pelas sugestões acerca da temática deste trabalho e por todo apoio;
- Aos amigos da Estação Experimental do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), em Vitória de Santo Antão/PE, os pesquisadores Luiz Evandro de Lima, Eduardo Henrique Maranhão e Elizabeth Araújo Maranhão, pelo acolhimento, pela disposição em colaborar com a conclusão de minha Pós-Graduação - nível Doutorado e, acima de tudo, pela amizade cativada;
- Ao pesquisador do IPA - Sede Recife/PE, Dr. Antônio Raimundo de Souza, pela disposição em colaborar com a conclusão de minha Pós-Graduação - nível Doutorado;
- A todos os professores do programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola;
- Ao querido e eterno companheiro, Romildo Cruz de Araújo (*in memoriam*), o “bacana”, pelo apoio e pela disponibilidade para contribuir;
- Aos colegas e amigos de trabalho, especialmente ao Setor de Projetos, Captação e Alocação de Recursos (SPCAR), representado pelos servidores Ivo Augusto, Sônia Elizabeth e Yuri Vasconcelos, pelo acolhimento, apoio, ensinamentos, pelos momentos de descontração e, principalmente, pela amizade cativada;
- Ao servidor João Carlos Figueiredo, Coordenação-Geral de Geoprocessamento (CGGEO/DPT/FUNAI-Sede/Brasília/DF), pelo apoio e orientações quanto à edição das shapes das Terras Indígenas e operação no software Quantum GIS.

BIOGRAFIA

Francimar da Silva Albuquerque nasceu no município de Vitória de Santo Antão/PE, aos dezoito dias do mês de dezembro do ano de 1980, filho de Olavo Ferreira de Albuquerque e Eliane Jesus da Silva Albuquerque.

Concluiu sua formação básica no município onde nasceu, onde os antigos primeiro e segundo graus foram concluídos no Colégio Nossa Senhora da Graça, nos anos de 1995 e 1998, respectivamente.

No período de 1999 a 2001, obteve o título de Técnico em Telecomunicações, nível médio, no antigo Centro Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco – CEFET-PE, na cidade do Recife/PE.

No período de 2003 a 2009, obteve o título de Engenheiro Agrônomo, na Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, na cidade do Recife/PE.

Em março de 2009 ingressou no Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola – Engenharia de Água e Solo, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, obtendo o título em 2010.

Em março de 2011, ingressou no Doutorado do Programa de Pós-Graduação Engenharia Agrícola – Manejo Integrado de Água e Solo, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, cuja Tese foi defendida em 25 de fevereiro de 2015.

Em junho de 2012 ingressou, por meio de concurso público, na Fundação Nacional do Índio – FUNAI, lotado na Coordenação Técnica Local em Abaré/BA. Na oportunidade, também colaborou com o Setor de Projetos, Captação e Alocação de Recursos (SPCAR) da FUNAI, na Coordenação Regional Baixo São Francisco, em Paulo Afonso/BA.

SUMÁRIO

Resumo	xii
Abstract.....	xiii
CAPÍTULO I – Introdução Geral	14
Literatura Citada.....	27
CAPÍTULO II – Aptidão climática de culturas agrícolas de importância econômica e cultural para comunidades indígenas do semiárido do Nordeste.....	33
Resumo	34
Abstract.....	34
Introdução.....	35
Material e Métodos.....	36
Resultados e Discussão.....	54
Conclusões.....	76
Literatura Citada.....	76
CAPÍTULO III - Relação entre condições hídricas e o crescimento vegetal de culturas agrícolas cultural e economicamente importantes para comunidades indígenas do semiárido nordestino	81
Resumo	82

Abstract.....	82
Introdução.....	83
Material e Métodos.....	86
Resultados e Discussão.....	97
Conclusões.....	123
Literatura Citada.....	123
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	127

RESUMO

ZONEAMENTO DA APTIDÃO CLIMÁTICA DE CULTURAS DE IMPORTÂNCIA PARA COMUNIDADES INDÍGENAS DO SEMIÁRIDO NORDESTINO

Autor: Francimar da Silva Albuquerque

Orientador: Ênio Farias de França e Silva

No Brasil, atualmente, vivem 817 mil índios, aproximadamente 0,4% da população brasileira. Eles estão distribuídos em 688 terras indígenas e algumas áreas urbanas. Na Região Nordeste do Brasil, existe um grande número de etnias indígenas, uma parte, das quais, se localiza no semiárido, utilizando a agricultura de subsistência como fonte de sobrevivência. Os principais cultivos agrícolas são o milho, o feijão-caupi e a mandioca. Exemplos de comunidades do semiárido nordestino que desenvolvem agricultura são os índios Entre Serras de Pankararu (Jatobá/PE - Petrolândia/PE - Tacaratu/PE), os índios Kiriri (Banzaê/BA - Quijingue/BA), índios Tuxá - Aldeia Mãe (Rodelas/BA), índios Pankararé (Glória/BA) e índios Tumbalalá (Abaré/BA - Curaçá/BA). Objetivou-se, com este trabalho, realizar o zoneamento agroclimático de culturas de importância econômica e cultural para tais comunidades indígenas localizadas no semiárido nordestino brasileiro, considerando três cenários de precipitação, visando subsidiar a seleção de locais propícios para estes cultivos, além de relacionar as estimativas das condições com a estação de crescimento e o desenvolvimento das culturas. Foram utilizados dados climáticos de 169 localidades, dos quais 52 com uma série histórica superior a 30 anos de observações e 117 com uma série histórica inferior a 30 anos, obtendo-se, assim, melhor representatividade de dados na região de estudo. A partir dos dados climáticos de temperatura média do ar e precipitação pluviométrica, conforme o cenário, calculou-se os balanços hídricos climatológicos. Analisando cada cenário de precipitação, observou-se que as localidades variaram quanto à aptidão agroclimática para o cultivo do feijão-caupi, do milho e da mandioca, apresentando alguns pontos de inaptidão climática. Os resultados mostraram que nesta região do semiárido brasileiro não é possível traçar um planejamento anual agrícola para cultivos de sequeiro em anos secos. Há uma grande variabilidade e irregularidade da precipitação durante o ano nas diversas localidades estudadas.

Palavras-chave: Caatinga, evapotranspiração, potencial agroclimático.

ABSTRACT

CLIMATE SUITABILITY ZONING OF IMPORTANT CROPS FOR INDIGENOUS COMMUNITIES OF NORTHEAST SEMIARID

Author: Francimar da Silva Albuquerque

Advisor: Ênio Farias de França e Silva

In Brazil, currently live 817.000 indians, approximately 0.4% of the Brazilian population. They are distributed in 688 indigenous lands and some urban areas. In Northeastern Brazil, there is a large number of indigenous ethnic groups, of which a part survives in the semiarid northeast, using subsistence agriculture as a source of survival. The main crops are maize, cowpea and cassava. Examples of the semiarid northeast communities that develop agriculture are the Entre Serras Pankararu indians (Jatobá/PE - Petrolândia/PE - Tacaratu/PE), the Kiriri indians (Banzaê/BA - Quijingue/BA), Tuxá indians – Village Mother (Rodelas/BA), Pankararé indians (Glória/BA) and Tumbalalá indians (Abaré/BA - Curaçá/BA). The objective was with this job, perform the agroclimatic zoning of crops of economic and cultural importance to such indigenous communities located at the Brazilian semiarid northeast, considering three scenarios of precipitation, in order to support the selection of favorable sites for these crops, and relate estimates of the conditions with the growing season and crop development. Were used climatic data of 169 locations, of which 52 with a historical series more than 30 years of data and 117 with a historical series less than 30 years of data, thus obtaining better representation of data in the study region. From the climatic data of air temperature and rainfall, as the scenario, we calculated the climatological water balance. Analyzing each scenario of precipitation, it was observed that the locations varied for agroclimatic for growing cowpea, maize and cassava fitness, presenting some points of climate unsuitable. The results show that in this semiarid region of Brazil it is not possible to draw an agricultural annual planning for rainfed crops in dry years. There is great variability and irregularity of rainfall throughout the year in various locations studied.

Keywords: Caatinga, evapotranspiration, agroclimatic potential.

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO GERAL

INTRODUÇÃO GERAL

No Brasil, atualmente vivem 817 mil índios (cerca de 0,40% da população brasileira), conforme dados do Censo 2010. Eles estão distribuídos entre 688 terras indígenas e algumas áreas urbanas. Existem, também, 82 referências de grupos indígenas não-contatados, das quais 32 foram confirmadas; há, ainda, grupos que estão requerendo o reconhecimento de sua condição indígena junto ao Órgão Federal Indigenista (FUNAI, 2014), em que a grande maioria destes povos encontra-se na Amazônia, particularmente nos estados do Amazonas e Roraima. Lá estão as maiores variedades étnicas e linguísticas, além das maiores populações por unidade étnica (Gomes, 2012).

De acordo com Gomes (2012), não há estatísticas confiáveis sobre a população indígena brasileira. Até a década de 1980, os dados conhecidos eram provenientes da Fundação Nacional do Índio (FUNAI), que, seguindo o antigo Serviço de Proteção aos Índios (SPI), fazia recenseamentos frequentes, a partir do conhecimento direto com as aldeias jurisdicionadas pelos postos indígenas. Por volta da década de 1980, os índios somavam cerca de 200 mil e já mostravam crescimento se comparados com dados da década de 1970, quando estavam por volta de 170 mil indivíduos; todavia, o órgão foi perdendo a capacidade de obter dados populacionais por questões administrativas e em razão do aumento expressivo de índios se deslocando para viver nas cidades, bem como pelo reconhecimento de novos grupos se autoidentificando como índios.

Gomes (2012) afirma que são cerca de 630 mil índios no Brasil, contando aproximadamente 100 mil que vivem nas cidades permanentemente, além de desconsiderar aqueles que se dizem indígenas por motivos variados, mas que não têm qualquer identificação com um povo indígena atual ou alguma vivência cultural indígena.

A denominação “índio”, imposta pelo colonizador europeu aos povos do continente americano, além de genérica, denota um componente depreciativo; além disso, desconsidera, por exemplo, a imensa diversidade ancestral, cultural e linguística dos povos indígenas reduzindo-as a um artificial denominador comum. Os povos indígenas constituem um grande número de nações, que embora compartilhem alguns valores comuns, se diferenciam pelos seus hábitos, costumes, ritos, crenças, línguas e formas de organização social (Anacleto Júnior & Vasconcelos, 2014). Tal denominação, além de refletir a visão do colonizador, generaliza e uniformiza grupos nacionais diferentes, mitigando as especificidades de cada nação; apesar de tudo, ela é largamente usada por estar consagrada como referência aos povos que já viviam na América no período pré-colombiano.

Segundo Gomes (2012), essa noção genérica de ser índio faz parte da classificação que o brasileiro, ou qualquer outro povo, faz daquilo que lhe parece diferente. Os índios, por sua vez, também classificam o não índio como “branco”, “civilizado”, *kuben*, *karaíw*, *juruá*, ou antigamente, “português”; contudo, em ambos os casos, existe o reconhecimento das subdivisões e do específico, tanto mais amplo quanto maior seja o interesse que se tenha por esse ser diferente, pelo outro. E isso depende menos do caráter do povo e do tipo de cultura, do que das motivações históricas que o envolvem e o influenciam. Em todo o Nordeste, a luta pela sobrevivência étnica é uma constante e engloba diversos elementos da sociedade e da política regionais. É no Nordeste que se localiza a maior quantidade de povos indígenas sobreviventes em alto estágio de aculturação e dependência com a sociedade envolvente; poucos, de fato, mantêm ainda sua língua original, exceção feita aos Fulni-ô, moradores urbanos de Águas Belas/PE.

A grande maioria desses povos caracteriza-se culturalmente por alguns rituais e danças, genericamente chamados de *toré* ou *turé*, e por crenças sobre espíritos das matas (“encantados”), das caatingas, das águas – em alguns casos, com sincretismos com crenças africanas. Todos vêm fazendo enorme esforço de resgate de sua memória, procurando recordar palavras e expressões originais de suas línguas, e mesmo buscando aprender outra língua indígena para intensificar o sentimento de identidade étnica. Não há dúvida de que, muito mais do que preconceito de raça, desprezo religioso ou elitismo cultural, os interesses econômicos e seus agentes, que visam às terras e suas riquezas naturais, são os piores inimigos dos índios; tais interesses advêm, majoritariamente, da sociedade brasileira, mas também do capital estrangeiro e até do próprio Estado brasileiro, que, no final, os sustenta a todos (Gomes, 2012).

Exemplos de comunidades do semiárido nordestino que desenvolvem agricultura e cujo território indígena é demarcado e homologado pelo Órgão Federal Indigenista, além de serem áreas de referência no bioma Caatinga do Projeto GATI/FUNAI (Gestão Ambiental e Territorial Indígena) são os índios Entre Serras de Pankararu (PE) e os índios Kiriri (BA). O GATI tem como objetivo fortalecer as práticas indígenas de gestão territorial e ambiental em 32 TI's de referência, constituindo-se em importante esforço para implementação da PNGATI (Política Nacional de Gestão Territorial e Ambiental de Terras Indígenas), instituída pelo Decreto nº 7.747, de 5 de junho de 2012. Além destas TI's localizadas no semiárido nordestino, existem outras, a exemplo da TI Pankararé (Glória/BA), TI Tumbalalá (Abaré/BA-Curaçá/BA) e TI Tuxá - Aldeia Mãe (Rodelas/BA), todas jurisdicionadas à

unidade da FUNAI em Paulo Afonso/BA, a Coordenação Regional Baixo São Francisco. As TI's Tumbalalá e Tuxá ainda estão em processo de homologação.

A comunidade indígena Entre Serras de Pankararu (fragmentação do Povo Pankararu) ocupa um território de 7.550 ha, abrangendo os municípios de Jatobá, Petrolândia e Tacaratu, ambos no estado de Pernambuco. A população é de, aproximadamente, 3.500 índios, predominando mais mulheres. O clima é semiárido, ocorrendo pequenas precipitações pluviométricas entre os meses de maio a agosto. A região é composta por serras e o recurso hídrico mais próximo é o rio São Francisco. A agricultura é de subsistência (mandioca, feijão e milho), mesmo assim, comercializam o pequeno excedente, quando há, em feiras locais e das cidades circunvizinhas. Nessa comunidade, os indígenas encontram dificuldades para trabalhar com agricultura, alegando falta de terreno, presença dos posseiros e escassez de chuva (Silva & Santana, 2014). Algumas culturas foram perdendo área plantada devido a uma série de fatores, principalmente a estiagem que assola a região semiárida nordestina.

Por sua vez, a área ocupada pela comunidade indígena Kiriri, localizada nos municípios de Banzaê/BA e Quijingue/BA, é de 12.300 ha demarcados e homologados, aproximadamente. A população total é de 2.500 índios, havendo fragmentações devido aos conflitos internos entre lideranças. A principal atividade produtiva da comunidade é a agricultura, em que plantam basicamente milho, feijão e mandioca para consumo e quando há excedente comercializam, havendo a intervenção do atravessador na cadeia de produção (Silva & Santana, 2014).

Silva & Santana (2014) afirmam que a comunidade indígena Pankararé tem sua origem na região do Curral dos Bois, no município de Glória/BA (na conhecida Glória Velha). A área total do território indígena é de, aproximadamente, 29.597 ha, sendo dividido na parte do Brejo (menor parte) e a Reserva (maior parte), todas as partes homologadas pela União. A população é de cerca de 2.000 índios, existindo 480 famílias. As principais atividades econômicas estão relacionadas com a agricultura (milho, feijão, mandioca, melancia, umbu, murici, limão, caju, acerola, pinha, jerimum, caxi, mamão etc.), utilizadas para o próprio consumo, comercialização e alimentação animal.

No município de Abaré/BA, existem, aproximadamente, 3.000 mil índios Tumbalalá, enquanto que no município de Curaçá/BA existem cerca de 2.000 índios, ocupando uma área de 44.978 ha. A agricultura e a pecuária são as principais atividades econômicas. O plantio de cebola, que já fora uma cultura bastante utilizada, diminuiu bastante devido ao elevado custo dos insumos modernos, além de ser uma atividade de risco econômico. Em geral, os indígenas que ainda a cultivam são os que possuem uma maior quantidade de terra e um maior poder

aquisitivo. As demais culturas, tal como feijão, mandioca e milho são culturas de subsistência (Silva & Santana, 2014).

A aldeia do povo Tuxá (Aldeia Mãe) compõe a sede do município de Rodelas, no estado da Bahia. Desse modo, a cidade de Rodelas tem uma parte que é residida pelos não índios e a outra pelos indígenas Tuxá. A área urbana indígena é de 30 ha. Os índios Tuxá reivindicam uma área rural de 4.328 ha para fins de sustentabilidade e preservação cultural, e a mesma se encontra confirmada através de Decreto Presidencial de 21 de dezembro de 2009, publicado no Diário Oficial da União em 22/12/2009. Das 302 famílias Tuxá, apenas 51 famílias trabalham com agricultura em lotes de terra com tamanhos inferiores a 1 ha, cultivando feijão, mandioca, batata-doce, abóbora, milho, além de algumas espécies lenhosas de frutíferas, como fonte de sobrevivência (Silva & Santana, 2014).

A produção agrícola no semiárido é muito dependente da precipitação pluviométrica. Consequentemente, suas variabilidades provocam grandes prejuízos na agricultura (Menezes et al., 2008). Na sua maior parte, a agricultura é uma atividade econômica bastante dependente do meio físico (Chagas et al., 2006).

Períodos de déficit hídrico ocorridos durante as fases de maior sensibilidade das culturas (emergência, floração e fase inicial de formação da colheita) provocam efeitos bastante variados sobre o rendimento, dependendo do grau de sensibilidade da cultura nesse mesmo período; esses efeitos estão sujeitos, por um lado, à espécie e à variedade da cultura e por outro, à magnitude e ao tempo em que ocorra o déficit hídrico (Doorenbos & Kassam, 1994).

No semiárido nordestino brasileiro, devido a sua grande irregularidade nas precipitações pluviométricas, verificada por períodos de veranicos de diferentes durações, a definição do período de cultivo é de fundamental importância (Andrade Júnior et al., 2007).

Denominada de “Polígono do Semiárido Nordeste”, a região que a Caatinga ocupa se estende por grande parte dos estados da Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí e parte dos estados de Minas Gerais e Maranhão. Limitada a leste pela mata atlântica, a oeste e ao sul pelo Cerrado, o bioma Caatinga ocupa, principalmente, depressões interplanálticas com altitudes entre 300 e 500 m, criadas pela erosão do escudo basal do Pré-Cambriano (Santos et al., 2012).

A Caatinga é o único bioma exclusivamente brasileiro e se apresenta como o quarto bioma mais extenso do país, ocupando uma área de aproximadamente 735.000 km². Representa 70% da região Nordeste e 11% do território nacional, onde vivem aproximadamente 28 milhões de habitantes. Recentemente, a Caatinga foi reconhecida como

uma das 37 “Grandes Regiões Naturais do Mundo”. A maioria das espécies vegetais da Caatinga apresenta características xerofíticas como: espinhos, folhas pequenas e finas (microfilia), ciclo fenológico curto, perda das folhas na estação seca (caducifolia), raízes tuberosas e dormência das sementes (Siqueira Filho et al., 2009).

A palavra Caatinga, na língua indígena, significa “mata branca” ou “floresta branca”, o que realça a descrição desse tipo de vegetação, sendo que durante muitos meses ela tem um aspecto branco ou prateado, devido ao fato que a maioria das plantas perde as folhas na estação seca e muitas têm casca clara ou reluzente, o que proporciona um aspecto branco a toda paisagem (Maia, 2012). A Caatinga conta com uma das menores extensões de área protegida entre os biomas brasileiros e uma das maiores taxas de desmatamento (Santos et al., 2012; Siqueira Filho et al., 2009).

Recentemente, foram classificadas 172 unidades geoambientais distribuídas em 20 grandes unidades de paisagem; estas unidades incluem chapadas, planaltos, depressão sertaneja, dunas continentais, bacias sedimentares, superfícies cársticas (solos e formações calcárias), grandes áreas aluviais (áreas de deposição de sedimentos trazidos pela chuva e pelas cheias dos rios), serrotes (serras pequenas) e inselbergues (formações rochosas cobertas por vegetação herbácea), dentre outras; problemas graves de erosão e desertificação prometem ser mais frequentes com o aumento de 2 a 4°C na temperatura, conforme previsão do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), tornando os ecossistemas degradados e vulneráveis (Santos et al., 2012).

Santos et al. (2012) afirmam que há, pelo menos, 22 grupos indígenas habitando a região da Caatinga; no total, seus territórios somam quase 210.000 ha, ou 0,25% da Caatinga, e estão espalhados pelos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Minas Gerais, Pernambuco e Sergipe. As terras indígenas, além de garantirem o usufruto exclusivo das riquezas do solo, dos rios e dos lagos por parte dos índios, podem ser um forte aliado da conservação da biodiversidade.

A Caatinga abriga uma enorme variedade socioeconômica, parcialmente decorrente da diversidade de solos e de clima da região. Na ausência de atividades rentáveis, os jovens tendem à migração, enquanto os mais velhos e as crianças permanecem, muitos deles dependentes da ajuda social do governo. A vulnerabilidade socioeconômica mantém o sertanejo altamente dependente dos bens e serviços providos pelo ecossistema natural da Caatinga; a pecuária e a agricultura de subsistência moldaram o ambiente da Caatinga ao longo dos últimos 500 anos. Atividades agrícolas e pecuárias de baixo nível tecnológico,

aliadas ao clima semiárido, resultaram em pobreza e degradação ambiental (Santos et al., 2012).

Santos et al. (2012) citam ainda que as regiões de clima semiárido do mundo estão entre as mais ameaçadas pelas mudanças climáticas, já que as variações negativas pequenas nos níveis de precipitação podem modificar drasticamente a estrutura dos ecossistemas naturais e antrópicos. As consequências para a economia e saúde da população humana podem ser devastadoras, uma vez que a capacidade da Caatinga em prestar serviços ambientais pode ser fortemente reduzida.

Vianello & Alves (2013) afirmam que, climaticamente, a região Nordeste do Brasil está associada a temperaturas elevadas o ano todo, com amplitudes térmicas máximas em torno de 6°C. Porém, a relativa homogeneidade térmica contrasta com a grande variabilidade espacial e temporal das chuvas: no litoral, a precipitação anual supera 1.600 mm, enquanto que no interior varia entre 400 e 600 mm anuais em certas áreas.

Por esse motivo, o Nordeste é considerado uma região anômala, onde anos chuvosos com inundações calamitosas podem seguir-se de estiagens intensas. Inúmeros sistemas meteorológicos atuam nesta região, sejam isolados ou combinados entre si, a exemplo das circulações de Hadley-Walker, Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), linhas de instabilidade etc. (Vianello & Alves, 2013).

Mesmo em função dos recentes avanços tecnológicos e científicos, o clima continua sendo a variável mais importante na produção agrícola. As variáveis climáticas exercem influência sobre todos os estágios da cadeia de produção agrícola, incluindo a preparação do solo, semeadura, crescimento dos cultivos, colheita, armazenamento, transporte e comercialização. Os principais elementos climáticos que afetam a produção agrícola são os mesmos que influenciam a vegetação natural, e dentre eles estão a radiação solar, a temperatura e a umidade atmosférica (Ayoade, 2012), no entanto, alguns estudos recentes revelam que a radiação solar incidente tem fraca correlação com a produtividade e a produção; a radiação fotossinteticamente ativa absorvida, a temperatura mínima do ar e o déficit de vapor d'água apresentam melhores relações.

Segundo Ayoade (2012), as variáveis climáticas, e outras que dependem delas, determinam, em larga escala, a distribuição global dos cultivos e da pecuária, assim como a produção agrícola e a produtividade dos rebanhos dentro de uma zona climática. Todos os cultivos apresentam seus limites climáticos para a produção econômica, e esses limites podem ser ampliados até certo ponto pela seleção vegetal e por métodos de cultivo, no que tange à lavoura, e por cruzamento aperfeiçoado e criação melhorada, no que tange à pecuária.

A temperatura do ar varia de lugar e com o decorrer do tempo em uma determinada localidade; a distribuição da temperatura em uma área é normalmente apresentado por meio de linhas isotérmicas. Diversos fatores influenciam a distribuição da temperatura sobre a superfície da Terra ou parte dela. Estes fatores incluem a quantidade de insolação recebida, a natureza da superfície, a distância a partir dos corpos hídricos, o relevo, a natureza dos ventos predominantes e as correntes oceânicas (Ayoade, 2012).

A distribuição da precipitação sobre a superfície terrestre é bastante complexa, em função do resfriamento adiabático devido à ascensão das massas de ar que resulta praticamente toda precipitação, e as chuvas são mais elevadas nas áreas de ascendência das massas de ar. Estas principais áreas são as zonas de fluxos de ar horizontais convergentes na região equatorial e as zonas de perturbações atmosféricas nas latitudes médias, assim como as áreas localizadas a barlavento das cadeias montanhosas (Ayoade, 2012).

Em Meteorologia, o termo evaporação designa a transferência de água para a atmosfera, sob a forma de vapor, decorrente tanto da evaporação que se verifica no solo úmido sem vegetação, nos oceanos, lagos, rios e em outras superfícies hídricas naturais, como da sublimação que se processa nas superfícies de gelo (geleiras, campos de neve etc.); por sua vez, o termo evapotranspiração exprime a transferência de vapor d'água para a atmosfera, proveniente de superfícies vegetadas. Sendo assim, a evapotranspiração engloba duas parcelas de contribuição: a evaporação da umidade existente no substrato (solo, água e vegetação úmida) e a transpiração resultante da atividade biológica dos seres vivos que o habitam (Varejão-Silva, 2006; Coelho Filho et al., 2011).

O clima é o fator mais importante que afeta a perda de água de uma cultura. As condições de solo, doenças, pragas, a própria cultura e suas características de crescimento, além das práticas agrícolas, igualmente exercem influência na transferência de água para a atmosfera; a evapotranspiração interage com o teor de água do solo e este, perdendo umidade, pode atingir condições hídricas que inabilitam a planta de continuar seu ciclo de crescimento de modo satisfatório, por atingir condições de tensão de água inadequadas. Desta forma, os estudos de evapotranspiração são de grande importância nas relações da planta com o solo e a atmosfera (Klar, 1984).

O termo evapotranspiração potencial (ETp) foi introduzido na literatura especializada por Thornthwaite (1948), que a definiu como a água utilizada por uma extensa área vegetada, em crescimento ativo e cobrindo totalmente a superfície do terreno, em condições ótimas de umidade do solo (Coelho Filho et al., 2011). Posteriormente, Penman (1956) define evapotranspiração potencial como sendo a quantidade de água evapotranspirada na unidade de

ALBUQUERQUE, F. da S.

tempo por uma cultura verde, de pequeno porte, cobrindo completamente o solo, de altura uniforme e não submetida a quaisquer restrições d'água. Embora este conceito seja susceptível a certas críticas e questionamentos, utilizam-se superfícies completamente gramadas e permanentemente irrigadas para estimar a evapotranspiração potencial nas estações climatológicas (Vianello & Alves, 2013). À medida que o solo vai secando, a perda de água pelo processo de evapotranspiração ocorrerá abaixo de sua taxa potencial, denominando-se, neste caso, a evapotranspiração real (ET_r) (Penman, 1956). Conforme Thornthwaite (1948), a evapotranspiração permanecia na taxa potencial enquanto havia umidade no solo na capacidade de campo; além disso, assumiu a capacidade de água disponível no solo (CAD) como uma lâmina de água de altura 100 mm.

A CAD de 100 mm é normalmente utilizada como média climatológica para a região em estudo, conforme Medeiros et al. (2007), em trabalho com zoneamento agroclimático para o Estado de Pernambuco, no tocante à classificação climática regional para a *Alpinia purpurata*, com base nas exigências térmicas e hídricas da cultura. Segundo Carvalho et al. (2010), o valor de 100 mm adotado para a CAD é o mais usual para efeito de estudos climatológicos. Reichardt (1990) cita que 100 mm para a CAD é um valor médio para a grande variedade de solos e para uma profundidade da ordem de 1,0 m.

Uma vez que o balanço hídrico, segundo Thornthwaite & Mather (1955), é mais utilizado para fins de caracterização da disponibilidade hídrica de uma região em bases climatológicas e comparativas, a seleção da CAD é feita mais em função do tipo de cultura ao qual se quer aplicá-lo do que do tipo de solo. Justifica-se esta afirmação ao se comparar um solo arenoso e outro argiloso: se no primeiro o valor de CC% - PMP% (intervalo de umidade do solo entre a capacidade de campo e o ponto de murcha permanente) é menor, a profundidade efetiva do sistema radicular (Z) para uma cultura é maior, de maneira que há uma compensação, tornando a CAD aproximadamente igual para os dois tipos de solo. Dessa forma, independentemente do tipo de solo, pode-se adotar magnitudes de CAD entre 75 e 100 mm para culturas anuais (Pereira et al., 2007).

A infiltração da água no solo, remetendo-se à condutividade hidráulica, mais a textura do solo, exercem grande influência sobre a capacidade de armazenamento de água pelo solo (Santana & Sans, 2008). A CAD está relacionada com as propriedades físico-químicas do solo, e é definida como o teor de água compreendido no intervalo entre os teores referentes à capacidade de campo (CC) e o ponto de murcha permanente (PMP) (Andrade et al., 2008).

Em sua metodologia para determinar o balanço hídrico climatológico, Thornthwaite (1948) comparou a evapotranspiração potencial com a precipitação, a fim de obter um índice

de umidade. Uma vez que o excesso de água (EXC) e a deficiência de água (DEF) ocorrem, em muitos locais, em diferentes estações do ano, ambos devem entrar no cálculo de um índice de umidade (ou hídrico) (Im), um afetando positivamente, o outro, negativamente.

Balanço hídrico climático é um método de cálculo da água existente no solo, disponível para as plantas, nas diferentes épocas do ano, levando em consideração que o solo apresenta uma capacidade máxima de armazenamento de água disponível e que o valor desse armazenamento depende da entrada e da saída de água no solo; a entrada de água é representada pela precipitação pluvial e a saída pela evapotranspiração (Tubelis, 2001), além do escoamento superficial.

Segundo Varejão-Silva (2006), do ponto de vista agrônomo, balanço hídrico é a determinação dos ganhos e perdas hídricas que são verificados em uma área coberta com vegetação, de modo a estabelecer a quantidade de água disponível para as plantas em um dado momento, havendo, desta forma, vários modelos de quantificar o balanço hídrico.

Ometto (1981) define zoneamento agrícola como um artifício utilizado para delimitar regiões cujas condições de meio ambiente, solo e econômicas caracterizem a maior probabilidade possível de sucesso em termos de produtividade e rentabilidade, a uma determinada cultura, sendo necessária a caracterização das exigências climáticas das culturas a serem zoneadas, verificar as condições climáticas da região de origem ou de regiões onde a cultura encontra-se adaptada e estabelecer os critérios que definem os limites das exigências climáticas (Andrade Júnior, 2005).

Os locais do globo terrestre divergem quanto à intensidade de atuação dos elementos meteorológicos, conseqüentemente, havendo divergência de produtividade de determinada cultura. O zoneamento agrícola é o resultado final de uma série de critérios que devem ser adotados durante a execução de um projeto; esses critérios são afeitos ao clima, solo e localização, pois, o objetivo final, é sempre a rentabilidade econômica (Ometto, 1981).

Segundo Maciel et al. (2009), é imprescindível identificar, quantificar e mapear as áreas mais favoráveis ao plantio das culturas de sequeiro, em que as técnicas de identificações de áreas aptas com base em informações do solo e clima possibilitam a definição dos ambientes agroecologicamente favoráveis para exploração agrícola e contribuem com a redução dos riscos de degradação do ambiente e conseqüente diminuição das perdas para os agricultores.

O zoneamento de aptidão climática destina-se a caracterizar os parâmetros meteorológicos que mais atuam no comportamento do vegetal, aqueles que, em suas condições extremas, prejudiquem sensivelmente o crescimento e desenvolvimento da planta (Ometto, 1981). Zullo Júnior et al. (2006) afirmam que o conhecimento de culturas que são

tolerantes a solo e condições climáticas na maioria das regiões semiáridas é de grande importância para o sucesso tanto de agricultores de pequena escala quanto agricultores comerciais de maior escala, melhorando suas colheitas, bem como minimizando os riscos climáticos em face da maioria das culturas no período do plantio à colheita, utilizando o zoneamento agrícola. Além disso, a irregularidade da estação chuvosa no Nordeste do Brasil restringe a escolha das culturas a serem cultivadas, especialmente nas zonas semiáridas, onde o déficit hídrico é ainda maior.

As potencialidades do clima para a produção agrícola estão condicionadas principalmente pela radiação solar e pelo regime térmico resultante do balanço energético, pela precipitação e pela disponibilidade hídrica. Tanto a temperatura do ar quanto a do solo afetam os processos de crescimento e desenvolvimento das plantas; cada germoplasma possui seus limites térmicos mínimos, máximos e ótimos para cada estágio fenológico (Ortolani & Camargo, 1987; Andrade Júnior, 2005).

A temperatura do ar exerce influência decisiva no crescimento das plantas; à medida que a temperatura se afasta da faixa específica ótima, a elongação é inibida, chegando a cessar completamente quando certo limite (máximo ou mínimo) é atingido. De uma maneira geral, cada raça ou cultivar tem exigência própria quanto às variações da temperatura, requerendo uma faixa ótima, dentro da qual o crescimento e o desenvolvimento ocorrem normalmente. Essa faixa situa-se dentro de outra mais ampla, chamada faixa de tolerância, cujos limites superior e inferior são críticos. Quando a temperatura do ar atinge a faixa de tolerância (zona superior ou inferior) as atividades fisiológicas do ser começam a ser comprometidas (Varejão-Silva, 2006; Ometto, 1981).

Sendo assim, Assad & Pinto (2008), em estudos de projeção do quadro atual de zoneamento, afirmam que o mesmo pode ser alterado nos próximos anos por força do aquecimento global e, como o aumento das temperaturas deve promover acréscimos na evapotranspiração e, conseqüentemente, um aumento da deficiência hídrica, a depender do regime de chuvas, é de se esperar um aumento do risco climático, gerando uma nova ordem geográfica da produção agrícola com a migração de culturas; aqueles autores realizaram estudos que trazem simulações das condições futuras para o plantio das nove culturas mais representativas do país, dentre elas, o feijão, a mandioca e o milho, uma vez que o aquecimento deve acelerar a aridificação do semiárido brasileiro, prejudicando o plantio destas culturas. No Brasil, estas culturas terão graves perdas no Nordeste, uma vez que o aumento de temperatura deve levar a uma expansão das áreas de alto risco de produção no semiárido e no agreste nordestino.

Com o risco de desertificação acelerado, a região semiárida nordestina deve se tornar imprópria para a maioria das plantas cultivadas, em especial mandioca e milho; para conter esse processo, pesquisadores estão investigando variantes de mandioca mais resistentes à seca que poderiam ter o plantio incentivado na falta do cultivar mais comercial (Assad & Pinto, 2008). Pellegrino et al. (2007) também sugerem medidas de adaptação aos impactos das mudanças climáticas, podendo ser propostos novos sistemas produtivos incluindo a introdução de novas culturas em regiões onde se tornem aptas, desenvolvimento de estratégias de conservação da água, mudanças microclimáticas e nas datas de plantio, adoção de métodos alternativos e novas tecnologias, além de suas combinações.

Silva & Santana (2014) relatam que as dificuldades apontadas pelos indígenas nos trabalhos com agricultura são diversas, e que dentre delas estão a escassez de chuva e os longos períodos de estiagem que bem caracterizam a região Nordeste do Brasil, uma vez que a produção agrícola depende bastante do período chuvoso, e que apenas as comunidades que dispõem da irrigação não enfrentam os riscos que as variações climáticas impõem.

A escolha das culturas do milho, do feijão e da mandioca fundamentou-se na importância dessas culturas para as comunidades indígenas, as quais se constituem culturas tradicionais e a base da alimentação dos povos indígenas, além de atividades relacionadas à produção de bens para venda (farinha de mandioca, feijão e milho nativo), de acordo com citações de Gomes (2012), bem como das populações que habitam o semiárido nordestino. Paralelamente, adotou-se culturas de regime de sequeiro cujo zoneamento fosse possível, baseando-se na disponibilidade dos dados climatológicos necessários, conforme observações de Varejão-Silva & Barros (2002).

A cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) apresenta importância socioeconômica no mundo, como principal fonte de carboidratos para milhões de pessoas, essencialmente nos países em desenvolvimento. Nativa da América do Sul, essa planta é cultivada em todas as regiões brasileiras, assumindo destacada importância na alimentação humana e animal, além de ser utilizada como matéria-prima em inúmeros produtos industriais. Para seu cultivo, a temperatura ideal está entre 18 e 30°C, e a faixa adequada de precipitação pluvial anual em regiões semiáridas é de 500 a 700 mm, sendo importante, nestas condições, a adequação da época de plantio, de modo que não ocorra deficiência hídrica no estágio inicial de crescimento (primeiros cinco meses de cultivo) (Santos et al., 2011).

Devido à tolerância a solos pobres e condições climáticas adversas, a mandioca é geralmente cultivada por pequenos produtores como uma cultura de subsistência, em diferentes tipos de sistemas de produção. Nas regiões com prolongado período de seca ou frio,

ALBUQUERQUE, F. da S.

os agricultores normalmente fazem a colheita após 18 a 24 meses. Por ser uma planta perene, pode crescer indefinidamente, alternando períodos de crescimento vegetativo, armazenamento de carboidratos nas raízes e até períodos de quase dormência, provocada por condições climáticas severas, tais como baixa temperatura e déficit hídrico prolongado (Alves, 2006). O rendimento nacional na safra 2014 foi de 14.636 kg ha⁻¹, enquanto que na região Nordeste foi de 10.365 kg ha⁻¹ (CONAB, 2014a).

O milho (*Zea mays* L.) procede, originariamente, da região Andina da América Central. É um dos cereais mais importantes tanto para o consumo humano quanto animal, sendo cultivado para grãos e forragem. É produzido em climas que variam desde a zona temperada até a tropical, durante o período em que as temperaturas médias diárias são superiores a 15°C e livre de geadas. Um cultivo bem sucedido depende notadamente da seleção correta das variedades, de tal modo que a duração do ciclo fenológico da cultura coincida com a duração da temporada de crescimento e, ainda, da finalidade para a qual se produz a cultura. Para a obtenção de máxima produção, um cultivo de grãos com período médio de amadurecimento necessita entre 500 e 800 mm de água, dependendo do clima. O período de crescimento sensível ao déficit hídrico é o período de floração e enchimento dos grãos (Doorenbos & Kassam, 1994). A produtividade nacional de milho total, em grãos, safra 2014/2015, será de 5.083 kg ha⁻¹, cuja produção da região Nordeste sendo de 2.725 kg ha⁻¹ (CONAB, 2014b).

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), também conhecido por feijão macassar, feijão-de-corda ou feijão vigna, é amplamente cultivado em regiões áridas e semiáridas, constituindo-se em um dos principais componentes da dieta alimentar dessas populações (Lima et al., 2007). Por ser uma espécie bem adaptada às condições semiáridas, o feijão-caupi consegue se desenvolver em condições adversas de seca, salinidade, temperaturas elevadas e alta insolação (Ribeiro, 2002). As temperaturas médias diárias ótimas oscilam entre 15 e 20°C, e as necessidades hídricas para obtenção de máxima produção com uma cultura de 60 a 120 dias variam entre 300 e 500 mm, dependendo de fatores climáticos (Doorenbos & Kassam, 1994). Por ser uma cultura tipicamente de subsistência, a maioria dos produtores é considerada pequena ou média, com produção destinada primeiramente para consumo doméstico, e venda da produção excedente. A estimativa da produção 2013/2014, em mil toneladas, foi de 87,5; 425,6 e 70, nas 1^a, 2^a e 3^a safras, respectivamente (CONAB, 2014a). Segundo Neves et al. (2011), as variedades de feijão-caupi desenvolvidas pela Embrapa Meio-Norte para as regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste do Brasil têm produtividades médias obtidas em ensaios variando de 788 a 1.618 kg ha⁻¹.

O método dos *quantis* vem sendo utilizado no Brasil pelos órgãos ligados à meteorologia de modo a monitorar o regime pluvial a fim de diagnosticar os períodos secos e/ou chuvosos (Almeida et al., 2013). Esta técnica baseia-se na distribuição da frequência acumulada, e quanto maior o número de observações disponíveis, melhor é a aproximação da função densidade de probabilidade que descreve o fenômeno (Ananias et al., 2010). Os *quantis* possibilitam estabelecer ou delimitar faixas com regimes de chuvas diferenciados, além de ser uma técnica imune a qualquer assimetria na função densidade de probabilidade; esta técnica estatística permite estabelecer os meses ou anos secos e chuvosos, bem como quantificar as ordens quantílicas e, portanto, o regime pluvial de uma determinada região ou local, utilizando-se apenas os dados de precipitação pluvial (Almeida et al., 2013).

Sendo assim, a identificação de áreas com aptidão climática e épocas de plantio adequadas para determinadas culturas agrícolas de importância econômica e de subsistência para as comunidades indígenas localizadas no semiárido nordestino, a exemplo do feijão-caupi, do milho e da mandioca, é de grande relevância, uma vez que se constituirá em uma ótima ferramenta para minimizar as perdas de produtividade dos cultivos agrícolas devido à estiagem, condição comum na região.

O objetivo geral deste trabalho foi identificar áreas com aptidão climática para determinadas culturas agrícolas de importância econômica e cultural para as comunidades indígenas do semiárido nordestino e produzir calendários agrícolas de acordo com a previsão anual quanto às precipitações pluviométricas (anos secos, normais e chuvosos), de modo que não comprometa a semeadura das culturas de interesse para estas comunidades indígenas.

Os objetivos específicos foram identificar áreas com aptidão climática para o feijão-caupi, o milho e a mandioca (culturas tradicionais); definir a época adequada para plantio do feijão-caupi, do milho e da mandioca, nas áreas ocupadas pelas comunidades indígenas do semiárido pernambucano e baiano; planejar, em função das previsões climáticas, as culturas mais indicadas e épocas de semeaduras das culturas agrícolas supracitadas nas TI's estudadas.

LITERATURA CITADA

ALMEIDA, H. A. de; FREITAS, R. C; SILVA, L. da. Determinação de períodos secos e chuvosos em duas microrregiões da Paraíba através da técnica dos *quantis*. **Revista de Geografia**, v.30, n.1, p.217-232, 2013.

ALBUQUERQUE, F. da S.

ALVES, A. A. C. **Fisiologia da mandioca**. In: SOUZA, L. S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P.; FUKUDA, W. M. G. (Eds.). Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. Capítulo 7, p.138-169.

ANACLETO JÚNIOR, M.; VASCONCELOS, Y. **Questão indígena: abordagem para uma nação solidária**. Olinda: Livro Rápido, 2014. 60p.

ANANIAS, D. S.; SOUZA, E. B.; SOUZA, P. F.; SOUZA, A. M. L.; VITORINO, M. I.; TEIXEIRA, G. M.; FERREIRA, D. B. S. F. Climatologia da estrutura vertical da atmosfera em novembro para Belém-PA. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.25, n.2, p.218-226, 2010.

ANDRADE, C. de L. T. de; BORGES JÚNIOR, J. C. F.; COUTO, L. **Características físico-hídricas e dinâmica de água no solo**. In: ALBUQUERQUE, P. E. P. de; DURÃES, F. O. M. (editores técnicos). Uso e manejo de irrigação. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. Capítulo 2, p.71-149.

ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; BARROS, A. H. C., SILVA, C. O.; FREIRE FILHO, F. R. Zoneamento de risco climático para a cultura do feijão-caupi no Estado do Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.38, n.1, p.109-117, 2007.

ANDRADE JÚNIOR, A. S. de. **Zoneamento Agrícola**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2005. Disponível em: <http://www.uep.cnps.embrapa.br/docs/Zoneamento_Agricola_PE.pdf>. Acesso em 19 dez. de 2014.

ASSAD, E. D.; PINTO, H. S. **Aquecimento global e a nova geografia da produção agrícola no Brasil**. São Paulo: Embrapa, 2008. 84p. Disponível em: <http://www.agritempo.gov.br/climaeagricultura/CLIMA_E_AGRICULTURA_BRASIL_30_0908_FINAL.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2014.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 16. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. 332p.

ALBUQUERQUE, F. da S.

CARVALHO, L. G.; OLIVEIRA, M. S.; ALVES, M. C.; VIANELLO, R. L.; SEDIYAMA, G. C.; CASTRO NETO, P.; DANTAS, A. A. A. **Clima**. 2010. Cap. 4, p. 89-102. Disponível em: <http://www.zee.mg.gov.br/pdf/componentes_geofisico_biotico/4clima.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2014.

CHAGAS, C. das.; CARVALHO JUNIOR, W. de; PEREIRA, N. R.; FERNANDES FILHO, E. I. Aplicação de um sistema automatizado (ALES - Automated Land Evaluation System) na avaliação das terras das microrregiões de Chapecó e Xanxerê, Oeste Catarinense, para o cultivo de grãos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.30, n.3, p.509-522, 2006.

COELHO FILHO, M. A.; PEREIRA, F. A. de C.; ANGELOCCI, L. R.; COELHO, E. F.; OLIVEIRA, G. X. S. **O processo de evapotranspiração**. In: SOUSA, V. F.; MAROUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. (eds.). Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. Capítulo 2, p.91-113.

Companhia Nacional de Abastecimento (Conab). **Perspectivas para a agropecuária**. Brasília: Conab, v.2, p.1-155, 2014a. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 05 dez. 2014a.

Companhia Nacional de Abastecimento (Conab). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos - Safra 2014/15**. Segundo Levantamento (Nov. 2014), Brasília: Conab, v.2, n.2, 2014b. p.1-98. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_11_13_09_19_35_boletim_graos_novembro_2014.pdf>. Acesso em: 05 dez. 2014b.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1994. 306p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33).

FUNDAÇÃO NACIONAL DO ÍNDIO – FUNAI. **Índios do Brasil**. Disponível em: <<http://www.funai.gov.br/>>. Acesso em: 02 de jan. 2014.

GOMES, M. P. **Os índios e o Brasil: passado, presente e futuro**. São Paulo: Contexto, 2012. 299p.

ALBUQUERQUE, F. da S.

KLAR, A. E. **A água no sistema solo-planta-atmosfera**. São Paulo: Nobel, 1984. 408p.

LIMA, C. J. G. de S.; OLIVEIRA, F. de A. de; MEDEIROS, J. F. de; OLIVEIRA, M. K. T.; ALMEIDA JÚNIOR, A. B. de. Resposta do feijão caupi a salinidade da água de irrigação. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.2, n.2, p.79-86, 2007.

MACIEL, G. F.; AZEVEDO, P. V. de; ANDRADE JÚNIOR, A. S. de. Impactos do aquecimento global no zoneamento de risco climático da soja no estado do Tocantins. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v.6, n.3, p.141-154, 2009.

MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. 2.ed. Fortaleza: Printcolor, 2012. 413p.

MEDEIROS, S. R. R. de; MOURA, G. B. A.; PEDRO R. GIONGO, P. R.; SILVA, A. P. N. Potencial agroclimático para a *Alpinia purpurata*, no Estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.2, p.165–169, 2009.

MENEZES, H. E. A.; BRITO, J. I. B. de; SANTOS, C. A. C. dos; SILVA, L. L. da. A relação entre a temperatura da superfície dos oceanos tropicais e a duração dos veranicos no Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos, v.23, n.2, p.152-161, 2008.

NEVES, A. C. das; CÂMARA, J. A. da S.; CARDOSO, M. J.; SILVA, P. H. S. da; SOBRINHO, C. A. **Cultivo do feijão-caupi em sistema agrícola familiar**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011. 15p. (Circular Técnica, 51).

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 440p.

ORTOLANI, A. A.; CAMARGO, M. P. B. de. **Influência dos fatores climáticos na produção**. In: CASTRO, P. R. C.; FERREIRA, S. O.; YAMADA, T. (Eds.). *Ecofisiologia da produção agrícola*. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. p.71-81.

ALBUQUERQUE, F. da S.

PELLEGRINO, G. Q.; ASSAD, E. D.; MARIN, F. R. Mudanças climáticas globais e a agricultura no Brasil. **Revista Multiciência**, Campinas, n.8, p.139-162, 2007.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Meteorologia Agrícola**. ESALQ: Piracicaba, 2007. 202p. Disponível em: <http://www.leb.esalq.usp.br/aulas/lce306/MeteorAgricola_Apostila2007.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2014.

REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1990. 188p.

RIBEIRO, V. Q. **Cultivo do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2002. 108p. Sistemas de produção 2.

SANTANA, D. P.; SANS, L. M.A. **Classes de solo e irrigação**. In: ALBUQUERQUE, P. E. P. de; DURÃES, F. O. M. (editores técnicos). **Uso e manejo de irrigação**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. Capítulo 1, p.15-69.

SANTOS, B. A.; MELO, F. P. L.; SIQUEIRA FILHO, J. A.; RAMOS, R. R. D.; TABARELLI, M. **Caatinga**. In: SCARANO, F. R. (org.). **Biomias brasileiros: retratos de um país plural**. Rio de Janeiro: Casa da Palavra, 2012. Capítulo 03, p.92-127.

SANTOS, E. S. dos; MATIAS, E. C.; BARBOSA, M. M. **Mandioca: cultivo agroecológico e uso na alimentação humana e animal**. João Pessoa: EMEPA-PB, 2011. 90p.

SILVA, Y. V. da; SANTANA, S. E. L. **Conhecendo realidades - expressão de comunidades indígenas dos Estados da Bahia e Pernambuco sobre suas realidades**. Fundação Nacional do Índio – FUNAI/Coordenação Regional Baixo São Francisco. Paulo Afonso: Fonte Viva, 2014. 160p.

SIQUEIRA FILHO, J. A. de; SANTOS, A. P. B.; NASCIMENTO, M. de F. da S.; ESPÍRITO SANTO, F. da S. **Guia de campo de árvores da Caatinga**. Petrolina: Franciscana Ltda, 2009. 64p.

ALBUQUERQUE, F. da S.

THORNTHWAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate. **Geographical Review**, v.38, n.1, p.55-94, 1948.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. The water balance. **Publications in Climatology**, New Jersey, Drexel Inst. Of Technology, 104p. 1955.

TUBELIS, A. **Conhecimentos práticos sobre clima e irrigação**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2001. 215p.

PENMAN, H. L. Evapotranspiration: an introduction survey. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.4, p.9-29, 1956.

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e climatologia**. Versão Digital, 2006. 449p.

VAREJÃO-SILVA, M. A.; BARROS, A. H. C. **Zoneamento de aptidão climática do Estado de Pernambuco para três distintos cenários pluviométricos**. Secretaria de Produção Rural e Reforma Agrária do Estado de Pernambuco. Recife, 2002. 51p.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. 2.ed. Viçosa: UFV, 2013. 460p.

ZULLO JÚNIOR, J.; PINTO, H. S.; ASSAD, E. D. Impact assessment study of climate change on agricultural zoning. **Meteorological Applications**, v.13, p.69-80, 2006.

CAPÍTULO II

APTIDÃO CLIMÁTICA DE CULTURAS AGRÍCOLAS DE IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E CULTURAL PARA COMUNIDADES INDÍGENAS DO SEMIÁRIDO DO NORDESTE

Aptidão climática de culturas agrícolas de importância econômica e cultural para comunidades indígenas do semiárido do Nordeste

Resumo: Objetivou-se, com este trabalho, realizar o zoneamento agroclimático de culturas de importância econômica e cultural para comunidades indígenas que sobrevivem no semiárido nordestino brasileiro, considerando três cenários de precipitação, visando subsidiar a seleção de locais propícios para estes cultivos. Foram utilizados dados climáticos de 169 localidades, dos quais 52 com uma série acima de 30 anos de observações e 117 abaixo de 30 anos, obtendo-se, assim, melhor representatividade dos dados. A partir dos dados climáticos de temperatura média do ar e precipitação pluviométrica conforme o cenário, calculou-se o balanço hídrico climatológico segundo a metodologia de Thornthwaite (1948). De posse dos dados dos balanços hídricos, foi feita a extrapolação para toda a área considerada. Analisando cada cenário de precipitação, observou-se que, no cenário seco, todas as áreas apresentaram inaptidão climática por carência hídrica acentuada para a cultura do feijão, inaptidão climática por insuficiência hídrica para a cultura do milho, e aptidão moderada para a cultura da mandioca na terra indígena Entre Serras de Pankararu.

Palavras chave: Agricultura de sequeiro, Caatinga, zoneamento.

Climatic suitability of agricultural crops of economic and cultural importance to indigenous communities in the Northeast semiarid

Abstract: The aim of this study was to perform the agroclimatic zoning of crops of economic and cultural importance to indigenous communities that survive in the Brazilian semiarid northeast, considering three scenarios of precipitation, in order to support the selection of favorable sites for these crops. Were used climatic data of 169 localities, of which 52 with a number above 30 years of observations and 117 below 30 years, thus getting a better representation of the data. From the climatic data of average temperatures of air and rainfall as the scenery, calculated the climatological water balance according to Thornthwaite (1948) methodology. With the data of the water balance, the extrapolation to the entire area considered was made. Analyzing each rainfall scenario, it was observed that, in the dry scenario, all the areas presented by climate disability marked water stress for the bean crop, climate disability by water failure for corn, and moderate suitability for cassava crop in the Indigenous Land Entre Serras de Pankararu.

Keywords: Rainfed agriculture, Caatinga, zoning.

INTRODUÇÃO

Na região Nordeste do Brasil, existe um grande número de etnias indígenas, das quais, uma parte sobrevive no semiárido nordestino, utilizando a agricultura de subsistência como fonte de sobrevivência. Os principais cultivos agrícolas são o milho, o feijão-caupi e a mandioca.

No semiárido nordestino brasileiro, devido a sua grande irregularidade nas precipitações pluviométricas, verificada por períodos de veranicos de diferentes durações, a definição do período de cultivo é de fundamental importância (Andrade Júnior et al., 2007).

Diante do avanço tecnológico na atualidade é possível fazer uma previsão antecipada do regime pluviométrico de determinada região, e com o auxílio do zoneamento agroclimático saber se uma cultura terá ou não sua viabilidade no ano previsto, de modo que o produtor possa decidir ou não sua implementação (Silva et al., 2011).

Silva et al. (2013) defendem que a elaboração, mais a disponibilização de mapas de aptidão climática para culturas, os denominados de zoneamentos climáticos fornecem importantes ferramentas para futuras recomendações práticas, lógicas e coerentes de serem executadas para o estabelecimento dos cultivos, prevenção e controle das doenças, que servirão de base para a construção de políticas públicas destinadas ao setor agrícola. Neste contexto, o conhecimento das condições climáticas específicas subsidia em informações para maximização da produção das culturas anuais importantes para as comunidades indígenas do semiárido; do mesmo modo, a construção do zoneamento agroclimático visa obter maiores informações sobre a adaptabilidade das culturas selecionadas de modo a proporcionar um maior retorno dos investimentos a médio e longo prazos para os produtores, contribuindo para uma agricultura coerente e sustentável (Nunes et al., 2007).

Burney et al. (2014) afirmam que a literatura existente caracteriza a vulnerabilidade dos pequenos agricultores do semiárido do Nordeste do Brasil, em função da sensibilidade dos seus sistemas de produção ao clima, dos níveis globais de pobreza (falta de capacidade de enfrentamento), e das debilidades institucionais que conduzem a uma ausência de capacidade de adaptação global (Simões et al., 2010). No lado físico, os modelos climáticos mostram enorme potencial do impacto das mudanças climáticas futuras sobre a hidrologia da região semiárida do Brasil, afetando o fluxo do rio, do armazenamento de água e produção irrigada (Krol & Bronstert, 2007; Silva et al., 2010).

ALBUQUERQUE, F. da S.

Maia (2012) cita que a temperatura média no semiárido nordestino se situa entre 24 e 26°C, variando pouco durante o ano. A irradiação é muito forte, uma vez que a região se situa perto do equador, além de ocorrerem, na época sem chuvas, ventos fortes e secos que contribuem para a aridez da região.

Sentelhas & Monteiro (2009) afirmam que diversas análises da produção agrícola apontam alta correlação entre variações de safras das principais culturas e as condições meteorológicas e climáticas, quando, no geral, as condições hídricas são as que mais afetam a produção das lavouras. Além disso, as condições térmicas influenciam os mais diversos processos vitais das plantas, desde germinação e emergência, pela temperatura do solo, ao desenvolvimento fenológico e ao crescimento da planta como um todo, por ambas as temperaturas do solo e do ar.

Possas et al. (2012) afirmam que os elementos climáticos, principalmente a temperatura e a pluviosidade, podem restringir o plantio e o desenvolvimento das culturas em determinadas regiões, contexto no qual o zoneamento agroclimático apresenta-se como uma aliada ferramenta para escolha de áreas de cultivo.

O conhecimento das relações entre as condições físicas do ambiente, em especial, solo e atmosfera, e as diversas espécies cultivadas permite a obtenção de informações mais precisas acerca da influência do tempo e do clima no crescimento, no desenvolvimento e na produtividade das culturas (Sentelhas & Monteiro, 2009).

Neste sentido, este trabalho objetivou zonestar cultivos de milho, feijão-caupi e mandioca levando-se em consideração três distintos cenários pluviométricos para terras indígenas localizadas no semiárido pernambucano (comunidades indígenas das etnias Entre Serras de Pankararu) e semiárido baiano (comunidades indígenas Kiriri, Pankararé, Tumbalalá e Tuxá - Aldeia Mãe).

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em uma região do semiárido nordestino que abrange as Terras Indígenas (TI's) Entre Serras de Pankararu (09° 04' 36" de latitude sul, 38° 10' 24" de longitude oeste e área de 7.550 ha, situada nos municípios de Jatobá, Petrolândia e Tacaratu, ambos no estado de Pernambuco), Kiriri (10° 38' 53" de latitude sul, 38° 37' 52" de longitude oeste e área de 12.300 ha, localizada nos municípios de Banzaê e Quijingue, ambos no estado da Bahia), Pankararé (09° 26' 06" de latitude sul, 38° 36' 07" de longitude oeste e 29.597 ha de área, situada no município de Glória/BA), Tumbalalá (08° 39' 25" de latitude sul, 39° 22'

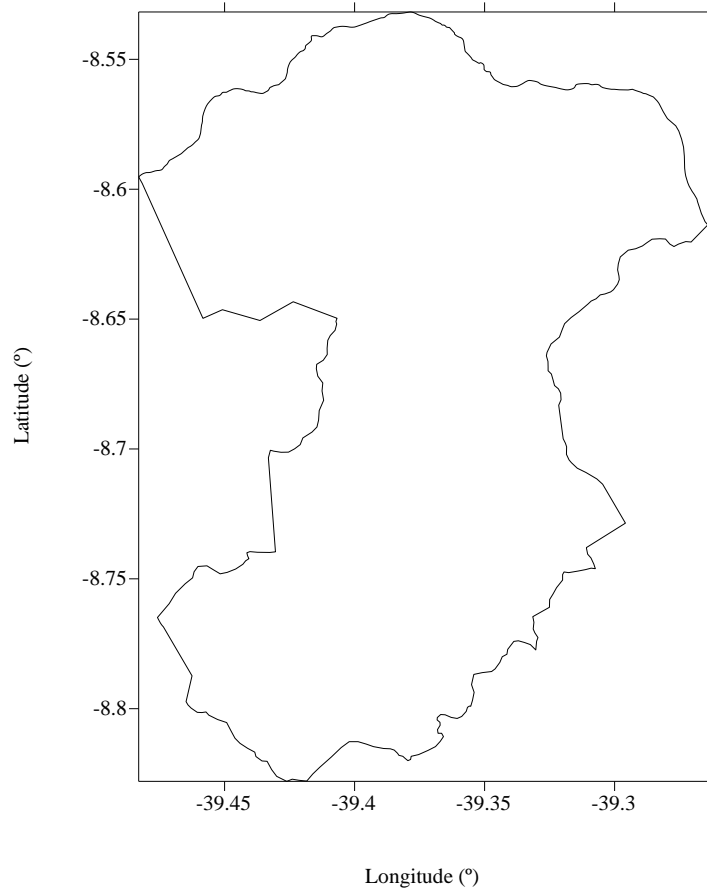


Figura 4: Forma aproximada da TI Tumbalalá. Fonte: FUNAI (2014)

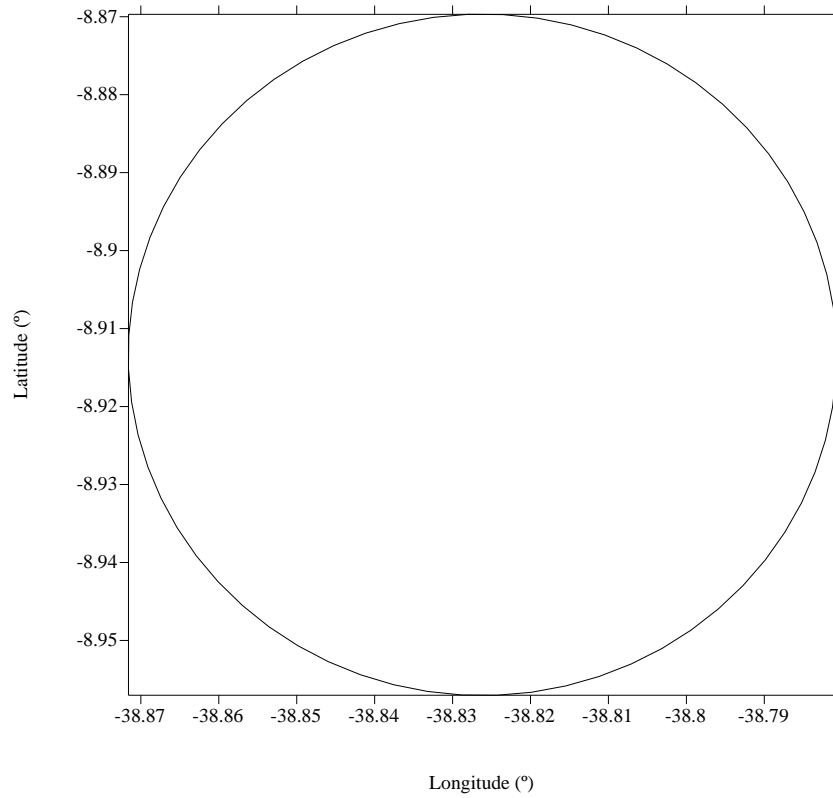


Figura 5: Representação georreferenciada da TI Tuxá - Aldeia Mãe. Fonte: FUNAI (2014)

ALBUQUERQUE, F. da S.

Utilizaram-se, para o zoneamento das culturas de importância econômica para as comunidades indígenas do semiárido nordestino, os dados climáticos consistidos de 169 estações meteorológicas e postos pluviométricos, a temperatura do ar média mensal e precipitação pluvial mensal, para um período correspondente a 28 anos (1963 - 1990) de precipitação pluvial mensal, e 80 anos (1911 - 1990) de temperatura do ar média mensal, sendo 52 estações possuindo uma série histórica superior a 30 anos de observações e 117 com uma série histórica de dados observados inferior a 30 anos (no entanto, maior que 20 anos). Estas estações estão localizadas na região de abrangência das TI's, enquadradas nos estados de Alagoas (AL), Bahia (BA), Pernambuco (PE) e Sergipe (SE), disponíveis na página virtual da Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas (UACA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) (UFCG, 2014; SUDENE, 1990), de modo que foi gerada uma grande malha de isolinhas. Estes dados correspondem à normal climatológica 1911-1990. Na Figura 6 é possível observar a distribuição espacial destas estações meteorológicas, bem como a posição geográfica de cada TI, as quais foram elaboradas utilizando o Sistema de Informações Geográficas (SIG) livre Quantum GIS (QGIS), na versão 2.0.1. (*Dufour*) (QGIS, 2014).

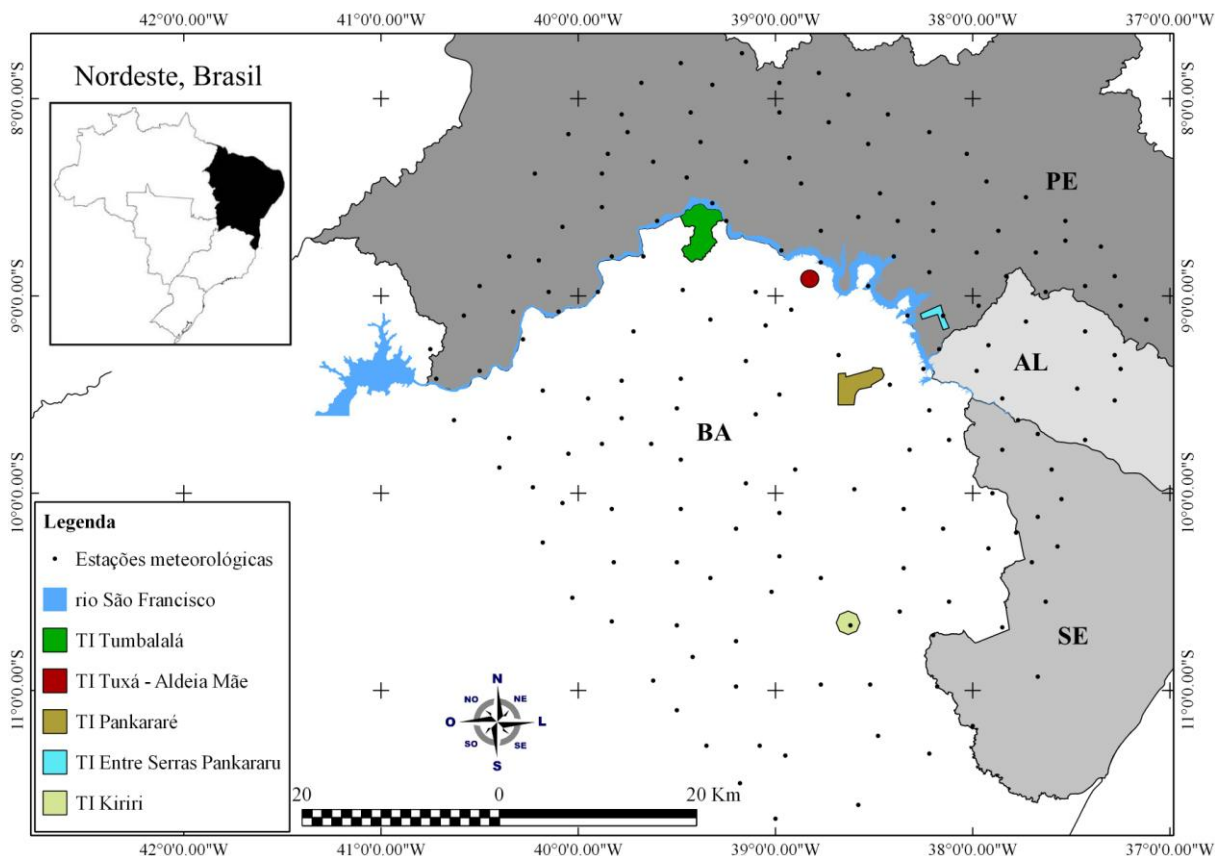


Figura 6. Mapa das TI's nos estados de Pernambuco e Bahia, evidenciando a espacialização das estações meteorológicas e postos pluviométricos considerados na área de estudo. Fonte: Albuquerque, F. da S. (2015)

Os dados climáticos mencionados foram as médias anuais de temperatura e de precipitação das estações localizadas na região de abrangência das TI's. Para estimar dados de temperatura média do ar para locais que dispunham apenas de registros de precipitação, foi utilizado o programa computacional Estima_T (versão 2.0), desenvolvido por Cavalcanti et al. (2006), também disponível gratuitamente na página virtual da Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas da Universidade Federal de Campina Grande.

Os zoneamentos de aptidão climática para culturas anuais de interesse para os indígenas das etnias Entre Serras de Pankararu (PE), Kiriri (BA), Pankararé (BA), Tumbalalá (BA) e Tuxá (BA), foram realizados por meio da avaliação da ocorrência dos anos secos, normais (ou regulares) e chuvosos, utilizando a técnica dos *quantis*. O conjunto dos anos “secos”, “normais” e “chuvosos” de cada local foi utilizado para obter as correspondentes médias anuais dos totais pluviométricos, necessárias para caracterizar os respectivos cenários, por oferecer uma melhor caracterização do campo pluviométrico do que o simples uso tradicional de isoietas médias, em uma clara correspondência às expectativas pluviométricas geradas

pelos modelos numéricos de previsão climatológica atualmente em uso no Brasil; as médias pluviométricas utilizadas referiram-se, separadamente, a cada cenário pluviométrico e, portanto, possuem dispersão menor que a da série pluviométrica original (englobando todos os anos) (Varejão-Silva & Barros, 2002).

Na Figura 7 é apresentado um diagrama explicando a sequência das etapas desde a divisão dos totais anuais precipitados em cada cenário climatológico até a geração das cartas climáticas.

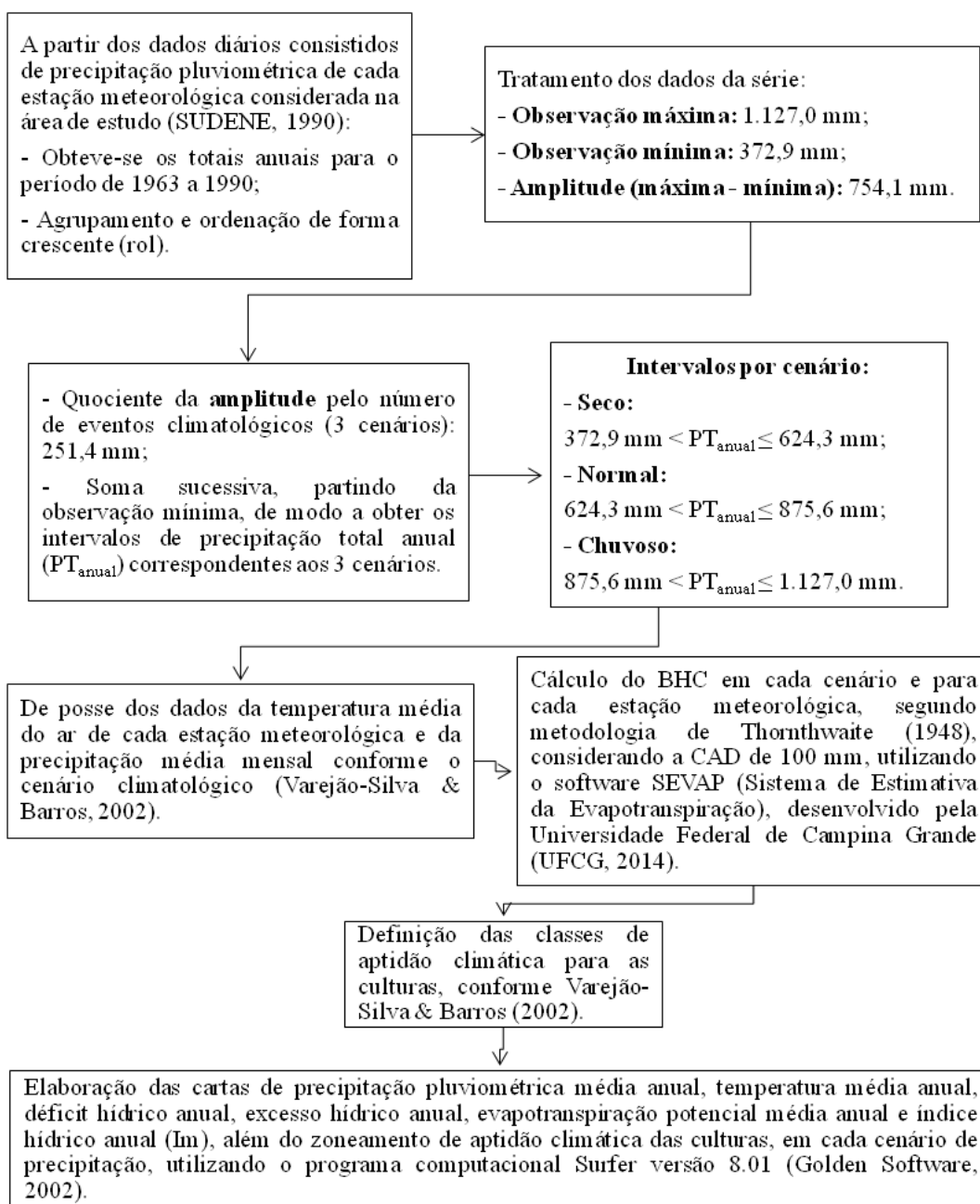


Figura 7. Diagrama esquemático das etapas de elaboração das cartas climáticas. Fonte: Albuquerque, F. da S. (2015)

ALBUQUERQUE, F. da S.

O método proposto por Thornthwaite (1948), descrito por Varejão-Silva (2006) e Vianello & Alves (2013), considera o valor da capacidade de água disponível no solo (CAD) igual a 100 mm em todos os casos, uma vez que aquele método de estimativa do balanço hídrico climático em bases mensais (usando dados médios mensais da temperatura do ar e do total pluviométrico mensal e a capacidade de armazenamento hídrico do solo) considera o solo como um reservatório com capacidade de água disponível de 100 mm (Varejão-Silva, 2006).

Para a cultura do feijão-caupi (*V. unguiculata* (L.) Walp.), também conhecido como feijão macassar ou feijão-de-corda, foram utilizadas as seguintes classes de aptidão, propostas por Varejão-Silva & Barros (2002), considerando a duração do ciclo fenológico igual a 90 dias:

1. Inaptidão por excesso hídrico, quando o excedente hídrico acumulado nos três meses iniciais do ciclo ultrapassa 180 mm ($\Sigma EXC_j > 180$ mm) ou ocorrerem dois meses consecutivos com excedente superior a 70 mm em cada um deles;
2. Aptidão restrita ou moderada devido ao excesso hídrico na época da colheita ($P_4/ETp_4 \geq 0,75$), sendo possível o cultivo para consumo como “feijão-verde” nas áreas com drenagem adequada;
3. Aptidão plena sem limitações hídricas para o cultivo com excedente hídrico no mês de plantio nulo ou positivo ($EXC_1 \geq 0$), deficiência hídrica igual ou inferior a 5 mm nos demais meses do período vegetativo ($DEF_{2,3} \leq 5$ mm), seguindo-se um mês seco ($P_4/ETp_4 < 0,75$);
4. Aptidão moderada por pequena deficiência hídrica ($EXC_1 \geq 0$; $DEF_{2,3} < 25$ mm e $P_4/ETp_4 < 0,75$);
5. Aptidão restrita por deficiência hídrica acentuada ($EXC_1 \geq 0$; $25 \leq DEF_{2,3} < 40$ mm e $P_4/ETp_4 < 0,75$);
6. Inaptidão climática por carência hídrica acentuada ($DEF_1 > 0$ mm e/ou $DEF_{2 \text{ ou } 3} \geq 40$ mm).

ALBUQUERQUE, F. da S.

Em relação ao zoneamento da cultura do milho (*Z. mays* L.), foram adotados os parâmetros indicados a seguir, relacionados aos meses (1, 2, 3 e 4) do ciclo vegetativo (admitindo duração de 120 dias), conforme Varejão-Silva & Barros (2002). Os seguintes índices foram usados: $j = 1, 2$ e 3 (cumulativo) para designar todos os três meses iniciais do ciclo; e $I = 1, 2$ ou 3 (não cumulativo) para indicar um dos três meses iniciais do ciclo; os outros dois meses foram representados por k (por exemplo, se $i = 3$, $k = 1$ e 2). O último mês (secagem e colheita, neste caso, correspondeu ao mês de junho) foi representado pelo índice 4. Seguem as classes de aptidão climática:

1. Inaptidão por excesso hídrico, se a soma do excedente hídrico for igual ou superior a 400 mm ($\sum EXC_j \geq 400$ mm) ou alternativamente, se em qualquer mês for igual ou exceder a 200 mm ($EXC_i \geq 200$ mm) – haverá água em demasia para a cultura;
2. Aptidão restrita ou moderada, devido ao período chuvoso ser muito longo, caracterizando demasiada umidade ($P_4/ETp_4 \geq 1$), prejudicando a secagem dos grãos e a colheita (4º mês após o plantio). Nessa faixa, entretanto, pode ser possível o cultivo para consumo como “milho verde”;
3. Aptidão plena ($\sum EXC_j < 400$ mm; $EXC_i < 200$ mm; $DEF_i < 5$ mm; $DEF_k = 0$ e $P_4/ETp_4 < 1$) - sem limitações climáticas apreciáveis;
4. Aptidão moderada por pequena deficiência hídrica, quando num mês qualquer a deficiência for inferior a 5 mm ($DEF_i < 5$ mm), nos demais inferior a 10 mm ($DEF_k < 10$ mm), tendo o 4º mês relativamente seco ($P_4/ETp_4 < 1$);
5. Aptidão restrita por acentuada deficiência hídrica, quando num mês qualquer a deficiência for inferior a 5 mm ($DEF_i < 5$ mm), nos demais inferior a 20 mm ($DEF_k < 20$ mm), tendo o 4º mês relativamente seco ($P_4/ETp_4 < 1$);
6. Inaptidão climática por insuficiência hídrica, quando a deficiência hídrica for igual ou superior a 20 mm em dois ou mais meses do ciclo ($DEF_i \geq 5$ mm e $DEF_k \geq 20$ mm).

Para o zoneamento da mandioca (*M. esculenta* Crantz) foram utilizadas as faixas de aptidão também propostas por Varejão-Silva & Barros (2002). É uma cultura de ciclo

ALBUQUERQUE, F. da S.

vegetativo relativamente longo, além de requerer temperaturas médias mensais iguais ou superiores a 20°C. Os autores supracitados utilizaram o índice hídrico anual (Im) como parâmetro para o zoneamento. Para o cálculo do índice hídrico anual (Im), ou índice efetivo de umidade, que depende dos índices de aridez (Ia) e de umidade (Iu), ambos expressos em percentagem, utilizou-se as seguintes expressões (Eqs. 1, 2 e 3), conforme Ometto (1981):

$$I_a = 100 \times \frac{\sum DEF}{\sum ET_p} (\%) \quad \text{Eq. (1)}$$

$$I_u = 100 \times \frac{\sum EXC}{\sum ET_p} (\%) \quad \text{Eq. (2)}$$

$$I_m = (I_u - 0,60 \times I_a) (\%) \quad \text{Eq. (3)}$$

Em que $\sum DEF$ é a deficiência hídrica anual, $\sum EXC$ é o excedente hídrico anual e $\sum ET_p$ é a evapotranspiração potencial anual. Foram utilizadas as seguintes faixas de aptidão para o cultivo da mandioca:

1. Aptidão moderada ($I_m \geq 50$) - há umidade excessiva ou o período chuvoso é muito longo;
2. Aptidão plena ($-10 < I_m < 50$) - normalmente não há limitações climáticas ao cultivo;
3. Aptidão moderada ($-35 < I_m \leq -10$) - ocorrência de pequena deficiência hídrica que afeta a produtividade;
4. Aptidão restrita ($-45 < I_m \leq -35$) - ocorrência de deficiência hídrica severa;
5. Inaptidão climática ($I_m \leq -45$) - disponibilidade hídrica geralmente insuficiente para atender aos requisitos mínimos da cultura.

A definição do ciclo fenológico de cada cultura estudada foi baseada na média de duração dos ciclos das respectivas variedades mais utilizadas na região em destaque. Levando em consideração as exigências das plantas separadamente em cada mês do seu ciclo vegetativo (culturas de ciclo curto), as quais foram expressas em termos de um ou mais dos

ALBUQUERQUE, F. da S.

seguintes parâmetros mensais, conforme Varejão-Silva & Barros (2002): P_m/ETp_m - relação entre a precipitação e a evapotranspiração potencial no mês m ; EXC_m - estimativa do excedente hídrico no mês m ; e DEF_m - estimativa da deficiência hídrica no mês m .

Nas Tabelas 1 a 15 verifica-se os balanços hídricos das localidades representativas na área de estudo (onde se localizam as respectivas T.I.'s estudadas), para anos secos, normais e chuvosos. Nestas tabelas, as siglas significam: P - precipitação média mensal (mm), T - temperatura média mensal (°C), I - índice de calor, Fj - fator de correção, ETp - evapotranspiração potencial (mm mês⁻¹), P-ETp - representa a quantidade de água que permanece no solo, Neg. Acu (Negativo Acumulado) - representa a água potencialmente perdida, Arm - corresponde a água armazenada no solo, Alt - representa a variação da quantidade de água armazenada no solo, ETr - corresponde a Evapotranspiração Real, Def - representa a deficiência hídrica, Exc - representa o excesso hídrico.

Tabela 1. Balanço hídrico climático para o município de Tacaratu/PE (Estação PE3883271; latitude: -9,10°, longitude: -38,15° e altitude: 550,0 m), considerando anos secos

Mês	P (mm)	T (°C)	I	Fj	ETp (mm)	P-ETp (mm)	NEG. ACU	ARM (mm)	ALT (mm)	ETr (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	37	25,3	11,6	32,2	126,7	-89,1	*	0,0	0,0	37,6	89,1	0,0
Fev	48	25,2	11,6	28,7	111,6	-63,1	*	0,0	0,0	48,5	63,1	0,0
Mar	66	24,9	11,4	31,2	117,1	-50,7	*	0,0	0,0	66,4	50,7	0,0
Abr	81	24,5	11,1	29,5	105,6	-24,4	*	0,0	0,0	81,2	24,4	0,0
Mai	46	23,3	10,3	29,9	92,4	-46,1	*	0,0	0,0	46,3	46,1	0,0
Jun	53	22,1	9,5	28,7	75,9	-22,5	*	0,0	0,0	53,4	22,5	0,0
Jul	51	21,2	8,9	29,8	69,8	-18,8	*	0,0	0,0	51,0	18,8	0,0
Ago	34	21,5	9,1	30,2	73,7	-39,3	*	0,0	0,0	34,4	39,3	0,0
Set	27	23,1	10,1	29,9	90,1	-62,5	*	0,0	0,0	27,6	62,5	0,0
Out	31	24,7	11,2	31,5	115,5	-83,6	*	0,0	0,0	31,9	83,6	0,0
Nov	28	25,3	11,6	31,1	122,3	-94,2	*	0,0	0,0	28,1	94,2	0,0
Dez	20	25,3	11,6	32,4	127,5	-107,1	*	0,0	0,0	20,4	107,1	0,0
Ano	526	23,9	128,0	*	1228,2	-701,4	*	0,0	0,0	526,8	701,4	0,0
Índice de aridez (Ia): 57,1				Índice de umidade (Iu): 0,0				Índice hídrico (Im): -34,8				

Tabela 2. Balanço hídrico climático para o município de Tacaratu/PE (Estação PE3883271; latitude: -9,10°, longitude: -38,15° e altitude: 550,0 m), considerando anos normais

Mês	P (mm)	T (°C)	I	Fj	ETp (mm)	P-ETp (mm)	NEG. ACU	ARM (mm)	ALT (mm)	ETr (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	63	25,3	11,6	32,2	126,7	-63,3	*	0,0	0,0	63,4	63,3	0,0
Fev	93	25,2	11,6	28,7	111,6	-18,3	*	0,0	0,0	93,3	18,3	0,0
Mar	105	24,9	11,4	31,2	117,1	-12,1	*	0,0	0,0	105,0	12,1	0,0
Abr	76	24,5	11,1	29,5	105,6	-28,7	*	0,0	0,0	76,9	28,7	0,0
Mai	81	23,3	10,3	29,9	92,4	-10,8	*	0,0	0,0	81,6	10,8	0,0
Jun	73	22,1	9,5	28,7	75,9	-2,1	*	0,0	0,0	73,8	2,1	0,0
Jul	59	21,2	8,9	29,8	69,8	-10,4	*	0,0	0,0	59,4	10,4	0,0
Ago	31	21,5	9,1	30,2	73,7	-41,9	*	0,0	0,0	31,8	41,9	0,0
Set	22	23,1	10,1	29,9	90,1	-68,1	*	0,0	0,0	22,0	68,1	0,0
Out	16	24,7	11,2	31,5	115,5	-98,9	*	0,0	0,0	16,6	98,9	0,0
Nov	39	25,3	11,6	31,1	122,3	-83,3	*	0,0	0,0	39,0	83,3	0,0
Dez	74	25,3	11,6	32,4	127,5	-53,3	*	0,0	0,0	74,2	53,3	0,0
Ano	737	23,9	128,0	*	1228,2	-491,2	*	0,0	0,0	737,0	491,2	0,0
Índice de aridez (Ia): 40,0				Índice de umidade (Iu): 0,0				Índice hídrico (Im): -24,4				

Tabela 3. Balanço hídrico climático para o município de Tacaratu/PE (Estação PE3883271; latitude: -9,10°, longitude: -38,15° e altitude: 550,0 m), considerando anos chuvosos

Mês	P (mm)	T (°C)	I	Fj	ETp (mm)	P-ETp (mm)	NEG. ACU	ARM (mm)	ALT (mm)	ETr (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	78	25,3	11,6	32,2	126,7	-47,8	-346,6	3,1	-1,9	80,8	45,9	0,0
Fev	77	25,2	11,6	28,7	111,6	-34,4	-381,0	2,2	-0,9	78,1	33,5	0,0
Mar	144	24,9	11,4	31,2	117,1	27,8	-120,4	30,0	27,8	117,1	0,0	0,0
Abr	141	24,5	11,1	29,5	105,6	36,2	-41,2	66,2	36,2	105,6	0,0	0,0
Mai	105	23,3	10,3	29,9	92,4	12,6	-23,8	78,8	12,6	92,4	0,0	0,0
Jun	91	22,1	9,5	28,7	75,9	15,1	-6,3	93,9	15,1	75,9	0,0	0,0
Jul	102	21,2	8,9	29,8	69,8	33,0	0,0	100,0	6,1	69,8	0,0	26,9
Ago	45	21,5	9,1	30,2	73,7	-28,4	-28,4	75,3	-24,7	70,0	3,7	0,0
Set	27	23,1	10,1	29,9	90,1	-62,7	-91,1	40,2	-35,1	62,5	27,6	0,0
Out	19	24,7	11,2	31,5	115,5	-96,1	-187,2	15,4	-24,8	44,2	71,3	0,0
Nov	38	25,3	11,6	31,1	122,3	-84,3	-271,5	6,6	-8,8	46,8	75,5	0,0
Dez	100	25,3	11,6	32,4	127,5	-27,3	-298,8	5,0	-1,6	101,8	25,7	0,0
Ano	971	23,9	128,0	*	1228,2	-256,3	*	516,7	0,0	945,0	283,2	26,9
Índice de aridez (Ia): 23,1				Índice de umidade (Iu): 2,2				Índice hídrico (Im): -11,9				

Tabela 4. Balanço hídrico climático para o município de Banzaê/BA (Estação BA4812378; latitude: -10,67°, longitude: -38,62° e altitude: 253,0 m), considerando anos secos

Mês	P (mm)	T (°C)	I	Fj	ETp (mm)	P-ETp (mm)	NEG. ACU	ARM (mm)	ALT (mm)	ETr (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	37	26,4	12,4	32,4	144,0	-106,4	*	0,0	0,0	37,6	106,4	0,0
Fev	48	26,6	12,6	28,8	132,5	-84,0	*	0,0	0,0	48,5	84,0	0,0
Mar	66	26,5	12,5	31,2	140,4	-74,0	*	0,0	0,0	66,4	74,0	0,0
Abr	81	25,5	11,8	29,4	117,1	-35,9	*	0,0	0,0	81,2	35,9	0,0
Mai	46	23,9	10,7	29,7	96,4	-50,1	*	0,0	0,0	46,3	50,1	0,0
Jun	53	22,7	9,9	28,4	78,3	-24,9	*	0,0	0,0	53,4	24,9	0,0
Jul	51	21,9	9,4	29,5	72,6	-21,6	*	0,0	0,0	51,0	21,6	0,0
Ago	34	22,1	9,5	30,1	76,2	-41,8	*	0,0	0,0	34,4	41,8	0,0
Set	27	23,4	10,3	29,9	90,7	-63,1	*	0,0	0,0	27,6	63,1	0,0
Out	31	25,1	11,5	31,6	119,7	-87,8	*	0,0	0,0	31,9	87,8	0,0
Nov	28	26,1	12,2	31,2	133,7	-105,6	*	0,0	0,0	28,1	105,6	0,0
Dez	20	26,1	12,2	32,6	139,7	-119,3	*	0,0	0,0	20,4	119,3	0,0
Ano	526	24,7	135	*	1341,3	-814,5	*	0,0	0,0	526,8	814,5	0,0
Índice de aridez (Ia): 58,0				Índice de umidade (Iu): 0,0				Índice hídrico (Im): -35,4				

Tabela 5. Balanço hídrico climático para o município de Banzaê/BA (Estação BA4812378; latitude: -10,67°, longitude: -38,62° e altitude: 253,0 m), considerando anos normais

Mês	P (mm)	T (°C)	I	Fj	ETp (mm)	P-ETp (mm)	NEG. ACU	ARM (mm)	ALT (mm)	ETr (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	63	26,4	12,4	32,4	144,0	-80,6	*	0,0	0,0	63,4	80,6	0,0
Fev	93	26,6	12,6	28,8	132,5	-39,2	*	0,0	0,0	93,3	39,2	0,0
Mar	105	26,5	12,5	31,2	140,4	-35,4	*	0,0	0,0	105,0	35,4	0,0
Abr	76	25,5	11,8	29,4	117,1	-40,2	*	0,0	0,0	76,9	40,2	0,0
Mai	81	23,9	10,7	29,7	96,4	-14,8	*	0,0	0,0	81,6	14,8	0,0
Jun	73	22,7	9,9	28,4	78,3	-4,5	*	0,0	0,0	73,8	4,5	0,0
Jul	59	21,9	9,4	29,5	72,6	-13,2	*	0,0	0,0	59,4	13,2	0,0
Ago	31	22,1	9,5	30,1	76,2	-44,4	*	0,0	0,0	31,8	44,4	0,0
Set	22	23,4	10,3	29,9	90,7	-68,7	*	0,0	0,0	22,0	68,7	0,0
Out	16	25,1	11,5	31,6	119,7	-103,1	*	0,0	0,0	16,6	103,1	0,0
Nov	39	26,1	12,2	31,2	133,7	-94,7	*	0,0	0,0	39,0	94,7	0,0
Dez	74	26,1	12,2	32,6	139,7	-65,5	*	0,0	0,0	74,2	65,5	0,0
Ano	737	24,7	135	*	1341,3	-604,3	*	0,0	0,0	737	604,3	0,0
Índice de aridez (Ia): 41,2				Índice de umidade (Iu): 0,0				Índice hídrico (Im): -25,1				

Tabela 6. Balanço hídrico climático para o município de Banzaê/BA (Estação BA4812378; latitude: -10,67°, longitude: -38,62° e altitude: 253,0 m), considerando anos chuvosos

Mês	P (mm)	T (°C)	I	Fj	ETp (mm)	P-ETp (mm)	NEG. ACU	ARM (mm)	ALT (mm)	ETr (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	78	26,4	12,4	32,4	144,0	-65,1	-415,1	1,6	-1,4	80,3	63,7	0,0
Fev	77	26,6	12,6	28,8	132,5	-55,3	-470,4	0,9	-0,7	77,9	54,6	0,0
Mar	144	26,5	12,5	31,2	140,4	4,5	-291,9	5,4	4,5	140,4	0,0	0,0
Abr	141	25,5	11,8	29,4	117,1	24,7	-120,1	30,1	24,7	117,1	0,0	0,0
Mai	105	23,9	10,7	29,7	96,4	8,6	-94,9	38,7	8,6	96,4	0,0	0,0
Jun	91	22,7	9,9	28,4	78,3	12,7	-66,6	51,4	12,7	78,3	0,0	0,0
Jul	102	21,9	9,4	29,5	72,6	30,2	-20,3	81,6	30,2	72,6	0,0	0,0
Ago	45	22,1	9,5	30,1	76,2	-30,9	-51,2	59,9	-21,7	67,0	9,2	0,0
Set	27	23,4	10,3	29,9	90,7	-63,3	-114,5	31,8	-28,1	55,5	35,2	0,0
Out	19	25,1	11,5	31,6	119,7	-100,3	-214,8	11,7	-20,1	39,5	80,2	0,0
Nov	38	26,1	12,2	31,2	133,7	-95,7	-310,5	4,5	-7,2	45,2	88,5	0,0
Dez	100	26,1	12,2	32,6	139,7	-39,5	-350,0	3,0	-1,5	101,7	38,0	0,0
Ano	971	24,7	135	*	1341,3	-369,4	*	320,6	0,0	971,9	369,4	0,0
Índice de aridez (Ia): 24,1					Índice de umidade (Iu): 1,6				Índice hídrico (Im): -13,1			

Tabela 7. Balanço hídrico climático para o município de Glória/BA (Estação BA3883234; latitude: -9,10°, longitude: -38,33° e altitude: 280,0 m), considerando anos secos

Mês	P (mm)	T (°C)	I	Fj	ETp (mm)	P-ETp (mm)	NEG. ACU	ARM (mm)	ALT (mm)	ETr (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	37	27,7	13,4	32,2	154,6	-116,9	*	0,0	0,0	37,6	116,9	0,0
Fev	48	27,9	13,5	28,7	140,6	-92,1	*	0,0	0,0	48,5	92,1	0,0
Mar	66	27,8	13,4	31,2	152,9	-86,5	*	0,0	0,0	66,4	86,5	0,0
Abr	81	26,5	12,5	29,5	132,8	-51,6	*	0,0	0,0	81,2	51,6	0,0
Mai	46	24,7	11,2	29,9	104,0	-57,7	*	0,0	0,0	46,3	57,7	0,0
Jun	53	23,3	10,3	28,7	81,3	-27,9	*	0,0	0,0	53,4	27,9	0,0
Jul	51	22,6	9,8	29,8	75,8	-24,8	*	0,0	0,0	51,0	24,8	0,0
Ago	34	23,0	10,1	30,2	81,7	-47,4	*	0,0	0,0	34,4	47,4	0,0
Set	27	24,6	11,2	29,9	102,6	-75,0	*	0,0	0,0	27,6	75,0	0,0
Out	31	26,7	12,6	31,5	144,9	-113,0	*	0,0	0,0	31,9	113,0	0,0
Nov	28	28,0	13,6	31,1	152,4	-124,3	*	0,0	0,0	28,1	124,3	0,0
Dez	20	27,7	13,4	32,4	155,5	-135,2	*	0,0	0,0	20,4	135,2	0,0
Ano	526	25,9	145,0	*	1479,1	-952,3	*	0,0	0,0	526,8	952,3	0,0
Índice de aridez (Ia): 64,4					Índice de umidade (Iu): 0,0				Índice hídrico (Im): -39,3			

Tabela 8. Balanço hídrico climático para o município de Glória/BA (Estação BA3883234; latitude: -9,10°, longitude: -38,33° e altitude: 280,0 m), considerando anos normais

Mês	P (mm)	T (°C)	I	Fj	ETp (mm)	P-ETp (mm)	NEG. ACU	ARM (mm)	ALT (mm)	ETr (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	63	27,7	13,4	32,2	154,6	-91,2	*	0,0	0,0	63,4	91,2	0,0
Fev	93	27,9	13,5	28,7	140,6	-47,3	*	0,0	0,0	93,3	47,3	0,0
Mar	105	27,8	13,4	31,2	152,9	-47,9	*	0,0	0,0	105,0	47,9	0,0
Abr	76	26,5	12,5	29,5	132,8	-55,9	*	0,0	0,0	76,9	55,9	0,0
Mai	81	24,7	11,2	29,9	104,0	-22,4	*	0,0	0,0	81,6	22,4	0,0
Jun	73	23,3	10,3	28,7	81,3	-7,5	*	0,0	0,0	73,8	7,5	0,0
Jul	59	22,6	9,8	29,8	75,8	-16,4	*	0,0	0,0	59,4	16,4	0,0
Ago	31	23,0	10,1	30,2	81,7	-49,9	*	0,0	0,0	31,8	49,9	0,0
Set	22	24,6	11,2	29,9	102,6	-80,6	*	0,0	0,0	22,0	80,6	0,0
Out	16	26,7	12,6	31,5	144,9	-128,3	*	0,0	0,0	16,6	128,3	0,0
Nov	39	28,0	13,6	31,1	152,4	-113,4	*	0,0	0,0	39,0	113,4	0,0
Dez	74	27,7	13,4	32,4	155,5	-81,3	*	0,0	0,0	74,2	81,3	0,0
Ano	737	25,9	145,0	*	1479,1	-742,1	*	0,0	0,0	737,1	742,1	0,0
Índice de aridez (Ia): 50,2				Índice de umidade (Iu): 0,0				Índice hídrico (Im): -30,6				

Tabela 9. Balanço hídrico climático para o município de Glória/BA (Estação BA3883234; latitude: -9,10°, longitude: -38,33° e altitude: 280,0 m), considerando anos chuvosos

Mês	P (mm)	T (°C)	I	Fj	ETp (mm)	P-ETp (mm)	NEG. ACU	ARM (mm)	ALT (mm)	ETr (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	78	27,7	13,4	32,2	154,6	-75,7	-558,2	0,4	-0,4	79,3	75,3	0,0
Fev	77	27,9	13,5	28,7	140,6	-63,4	-621,6	0,2	-0,2	77,4	63,2	0,0
Mar	144	27,8	13,4	31,2	152,9	-8,0	-629,6	0,2	0,0	144,9	8,0	0,0
Abr	141	26,5	12,5	29,5	132,8	9,0	-238,6	9,2	9,0	132,8	0,0	0,0
Mai	105	24,7	11,2	29,9	104,0	1,0	-228,3	10,2	1,0	104,0	0,0	0,0
Jun	91	23,3	10,3	28,7	81,3	9,7	-161,4	19,9	9,7	81,3	0,0	0,0
Jul	102	22,6	9,8	29,8	75,8	27,0	-75,7	46,9	27,0	75,8	0,0	0,0
Ago	45	23,0	10,1	30,2	81,7	-36,4	-112,1	32,6	-14,3	59,6	22,1	0,0
Set	27	24,6	11,2	29,9	102,6	-75,2	-187,3	15,4	-17,2	44,6	58,0	0,0
Out	19	26,7	12,6	31,5	144,9	-125,5	-312,8	4,4	-11,0	30,4	114,5	0,0
Nov	38	28,0	13,6	31,1	152,4	-114,4	-427,2	1,4	-3,0	41,0	111,4	0,0
Dez	100	27,7	13,4	32,4	155,5	-55,3	-482,5	0,8	-0,6	100,8	54,7	0,0
Ano	971	25,9	145,0	*	1479,1	-507,3	*	141,6	0,0	971,9	507,2	0,0
Índice de aridez (Ia): 34,3				Índice de umidade (Iu): 0,0				Índice hídrico (Im): -20,9				

Tabela 10. Balanço hídrico climático para o município de Rodelas/BA (Estação BA3872649; latitude: -8,83°, longitude: -38,77° e altitude: 270,0 m), considerando anos secos

Mês	P (mm)	T (°C)	I	Fj	ETp (mm)	P-ETp (mm)	NEG. ACU	ARM (mm)	ALT (mm)	ETr (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	37	28,4	13,9	32,2	161,0	-123,3	*	0,0	0,0	37,6	123,3	0,0
Fev	48	28,5	13,9	28,7	146,4	-97,9	*	0,0	0,0	48,5	97,9	0,0
Mar	66	28,5	13,9	31,1	158,6	-92,2	*	0,0	0,0	66,4	92,2	0,0
Abr	81	27,2	13,0	29,5	138,7	-57,5	*	0,0	0,0	81,2	57,5	0,0
Mai	46	25,3	11,6	30,0	111,3	-65,0	*	0,0	0,0	46,3	65,0	0,0
Jun	53	23,9	10,7	28,7	86,0	-32,6	*	0,0	0,0	53,4	32,6	0,0
Jul	51	23,2	10,2	29,8	79,9	-28,9	*	0,0	0,0	51,0	28,9	0,0
Ago	34	23,6	10,5	30,2	86,3	-51,9	*	0,0	0,0	34,4	51,9	0,0
Set	27	25,4	11,7	29,9	112,6	-85,0	*	0,0	0,0	27,6	85,0	0,0
Out	31	27,7	13,4	31,5	151,2	-119,3	*	0,0	0,0	31,9	119,3	0,0
Nov	28	28,9	14,2	31,0	161,2	-133,1	*	0,0	0,0	28,1	133,1	0,0
Dez	20	28,5	13,9	32,3	164,7	-144,3	*	0,0	0,0	20,4	144,3	0,0
Ano	526	26,6	150,9	*	1557,9	-1031,1	*	0,0	0,0	526,8	1031,1	0,0
Índice de aridez (Ia): 66,2				Índice de umidade (Iu): 0,0				Índice hídrico (Im): -40,4				

Tabela 11. Balanço hídrico climático para o município de Rodelas/BA (Estação BA3872649; latitude: -8,83°, longitude: -38,77° e altitude: 270,0 m), considerando anos normais

Mês	P (mm)	T (°C)	I	Fj	ETp (mm)	P-ETp (mm)	NEG. ACU	ARM (mm)	ALT (mm)	ETr (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	63	28,4	13,9	32,2	161,0	-97,6	*	0,0	0,0	63,4	97,6	0,0
Fev	93	28,5	13,9	28,7	146,4	-53,1	*	0,0	0,0	93,3	53,1	0,0
Mar	105	28,5	13,9	31,1	158,6	-53,6	*	0,0	0,0	105,0	53,6	0,0
Abr	76	27,2	13,0	29,5	138,7	-61,8	*	0,0	0,0	76,9	61,8	0,0
Mai	81	25,3	11,6	30,0	111,3	-29,7	*	0,0	0,0	81,6	29,7	0,0
Jun	73	23,9	10,7	28,7	86,0	-12,2	*	0,0	0,0	73,8	12,2	0,0
Jul	59	23,2	10,2	29,8	79,9	-20,5	*	0,0	0,0	59,4	20,5	0,0
Ago	31	23,6	10,5	30,2	86,3	-54,5	*	0,0	0,0	31,8	54,5	0,0
Set	22	25,4	11,7	29,9	112,6	-90,6	*	0,0	0,0	22,0	90,6	0,0
Out	16	27,7	13,4	31,5	151,2	-134,6	*	0,0	0,0	16,6	134,6	0,0
Nov	39	28,9	14,2	31,0	161,2	-122,2	*	0,0	0,0	39,0	122,2	0,0
Dez	74	28,5	13,9	32,3	164,7	-90,5	*	0,0	0,0	74,2	90,5	0,0
Ano	737	26,6	150,9	*	1557,9	-820,9	*	0,0	0,0	737,1	820,9	0,0
Índice de aridez (Ia): 52,7				Índice de umidade (Iu): 0,0				Índice hídrico (Im): -32,1				

Tabela 12. Balanço hídrico climático para o município de Rodelas/BA (Estação BA3872649; latitude: -8,83°, longitude: -38,77° e altitude: 270,0 m), considerando anos chuvosos

Mês	P (mm)	T (°C)	I	Fj	ETp (mm)	P-ETp (mm)	NEG. ACU	ARM (mm)	ALT (mm)	ETr (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	78	28,4	13,9	32,2	161,0	-82,1	-645,2	0,2	-0,2	79,1	81,9	0,0
Fev	77	28,5	13,9	28,7	146,4	-69,2	-714,4	0,1	-0,1	77,3	69,1	0,0
Mar	144	28,5	13,9	31,1	158,6	-13,7	-728,1	0,1	0,0	144,9	13,7	0,0
Abr	141	27,2	13,0	29,5	138,7	3,1	-344,2	3,2	3,1	138,7	0,0	0,0
Mai	105	25,3	11,6	30,0	111,3	-6,3	-350,5	3,0	-0,2	105,2	6,1	0,0
Jun	91	23,9	10,7	28,7	86,0	5,0	-252,6	8,0	5,0	86,0	0,0	0,0
Jul	102	23,2	10,2	29,8	79,9	22,9	-117,4	30,9	22,9	79,9	0,0	0,0
Ago	45	23,6	10,5	30,2	86,3	-41,0	-158,4	20,5	-10,4	55,7	30,6	0,0
Set	27	25,4	11,7	29,9	112,6	-85,2	-243,6	8,8	-11,7	39,1	73,5	0,0
Out	19	27,7	13,4	31,5	151,2	-131,8	-375,4	2,3	-6,5	25,9	125,3	0,0
Nov	38	28,9	14,2	31,0	161,2	-123,2	-498,6	0,7	-1,6	39,6	121,6	0,0
Dez	100	28,5	13,9	32,3	164,7	-64,5	-563,1	0,4	-0,3	100,5	64,2	0,0
Ano	971	26,6	150,9	*	1557,9	-586,1	*	78,2	0,0	971,9	586,0	0,0
Índice de aridez (Ia): 37,6				Índice de umidade (Iu): 0,0				Índice hídrico (Im): -22,9				

Tabela 13. Balanço hídrico climático para o município de Abaré/BA (Estação BA3871252; latitude: -8,62°, longitude: -39,25° e altitude: 300,0 m), considerando anos secos

Mês	P (mm)	T (°C)	I	Fj	ETp (mm)	P-ETp (mm)	NEG. ACU	ARM (mm)	ALT (mm)	ETr (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	37	28,6	14,0	32,2	164,2	-126,6	*	0,0	0,0	37,6	126,6	0,0
Fev	48	28,8	14,2	28,6	148,7	-100,2	*	0,0	0,0	48,5	100,2	0,0
Mar	66	28,6	14,0	31,1	158,6	-92,2	*	0,0	0,0	66,4	92,2	0,0
Abr	81	27,4	13,1	29,5	141,6	-60,4	*	0,0	0,0	81,2	60,4	0,0
Mai	46	25,5	11,8	30,0	113,6	-67,3	*	0,0	0,0	46,3	67,3	0,0
Jun	53	24,1	10,8	28,8	87,8	-34,4	*	0,0	0,0	53,4	34,4	0,0
Jul	51	23,4	10,3	29,8	81,1	-30,1	*	0,0	0,0	51,0	30,1	0,0
Ago	34	23,9	10,7	30,3	89,4	-55,0	*	0,0	0,0	34,4	55,0	0,0
Set	27	25,8	12,0	29,9	118,5	-90,9	*	0,0	0,0	27,6	90,9	0,0
Out	31	28,2	13,7	31,5	157,5	-125,6	*	0,0	0,0	31,9	125,6	0,0
Nov	28	29,4	14,6	31,0	164,3	-136,2	*	0,0	0,0	28,1	136,2	0,0
Dez	20	28,7	14,1	32,3	164,7	-144,3	*	0,0	0,0	20,4	144,3	0,0
Ano	526	26,9	153,3	*	1590	-1063,2	*	0,0	0,0	526,8	1063,2	0,0
Índice de aridez (Ia): 66,9				Índice de umidade (Iu): 0,0				Índice hídrico (Im): -40,8				

Tabela 14. Balanço hídrico climático para o município de Abaré/BA (Estação BA3871252; latitude: -8,62°, longitude: -39,25° e altitude: 300,0 m), considerando anos normais

Mês	P (mm)	T (°C)	I	Fj	ETp (mm)	P-ETp (mm)	NEG. ACU	ARM (mm)	ALT (mm)	ETr (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	63	28,6	14,0	32,2	164,2	-100,8	*	0,0	0,0	63,4	100,8	0,0
Fev	93	28,8	14,2	28,6	148,7	-55,4	*	0,0	0,0	93,3	55,4	0,0
Mar	105	28,6	14,0	31,1	158,6	-53,6	*	0,0	0,0	105	53,6	0,0
Abr	76	27,4	13,1	29,5	141,6	-64,7	*	0,0	0,0	76,9	64,7	0,0
Mai	81	25,5	11,8	30,0	113,6	-32,0	*	0,0	0,0	81,6	32,0	0,0
Jun	73	24,1	10,8	28,8	87,8	-14,0	*	0,0	0,0	73,8	14,0	0,0
Jul	59	23,4	10,3	29,8	81,1	-21,7	*	0,0	0,0	59,4	21,7	0,0
Ago	31	23,9	10,7	30,3	89,4	-57,6	*	0,0	0,0	31,8	57,6	0,0
Set	22	25,8	12,0	29,9	118,5	-96,5	*	0,0	0,0	22,0	96,5	0,0
Out	16	28,2	13,7	31,5	157,5	-140,9	*	0,0	0,0	16,6	140,9	0,0
Nov	39	29,4	14,6	31,0	164,3	-125,3	*	0,0	0,0	39,0	125,3	0,0
Dez	74	28,7	14,1	32,3	164,7	-90,5	*	0,0	0,0	74,2	90,5	0,0
Ano	737	26,9	153,3	*	1590	-853	*	0,0	0,0	737	853	0,0
Índice de aridez (Ia): 53,6				Índice de umidade (Iu): 0,0				Índice hídrico (Im): -32,7				

Tabela 15. Balanço hídrico climático para o município de Abaré/BA (Estação BA3871252; latitude: -8,62°, longitude: -39,25° e altitude: 300,0 m), considerando anos chuvosos

Mês	P (mm)	T (°C)	I	Fj	ETp (mm)	P-ETp (mm)	NEG. ACU	ARM (mm)	ALT (mm)	ETr (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	78	28,6	14,0	32,2	164,2	-85,3	-687,6	0,1	-0,1	79,0	85,2	0,0
Fev	77	28,8	14,2	28,6	148,7	-71,5	-759,1	0,1	0,0	77,2	71,5	0,0
Mar	144	28,6	14,0	31,1	158,6	-13,7	-772,8	0,0	-0,1	145,0	13,6	0,0
Abr	141	27,4	13,1	29,5	141,6	0,2	-621,5	0,2	0,2	141,6	0,0	0,0
Mai	105	25,5	11,8	30,0	113,6	-8,6	-630,1	0,2	0,0	105,0	8,6	0,0
Jun	91	24,1	10,8	28,8	87,8	3,2	-338,1	3,4	3,2	87,8	0,0	0,0
Jul	102	23,4	10,3	29,8	81,1	21,7	-138,2	25,1	21,7	81,1	0,0	0,0
Ago	45	23,9	10,7	30,3	89,4	-44,1	-182,3	16,2	-8,9	54,2	35,2	0,0
Set	27	25,8	12,0	29,9	118,5	-91,1	-273,4	6,5	-9,7	37,1	81,4	0,0
Out	19	28,2	13,7	31,5	157,5	-138,1	-411,5	1,6	-4,9	24,3	133,2	0,0
Nov	38	29,4	14,6	31,0	164,3	-126,3	-537,8	0,5	-1,1	39,1	125,2	0,0
Dez	100	28,7	14,1	32,3	164,7	-64,5	-602,3	0,2	-0,3	100,5	64,2	0,0
Ano	971	26,9	153,3	*	1590	-618,1	*	54,1	0,0	971,9	618,1	0,0
Índice de aridez (Ia): 38,9				Índice de umidade (Iu): 0,0				Índice hídrico (Im): -23,7				

ALBUQUERQUE, F. da S.

As superfícies entre as coordenadas geográficas da grande área previamente selecionada, na qual estão inseridas as TI's estudadas, foram analisadas. Devido à complexidade das classes de aptidões climáticas das culturas em estudo, as quais ponderam um grande número de condições a serem atendidas em uma única classe, foram utilizadas as funções condicionais SE, SE E e SE OU, além de suas formas aninhadas, recursos de fórmulas oferecidos pelo software Microsoft Excel versão 2013, para definir cada classe de aptidão conforme a situação climatológica, fazendo-se os ajustes metodológicos necessários quanto à definição da classe de aptidão.

De posse dos dados dos balanços climáticos das estações analisadas da área de estudo foram confeccionadas as cartas precipitação pluviométrica média anual, temperatura do ar média anual, déficit hídrico anual, excesso hídrico anual, evapotranspiração potencial média anual, índice hídrico anual em cada cenário de precipitação (seco, normal e chuvoso), além do zoneamento agroclimático para as culturas agrícolas de importância para as comunidades indígenas do semiárido nordestino, com base nos dados dos municípios supracitados, foram elaboradas pelo método de interpolação por Krigagem. Este se trata de um método de interpolação não linear que consiste na aplicação da Krigagem ordinária sobre uma variável transformada, ou seja, a variável resultante da aplicação de uma função indicadora dicotômica, conforme Castro et al. (2010), e geradas no programa computacional Surfer versão 8.01 (Golden Software, 2002).

Para todas as culturas estudadas neste trabalho, considerou-se que o plantio ocorreu no mês de março, independente da previsão meteorológica em relação ao regime de chuvas (seco, normal ou chuvoso) para determinado ano agrícola.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Cartas Climáticas

Foram obtidas as cartas com os dados da precipitação pluviométrica média anual, temperatura média anual, déficit hídrico anual, excesso hídrico anual, evapotranspiração potencial média anual, índice hídrico anual em cada cenário de precipitação (seco, normal e chuvoso). Na Figura 8 observa-se a carta da temperatura média anual para a área que compreende as T.I.'s estudadas.

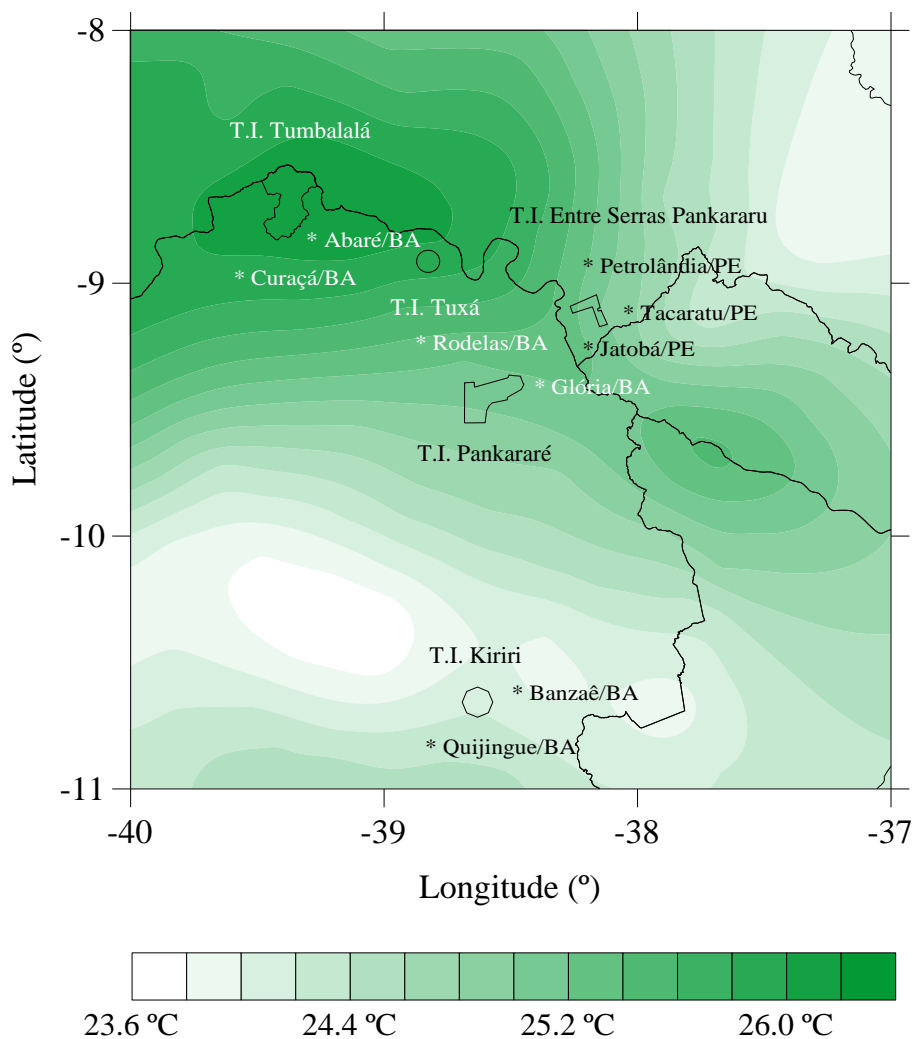


Figura 8. Carta da temperatura média anual para o período de 1911 - 1990

Na Figura 8 percebe-se que as maiores temperaturas médias do ar ocorrem na região que compreende as T.I.'s Tumbalalá e Tuxá (Sertão do São Francisco) e as menores temperaturas médias ocorrem na região norte do estado da Bahia; a ocorrência das menores temperaturas nesta região é devido à presença de serras, planaltos e chapadas, cuja afirmação pode ser esclarecida por Pereira et al. (2007), quando citam que a diminuição da temperatura é consequência da rarefação do ar e diminuição da pressão atmosférica, ocasionadas com o aumento da altitude (em média, há decréscimo de 0,6°C a cada 100 m de elevação). Possas et al. (2012), em trabalho para mapear áreas com aptidões agroclimáticas para o cultivo do pinhão-mansão no estado de Pernambuco, verificaram que as maiores faixas de temperatura média do ar se situam ao redor da mesorregião do Sertão do São Francisco.

Na Figura 9 pode-se verificar a carta da precipitação média anual para toda a área de estudo; identifica-se que as T.I.'s Entre Serras Pankararu e Kiriri estão próximas a locais com elevada precipitação média anual, enquanto que as demais T.I.'s localizam-se em áreas com

ALBUQUERQUE, F. da S.

baixa precipitação média anual, principalmente em locais que se aproximam do Sertão do São Francisco. Da mesma forma, Possas et al. (2012) também verificaram que as menores observações de precipitação encontravam-se na mesorregião do Sertão do São Francisco. As médias dos totais anuais de precipitação pluviométrica observadas nos cenários seco, normal e chuvoso foram 526; 737 e 971 mm, respectivamente.

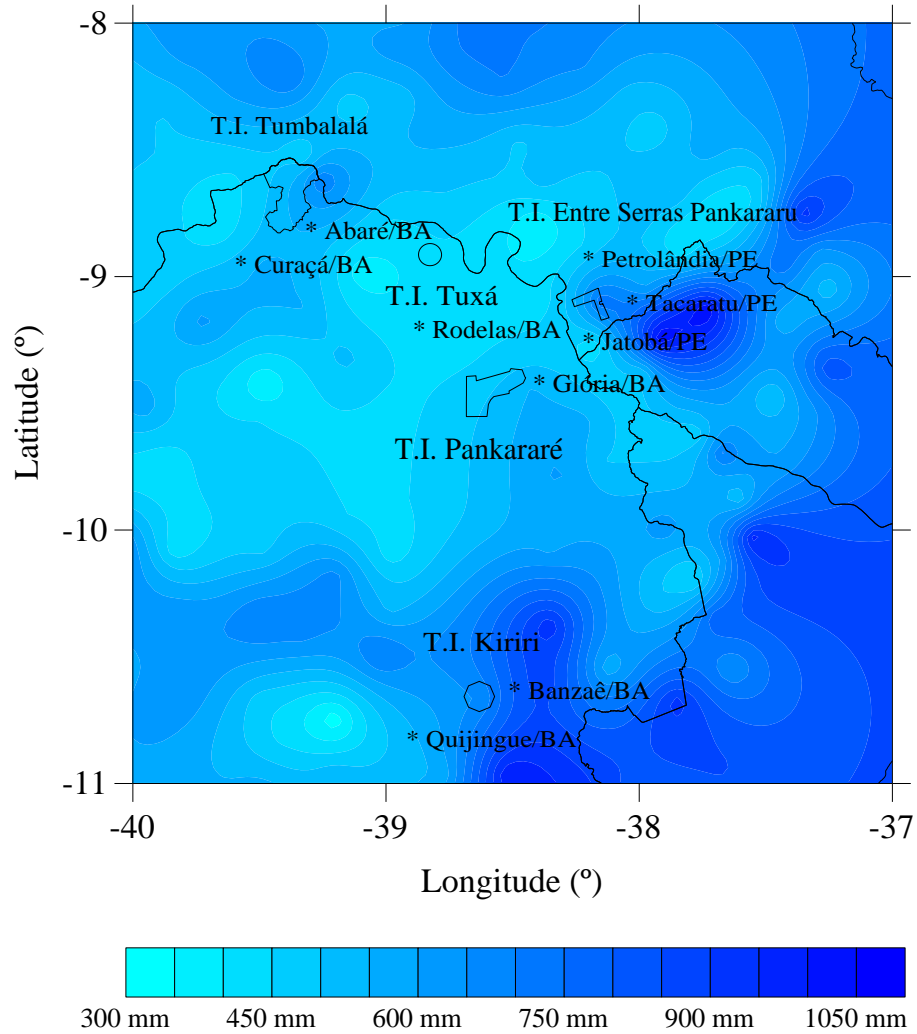


Figura 9. Carta da precipitação média anual para o período de 1963 - 1990

Na Figura 10 observa-se a espacialização da evapotranspiração potencial média acumulada (dados anuais) para a área de estudo, obtida pelo método de Thornthwaite (1948), com isolinhas estabelecidas de 40 a 40 mm.

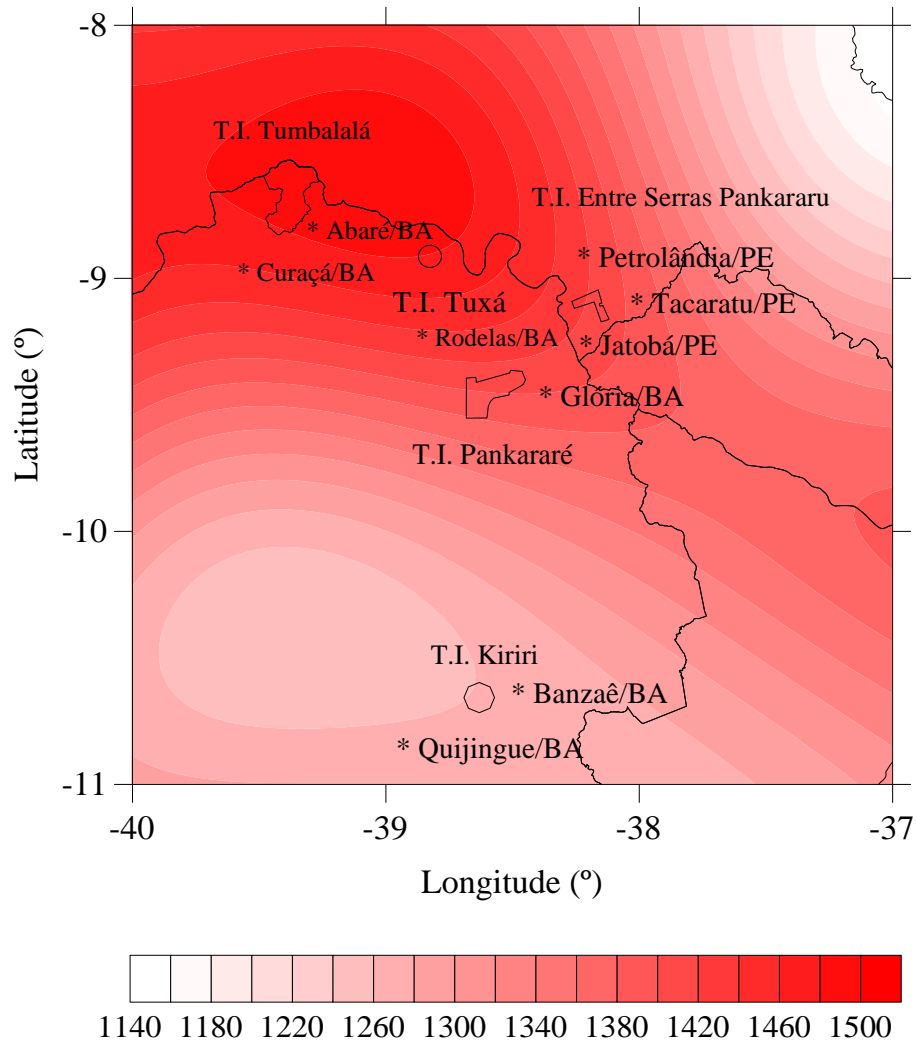


Figura 10. Carta da evapotranspiração potencial média anual (mm) para o período de 1963 - 1990

Na Figura 10, observa-se que as maiores evapotranspirações ocorrem na região do Sertão do São Francisco, e as menores, em regiões montanhosas. De acordo com Pereira et al. (2007), o efeito combinado de temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento determina a demanda atmosférica por vapor d'água, intrínseco de cada região.

Nas Figuras 11 e 12 estão apresentados os mapas do déficit e do excesso hídricos anuais, respectivamente, determinados a partir do balanço hídrico de Thornthwaite (1948), para 100 mm de capacidade de água disponível. Percebe-se que os maiores déficits hídricos ocorrem na região que compreende as T.I.'s Tumbalalá e Tuxá (Municípios de Abaré/BA-Curaçá/BA e Rodelas/BA), localizadas no Sertão do São Francisco; as demais T.I.'s localizam em regiões com menores déficits hídricos (Municípios de Banzaê/BA, Glória/BA, Jatobá/PE, Petrolândia/PE e Tacaratu/PE) em relação à região citada anteriormente.

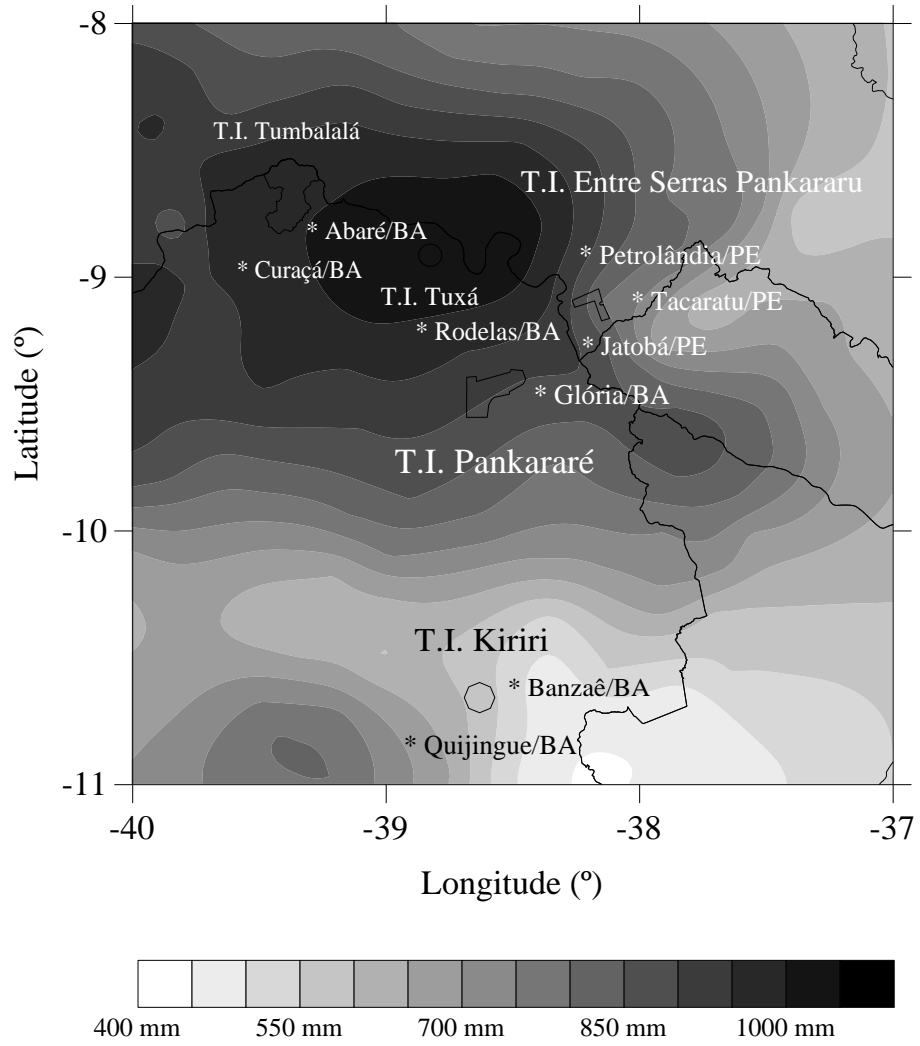


Figura 11. Carta do déficit hídrico anual para o período de 1963 - 1990

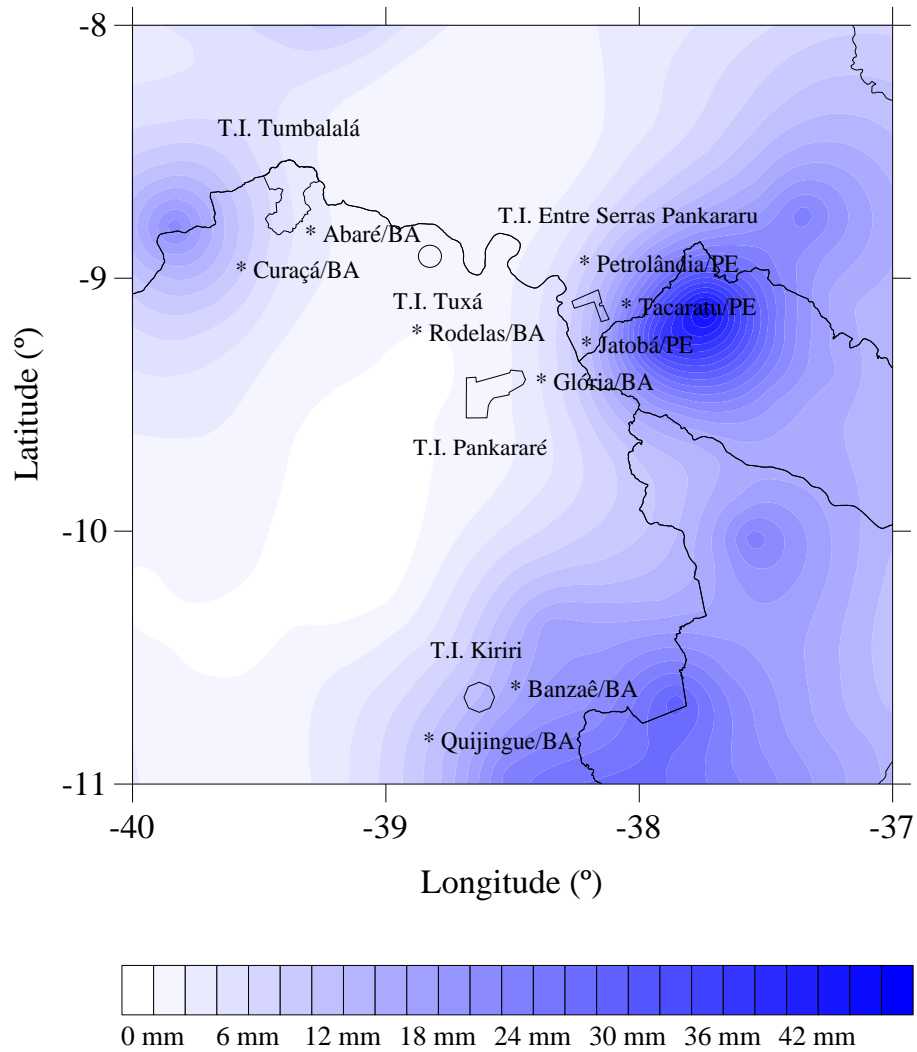


Figura 12. Carta do excesso hídrico anual para o período de 1963 - 1990

Em relação ao excesso hídrico, percebe-se uma extensa área no centro da figura com excedente hídrico nulo, abrangendo as T.I.'s Pankararé e Tuxá; para as demais T.I.'s, o excesso é um pouco maior em relação à região anterior.

Segundo Pereira et al. (2007), a disponibilidade hídrica depende do balanço entre a precipitação e evapotranspiração, sendo esta última dependente das condições da superfície (tipo de cobertura, tipo de solo) e da demanda atmosférica (temperatura, umidade do ar e velocidade do vento). A variação do déficit hídrico, como do excesso hídrico, consente o planejamento das atividades agrícolas de uma região.

Nas Figuras 13, 14 e 15 estão apresentados os mapas do índice hídrico anual (I_m) para os cenários seco, normal e chuvoso, respectivamente, obtidos conforme Ometto (1981).

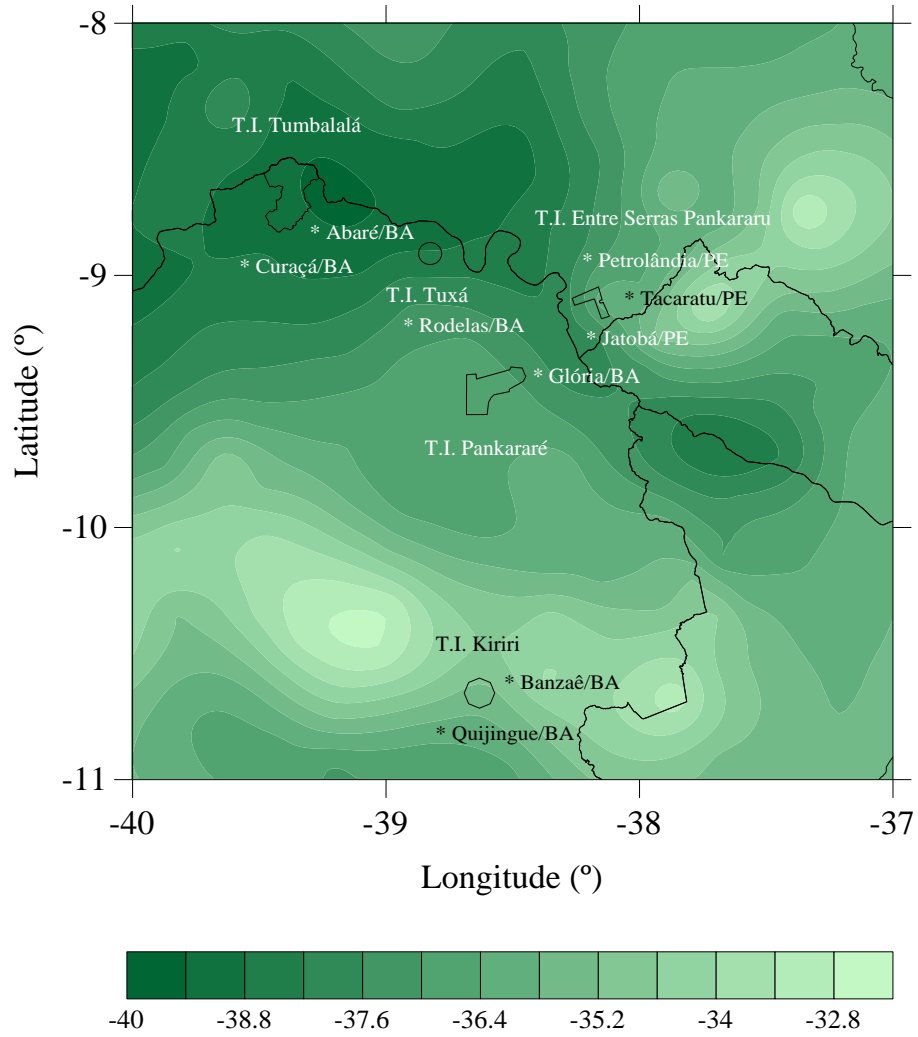


Figura 13. Carta do índice hídrico anual (Im) para o cenário seco, no período 1963 - 1990

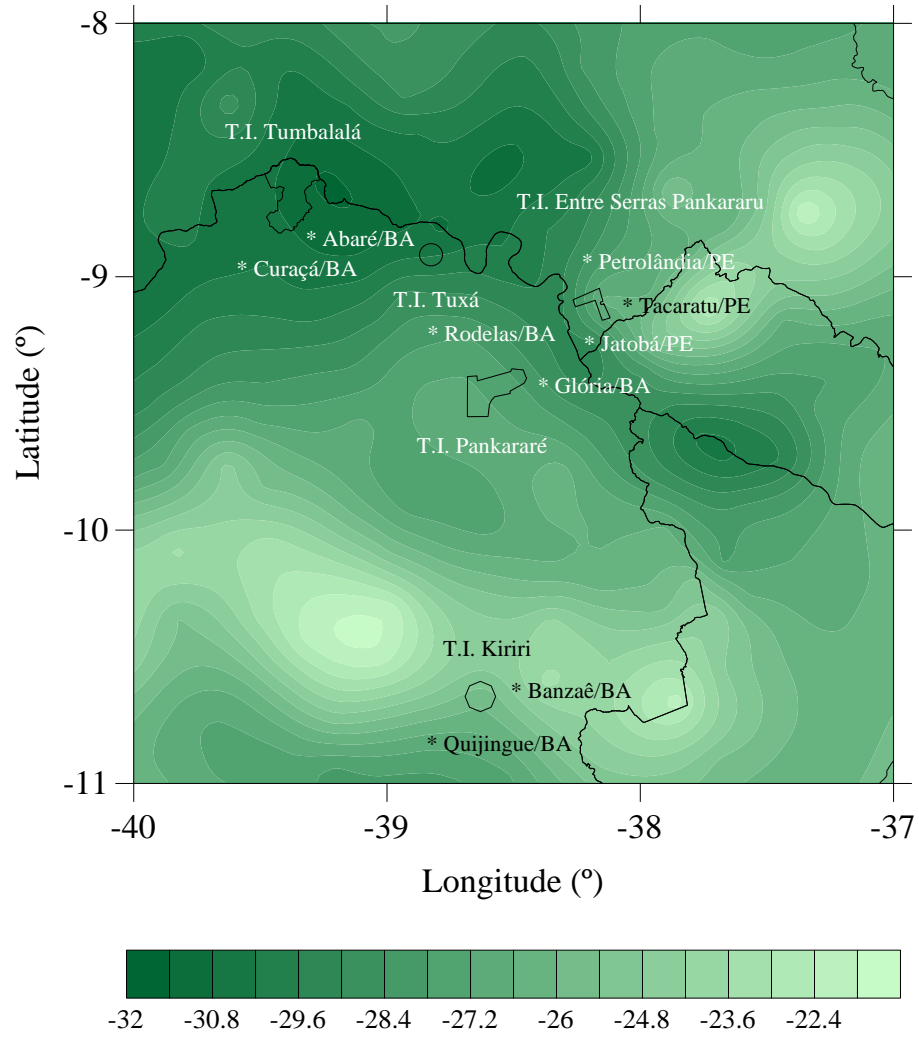


Figura 14. Carta do índice hídrico anual (Im) para o cenário normal, no período 1963 - 1990

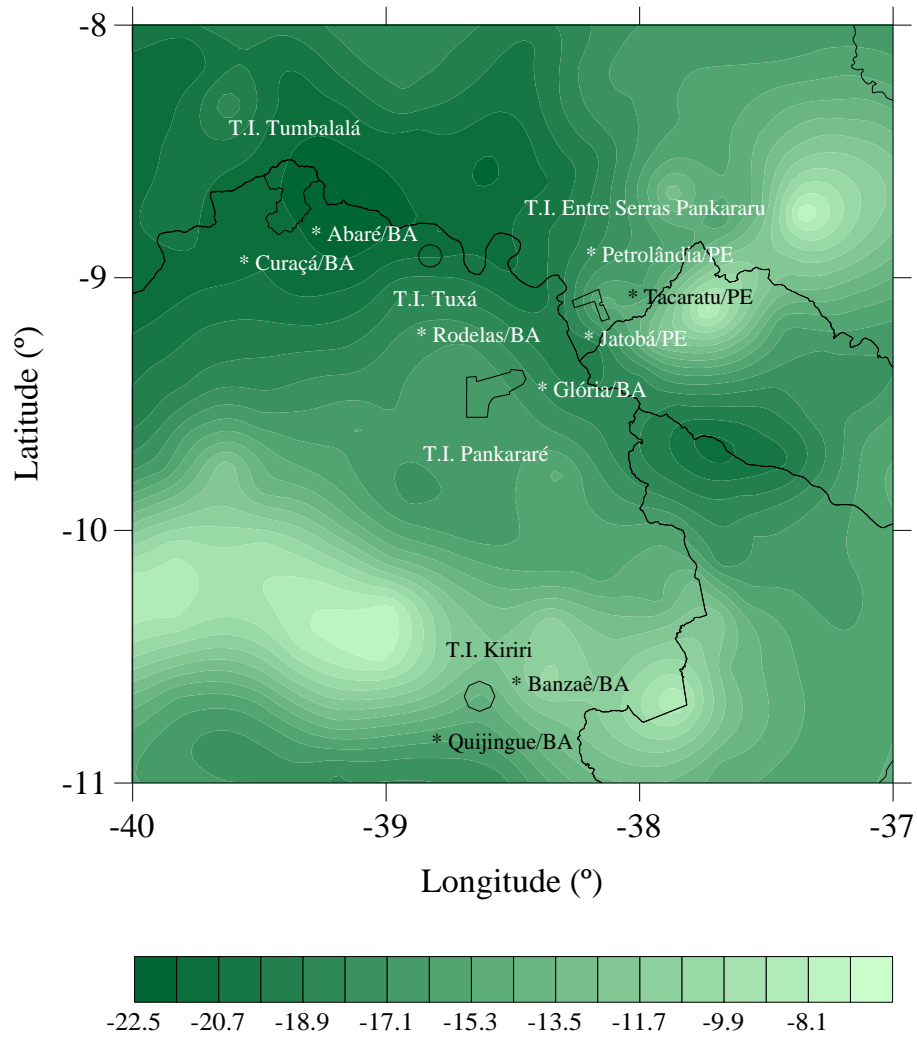


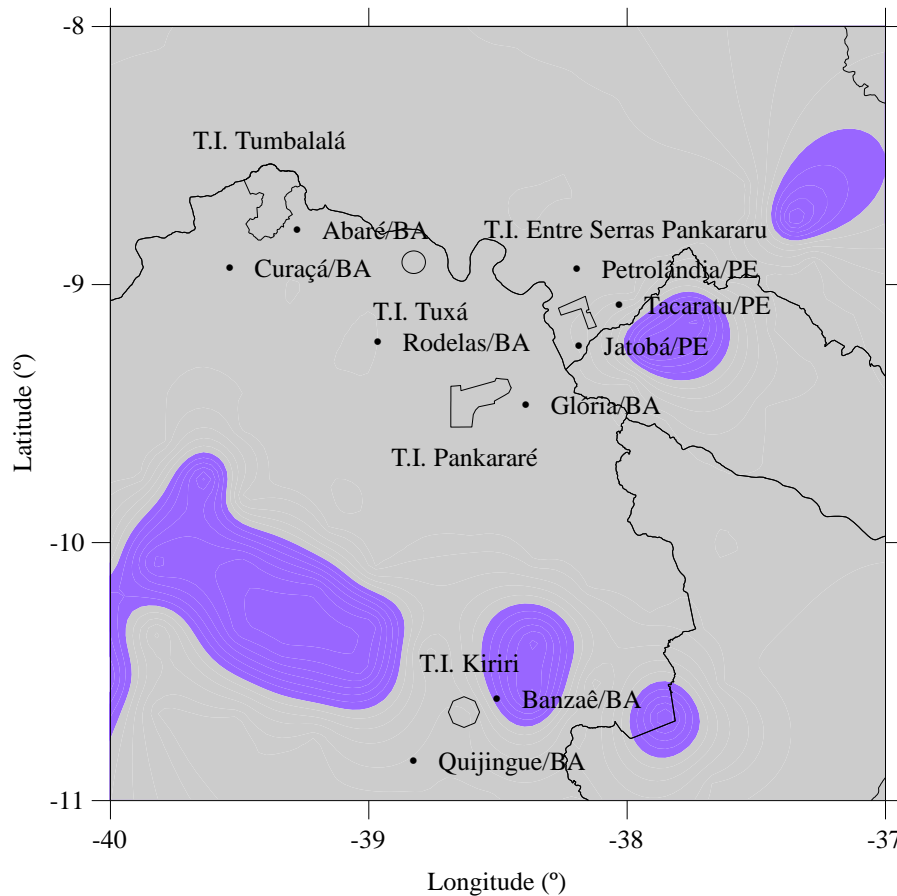
Figura 15. Carta do índice hídrico anual (I_m) para o cenário chuvoso, no período 1963 - 1990

Considerando o cenário seco, o I_m apresentou uma variação de -30,4 a -42,4; para o cenário normal (regular), a variação do I_m foi de -18,6 a -35,4; no caso do cenário chuvoso, o I_m variou de -2,1 a -27,5. Estes dados de índice hídrico anual, considerando os cenários seco e normal, se apresentaram bem próximos da faixa de I_m utilizados para classificação dos tipos climáticos, segundo Thornthwaite, a qual situa entre -20 e -40, tipo climático D (semiárido), ao contrário dos dados de I_m para o cenário chuvoso, que configurou um tipo climático seco e subúmido (C_1), conforme Ometto (1981). Fazendo-se uma análise dos cenários pluviométricos, em ambos, observou-se que as T.I.'s Tumbalalá e Tuxá encontram-se em uma região que possui os menores índices hídricos (mais negativos), enquanto que as demais T.I.'s localizam-se em áreas com maiores índices hídricos (menos negativos) em relação as citadas anteriormente.

Viabilidade climática para as culturas do feijão-caupi, da mandioca e do milho

Cultura do feijão-caupi

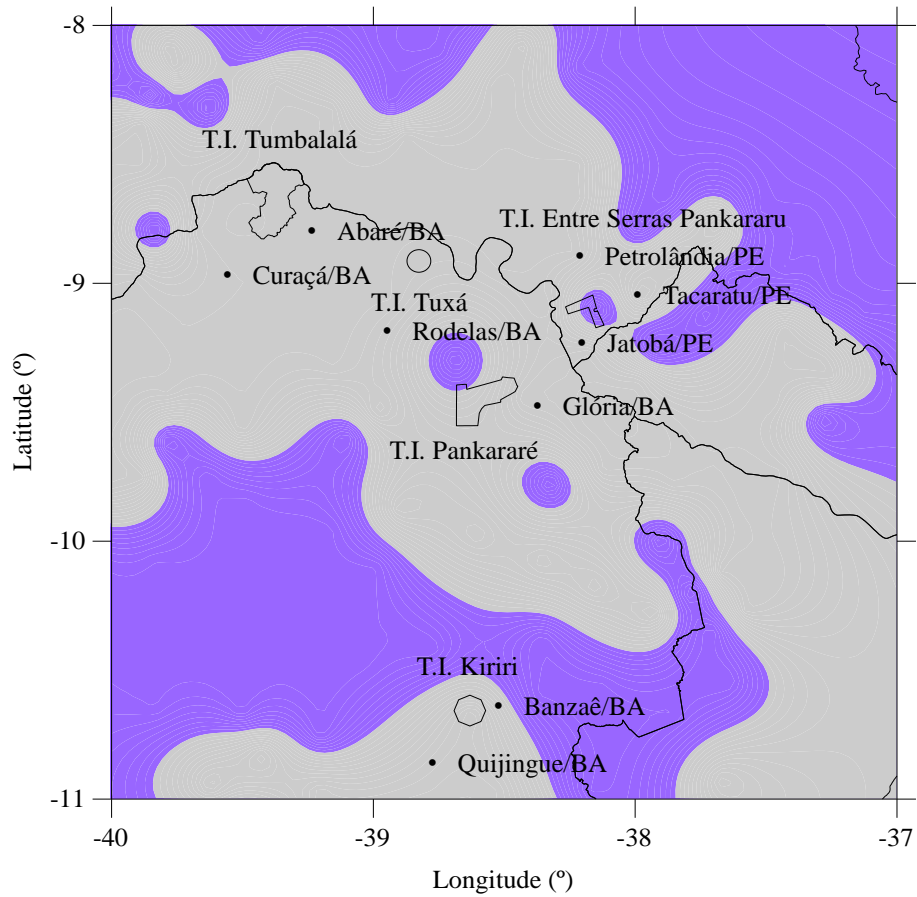
Nas Figuras 16, 17 e 18 estão apresentados os mapas do zoneamento de aptidão climática da cultura do feijão-caupi (*V. unguiculata* (L.) Walp.) para os diferentes cenários na área, compreendida entre os estados de Alagoas, Bahia, Pernambuco e Sergipe, na qual se localizam as T.I.'s Entre Serras de Pankararu, Kiriri, Pankararé, Tuxá e Tumbalalá.



CLASSES DE APTIDÃO CLIMÁTICA

- 2. APTIDÃO RESTRITA a MODERADA ($P_4/ETp_4 \geq 0,75$), período chuvoso mais ou menos longo, prejudicando a secagem e colheita dos grãos.
- 6. INAPTIDÃO CLIMÁTICA ($DEF_1 > 0$ mm e/ou $DEF_{2\text{ ou }3} \geq 40$ mm) por carência hídrica acentuada.

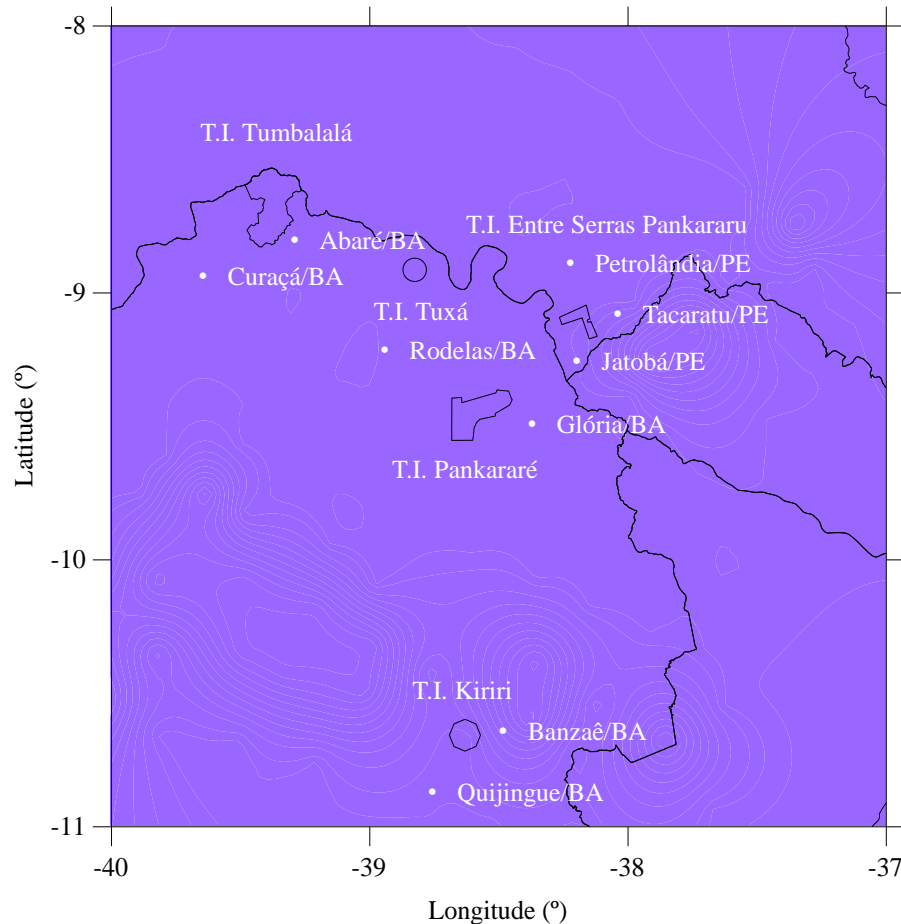
Figura 16. Aptidão climática para a cultura do feijoeiro-caupi, levando em consideração o cenário seco



CLASSES DE APTIDÃO CLIMÁTICA

- 2. APTIDÃO RESTRITA a MODERADA ($P_4/ETp_4 \geq 0,75$), período chuvoso mais ou menos longo, prejudicando a secagem e colheita dos grãos.
- 6. INAPTIDÃO CLIMÁTICA ($DEF_1 > 0$ mm e/ou $DEF_{2\text{ ou }3} \geq 40$ mm) por carência hídrica acentuada.

Figura 17. Aptidão climática para a cultura do feijoeiro-caupi, levando em consideração o cenário normal



CLASSE DE APTIDÃO CLIMÁTICA

2. APTIDÃO RESTRITA a MODERADA ($P_4/ETp_4 \geq 0,75$), período chuvoso mais ou menos longo, prejudicando a secagem e colheita dos grãos.

Figura 18. Aptidão climática para a cultura do feijoeiro-caupi, levando em consideração o cenário chuvoso

No cenário seco, todas as áreas correspondentes a cada T.I.'s apresentaram inaptidão climática por carência hídrica acentuada. Analisando este cenário, verifica-se que Varejão-Silva & Barros (2002) também verificaram que a área do Sertão do São Francisco foi classificada como inapta ao cultivo do feijão-caupi; No cenário normal, grande parte da T.I. Entre Serras de Pankararu, localizada mais ao sudeste, e uma pequena parte ao norte da T.I. Pankararé, apresentaram aptidão restrita ou moderada devido ao excesso hídrico na época da colheita, enquanto que as áreas que compreendem as demais T.I.'s apresentaram deficiência hídrica acentuada, também corroborando as observações de Varejão-Silva & Barros (2002). Já no cenário chuvoso, todas as áreas foram classificadas também com aptidão restrita apresentando um excedente hídrico na época de colheita. Desta vez, este resultado foi

ALBUQUERQUE, F. da S.

contrário ao que Varejão-Silva & Barros (2002), quando estes autores observaram diversas classes de aptidão climática para o feijão-caupi no Sertão do São Francisco.

De acordo com as exigências hídricas da cultura do feijão-caupi, das 169 localidades analisadas na área de estudo, foram observadas as seguintes distribuições das localidades em função das classes de aptidão, conforme o cenário de precipitação (Tabela 16):

Tabela 16. Distribuição das localidades em função das classes de aptidão, conforme o cenário de precipitação, para a cultura do feijão-caupi

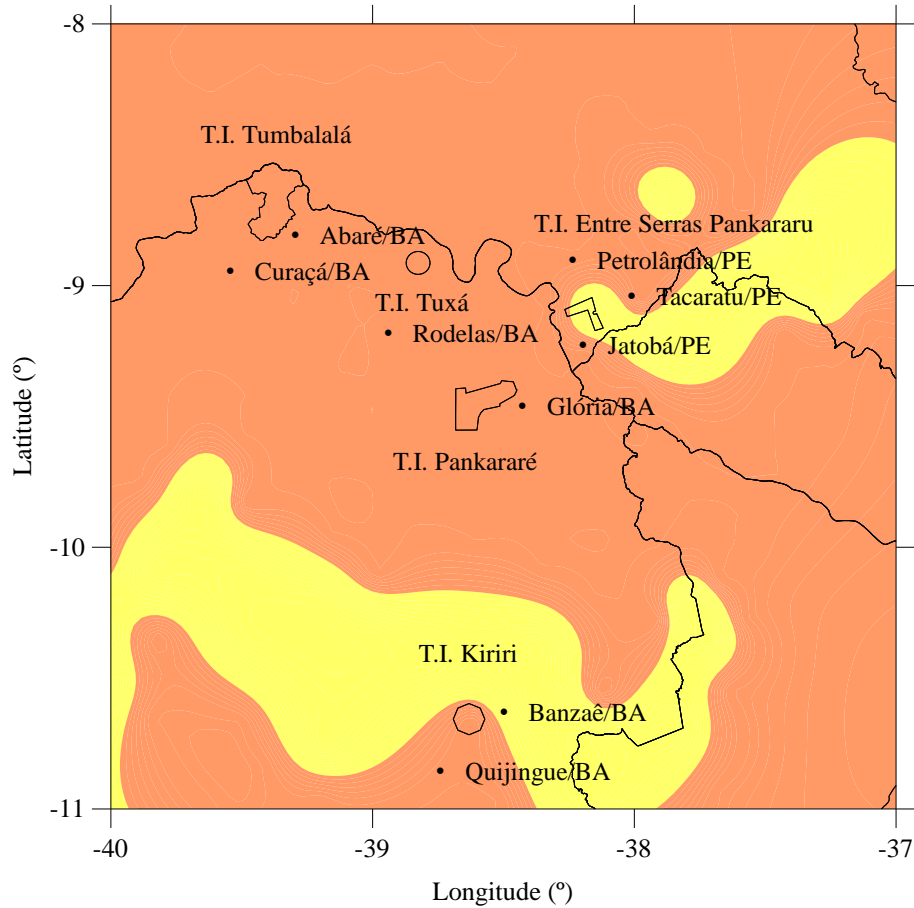
Cenários	Classes de aptidão	
	2	6
Seco	17	152
Normal	76	93
Chuvoso	169	-

De maneira semelhante, Silva et al. (2010), estudando os efeitos do aquecimento global na agricultura sobre o feijão-caupi de sequeiro no Nordeste do Brasil, em resposta às preocupações recentes sobre o aumento da temperatura do ar assumidas por força dos futuros cenários de mudança climática, concluíram que, futuramente, como o clima será mais quente do que o atual, possivelmente levará a níveis mais elevados de evapotranspiração, resultando na necessidade de plantio de cultivares mais adequadas a uma estação de crescimento mais curta e um clima mais quente; tais resultados sugerem que o aquecimento global levará a uma redução na área agrícola plantada com feijão-caupi no Nordeste do Brasil, o que levaria à redução na produção de grãos, sendo recomendado o plantio de variedades de feijão-caupi mais adequadas às condições de alta temperatura.

Tal fato também é confirmado por Campos et al. (2010), que, em estudo para identificar os riscos climáticos associados ao cultivo do feijão-caupi de sequeiro nas microrregiões do estado da Paraíba, de acordo com os cenários de aumento de temperatura do ar propostos pelo IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), concluíram que o aumento da temperatura do ar de 3 e 6°C reduzirá consideravelmente as áreas favoráveis ao cultivo do feijão-caupi naquele Estado, nas próximas décadas.

Cultura da mandioca

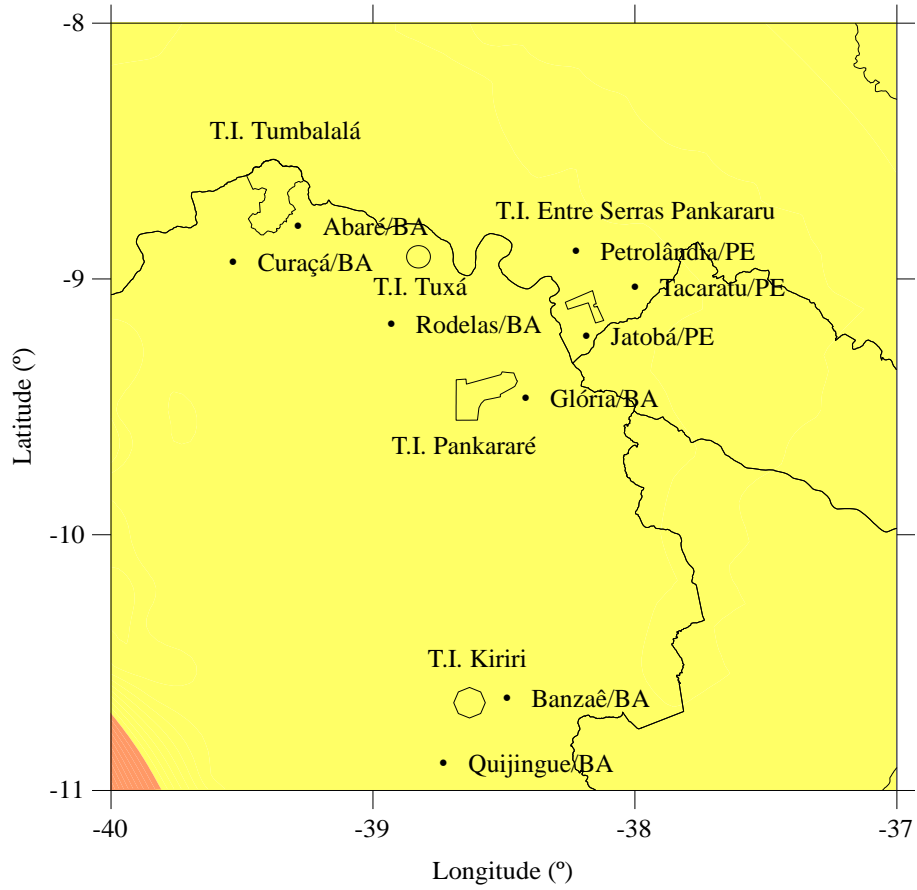
Nas Figuras 19, 20 e 21 é possível observar a área do zoneamento de aptidão climática da cultura da mandioca (*M. esculenta* Crantz), sob diferentes cenários, na área onde localizam-se as T.I.'s Entre Serras de Pankararu, Kiriri, Pankararé, Tuxá e Tumbalalá.



CLASSES DE APTIDÃO CLIMÁTICA

- 3. APTIDÃO MODERADA ($-35 < Im \leq -10$), ocorrência de pequena deficiência hídrica que afeta a produtividade.
- 4. APTIDÃO RESTRITA ($-45 < Im \leq 35$), ocorrência de deficiência hídrica severa.

Figura 19. Aptidão climática para a cultura da mandioca, levando em consideração o cenário seco

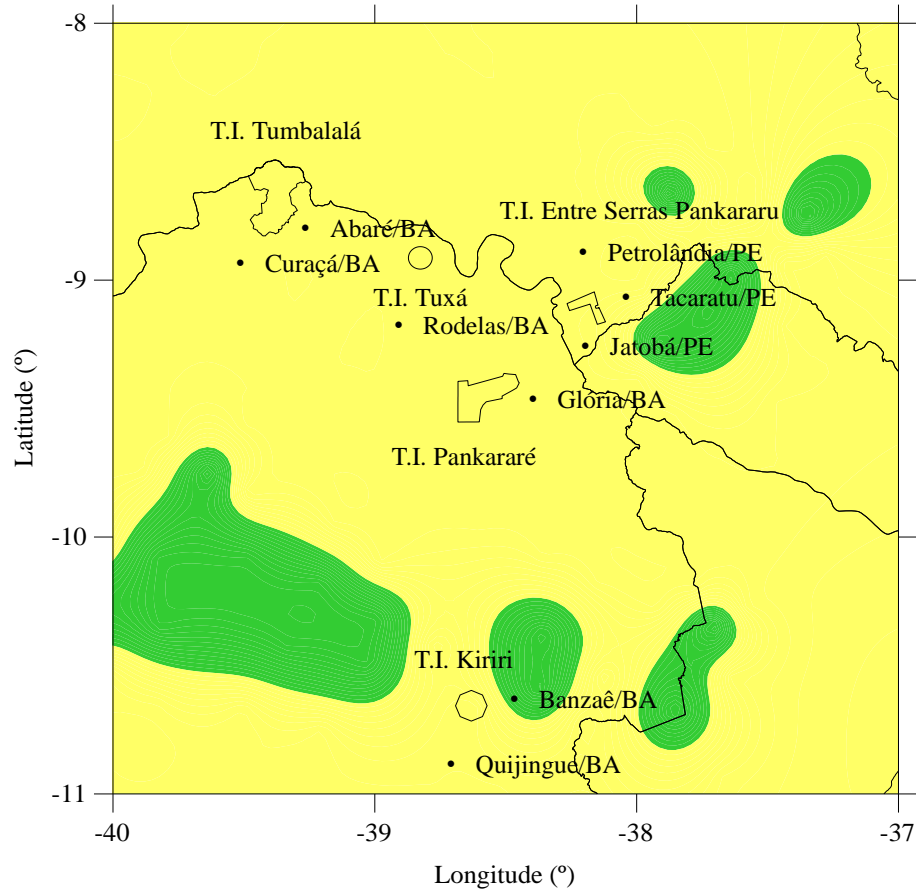


CLASSES DE APTIDÃO CLIMÁTICA

- 3. APTIDÃO MODERADA ($-35 < Im \leq -10$), ocorrência de pequena deficiência hídrica que afeta a produtividade.

- 4. APTIDÃO RESTRITA ($-45 < Im \leq 35$), ocorrência de deficiência hídrica severa.

Figura 20. Aptidão climática para a cultura da mandioca, levando em consideração o cenário normal



CLASSES DE APTIDÃO CLIMÁTICA

- 2. APTIDÃO PLENA ($-10 < Im < 50$), não ocorrendo limitações climáticas.
- 3. APTIDÃO MODERADA ($-35 < Im \leq -10$), ocorrência de pequena deficiência hídrica que afeta a produtividade.

Figura 21. Aptidão climática para a cultura da mandioca, levando em consideração o cenário chuvoso

Analisando o cenário seco, observa-se que, na sua totalidade, apenas a área correspondente a T.I. Entre Serras de Pankararu apresentou aptidão moderada, ocorrendo pequena deficiência hídrica que certamente afeta a produtividade; as áreas correspondentes às demais T.I.'s apresentaram aptidão restrita, com grande deficiência hídrica. Em relação aos cenários normal e chuvoso, em ambos os casos, todas as áreas também foram classificadas com aptidão moderada. Todavia, no cenário normal, foi observado uma pequena mancha, fora das áreas de abrangência das T.I.'s, que apresentou grande deficiência hídrica, enquanto que, no cenário chuvoso, observaram-se áreas, fora da abrangência das T.I.'s, sem limitações

ALBUQUERQUE, F. da S.

climáticas para a cultura, corroborando, neste caso, os resultados obtidos por Varejão-Silva & Barros (2002), que, ao elaborarem o zoneamento de aptidão climática para o estado de Pernambuco nos cenários seco, normal e chuvoso, também observaram o Sertão do São Francisco apresentado-se quase inteiramente na faixa moderadamente apta por pequena deficiência hídrica. Já nos cenários seco e normal, estes autores encontraram extensas áreas, na área correspondente ao Sertão do São Francisco, classificadas como inaptas climaticamente e com aptidão restrita (ocorrência de deficiência hídrica severa).

De acordo com Cardoso et al. (2009), a mandioca necessita de bom suprimento hídrico nos primeiros cinco meses após o plantio, período que ocorre às fases de enraizamento e tuberização (enchimento da raiz), quando a sua produtividade é severamente afetada pelo déficit hídrico. Após desse período, a importância do déficit hídrico é reduzida, afetando significativamente menos a produtividade potencial da cultura. De maneira simplista (depende do clima, solo e planta), pode-se afirmar que a produção será elevada, ainda no primeiro ano de cultivo, havendo bom suprimento hídrico nos primeiros cinco meses de desenvolvimento da cultura, significando suprimento adequado em período anual igual ou superior a 05 meses, sem haver limitações térmicas.

A variável excedente hídrico no solo, também afeta o bom desenvolvimento da cultura e reduz a expectativa de produção potencial. A mesma está relacionada ao aumento das chances de apodrecimento de raízes e outros problemas fitossanitários, dificuldade para colheita e redução do período adequado para plantio. Os problemas são agravados para grande parte da região de interesse, pois os excedentes hídricos coincidem com períodos de inverno (elevada umidade relativa, temperaturas amenas e menor insolação). O plantio de mandioca em locais com problemas de encharcamento de solo pelo excedente hídrico elevado, ainda pode ser agravado em função da textura do solo (maior percentual de argila e/ou silte) e dos problemas ligados à presença de camada coesa, limitando o desenvolvimento das plantas (Cardoso et al., 2009).

Para locais onde são elevados os índices de excedente hídrico, é necessário manejo diferenciado visando minimizar o problema, muitas vezes de difícil solução, como a adoção de plantios em camalhões e manejo do solo que facilitem a drenagem do terreno, são alternativas de práticas agrícolas recomendáveis e dependentes do tipo de solo da localidade. A escolha das variedades mais tolerantes ao excesso hídrico é muito importante (Cardoso et al., 2009).

ALBUQUERQUE, F. da S.

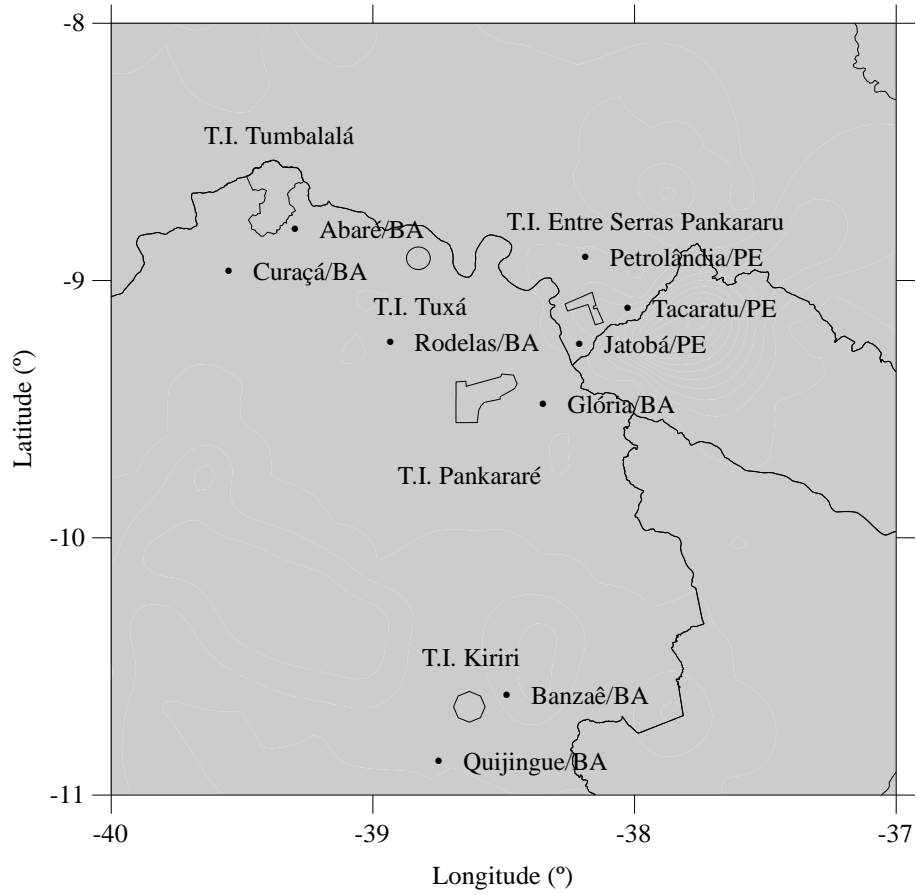
Na Tabela 17 é possível verificar as distribuições das localidades em função das classes de aptidão, conforme o cenário de precipitação, de acordo com as exigências hídricas da cultura da mandioca, das 169 localidades analisadas na área de estudo.

Tabela 17. Distribuição das localidades em função das classes de aptidão, conforme o cenário de precipitação, para a cultura da mandioca

Cenários	Classes de aptidão		
	2	3	4
Seco	-	32	137
Normal	-	168	01
Chuvoso	20	149	-

Cultura do milho

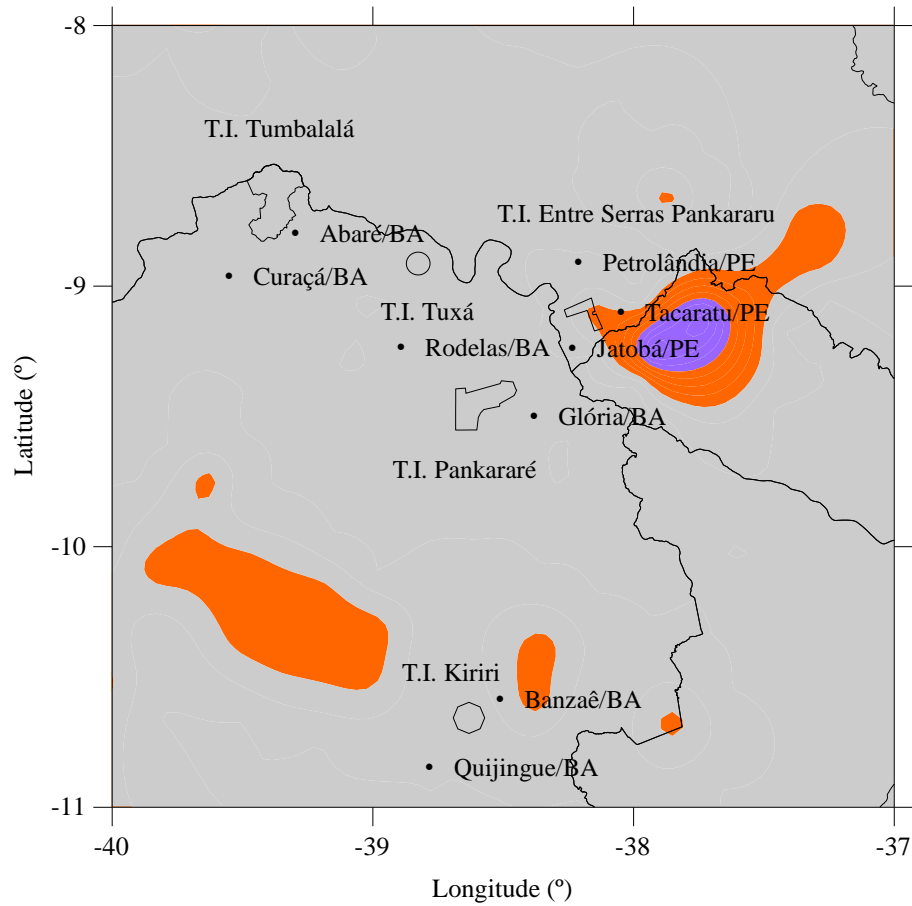
Nas Figuras 22, 23 e 24 estão apresentados os mapas dos zoneamentos agroclimáticos para a cultura do milho (*Z. mays* L.), para os diferentes cenários, construídos para as áreas que abrangem as T.I.'s estudadas, que correspondem aos estados de Alagoas, Bahia, Pernambuco e Sergipe.



CLASSE DE APTIDÃO CLIMÁTICA

6. INAPTIDÃO CLIMÁTICA ($DEF_i \geq 5$ mm; $DEF_k \geq 20$ mm) por insuficiência hídrica.

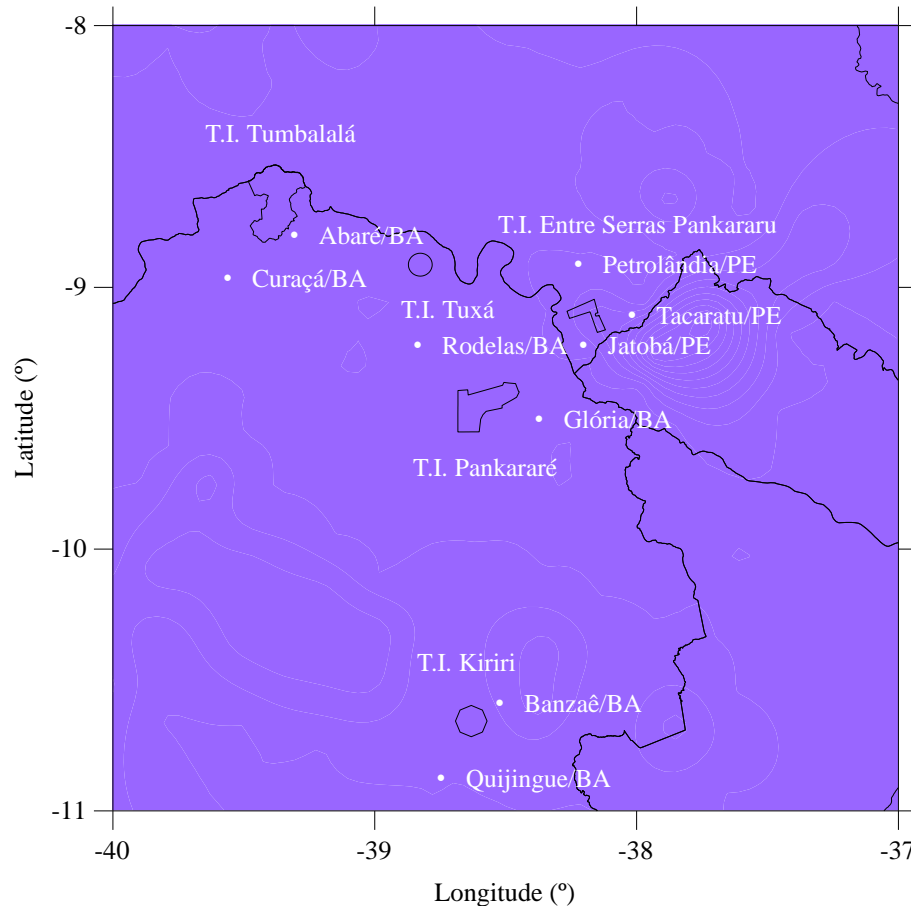
Figura 22. Aptidão climática para a cultura do milho, levando em consideração o cenário seco



CLASSES DE APTIDÃO CLIMÁTICA

- 2. APTIDÃO RESTRITA a MODERADA ($P_4/ETp_4 \geq 1$), período chuvoso mais ou menos longo, prejudicando a secagem e colheita de grãos.
- 5. APTIDÃO RESTRITA ($DEF_i < 5$ mm; $DEF_k < 20$ mm e $P_4/ETp < 1$) por acentuada deficiência hídrica.
- 6. INAPTIDÃO CLIMÁTICA ($DEF_i \geq 5$ mm; $DEF_k \geq 20$ mm) por insuficiência hídrica.

Figura 23. Aptidão climática para a cultura do milho, levando em consideração o cenário normal



CLASSE DE APTIDÃO CLIMÁTICA

2. APTIDÃO RESTRITA a MODERADA ($P_4/ETp_4 \geq 1$), período chuvoso mais ou menos longo, prejudicando a secagem e colheita de grãos.

Figura 24. Aptidão climática para a cultura do milho, levando em consideração o cenário chuvoso

A análise das cartas revela que, no cenário seco, todas as áreas apresentaram inaptidão climática por insuficiência hídrica ($DEF_i \geq 5,0$ mm e $DEF_k \geq 20$ mm). No cenário regular, uma parte da área da T.I. Entre Serras de Pankararu, localizada mais ao sudeste, apresentou aptidão restrita por acentuada deficiência hídrica, quando o 4º mês foi relativamente seco ($P_4/ETp_4 < 1$). Por sua vez, analisando o cenário chuvoso, observa-se um período chuvoso muito longo, com demasiada umidade que prejudica a secagem dos grãos e consequentemente sua colheita, que ocorre no 4º mês após o plantio. Estas observações são semelhantes aos resultados de Varejão-Silva & Barros (2002) no tocante aos cenários seco e normal, quando encontraram grandes áreas classificadas como inaptas climaticamente para o cultivo do milho,

ALBUQUERQUE, F. da S.

enquanto que, para o cenário chuvoso, diversas classes de aptidão climática na região que compreende o Sertão do São Francisco.

Varejão-Silva & Barros (2002) citam que, em parte das áreas com período chuvoso relativamente longo, o cultivo do milho seria possível se o plantio fosse realizado tardiamente, de modo que a maturação, a secagem e a subsequente colheita ocorressem em uma época bastante seca; notadamente, os agricultores continuam plantando no solo seco, de modo que a germinação ocorra logo após as primeiras chuvas.

Pela Tabela 18 é possível observar as distribuições das localidades em função das classes de aptidão, conforme o cenário de precipitação, e de acordo com as exigências hídricas da cultura do milho, das 169 localidades analisadas na área de estudo.

Tabela 18. Distribuição das localidades em função das classes de aptidão, conforme o cenário de precipitação, para a cultura do milho

Cenários	Classes de aptidão		
	2	5	6
Seco	-	-	169
Normal	03	20	146
Chuvoso	169	-	-

De maneira semelhante, Kandari et al. (2013), em estudo para analisar as características biofísicas e aptidão das terras na Regência de Buton, Indonésia, para o cultivo de milho, verificaram que a área de estudo possuía vários níveis de características, fisiografia e uso da terra, além de a precipitação anual ser geralmente baixa, clima classificado como seco (precipitação anual média menor que 2.000 mm), distribuída em três zonas agroclimatológicas. Além disso, observaram que houve área limitada de potencial de sequeiro para cultivo e desenvolvimento do milho na Regência de Buton, cerca de 509,60 ha (ou 0,64%) de área marginal apta para o cultivo deste cereal.

Em situações de impossibilidade do cultivo do feijão-caupi, da mandioca e do milho, no regime de sequeiro, nas regiões do semiárido baiano e pernambucano estudadas, podem ser cultivadas, como alternativa, variedades de ciclo curto daquelas espécies consideradas, bem como espécies tolerantes à seca, tais como o milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) e o sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), ambos usados na alimentação humana e animal.

CONCLUSÕES

1. O mapeamento dos déficits e excessos hídricos climatológicos, e do índice hídrico anual, permite delimitar as zonas com diferentes aptidões agroclimáticas para o cultivo do feijão-caupi e do milho, e da mandioca, respectivamente, em regiões do semiárido nordestino brasileiro.
2. No cenário seco, todas as áreas das reservas indígenas apresentaram inaptidão climática por carência hídrica acentuada para a cultura do feijão; para a cultura da mandioca, apenas a área correspondente a T.I. Entre Serras de Pankararu apresentou aptidão moderada, enquanto que nas demais T.I.'s apresentaram aptidão restrita, com grande deficiência hídrica; em relação ao milho, todas as áreas apresentaram inaptidão climática por insuficiência hídrica.
3. No cenário normal, grande parte da T.I. Entre Serras de Pankararu, localizada mais ao sudeste, e uma pequena parte ao norte da T.I. Pankararé, apresentaram aptidão restrita ou moderada devido ao excesso hídrico na época da colheita do feijão-caupi, enquanto que as áreas que compreendem as demais T.I.'s apresentaram deficiência hídrica acentuada; no caso da cultura da mandioca, todas as áreas também foram classificadas com aptidão moderada; para a cultura do milho, uma parte da área da T.I. Entre Serras de Pankararu, localizada mais ao sudeste, apresentou aptidão restrita por acentuada deficiência hídrica.
4. No cenário chuvoso, todas as áreas foram classificadas também com aptidão restrita apresentando um excedente hídrico na época de colheita do feijão-caupi; em relação à cultura da mandioca, todas as áreas também foram classificadas com aptidão moderada; por sua vez, para o milho, e em todas as áreas, foi observado um período chuvoso muito longo.

LITERATURA CITADA

ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; BARROS, A. H. C., SILVA, C. O.; FREIRE FILHO, F. R. Zoneamento de risco climático para a cultura do feijão-caupi no Estado do Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v.38, n.1, p.109-117, 2007.

ALBUQUERQUE, F. da S.

BURNEY, J.; CESANO, D.; RUSSELL, J.; La ROVERE, E. L.; CORRAL, T.; COELHO, N. S.; SANTOS, L. Climate change adaptation strategies for smallholder farmers in the Brazilian Sertão. **Climatic Change**, v.126, p.45-59, 2014.

CAMPOS, J. H. B. da C.; SILVA, M. T.; SILVA, V. de P. R. da. Impacto do aquecimento global no cultivo do feijão-caupi, no Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.4, p.396-404, 2010.

CASTRO, F. da S.; PEZZOPANE, J. E. M.; CECÍLIO, R. A.; PEZZOPANE, J. R. M.; XAVIER, A. C. Avaliação de desempenho dos diferentes métodos de interpoladores para parâmetros do balanço hídrico climatológico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.8, p.871-880, 2010.

CARDOSO, C. E. L.; SILVA, J. da; PEREIRA, J. C.; FERREIRA FILHO, J. R.; COELHO FILHO, M. A.; SILVA, T. S. M. da; FUKUDA, W. **Zoneamento agrícola e diagnóstico do sistema de produção para a cultura da mandioca em municípios de microrregiões baianas visando atendimento à indústria de amido**. Relatório Técnico, Cruz das Almas, Estado da Bahia, 2009. 85p.

CHAGAS, C. das.; CARVALHO JUNIOR, W. de; PEREIRA, N. R.; FERNANDES FILHO, E. I. Aplicação de um sistema automatizado (ALES - Automated Land Evaluation System) na avaliação das terras das microrregiões de Chapecó e Xanxerê, Oeste Catarinense, para o cultivo de grãos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, n.3, 2006.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1994. 306p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33).

FUNDAÇÃO NACIONAL DO ÍNDIO – FUNAI. **Shape Terra Indígena**. Disponível em: <<http://www.funai.gov.br/index.php/shape>>. Acesso em: 02 de jan. 2014.

GOLDEN SOFTWARE INC. **Surfer. Surface Mapping System**, Version 8.01. Golden Software. 2002. CD-ROM.

ALBUQUERQUE, F. da S.

KANDARI, A. M.; BAJA, S.; ALA, A.; KAIMUDDIN. Agroecological zoning and land suitability assessment for maize (*Zea mays* L.) development in Buton regency, Indonesia. **Agriculture, Forestry and Fisheries**, v.2, n.6, p.202-211, 2013.

KROL, M. S.; BRONSTERT, A. Regional integrated modelling of climate change impacts on natural resources and resource usage in semi-arid Northeast Brazil. **Environmental Modelling & Software**, v.22, n.2, p.256-268, 2007.

MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. 2.ed. Fortaleza: Printcolor, 2012. 413p.

MENEZES, H. E. A.; BRITO, J. I. B. de; SANTOS, C. A. C. dos; SILVA, L. L. da. A relação entre a temperatura da superfície dos oceanos tropicais e a duração dos veranicos no Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.23, n.2, p.152-161, 2008.

NUNES, E. L.; AMORIM, R. C. F.; SOUZA, W. G.; RIBEIRO, A.; SENNA, M. C. A.; LEAL, B. G. Zoneamento agroclimático da cultura do café para a Bacia do Rio Doce. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.22, n.3, p.297-302, 2007.

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 440p.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Meteorologia Agrícola**. ESALQ: Piracicaba, 2007. 202p. Disponível em: <http://www.leb.esalq.usp.br/aulas/lce306/MeteorAgricola_Apostila2007.pdf>. Acesso em: 13 out. 2014.

POSSAS, J. M. C.; CORREA, M. M.; MOURA, G. B. de A.; LOPES, P. M. O.; CALDAS, A. M.; FONTES JÚNIOR, R. V. de P. Zoneamento agroclimático para a cultura do pinhão-manso no Estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.9, p.993–998, 2012.

Quantum GIS. **QGIS User Guide: Release 2.0 - QGIS Project**. 2014. Disponível em: <http://docs.qgis.org/2.0/pdf/pt_PT/QGIS-2.0-UserGuide-pt_PT.pdf>. 277p. Acesso em: 26 mar. 2015.

ALBUQUERQUE, F. da S.

SENTELHAS, P. C.; MONTEIRO, J. E. B. de A. **Agrometeorologia dos cultivos**. In: MONTEIRO, J. E. B. de A. (Organizador). *Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola*. 1.ed. Brasília: INMET, 2009. Parte I - Introdução, p.3-12.

SILVA, V. de P. R.; CAMPOS, J. H. B. C.; SILVA, M.T.; AZEVEDO, P. V. Impact of global warming on cowpea bean cultivation in northeastern Brazil. **Agricultural Water Management**, v.97, n.11, p.1760-1768, 2010.

SILVA, A. O. da; SILVA, A. P. N. da; MOURA, G. B. de A.; LOPES, P. M. O.; MEDEIROS, S. R. R. de. Zoneamento agroclimático da pitangueira para três cenários distintos de precipitação pluvial em Pernambuco. **Revista Caatinga**, v.24, n.1, p.104-115, 2011.

SILVA, K. R. da; CECÍLIO, R. A.; XAVIER, A. C.; PEZZOPANE, J. R. M.; GARCIA, G. de O. Zoneamento edafoclimático para a cultura da seringueira no Espírito Santo. **Irriga**, v.18, n.1, p.1-12, 2013.

SIMÕES, A. F.; KLIGERMAN, D. C.; La ROVERE, E. L. Enhancing adaptive capacity to climate change: the case of smallholder farmers in the Brazilian semi-arid region. **Environmental Science & Policy**, v.13, n.8, p. 801-808, 2010.

THORNTHWAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate. **Geographical Review**, v.38, n.1, p.55-94, 1948.

UFCG. Universidade Federal de Campina Grande. **Normais Climatológicas da Área da SUDENE Clima**. Campina Grande: UFCG/DCA. Disponível em: <<http://www.dca.ufcg.edu.br/tsm.htm>>. Acesso em: 03 mar. 2014.

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e climatologia**. Versão Digital, 2006. 449p.

VAREJÃO-SILVA, M. A.; BARROS, A. H. C. **Zoneamento de aptidão climática do Estado de Pernambuco para três distintos cenários pluviométricos**. Secretaria de Produção Rural e Reforma Agrária do Estado de Pernambuco. Recife, 2002. 51p.

ALBUQUERQUE, F. da S.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. 2.ed. Viçosa: UFV, 2013. 460p.

CAPÍTULO III

RELAÇÃO ENTRE CONDIÇÕES HÍDRICAS E O CRESCIMENTO VEGETAL DE CULTURAS AGRÍCOLAS CULTURAL ECONOMICAMENTE IMPORTANTES PARA COMUNIDADES INDÍGENAS DO SEMIÁRIDO NORDESTINO

Relação entre condições hídricas e o crescimento vegetal de culturas agrícolas cultural e economicamente importantes para comunidades indígenas do semiárido nordestino

Resumo: Objetivou-se, com este trabalho, relacionar as estimativas das condições com a estação de crescimento e o desenvolvimento de culturas agrícolas importantes para comunidades indígenas do semiárido nordestino, considerando três distintos cenários climatológicos. As estimativas da evapotranspiração potencial (ETp) mensal para cada localidade foram calculadas pelo método de Thornthwaite (1948) e transformadas em médias decendiais. A distribuição decendial da precipitação, evapotranspiração integral e metade desta, foram utilizadas para caracterizar a fase de crescimento do feijão-caupi, da mandioca e do milho, além da determinação dos períodos pré-úmido, úmido e pós-úmido. Os resultados mostraram que nesta região do semiárido nordestino brasileiro, não é possível traçar um planejamento anual agrícola para cultivos de sequeiro em anos secos. Apenas para a localidade de Banzaê/BA - Quijingue/BA no cenário normal, e demais localidades, exceto Jatobá/PE - Petrolândia/PE - Tacaratu/PE no cenário chuvoso foi possível determinar o início, duração e final de cada subperíodo bem como a estação de crescimento do feijão-caupi, da mandioca e do milho. Há uma grande variabilidade e irregularidade da precipitação durante o ano nas diversas localidades estudadas, ao longo dos decêndios, apesar de todas as localidades estarem inseridas no semiárido nordestino.

Palavras chave: Precipitação decendial, evapotranspiração, ciclo fenológico.

Relationship between water availability and plant growth of cultural and economically important crops for indigenous communities of Northeast semiarid

Abstract: The aim of this study was to relate the estimates of the conditions to the season of growth and development of major crops for indigenous communities in the semiarid northeast, considering three different climatic scenarios. Potential evapotranspiration (ETP) monthly values for each location were estimated through by Thornthwaite (1948) method and transformed into 10-days averages. The 10-day distribution of precipitation, full evapotranspiration and half that were used to characterize the growth phase of the cowpea, cassava and maize, besides the determination of pre-humid, humid and post-humid periods. The results show that in this semiarid northeast region of Brazil, it is not possible to draw an agricultural annual planning for rainfed crops in dry years. Only to the location of Banzaê/BA - Quijingue/BA in a normal scenario, and other locations, except Jatobá/PE - Petrolândia/PE -

ALBUQUERQUE, F. da S.

Tacaratu/PE in the rainy scenario was possible to determine the onset, duration and end of each sub-period and the growth of cowpea, cassava and maize season. There is great variability and irregularity of rainfall throughout the year in various locations studied, over the periods of ten days, in spite of all localities being inserted in the semiarid northeast.

Keywords: Decennial rain, evapotranspiration, phenological cycle.

INTRODUÇÃO

A posição da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), os fenômenos de El Niño-Oscilação Sul (ENOS) e as oscilações de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) estão em constantes variabilidades meteorológicas, cujos mecanismos estão inter-relacionados, e provocam uma variabilidade na precipitação e no clima do Nordeste brasileiro (Molion & Bernardo, 2002). O ENOS é um fenômeno atmosférico de interação oceano-atmosfera, que ocorre no oceano Pacífico Tropical, e é considerado como a principal causa da variabilidade climática em diversas regiões do globo. Ele apresenta duas fases extremas: uma fase quente, denominada El Niño, e uma fase fria, a La Niña (Andreoli & Kayano, 2005; Molion, 2005). O clima sobre uma determinada localidade é a síntese de todos os elementos climáticos em uma combinação singular, a qual é determinada pela interação dos controles e dos processos climáticos (Ayoade, 2012).

A estação das chuvas no norte do Nordeste do Brasil é concentrada em torno dos meses março-abril-maio, quando o máximo de temperatura, cavado de baixa pressão e confluência dos ventos alcançam sua posição mais ao sul, no decurso do ciclo anual. A variabilidade interanual pode ser entendida como desvios da média do ciclo anual (Polzin & Hastenrath, 2014). A ZCIT e as frentes frias são os principais sistemas meteorológicos que atuam nesta região do semiárido brasileiro em estudo; a ZCIT atua, principalmente, nos meses de março e abril, e em alguns anos nos meses de fevereiro e maio; já as frentes frias influenciam na precipitação nos meses de maio a agosto.

A região conhecida como “Polígono das Secas” tem clima semiárido, quente, com baixa pluviosidade (entre 250 e 800 mm anuais); existem duas estações distintas durante o ano: a estação chuvosa (chamada inverno), de 3 a 5 meses, com chuvas irregulares, torrenciais, locais, de pouca duração, e a época seca (chamada verão), de 7 a 9 meses, quase sem chuvas. O início da época chuvosa varia bastante entre as diferentes regiões do Nordeste e oscila

ALBUQUERQUE, F. da S.

também dentro de uma região, de um ano para outro; a quantidade de chuvas pode variar, alcançando em anos de muitas chuvas até 1.000 mm ano⁻¹ e em anos de seca, apenas 200 mm ano⁻¹, em certas regiões; ocorrem as chamadas “secas”, ou seja, anos com quantidade de chuvas muito baixa (Maia, 2012).

As relações entre os elementos climáticos e a produção agrícola são bastante complexas, uma vez que os fatores do ambiente podem afetar o crescimento e o desenvolvimento dos vegetais em diferentes formas nas diversas fases do ciclo das culturas agrícolas. Normalmente, a situação condicionadora para o crescimento de uma cultura no ano é principalmente a distribuição da precipitação, sendo, portanto, a disponibilidade de água ao longo do ciclo das culturas uma variável importante (Moura et al., 2010).

É do conhecimento que a época de plantio de determinadas culturas agrícolas é dependente da ocorrência de chuva, da temperatura, dentre outras variáveis meteorológicas e, também, que estas épocas variam de região para região (Mendonça, 2008; Silva et al., 2003).

De acordo com Moura et al. (2008), a demanda hídrica depende predominantemente das condições meteorológicas, até das características biológicas da espécie cultivada e de seu grau fenológico, além das propriedades físicas do solo. Sendo assim, estudos devem ser realizados para um maior entendimento do comportamento das culturas em função dos elementos climatológicos, principalmente no caso da condição hídrica para o Nordeste do Brasil.

Com o surgimento das previsões meteorológicas, cuja antecedência pode ser de três a seis meses para a região do Nordeste do Brasil, é de fundamental importância o conhecimento do comportamento da precipitação em anos secos, regulares (ou normais) e chuvosos; notadamente, este conhecimento auxiliará no melhor planejamento do plantio e condução das culturas agrícolas (Moura et al., 2010).

A atividade humana que mais lida com os fenômenos extremos da natureza, certamente, é a agricultura; veranicos, geadas, estiagens prolongadas, excesso hídrico ou condições climáticas que favoreçam o surgimento de pragas e/ou doenças impõem sérios problemas aos agricultores, podendo chegar a destruir toda uma produção e mesmo comprometer a economia do país. O manejo da água e do solo, caso mal executados pela falta de informações, pode ser danoso e impedir maiores produtividades. O agricultor munido de informações básicas atualizadas tem melhores condições e maiores chances de sucesso na convivência com as adversidades climáticas. Sendo assim, pode-se escolher os locais e épocas adequadas para plantio e colheita, o momento e a quantidade certa de água para definir o momento correto de manejar o solo e a forma de se proteger das pragas (Varejão-Silva & Barros, 2002).

Segundo Souza et al. (2009), as pesquisas com evapotranspiração fornecem informações relativas a quantidade de água consumida pelas plantas, apresentando dados para o manejo da água e para o dimensionamento dos sistemas de irrigação. A demanda de água de uma cultura deve ser atendida pela água do solo, através do sistema radicular. A taxa real de absorção de água do solo pela cultura em relação a sua evapotranspiração máxima (ET_m) é determinada quer pelo fato de que a água disponível no solo seja suficiente, ou que a cultura venha a passar por uma situação de estresse resultante de déficit hídrico (Doorenbos & Kassam, 1994).

Ayoade (2012) afirma que no clima semiárido ocorre subsidência de massas de ar resultando em aquecimento adiabático e baixa umidade relativa, além de que as taxas de evaporação são muito elevadas, enquanto a precipitação é muito baixa e insuficiente para sustentar o estabelecimento de densa vegetação. Neste clima, a precipitação pluvial anual é de pelo menos 250 mm.

A agricultura é a atividade econômica mais dependente das condições climáticas (Sentelhas & Monteiro, 2009; Ortolani & Camargo, 1987). Esta dependência, sem considerar os efeitos extremos, é responsável por 60 a 70% da variabilidade final da produção (Ortolani & Camargo, 1987). Os elementos meteorológicos afetam não só os processos metabólicos das plantas, diretamente relacionados à produção vegetal, como também as mais diversas atividades no campo (Sentelhas & Monteiro, 2009). A fenologia das plantas é indispensável em estudos e aplicações que envolvam as interações clima-planta, tais como zoneamentos agroclimáticos, calendários de semeadura e plantio, modelagem de cultivos, monitoramento de safras, avaliação de riscos climáticos, cultivos protegidos, irrigação, dentre outras; além disso, é igualmente fundamental na avaliação de impactos da variabilidade climática, em escala espaço-temporal, ou de futuros cenários, à luz das relações clima-planta; além disso, a caracterização dos eventos fenológicos permite identificar todo desenvolvimento das plantas, a fim de estabelecer relações com as condições do ambiente (meteorológicas, especificamente), em diferentes anos, épocas ou locais, tornando-se possível avaliar e descrever, com precisão, o impacto de eventuais fenômenos adversos. Outra importante aplicação da fenologia é a elaboração e a utilização de zoneamentos agroclimáticos, visando adequar as necessidades das plantas às disponibilidades do ambiente (Bergamaschi & Matzenauer, 2009).

Orlove et al. (2010), em estudo para analisar um sistema de conhecimento indígena sobre o clima, de modo a documentar a complexidade deste sistema em grandes escalas espaciais, temporais e sociais, e sua natureza dinâmica, no sul de Uganda, concluíram que o conhecimento indígena leva aos agricultores locais a participarem como agentes em

ALBUQUERQUE, F. da S.

programas que usam a ciência moderna do clima para planejar e adaptar-se à variabilidade e às alterações climáticas; em suma, os agricultores têm decisões importantes a fazer em cada estação do ano sobre as culturas que são selecionadas, além da área e época de plantio, e uma pequena fração dos agricultores simplesmente espera que as chuvas avancem o suficiente para tornar o solo úmido, para então prepará-lo.

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo relacionar as estimativas das condições hídricas com a estação de crescimento e de desenvolvimento de culturas agrícolas importantes para comunidades indígenas do semiárido nordestino brasileiro, considerando três distintos cenários climatológicos.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida para uma região do semiárido nordestino que abrange as TI's Entre Serras de Pankararu (09° 04' 36" de latitude sul e 38° 10' 24" de longitude oeste, situada nos municípios de Jatobá, Petrolândia e Tacaratu, ambos no estado de Pernambuco), Kiriri (10° 38' 53" de latitude sul e 38° 37' 52" de longitude oeste, localizada nos municípios de Banzaê e Quijingue, ambos no estado da Bahia), Pankararé (09° 26' 06" de latitude sul e 38° 36' 07" de longitude oeste, situada no município de Glória/BA), Tumbalalá (08° 39' 25" de latitude sul e 39° 22' 12" de longitude oeste, localizada nos municípios de Abaré/BA e Curaçá/BA) e Tuxá - Aldeia Mãe (08° 54' 14" de latitude sul e 38° 49' 48" de longitude oeste, localizada no município de Rodelas/BA), todas jurisdicionadas à unidade da FUNAI em Paulo Afonso/BA, a Coordenação Regional Baixo São Francisco; tais coordenadas geográficas são referentes ao ponto central de cada terra indígena.

Os dados meteorológicos utilizados foram temperatura do ar média mensal e precipitação pluvial diária e mensal (dados consistidos) para um período correspondente a 28 anos (1963 - 1990) de precipitação pluvial mensal, e 80 anos (1911 - 1990) de temperatura do ar média mensal, de estações meteorológicas das localidades onde se localizam as TI's estudadas (SUDENE, 1990), e disponíveis na página virtual da Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas (UACA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG, 2014). Para estimar dados de temperatura média do ar para locais que dispunham apenas de registros de precipitação, foi utilizado o programa computacional Estima_T (versão 2.0), desenvolvido por Cavalcanti et al. (2006), também disponível gratuitamente na página virtual da Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas da Universidade Federal de Campina Grande.

Para o cálculo da evapotranspiração potencial (ETp) foi utilizado o método do balanço hídrico climático (BHC) proposto por Thornthwaite em 1948, e descrito por Varejão-Silva (2006) e Vianello & Alves (2013), utilizando o software computacional SEVAP (Sistema de Estimativa da Evapotranspiração), desenvolvido na UFCG. Para gerar os balanços hídricos, foram utilizadas as médias mensais das precipitações médias conforme o cenário pluviométrico e as médias das temperaturas climatológicas mensais correspondentes para cada estação meteorológica estudada (por localidade), conforme metodologia de Varejão-Silva & Barros (2002), considerando a Capacidade de Água Disponível no solo (CAD) de 100 mm, a qual é utilizada para fins de classificação climática. Os balanços hídricos climáticos foram obtidos para anos de diferentes totais de precipitações, dividindo-os de acordo com a ocorrência dos anos secos, regulares (ou normais) e chuvosos, utilizando a técnica dos *quantis*.

Os números de anos secos (AS), anos normais (AN) e anos chuvosos (AC) para cada localidade encontram-se agrupados na Tabela 1.

Tabela 1. Número de anos secos (AS), anos normais (AN) e anos chuvosos (AC) para cada localidade representativa na área de estudo

Localidade	AS	AN	AC
Jatobá/PE - Petrolândia/PE - Tacaratu/PE	06	12	10
Banzaê/BA - Quijingue/BA	11	14	02
Glória/BA	15	07	04
Rodelas/BA	17	08	03
Abaré/BA - Curaçá/BA	13	13	02

Nas Tabelas 2 a 16 verifica-se os balanços hídricos para cada localidade representativa, nas respectivas áreas onde se localizam as T.I.'s estudadas, para anos secos, normais e chuvosos. Nestas tabelas, as siglas significam: P - precipitação média mensal (mm), T - temperatura média mensal (°C), I - índice de calor, Fj - fator de correção, ETp - evapotranspiração potencial (mm mês⁻¹), P-ETp - representa a quantidade de água que permanece no solo, Neg. Acu (Negativo Acumulado) - representa a água potencialmente perdida, Arm - corresponde a água armazenada no solo, Alt - representa a variação da quantidade de água armazenada no solo, ETr - corresponde a Evapotranspiração Real, Def - representa a deficiência hídrica, Exc - representa o excesso hídrico.

Tabela 2. Balanço hídrico climático para o município de Tacaratu/PE (Estação PE3883271; latitude: -9,10°, longitude: -38,15° e altitude: 550,0 m), considerando anos secos

Mês	P (mm)	T (°C)	I	Fj	ETp (mm)	P-ETp (mm)	NEG. ACU	ARM (mm)	ALT (mm)	ETr (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	35	26,6	12,6	32,2	148,1	-112,8	*	0,0	0,0	35,3	112,8	0,0
Fev	32	26,4	12,4	28,7	127,1	-95,0	*	0,0	0,0	32,1	95,0	0,0
Mar	54	26,1	12,2	31,2	133,0	-78,7	*	0,0	0,0	54,3	78,7	0,0
Abr	53	25,6	11,9	29,5	117,9	-64,3	*	0,0	0,0	53,6	64,3	0,0
Mai	22	24,5	11,1	29,9	103,3	-81,2	*	0,0	0,0	22,1	81,2	0,0
Jun	31	23,5	10,4	28,7	86,3	-54,8	*	0,0	0,0	31,5	54,8	0,0
Jul	36	22,8	9,9	29,8	81,1	-44,2	*	0,0	0,0	36,9	44,2	0,0
Ago	16	23,1	10,1	30,2	85,8	-69,4	*	0,0	0,0	16,4	69,4	0,0
Set	9	24,8	11,3	29,9	107,6	-98,5	*	0,0	0,0	9,1	98,5	0,0
Out	9	26,4	12,4	31,5	139,5	-130,0	*	0,0	0,0	9,5	130,0	0,0
Nov	27	26,8	12,7	31,1	143,1	-116,1	*	0,0	0,0	27,0	116,1	0,0
Dez	9	26,7	12,6	32,4	149,0	-139,9	*	0,0	0,0	9,1	139,9	0,0
Ano	336	25,3	139,6	*	1421,8	-1084,9	*	0,0	0,0	336,9	1084,9	0,0
Índice de aridez (Ia): 76,3				Índice de umidade (Iu): 0,0				Índice hídrico (Im): -46,5				

Tabela 3. Balanço hídrico climático para o município de Tacaratu/PE (Estação PE3883271; latitude: -9,10°, longitude: -38,15° e altitude: 550,0 m), considerando anos normais

Mês	P (mm)	T (°C)	I	Fj	ETp (mm)	P-ETp (mm)	NEG. ACU	ARM (mm)	ALT (mm)	ETr (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	44	26,6	12,6	32,2	148,1	-104,0	*	0,0	0,0	44,1	104,0	0,0
Fev	51	26,4	12,4	28,7	127,1	-75,8	*	0,0	0,0	51,3	75,8	0,0
Mar	96	26,1	12,2	31,2	133,0	-36,6	*	0,0	0,0	96,4	36,6	0,0
Abr	52	25,6	11,9	29,5	117,9	-65,3	*	0,0	0,0	52,6	65,3	0,0
Mai	34	24,5	11,1	29,9	103,3	-68,7	*	0,0	0,0	34,6	68,7	0,0
Jun	50	23,5	10,4	28,7	86,3	-35,9	*	0,0	0,0	50,4	35,9	0,0
Jul	43	22,8	9,9	29,8	81,1	-37,3	*	0,0	0,0	43,8	37,3	0,0
Ago	16	23,1	10,1	30,2	85,8	-69,7	*	0,0	0,0	16,1	69,7	0,0
Set	26	24,8	11,3	29,9	107,6	-81,3	*	0,0	0,0	26,3	81,3	0,0
Out	26	26,4	12,4	31,5	139,5	-112,8	*	0,0	0,0	26,7	112,8	0,0
Nov	24	26,8	12,7	31,1	143,1	-118,6	*	0,0	0,0	24,5	118,6	0,0
Dez	58	26,7	12,6	32,4	149,0	-90,4	*	0,0	0,0	58,6	90,4	0,0
Ano	525	25,3	139,6	*	1421,8	-896,4	*	0,0	0,0	525,4	896,4	0,0
Índice de aridez (Ia): 63,0				Índice de umidade (Iu): 0,0				Índice hídrico (Im): -38,5				

Tabela 4. Balanço hídrico climático para o município de Tacaratu/PE (Estação PE3883271; latitude: -9,10°, longitude: -38,15° e altitude: 550,0 m), considerando anos chuvosos

Mês	P (mm)	T (°C)	I	Fj	ETp (mm)	P-ETp (mm)	NEG. ACU	ARM (mm)	ALT (mm)	ETr (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	75	26,6	12,6	32,2	148,1	-73,0	-827,3	0,0	-0,1	75,2	72,9	0,0
Fev	97	26,4	12,4	28,7	127,1	-29,7	-857,0	0,0	0,0	97,4	29,7	0,0
Mar	123	26,1	12,2	31,2	133,0	-9,8	-866,8	0,0	0,0	123,2	9,8	0,0
Abr	107	25,6	11,9	29,5	117,9	-10,9	-877,7	0,0	0,0	107,0	10,9	0,0
Mai	101	24,5	11,1	29,9	103,3	-2,3	-880,0	0,0	0,0	101,0	2,3	0,0
Jun	65	23,5	10,4	28,7	86,3	-20,9	-900,9	0,0	0,0	65,4	20,9	0,0
Jul	88	22,8	9,9	29,8	81,1	7,2	-263,1	7,2	7,2	81,1	0,0	0,0
Ago	28	23,1	10,1	30,2	85,8	-57,8	-320,9	4,0	-3,2	31,2	54,6	0,0
Set	15	24,8	11,3	29,9	107,6	-92,4	-413,3	1,6	-2,4	17,6	90,0	0,0
Out	8	26,4	12,4	31,5	139,5	-131,3	-544,6	0,4	-1,2	9,4	130,1	0,0
Nov	18	26,8	12,7	31,1	143,1	-124,5	-669,1	0,1	-0,3	18,9	124,2	0,0
Dez	63	26,7	12,6	32,4	149,0	-85,2	-754,3	0,1	0,0	63,8	85,2	0,0
Ano	791	25,3	139,6	*	1421,8	-630,6	*	13,4	0,0	791,2	630,6	0,0
Índice de aridez (Ia): 44,4				Índice de umidade (Iu): 0,0				Índice hídrico (Im): -27,1				

Tabela 5. Balanço hídrico climático para o município de Quijingue/BA (Estação BA4811561; latitude: -10,75°, longitude: -39,20° e altitude: 380,0 m), considerando anos secos

Mês	P (mm)	T (°C)	I	Fj	ETp (mm)	P-ETp (mm)	NEG. ACU	ARM (mm)	ALT (mm)	ETr (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	31	26,6	12,6	32,5	149,5	-118,5	*	0,0	0,0	31,0	118,5	0,0
Fev	43	26,9	12,8	28,8	132,5	-89,2	*	0,0	0,0	43,3	89,2	0,0
Mar	46	26,8	12,7	31,2	143,5	-96,8	*	0,0	0,0	46,7	96,8	0,0
Abr	54	25,8	12,0	29,4	121,0	-66,2	*	0,0	0,0	54,8	66,2	0,0
Mai	61	24,2	10,9	29,7	99,3	-38,0	*	0,0	0,0	61,3	38,0	0,0
Jun	72	23,0	10,1	28,4	80,5	-8,1	*	0,0	0,0	72,4	8,1	0,0
Jul	55	22,2	9,6	29,5	74,6	-19,4	*	0,0	0,0	55,2	19,4	0,0
Ago	40	22,4	9,7	30,1	78,4	-37,5	*	0,0	0,0	40,9	37,5	0,0
Set	29	23,7	10,5	29,9	93,5	-63,8	*	0,0	0,0	29,7	63,8	0,0
Out	35	25,4	11,7	31,6	123,7	-88,4	*	0,0	0,0	35,3	88,4	0,0
Nov	30	26,4	12,4	31,3	138,9	-108,2	*	0,0	0,0	30,7	108,2	0,0
Dez	10	26,4	12,4	32,6	144,6	-133,7	*	0,0	0,0	10,9	133,7	0,0
Ano	512	25,0	137,4	*	1380	-867,8	*	0,0	0,0	512,2	867,8	0,0
Índice de aridez (Ia): 62,9				Índice de umidade (Iu): 0,0				Índice hídrico (Im): -38,4				

Tabela 6. Balanço hídrico climático para o município de Quijingue/BA (Estação BA4811561; latitude: -10,75°, longitude: -39,20° e altitude: 380,0 m), considerando anos normais

Mês	P (mm)	T (°C)	I	Fj	ETp (mm)	P-ETp (mm)	NEG. ACU	ARM (mm)	ALT (mm)	ETr (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	48	26,6	12,6	32,5	149,5	-101,2	-482,6	0,8	-1,4	49,7	99,8	0,0
Fev	83	26,9	12,8	28,8	132,5	-49,0	-531,6	0,5	-0,3	83,8	48,7	0,0
Mar	86	26,8	12,7	31,2	143,5	-57,0	-588,6	0,3	-0,2	86,7	56,8	0,0
Abr	92	25,8	12,0	29,4	121,0	-28,1	-616,7	0,2	0,1	93,0	28,0	0,0
Mai	109	24,2	10,9	29,7	99,3	10,3	-225,4	10,5	10,3	99,3	0,0	0,0
Jun	119	23,0	10,1	28,4	80,5	39,0	-70,3	49,5	39,0	80,5	0,0	0,0
Jul	90	22,2	9,6	29,5	74,6	16,1	-42,2	65,6	16,1	74,6	0,0	0,0
Ago	59	22,4	9,7	30,1	78,4	-19,0	-61,2	54,2	-11,4	70,8	7,6	0,0
Set	39	23,7	10,5	29,9	93,5	-53,7	-114,9	31,7	-22,5	62,3	31,2	0,0
Out	21	25,4	11,7	31,6	123,7	-102,5	-217,4	11,4	-20,3	41,5	82,2	0,0
Nov	42	26,4	12,4	31,3	138,9	-96,0	-313,4	4,4	-7,0	49,9	89,0	0,0
Dez	76	26,4	12,4	32,6	144,6	-68,0	-381,4	2,2	-2,2	78,8	65,8	0,0
Ano	870	25,0	137,4	*	1380	-509,1	*	231,3	0,0	870,9	509,1	0,0
Índice de aridez (Ia): 36,9				Índice de umidade (Iu): 0,0				Índice hídrico (Im): -22,5				

Tabela 7. Balanço hídrico climático para o município de Quijingue/BA (Estação BA4811561; latitude: -10,75°, longitude: -39,20° e altitude: 380,0 m), considerando anos chuvosos

Mês	P (mm)	T (°C)	I	Fj	ETp (mm)	P-ETp (mm)	NEG. ACU	ARM (mm)	ALT (mm)	ETr (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	113	26,6	12,6	32,5	149,5	-35,8	-348,5	3,1	-1,3	1015,0	34,5	0,0
Fev	104	26,9	12,8	28,8	132,5	-28,2	-376,7	2,3	-0,8	105,1	27,4	0,0
Mar	237	26,8	12,7	31,2	143,5	93,9	-3,9	96,2	93,9	143,5	0,0	0,0
Abr	176	25,8	12,0	29,4	121,0	55,5	0,0	100,0	3,8	121,0	0,0	51,7
Mai	348	24,2	10,9	29,7	99,3	248,9	0,0	100,0	0,0	99,3	0,0	248,9
Jun	125	23,0	10,1	28,4	80,5	44,9	0,0	100,0	0,0	80,5	0,0	44,9
Jul	149	22,2	9,6	29,5	74,6	74,7	0,0	100,0	0,0	74,6	0,0	74,7
Ago	83	22,4	9,7	30,1	78,4	4,7	0,0	100,0	0,0	78,4	0,0	4,7
Set	14	23,7	10,5	29,9	93,5	-78,7	-78,7	45,5	-54,5	69,3	24,2	0,0
Out	25	25,4	11,7	31,6	123,7	-98,6	-177,3	17,0	-28,5	53,6	70,1	0,0
Nov	43	26,4	12,4	31,3	138,9	-95,2	-272,5	6,6	-10,4	54,1	84,8	0,0
Dez	104	26,4	12,4	32,6	144,6	-40,2	-312,7	4,4	-2,2	106,6	38,0	0,0
Ano	1525	25,0	137,4	*	1380	145,9	*	675,1	0,0	1101	279	424,9
Índice de aridez (Ia): 20,2				Índice de umidade (Iu): 30,8				Índice hídrico (Im): 18,5				

Tabela 8. Balanço hídrico climático para o município de Glória/BA (Estação BA3883234; latitude: -9,10°, longitude: -38,33° e altitude: 280,0 m), considerando anos secos

Mês	P (mm)	T (°C)	I	Fj	ETp (mm)	P-ETp (mm)	NEG. ACU	ARM (mm)	ALT (mm)	ETr (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	46	27,4	13,1	32,2	154,6	-108,5	*	0,0	0,0	46,1	108,5	0,0
Fev	47	27,6	13,3	28,7	137,8	-89,9	*	0,0	0,0	47,9	89,9	0,0
Mar	82	27,5	13,2	31,2	149,8	-67,3	*	0,0	0,0	82,5	67,3	0,0
Abr	60	26,3	12,3	29,5	128,5	-68,4	*	0,0	0,0	60,1	68,4	0,0
Mai	39	24,5	11,1	29,9	102,2	-63,2	*	0,0	0,0	39,0	63,2	0,0
Jun	38	23,1	10,1	28,7	80,1	-41,7	*	0,0	0,0	38,4	41,7	0,0
Jul	44	22,4	9,7	29,8	74,9	-30,2	*	0,0	0,0	44,7	30,2	0,0
Ago	16	22,8	9,9	30,2	80,6	-64,0	*	0,0	0,0	16,6	64,0	0,0
Set	17	24,3	11,0	29,9	99,3	-81,7	*	0,0	0,0	17,6	81,7	0,0
Out	4	26,4	12,4	31,5	139,0	-134,2	*	0,0	0,0	4,8	134,2	0,0
Nov	24	27,6	13,3	31,1	149,3	-125,3	*	0,0	0,0	24,0	125,3	0,0
Dez	27	27,4	13,1	32,4	155,5	-128,0	*	0,0	0,0	27,5	128,0	0,0
Ano	449	25,6	142,5	*	1451,6	-1002,4	*	0,0	0,0	449,2	1002,4	0,0
Índice de aridez (Ia): 69,1				Índice de umidade (Iu): 0,0				Índice hídrico (Im): -42,1				

Tabela 9. Balanço hídrico climático para o município de Glória/BA (Estação BA3883234; latitude: -9,10°, longitude: -38,33° e altitude: 280,0 m), considerando anos normais

Mês	P (mm)	T (°C)	I	Fj	ETp (mm)	P-ETp (mm)	NEG. ACU	ARM (mm)	ALT (mm)	ETr (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	40	27,4	13,1	32,2	154,6	-113,7	*	0,0	0,0	40,9	113,7	0,0
Fev	111	27,6	13,3	28,7	137,8	-26,2	*	0,0	0,0	111,6	26,2	0,0
Mar	117	27,5	13,2	31,2	149,8	-31,9	*	0,0	0,0	117,9	31,9	0,0
Abr	90	26,3	12,3	29,5	128,5	-38,1	*	0,0	0,0	90,4	38,1	0,0
Mai	71	24,5	11,1	29,9	102,2	-31,1	*	0,0	0,0	71,1	31,1	0,0
Jun	55	23,1	10,1	28,7	80,1	-24,8	*	0,0	0,0	55,3	24,8	0,0
Jul	49	22,4	9,7	29,8	74,9	-25,1	*	0,0	0,0	49,8	25,1	0,0
Ago	12	22,8	9,9	30,2	80,6	-68,5	*	0,0	0,0	12,1	68,5	0,0
Set	18	24,3	11,0	29,9	99,3	-80,5	*	0,0	0,0	18,8	80,5	0,0
Out	19	26,4	12,4	31,5	139,0	-119,9	*	0,0	0,0	19,1	119,9	0,0
Nov	19	27,6	13,3	31,1	149,3	-129,5	*	0,0	0,0	19,8	129,5	0,0
Dez	53	27,4	13,1	32,4	155,5	-101,9	*	0,0	0,0	53,6	101,9	0,0
Ano	660	25,6	142,5	*	1451,6	-791,2	*	0,0	0,0	660,4	791,2	0,0
Índice de aridez (Ia): 54,5				Índice de umidade (Iu): 0,0				Índice hídrico (Ih): -33,2				

Tabela 10. Balanço hídrico climático para o município de Glória/BA (Estação BA3883234; latitude: -9,10°, longitude: -38,33° e altitude: 280,0 m), considerando anos chuvosos

Mês	P (mm)	T (°C)	I	Fj	ETp (mm)	P-ETp (mm)	NEG. ACU	ARM (mm)	ALT (mm)	ETr (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	79	27,4	13,1	32,2	154,6	-75,6	-161,4	19,9	-22,5	101,5	53,1	0,0
Fev	66	27,6	13,3	28,7	137,8	-71,6	-233,0	9,7	-10,2	76,4	61,4	0,0
Mar	154	27,5	13,2	31,2	149,8	5,1	-191,1	14,8	5,1	149,8	0,0	0,0
Abr	214	26,3	12,3	29,5	128,5	85,6	0,0	100,0	85,2	128,5	0,0	0,4
Mai	82	24,5	11,1	29,9	102,2	-19,8	-19,8	82,0	-18,0	100,4	1,8	0,0
Jun	72	23,1	10,1	28,7	80,1	-7,8	-27,6	75,9	-6,1	78,4	1,7	0,0
Jul	54	22,4	9,7	29,8	74,9	-20,9	-48,5	61,6	-14,3	68,3	6,6	0,0
Ago	69	22,8	9,9	30,2	80,6	-11,6	-60,1	54,8	-6,8	75,8	4,8	0,0
Set	22	24,3	11,0	29,9	99,3	-76,9	-137,0	25,4	-29,4	51,8	47,5	0,0
Out	22	26,4	12,4	31,5	139,0	-116,4	-253,4	7,9	-17,5	40,1	98,9	0,0
Nov	37	27,6	13,3	31,1	149,3	-111,8	-365,2	2,6	-5,3	42,8	106,5	0,0
Dez	195	27,4	13,1	32,4	155,5	39,8	-85,8	42,4	39,8	155,5	0,0	0,0
Ano	1069	25,6	142,5	*	1451,6	-381,9	*	497	0,0	1069,3	382,3	0,4
Índice de aridez (Ia): 26,3				Índice de umidade (Iu): 0,0				Índice hídrico (Im): -16,0				

Tabela 11. Balanço hídrico climático para o município de Rodelas/BA (Estação BA3872649; latitude: -8,83°, longitude: -38,77° e altitude: 270,0 m), considerando anos secos

Mês	P (mm)	T (°C)	I	Fj	ETp (mm)	P-ETp (mm)	NEG. ACU	ARM (mm)	ALT (mm)	ETr (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	41	27,6	13,3	32,2	154,6	-113,1	*	0,0	0,0	41,5	113,1	0,0
Fev	55	27,8	13,4	28,7	140,6	-85,3	*	0,0	0,0	55,3	85,3	0,0
Mar	87	27,7	13,4	31,1	149,3	-62,2	*	0,0	0,0	87,1	62,2	0,0
Abr	53	26,4	12,4	29,5	129,9	-76,4	*	0,0	0,0	53,5	76,4	0,0
Mai	16	24,5	11,1	30,0	101,7	-85,4	*	0,0	0,0	16,3	85,4	0,0
Jun	12	23,2	10,2	28,7	80,4	-68,1	*	0,0	0,0	12,3	68,1	0,0
Jul	15	22,4	9,7	29,8	73,9	-58,5	*	0,0	0,0	15,4	58,5	0,0
Ago	3	22,8	9,9	30,2	79,7	-76,6	*	0,0	0,0	3,1	76,6	0,0
Set	5	24,6	11,2	29,9	102,9	-97,1	*	0,0	0,0	5,8	97,1	0,0
Out	10	26,8	12,7	31,5	144,9	-134,0	*	0,0	0,0	10,9	134,0	0,0
Nov	22	28,0	13,6	31,0	151,9	-129,5	*	0,0	0,0	22,4	129,5	0,0
Dez	30	27,7	13,4	32,3	155,0	-124,9	*	0,0	0,0	30,1	124,9	0,0
Ano	353	25,8	144,3	*	1464,8	-1111,1	*	0,0	0,0	353,7	1111,1	0,0
Índice de aridez (Ia): 75,9				Índice de umidade (Iu): 0,0				Índice hídrico (Im): -46,3				

Tabela 12. Balanço hídrico climático para o município de Rodelas/BA (Estação BA3872649; latitude: -8,83°, longitude: -38,77° e altitude: 270,0 m), considerando anos normais

Mês	P (mm)	T (°C)	I	Fj	ETp (mm)	P-ETp (mm)	NEG. ACU	ARM (mm)	ALT (mm)	ETr (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	103	27,6	13,3	32,2	154,6	-50,7	*	0,0	0,0	103,9	50,7	0,0
Fev	85	27,8	13,4	28,7	140,6	-54,8	*	0,0	0,0	85,8	54,8	0,0
Mar	100	27,7	13,4	31,1	149,3	-48,6	*	0,0	0,0	100,7	48,6	0,0
Abr	76	26,4	12,4	29,5	129,9	-53,8	*	0,0	0,0	76,1	53,8	0,0
Mai	33	24,5	11,1	30,0	101,7	-68,5	*	0,0	0,0	33,2	68,5	0,0
Jun	24	23,2	10,2	28,7	80,4	-55,5	*	0,0	0,0	24,9	55,5	0,0
Jul	23	22,4	9,7	29,8	73,9	-50,3	*	0,0	0,0	23,6	50,3	0,0
Ago	11	22,8	9,9	30,2	79,7	-68,7	*	0,0	0,0	11,0	68,7	0,0
Set	7	24,6	11,2	29,9	102,9	-95,7	*	0,0	0,0	7,2	95,7	0,0
Out	4	26,8	12,7	31,5	144,9	-140,4	*	0,0	0,0	4,5	140,4	0,0
Nov	20	28,0	13,6	31,0	151,9	-131,4	*	0,0	0,0	20,5	131,4	0,0
Dez	78	27,7	13,4	32,3	155,0	-76,8	*	0,0	0,0	78,2	76,8	0,0
Ano	569	25,8	144,3	*	1464,8	-895,2	*	0,0	0,0	569,6	895,2	0,0
Índice de aridez (Ia): 61,1				Índice de umidade (Iu): 0,0				Índice hídrico (Im): -37,3				

Tabela 13. Balanço hídrico climático para o município de Rodelas/BA (Estação BA3872649; latitude: -8,83°, longitude: -38,77° e altitude: 270,0 m), considerando anos chuvosos

Mês	P (mm)	T (°C)	I	Fj	ETp (mm)	P-ETp (mm)	NEG. ACU	ARM (mm)	ALT (mm)	ETr (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	152	27,6	13,3	32,2	154,6	-2,4	-703,8	0,1	0,0	152,2	2,4	0,0
Fev	125	27,8	13,4	28,7	140,6	-14,9	-718,7	0,1	0,0	125,7	14,9	0,0
Mar	188	27,7	13,4	31,1	149,3	39,4	-92,9	39,5	39,4	149,3	0,0	0,0
Abr	161	26,4	12,4	29,5	129,9	31,2	-34,7	70,7	31,2	129,9	0,0	0,0
Mai	15	24,5	11,1	30,0	101,7	-86,0	-120,7	29,9	-40,8	56,5	45,2	0,0
Jun	37	23,2	10,2	28,7	80,4	-43,0	-163,7	19,5	-10,4	47,8	32,6	0,0
Jul	39	22,4	9,7	29,8	73,9	-34,9	-198,6	13,7	-5,8	44,8	29,1	0,0
Ago	9	22,8	9,9	30,2	79,7	-70,5	-269,1	6,8	-6,9	16,1	63,6	0,0
Set	5	24,6	11,2	29,9	102,9	-97,7	-366,8	2,6	-4,2	9,4	93,5	0,0
Out	9	26,8	12,7	31,5	144,9	-135,9	-502,7	0,7	-1,9	10,9	134,0	0,0
Nov	31	28,0	13,6	31,0	151,9	-120,9	-623,6	0,2	-0,5	31,5	120,4	0,0
Dez	77	27,7	13,4	32,3	155,0	-77,8	-701,4	0,1	-0,1	77,3	77,7	0,0
Ano	851	25,8	144,3	*	1464,8	-613,4	*	183,9	0,0	851,4	613,4	0,0
Índice de aridez (Ia): 41,9				Índice de umidade (Iu): 0,0				Índice hídrico (Im): -25,5				

Tabela 14. Balanço hídrico climático para o município de Abaré/BA (Estação BA3871252; latitude: -8,62°, longitude: -39,25° e altitude: 300,0 m), considerando anos secos

Mês	P (mm)	T (°C)	I	Fj	ETp (mm)	P-ETp (mm)	NEG. ACU	ARM (mm)	ALT (mm)	ETr (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	43	27,4	13,1	32,2	154,6	-111,4	*	0,0	0,0	43,2	111,4	0,0
Fev	57	27,5	13,2	28,6	137,3	-80,0	*	0,0	0,0	57,3	80,0	0,0
Mar	101	27,3	13,1	31,1	149,3	-47,6	*	0,0	0,0	101,7	47,6	0,0
Abr	62	26,2	12,3	29,5	126,8	-64,7	*	0,0	0,0	62,1	64,7	0,0
Mai	10	24,4	11,0	30,0	100,9	-90,4	*	0,0	0,0	10,5	90,4	0,0
Jun	6	23,1	10,1	28,8	80,2	-73,8	*	0,0	0,0	6,4	73,8	0,0
Jul	6	22,3	9,6	29,8	73,5	-66,8	*	0,0	0,0	6,7	66,8	0,0
Ago	2	22,9	10,0	30,3	81,9	-79,6	*	0,0	0,0	2,3	79,6	0,0
Set	6	24,7	11,2	29,9	104,9	-98,1	*	0,0	0,0	6,8	98,1	0,0
Out	14	26,8	12,7	31,5	144,9	-130,8	*	0,0	0,0	14,1	130,8	0,0
Nov	34	27,9	13,5	31,0	151,9	-117,6	*	0,0	0,0	34,3	117,6	0,0
Dez	40	27,3	13,1	32,3	155,0	-114,9	*	0,0	0,0	40,1	114,9	0,0
Ano	385	25,7	142,9	*	1461,2	-1075,7	*	0,0	0,0	385,5	1075,7	0,0
Índice de aridez (Ia): 73,6				Índice de umidade (Iu): 0,0				Índice hídrico (Im): -44,9				

Tabela 15. Balanço hídrico climático para o município de Abaré/BA (Estação BA3871252; latitude: -8,62°, longitude: -39,25° e altitude: 300,0 m), considerando anos normais

Mês	P (mm)	T (°C)	I	Fj	ETp (mm)	P-ETp (mm)	NEG. ACU	ARM (mm)	ALT (mm)	ETr (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	77	27,4	13,1	32,2	154,6	-77,2	*	0,0	0,0	77,4	77,2	0,0
Fev	87	27,5	13,2	28,6	137,3	-50,2	*	0,0	0,0	87,1	50,2	0,0
Mar	108	27,3	13,1	31,1	149,3	-40,9	*	0,0	0,0	108,4	40,9	0,0
Abr	77	26,2	12,3	29,5	126,8	-49,1	*	0,0	0,0	77,7	49,1	0,0
Mai	27	24,4	11,0	30,0	100,9	-73,2	*	0,0	0,0	27,7	73,2	0,0
Jun	22	23,1	10,1	28,8	80,2	-58,2	*	0,0	0,0	22,0	58,2	0,0
Jul	10	22,3	9,6	29,8	73,5	-63,5	*	0,0	0,0	10,0	63,5	0,0
Ago	4	22,9	10,0	30,3	81,9	-77,2	*	0,0	0,0	4,7	77,2	0,0
Set	7	24,7	11,2	29,9	104,9	-97,2	*	0,0	0,0	7,7	97,2	0,0
Out	12	26,8	12,7	31,5	144,9	-132,8	*	0,0	0,0	12,1	132,8	0,0
Nov	35	27,9	13,5	31,0	151,9	-116,7	*	0,0	0,0	35,2	116,7	0,0
Dez	96	27,3	13,1	32,3	155,0	-58,1	*	0,0	0,0	96,9	58,1	0,0
Ano	566	25,7	142,9	*	1461,2	-894,3	*	0,0	0,0	566,9	894,3	0,0
Índice de aridez (Ia): 61,2				Índice de umidade (Iu): 0,0				Índice hídrico (Im): -37,3				

Tabela 16. Balanço hídrico climático para o município de Abaré/BA (Estação BA3871252; latitude: -8,62°, longitude: -39,25° e altitude: 300,0 m), considerando anos chuvosos

Mês	P (mm)	T (°C)	I	Fj	ETp (mm)	P-ETp (mm)	NEG. ACU	ARM (mm)	ALT (mm)	ETr (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	187	27,4	13,1	32,2	154,6	33,2	-109,7	33,4	33,2	154,6	0,0	0,0
Fev	166	27,5	13,2	28,6	137,3	28,7	-47,6	62,1	28,7	137,3	0,0	0,0
Mar	249	27,3	13,1	31,1	149,3	99,7	0,0	100,0	37,9	149,3	0,0	61,8
Abr	214	26,2	12,3	29,5	126,8	88,1	0,0	100,0	0,0	126,8	0,0	88,1
Mai	50	24,4	11,0	30,0	100,9	-50,7	-50,7	60,2	-39,8	90,0	10,9	0,0
Jun	25	23,1	10,1	28,8	80,2	-54,5	-105,2	34,9	-25,3	51,0	29,2	0,0
Jul	23	22,3	9,6	29,8	73,5	-50,4	-155,6	21,1	-13,8	36,9	36,6	0,0
Ago	12	22,9	10,0	30,3	81,9	-69,0	-224,6	10,6	-10,5	23,4	58,5	0,0
Set	0	24,7	11,2	29,9	104,9	-104,5	-329,1	3,7	-6,9	7,3	97,6	0,0
Out	13	26,8	12,7	31,5	144,9	-131,4	-460,5	1,0	-2,7	16,2	128,7	0,0
Nov	53	27,9	13,5	31,0	151,9	-98,6	-559,1	0,4	-0,6	53,9	98,0	0,0
Dez	105	27,3	13,1	32,3	155,0	-49,9	-609,0	0,2	-0,2	105,3	49,7	0,0
Ano	1101	25,7	142,9	*	1461,2	-359,3	*	427,6	0,0	952	509,2	149,9
Índice de aridez (Ia): 34,8				Índice de umidade (Iu): 10,3				Índice hídrico (Im): -11,0				

Os dados médios da evapotranspiração potencial mensal gerado no BHC foram transformados em dados decendiais. Conforme Moura et al. (2010), na avaliação da estação de crescimento (EC), os dados médios diários de precipitação foram acumulados em períodos decendiais para traçar a curva média da precipitação que, juntamente com as curvas médias decendiais da evapotranspiração potencial e da metade dessa mesma evapotranspiração, obtendo-se os três sub-períodos:

- a - "pré-úmido", durante o qual a precipitação permanece abaixo da evapotranspiração potencial;
- b - "úmido", a precipitação média sobrepõe-se à evapotranspiração potencial; e
- c - "pós-úmido", corresponde a uma redução e final das chuvas, neste período, a precipitação é superada pela evapotranspiração potencial.

Nos meses de 31 dias considerou-se o último decêndio com 11 dias, e o último decêndio do mês de fevereiro com 08 ou 09 dias.

De acordo com o critério adotado por Moura et al. (2010), o início da estação chuvosa e de crescimento corresponde ao dia em que a precipitação média torna-se igual ou superior à metade da evapotranspiração potencial. O fim da estação de crescimento se verifica quando a

ALBUQUERQUE, F. da S.

precipitação média torna-se menor que a metade da evapotranspiração potencial mais o intervalo de tempo (d) requerido para retirada de uma lâmina de água correspondente à capacidade de armazenamento do solo. A descrição dos períodos encontra-se detalhada na Figura 2, de forma que proporcione um melhor entendimento.

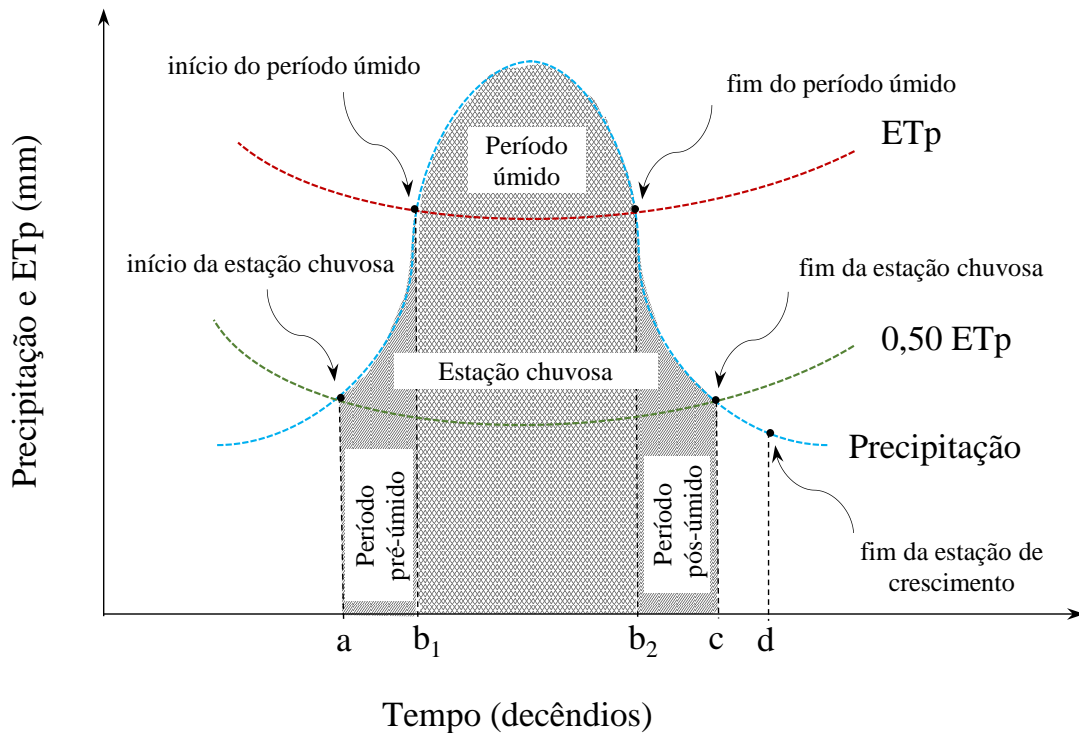


Figura 2. Descrição das estações, segundo o regime pluviométrico. Fonte: adaptado de Moura et al. (2010).

O final da estação de crescimento (d) foi estimado partindo do princípio que uma cultura qualquer deva ser irrigada quando se esgotar a fração de CAD permissível para que mantenha a condição de evapotranspiração real igual a evapotranspiração máxima ($E_{Tr} = E_{Tm}$), ou seja, quando o total de água evapotranspirada (h) atingir o valor $h = p \times CAD$, onde p é fração de água disponível do solo abaixo do qual a evapotranspiração real deverá ser menor do que a demanda ideal (E_{Tm}). O número de dias no qual este valor será atingido será:

$$d = p \times \frac{CAD}{E_{Tm}} \quad \text{Eq. 01}$$

em que p (adimensional) é a fração de água disponível no solo abaixo do qual a E_{Tr} é menor que a E_{Tm} (mm dia^{-1}) ($E_{Tm} = K_c \times E_{Tp}$). A evapotranspiração máxima para cada cultura foi calculada utilizando os respectivos coeficientes de cultivo (K_c) na fase de

ALBUQUERQUE, F. da S.

formação de colheita e maturação. Os valores de Kc utilizados para o feijão-caupi e o milho foram 0,95 (Doorenbos & Kassam, 1994), e 0,30 para a mandioca (Volpe, 2008). Foi utilizada a técnica da interpolação para encontrar os dados de p em determinado intervalo de evapotranspiração máxima. Nas Tabelas 17 e 18 encontram-se a relação dos grupos de culturas de acordo com o esgotamento de água do solo e a fração de esgotamento de água do solo (p) para grupos de culturas e evapotranspiração máxima (ETm), respectivamente.

Tabela 17. Grupos de culturas de acordo com o esgotamento de água do solo (Doorenbos & Kassam, 1994)

Grupo de culturas	Culturas
1	Cebola, pimenta, batata
2	Banana, repolho, uva, ervilha, tomate
3	Alfafa, feijão, cítricas, amendoim, abacaxi, girassol
4	Algodão, milho, azeitona, açafrao, sorgo, soja, beterraba, cana-de-açúcar, fumo

Tabela 18. Fração de esgotamento de água do solo (p) para grupos de culturas e evapotranspiração máxima (ETm) (Doorenbos & Kassam, 1994)

Grupo de culturas	ETm (mm dia ⁻¹)								
	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
1	0,50	0,425	0,35	0,3	0,25	0,225	0,2	0,2	0,175
2	0,675	0,575	0,475	0,4	0,35	0,325	0,275	0,25	0,225
3	0,8	0,7	0,6	0,5	0,45	0,425	0,375	0,35	0,3
4	0,875	0,8	0,7	0,6	0,55	0,5	0,45	0,425	0,4

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os suprimentos hídricos das localidades nas quais se encontram as Terras Indígenas caracterizam-se por uma ausência de período úmido no cenário seco em todas as localidades, e nos municípios de Jatobá/PE, Petrolândia/PE, Tacaratu/PE, Glória/BA, Rodelas/BA, Abaré/BA e Curaçá/BA no cenário normal, caracterizando uma impossibilidade de se traçar

ALBUQUERQUE, F. da S.

um planejamento agrícola anual para os indígenas destes locais nestas condições. Apenas para a localidade de Quijingue/BA e Banzaê/BA analisando o cenário normal, e na maior parte das localidades no cenário chuvoso, exceto em Jatobá/PE - Petrolândia/PE - Tacaratu/PE, foi observada a presença de período úmido que apresenta suprimento hídrico além das necessidades das culturas do feijão, da mandioca e do milho, as quais diferem de acordo com a fase fenológica. Corroborando as observações feitas por Moura et al. (2008), os três cenários apresentaram início distinto para a estação chuvosa e de crescimento, além do volume precipitado e duração dos períodos diferirem para ambos.

Uma vez que o período de desenvolvimento vegetativo das culturas, que é de 40 dias para o feijão-caupi (Campos et al., 2010), 175 dias para a mandioca considerando apenas 1 ciclo vegetativo (Conceição, 1979) e 105 dias para o milho (Doorenbos & Kassam, 1994), é o de maior exigência de água, a partir do modelo, vê-se que o suprimento hídrico dar-se-á no subperíodo úmido, o que leva a caracterizar este período como sendo o da fase de desenvolvimento vegetativo. A partir do subperíodo pós-úmido, as culturas entram na fase de maturação (15 dias para o feijão-caupi, 180 dias para a mandioca com 01 ciclo vegetativo e 10 a 15 dias para o milho) e, por necessitarem de pouca água, coincide com o período de baixa precipitação pluviométrica.

Analisando os gráficos é possível observar que o suprimento hídrico dar-se-á no subperíodo úmido analisando o cenário normal (ou regular) para a localidade de Banzaê/BA e Quijingue/BA, e o cenário chuvoso para todas as demais localidades, exceto para Jatobá/PE, Petrolândia/PE e Tacaratu/PE; sendo assim, esta observação caracteriza aquele período como sendo a fase de desenvolvimento vegetativo. Os períodos para os cenários que serão abordados fornecerão informações meteorológicas importantes e aplicáveis no planejamento das atividades tradicionais para os indígenas habitantes nas localidades citadas.

Na Tabela 19 é possível observar as estimativas do final da estação de crescimento (d) para cada cultura nas respectivas localidades estudadas.

Tabela 19. Final da estação de crescimento (d) para cada cultura nas respectivas localidades estudadas

Localidade	d (dias)		
	Feijão-caupi	Mandioca	Milho
Jatobá/PE - Petrolândia/PE - Tacaratu/PE	21	53	30
Banzaê/BA - Quijingue/BA	22	61	32
Glória/BA	21	58	33
Rodelas/BA	22	59	32
Abaré/BA - Curaçá/BA	22	57	33

Avaliação do cenário seco**Localidade: Jatobá/PE, Petrolândia/PE e Tacaratu/PE - Terra Indígena Entre Serras de Pankararu**

A estação chuvosa ocorre entre os meses de março e agosto (início em 20/03 e final em 01/08), cuja duração é de 135 dias, com precipitação pluviométrica de 170,6 mm. Na Figura 1 percebe-se que a evapotranspiração potencial foi sempre superior à precipitação, característica comum e marcante na região do semiárido nordestino brasileiro. Desta forma, não é possível realizar um planejamento agrícola anual para cultivos de sequeiro. Vale ressaltar que esta precipitação atende as necessidades hídricas da vegetação nativa do bioma Caatinga, que rapidamente atinge vigor característico logo após as primeiras chuvas.

Observa-se uma variação na precipitação pluvial, atingindo picos máximos de 25,0 e 24,3 mm nos nono e décimo segundo decêndios, respectivamente. Nos demais decêndios, observa-se que a precipitação oscila praticamente abaixo da metade da evapotranspiração potencial, exceto no vigésimo primeiro decêndio.

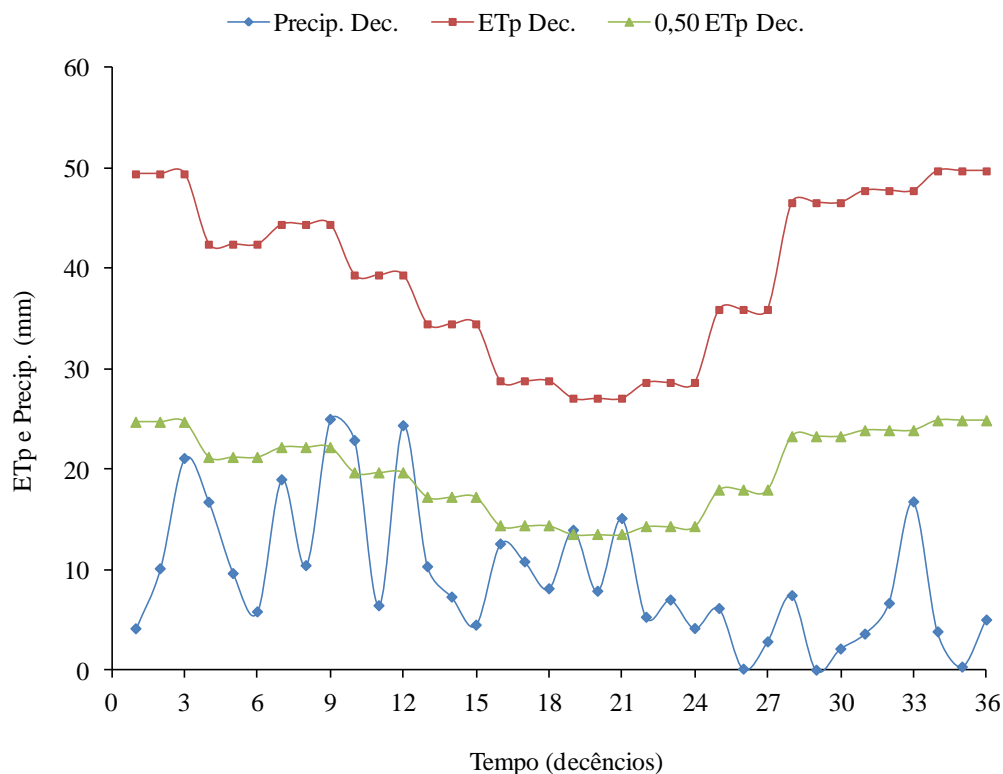


Figura 1. Estação chuvosa de Jatobá/PE – Petrolândia/PE – Tacaratu/PE, representação com base na acumulação decenal de precipitação pluviométrica e evapotranspiração potencial no cenário seco, no período 1963-1990

Localidade: Banzaê/BA e Quijingue/BA – Terra Indígena Kiriri

Nesta localidade, a estação chuvosa ocorre entre os meses de janeiro e agosto (início em 31/01 e término em 21/08), cuja duração é de 203 dias, com precipitação pluviométrica de 367,8 mm. Na Figura 2 verifica-se que a evapotranspiração potencial foi sempre superior à precipitação, exceto no décimo sétimo decêndio, quando a precipitação atingiu um pico de 31,9 mm e ultrapassou a ETp. De maneira semelhante à localidade anterior, não é possível realizar um planejamento agrícola anual para cultivos de sequeiro. Observa-se, ainda, que a precipitação atingiu observações máximas equivalentes a 32,8; 24,0 e 24,4 mm nos décimo terceiro, décimo sexto e vigésimo oitavo decêndios, respectivamente.

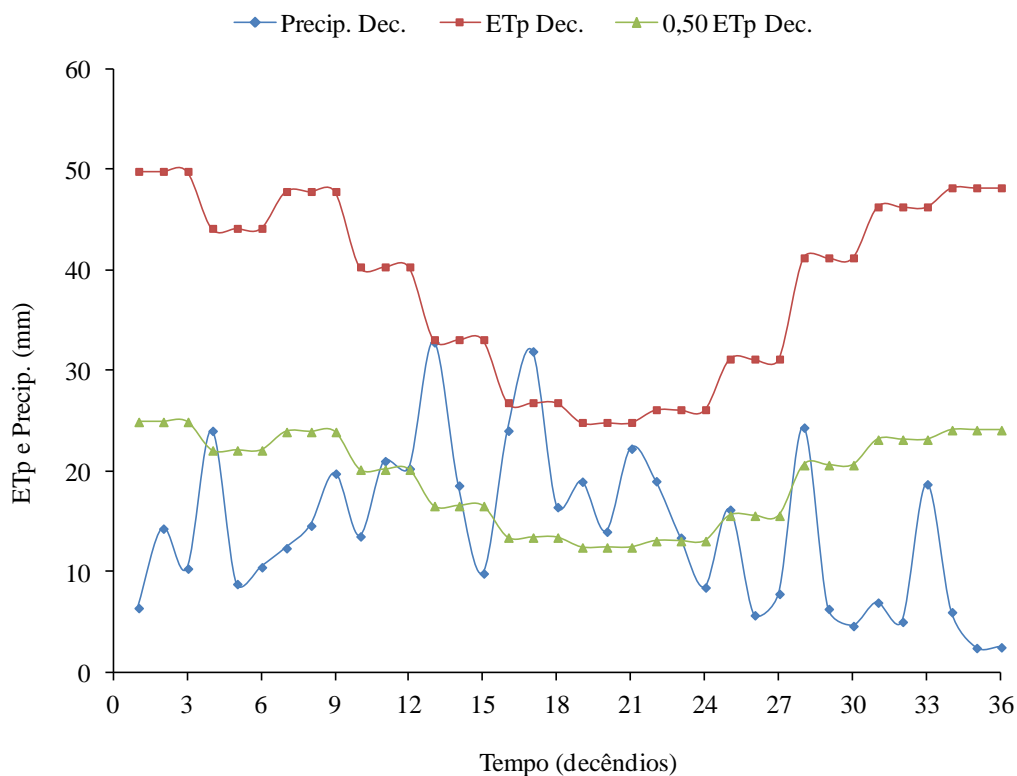


Figura 2. Estação chuvosa de Banzaê/BA – Quijingue/BA, representação com base na acumulação decenal de precipitação pluviométrica e evapotranspiração potencial no cenário seco, no período 1963-1990

Localidade: Glória/BA - Terra Indígena Pankararé

Na região que compreende o município de Glória/BA, a estação chuvosa ocorre entre os meses de março e julho (início em 10/03 e término em 21/07), cuja duração é de 134 dias, com precipitação pluviométrica de 256,6 mm. Na Figura 3 percebe-se que a precipitação foi inferior à metade da evapotranspiração potencial, exceto nos nono e décimo nono decênios, quando atingiu proporções iguais a 37,1 e 17,6 mm, respectivamente, não sendo possível realização de um planejamento agrícola anual para cultivos de sequeiro.

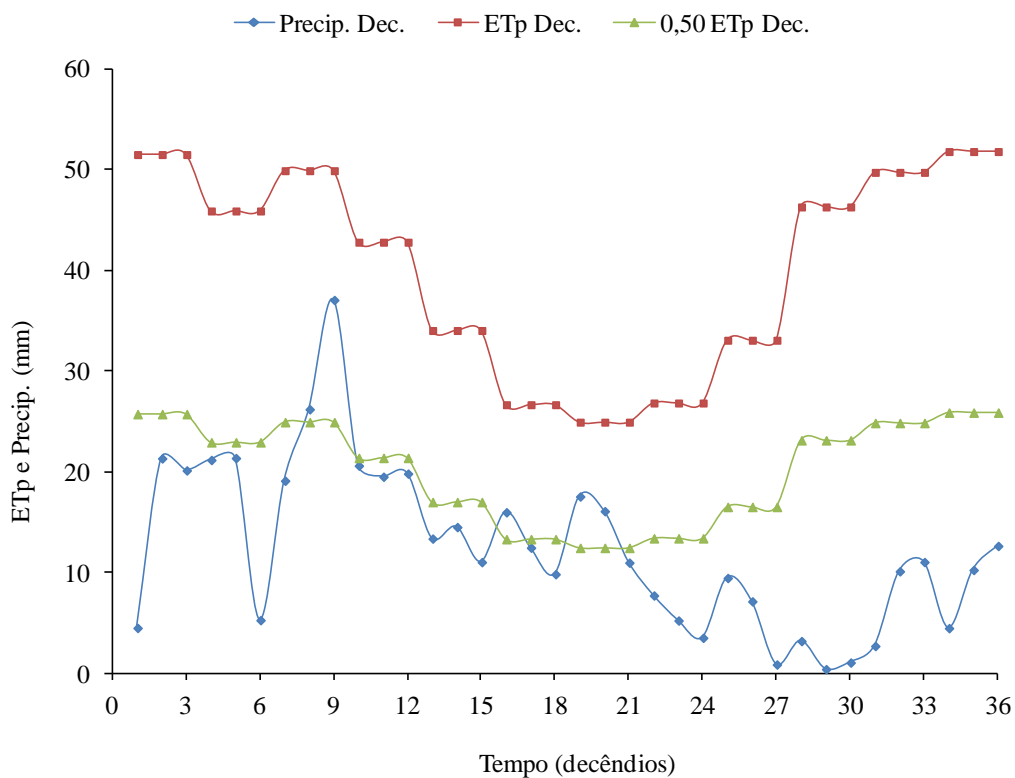


Figura 3. Estação chuvosa de Glória/BA, representação com base na acumulação decencial de precipitação pluviométrica e evapotranspiração potencial no cenário seco, no período 1963-1990

Localidade: Rodelas/BA - Terra Indígena Tuxá - Aldeia Mãe

Analisando a região do município de Rodelas/BA, a estação chuvosa tem início em 10/02 e término em 01/04, durando 51 dias, com precipitação pluviométrica de 124,3 mm. No oitavo decêndio a precipitação atingiu um pico máximo de 34,1 mm, permanecendo praticamente sempre abaixo da metade da evapotranspiração potencial nos demais decêndios (Figura 4).

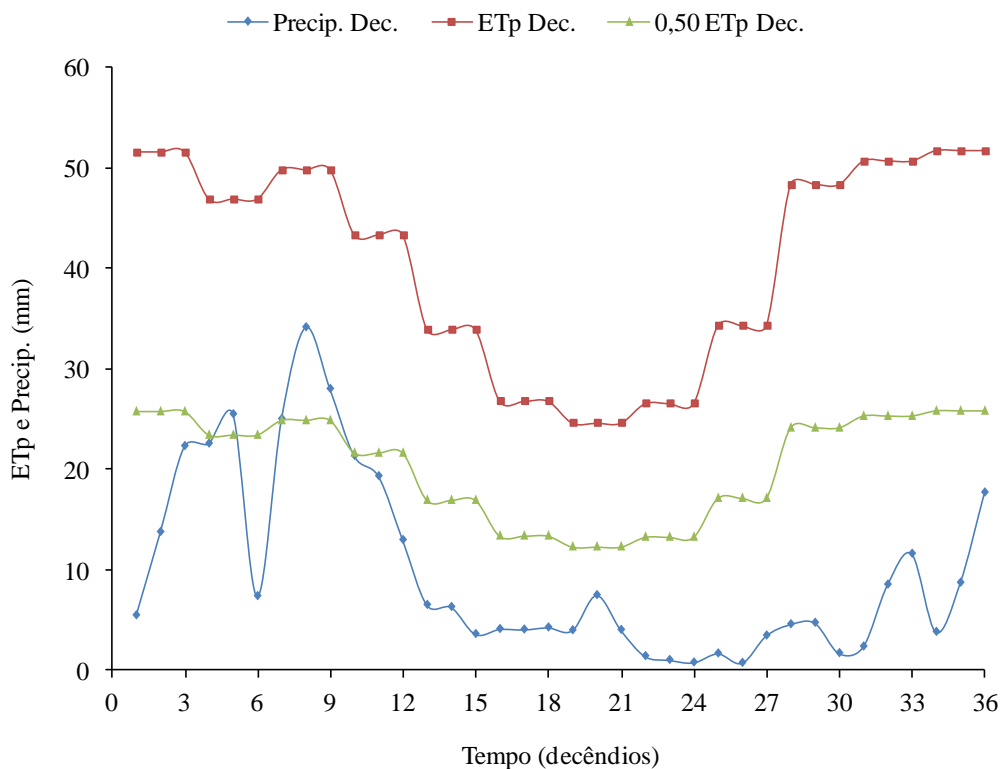


Figura 4. Estação chuvosa de Rodelas/BA, representação com base na acumulação decennial de precipitação pluviométrica e evapotranspiração potencial no cenário seco, no período 1963-1990

Localidade: Abaré/BA – Curaçá/BA - Terra Indígena Tumbalalá

Em relação à região que compreende os municípios de Abaré/BA e Curaçá/BA, a estação chuvosa tem início em 10/02 e término em 21/04, durando 71 dias, com precipitação pluviométrica de 190,1 mm. No nono decênio a precipitação atingiu um pico máximo de 35,6 mm, permanecendo praticamente sempre abaixo da metade da evapotranspiração potencial nos demais decênios (Figura 5).

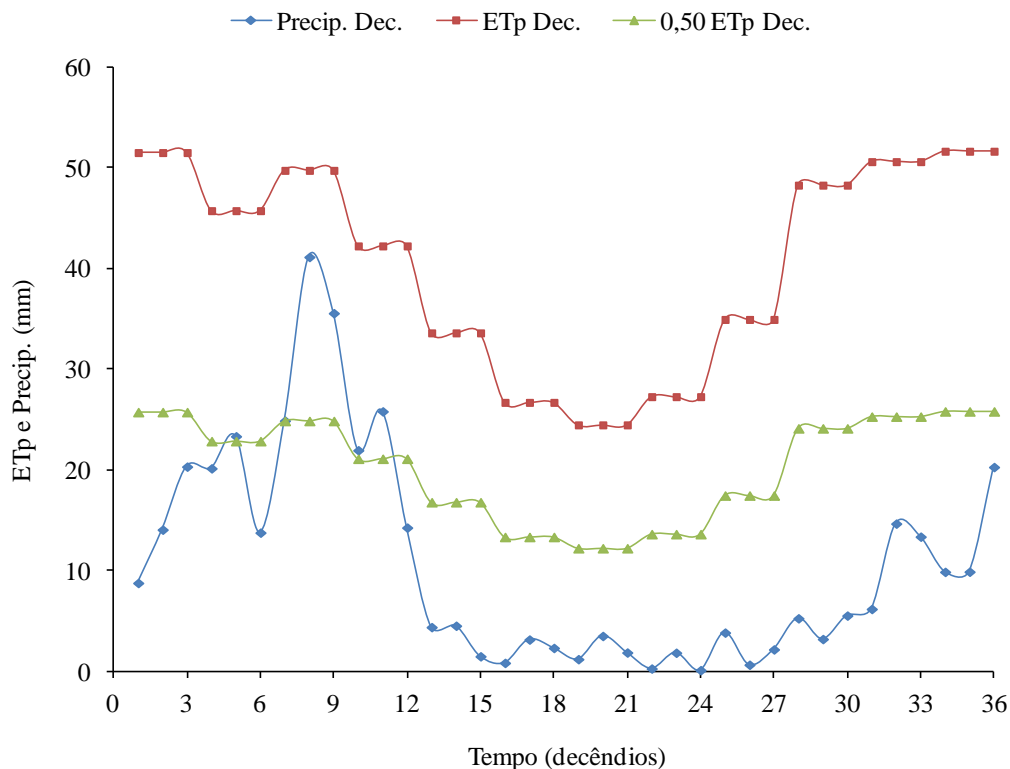


Figura 5. Estação chuvosa de Abaré/BA - Curaçá/BA, representação com base na acumulação decenal de precipitação pluviométrica e evapotranspiração potencial no cenário seco, no período 1963-1990

Avaliação do cenário normal

Localidade: Jatobá/PE – Petrolândia/PE – Tacaratu/PE - Terra Indígena Entre Serras de Pankararu

A estação chuvosa nesta localidade tem início em 20/02 e término em 21/07, durando 152 dias, com precipitação pluviométrica de 282,0 mm. No nono decênio a precipitação atingiu um pico máximo de 43,65 mm, e na sequência atingiu proporções iguais a 22,4 e 22,8 mm nos décimo sexto e décimo nono decênios, respectivamente. No decorrer do tempo permaneceu praticamente abaixo da metade da evapotranspiração potencial (Figura 6).

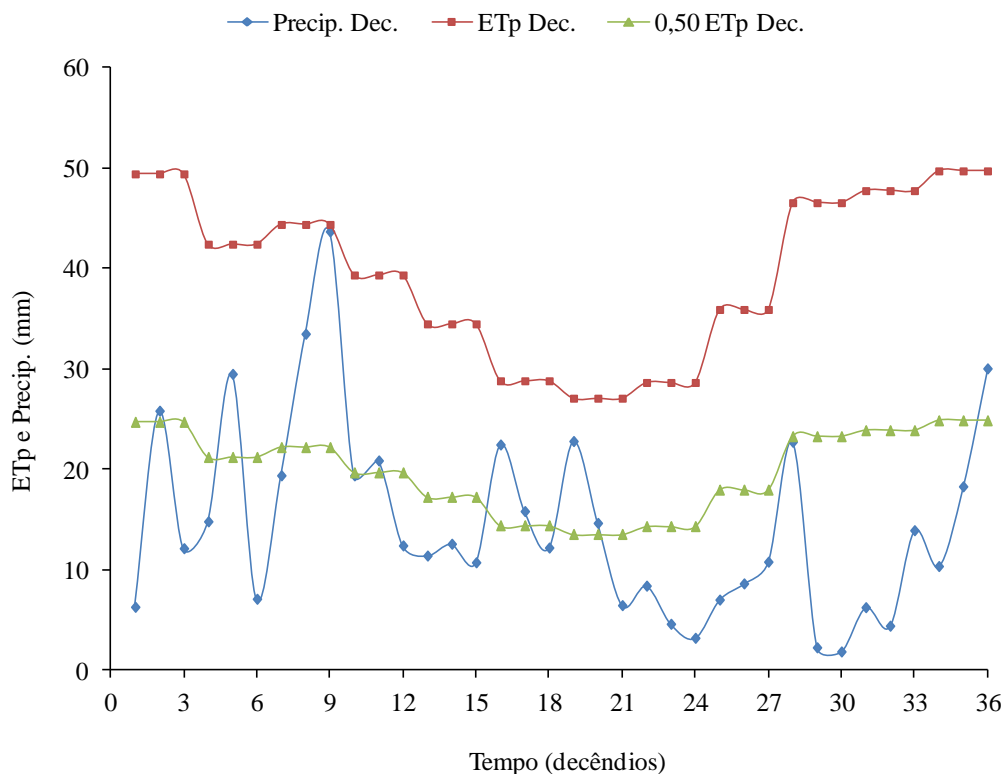


Figura 6. Estação chuvosa de Jatobá/PE – Petrolândia/PE – Tacaratu/PE, representação com base na acumulação decenal de precipitação pluviométrica e evapotranspiração potencial no cenário normal, no período 1963-1990

Localidade: Banzaê/BA – Quijingue/BA - Terra Indígena Kiriri

No cenário normal, a estação de crescimento inicia-se no dia 31/01; para a cultura do feijão-caupi, a estação de crescimento vai até o dia 23/09, com 236 dias de duração e 678,6 mm de chuva; em relação à cultura da mandioca, a estação de crescimento termina em 01/11, durando 275 dias e 706,3 mm de precipitação; já para a cultura do milho, a estação de crescimento tem encerramento na data de 03/10, com 246 dias de duração e 685,6 mm de precipitação pluvial, conforme Tabelas 20, 21 e 22.

Tabela 20. Característica do cenário normal na estação de crescimento de Banzaê/BA - Quijingue/BA para a cultura do feijão-caupi, em função de precipitação e evapotranspiração potencial para o período de 1963 a 1990

Plantio – feijão	Estação de crescimento	Estação chuvosa	Pré Úmido	Úmido	Pós Úmido
Início	31/01	31/01	31/01	11/05	22/07
Término	23/09	01/09	10/05	21/07	01/09
Duração (dias)	236	214	100	72	42
P (mm)	678,6	644,9	295,0	271,5	78,4

Tabela 21. Característica do cenário normal na estação de crescimento de Banzaê/BA - Quijingue/BA para a cultura da mandioca, em função de precipitação e evapotranspiração potencial para o período de 1963 a 1990

Plantio – mandioca	Estação de crescimento	Estação chuvosa	Pré Úmido	Úmido	Pós Úmido
Início	31/01	31/01	31/01	11/05	22/07
Término	01/11	01/09	10/05	21/07	01/09
Duração (dias)	275	214	100	72	42
P (mm)	706,3	644,9	295,0	271,5	78,4

Tabela 22. Característica do cenário normal na estação de crescimento de Banzaê/BA - Quijingue/BA para a cultura do milho, em função de precipitação e evapotranspiração potencial para o período de 1963 a 1990

Plantio – milho	Estação de crescimento	Estação chuvosa	Pré Úmido	Úmido	Pós Úmido
Início	31/01	31/01	31/01	11/05	22/07
Término	03/10	01/09	10/05	21/07	01/09
Duração (dias)	246	214	100	72	42
P (mm)	685,6	644,9	295,0	271,5	78,4

Na Figura 7 é possível observar que há um aumento da precipitação a partir do oitavo decêndio e chegando ao máximo no décimo sexto decêndio com valor de 44,7 mm. Ao mesmo tempo em que a precipitação aumenta, ocorre uma diminuição da evapotranspiração potencial devido à diminuição natural da temperatura do ar no período úmido.

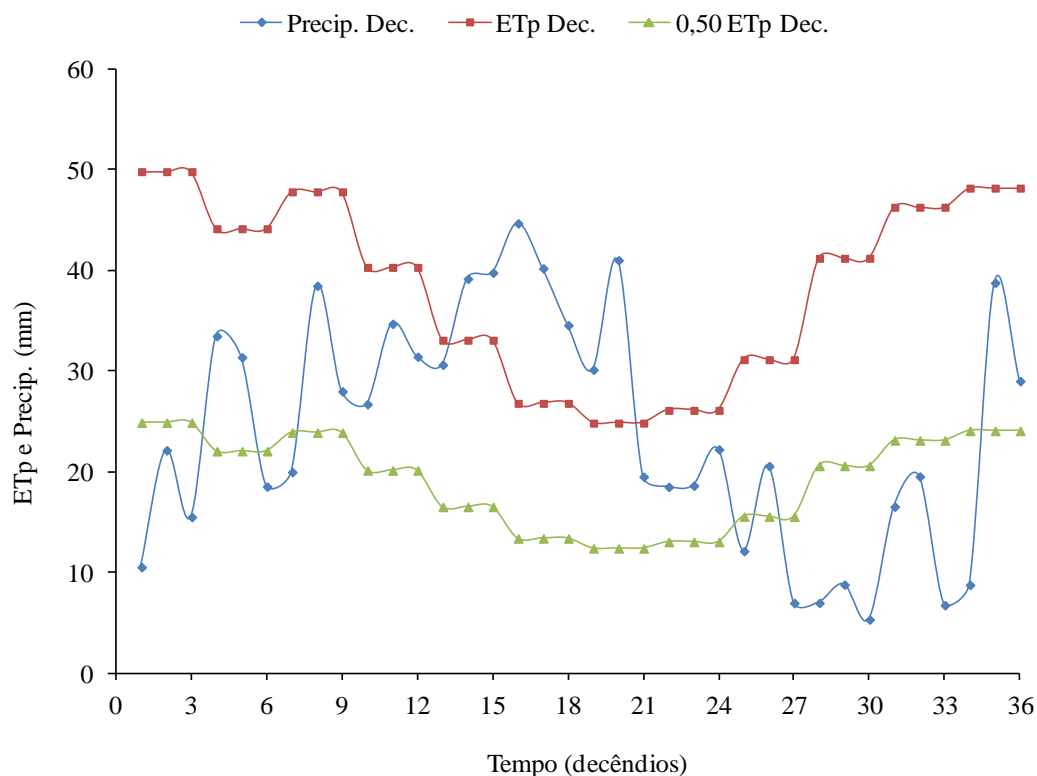


Figura 7. Estação de crescimento de Banzaê/BA – Quijingue/BA, representação com base na acumulação decenal de precipitação pluviométrica e evapotranspiração potencial no cenário normal, no período 1963-1990

No subperíodo úmido, com início no dia 11/05, observam-se poucas irregularidades na precipitação durante todos os decêndios que fazem parte deste subperíodo, que vai até 21/07. Ocorrendo uma máxima precipitação no décimo sexto decêndio, e, nos demais decêndios, houve uma variabilidade entre 30 e 41 mm, aproximadamente.

No espaço entendido como o subperíodo pós-úmido, também ocorreu com pouca variabilidade na precipitação pluviométrica, uma vez que a variabilidade pluviométrica é comum no Nordeste do Brasil, também verificado por Moura et al. (2000) e Molion & Bernardo (2002), e segundo Vianello & Alves (2013). A duração dos subperíodos pré-úmido, úmido e pós-úmido foi de 100, 72 e 42 dias, respectivamente, conforme Tabelas 20, 21 e 22. As precipitações correspondentes aos subperíodos pré-úmido, úmido e pós-úmido foram 295,0; 271,5 e 78,4 mm, respectivamente. A estação de crescimento no cenário normal possui

ALBUQUERQUE, F. da S.

uma demanda hídrica satisfatória, podendo ser observado ainda que, mesmo nos subperíodos pré-úmido e pós-úmido, existe uma adequada precipitação em relação à quantidade de dias, implicando em ausência de deficiência hídrica no início ou no final do ciclo das culturas, desde que planejada a data de plantio.

Localidade: Glória/BA - Terra Indígena Pankararé

A estação chuvosa nesta localidade tem início em 31/01 e término em 01/08, durando 183 dias, com precipitação pluviométrica de 498,2 mm. No oitavo decêndio a precipitação atingiu um pico máximo de 65,9 mm (superando a ETp), e na sequência atingiu observações praticamente abaixo da metade da ETp (Figura 8).

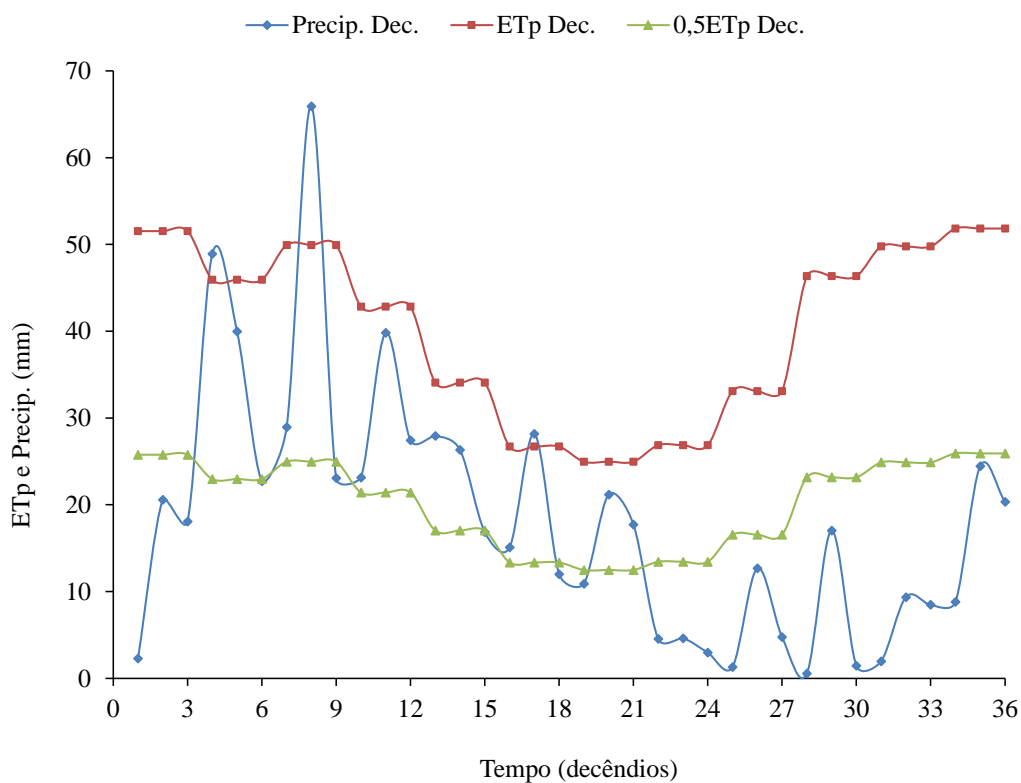


Figura 8. Estação chuvosa de Glória/BA, representação com base na acumulação decenal de precipitação pluviométrica e evapotranspiração potencial no cenário normal, no período 1963-1990

Localidade: Rodelas/BA - Terra Indígena Tuxá - Aldeia Mãe

Na região que compreende o município de Rodelas/BA, a estação chuvosa ocorre entre os meses de janeiro e julho (início em 10/01 e término em 21/07), cuja duração é de 193 dias, com precipitação pluviométrica de 424,6 mm. Na Figura 9 percebe-se que a precipitação foi sempre inferior à evapotranspiração potencial, atingindo um pico máximo de 47,3 mm no quinto decêndio, não sendo possível, portanto, a realização de um planejamento agrícola anual para cultivos de sequeiro nesta região.

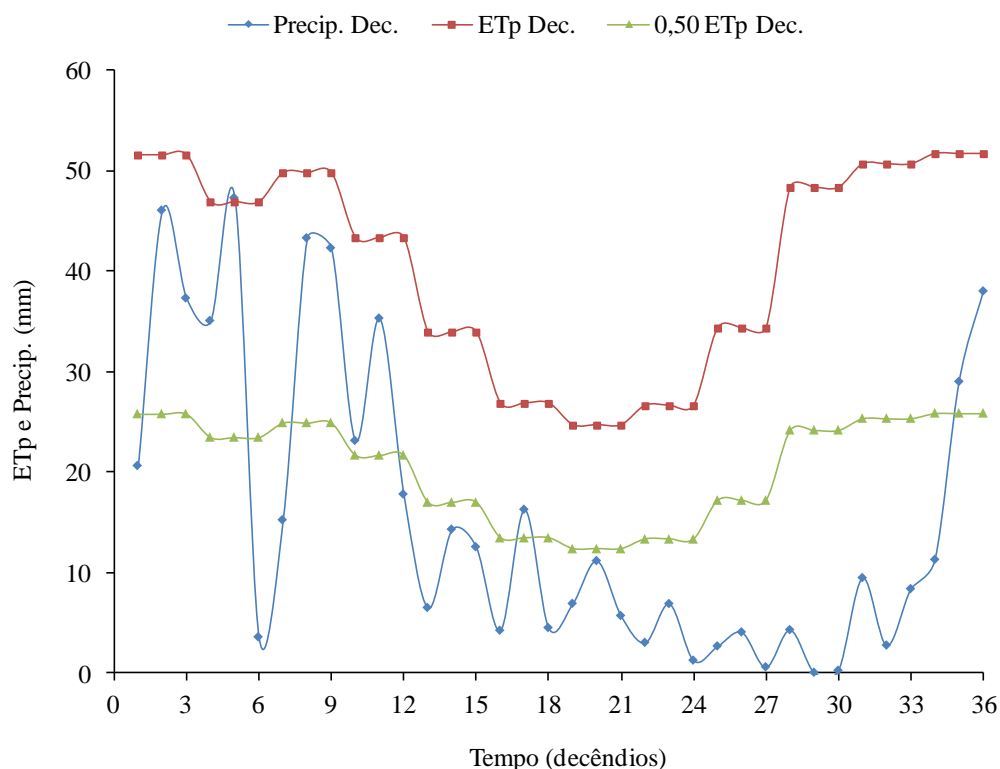


Figura 9. Estação chuvosa de Rodelas/BA, representação com base na acumulação decenal de precipitação pluviométrica e evapotranspiração potencial no cenário normal, no período 1963-1990

Localidade: Abaré/BA – Curaçá/BA - Terra Indígena Tumbalalá

Na região que compreende os municípios de Abaré/BA e Curaçá/BA, a estação chuvosa ocorre entre os meses de janeiro e abril (início em 10/01 e término em 21/04), cuja duração é de 102 dias, com precipitação pluviométrica de 322,8 mm. Na Figura 10 percebe-se que a precipitação foi sempre inferior à evapotranspiração potencial, atingindo um pico máximo de

ALBUQUERQUE, F. da S.

41,9 mm no oitavo decêndio, apresentando observações quase nulas nos vigésimos quarto e quinto decêndios. Observa-se, também, que a partir do trigésimo decêndio a precipitação volta a crescer, porém, continuando abaixo da ETp, implicando na impossibilidade de construção de planejamento agrícola anual para cultivos de sequeiro nesta região.

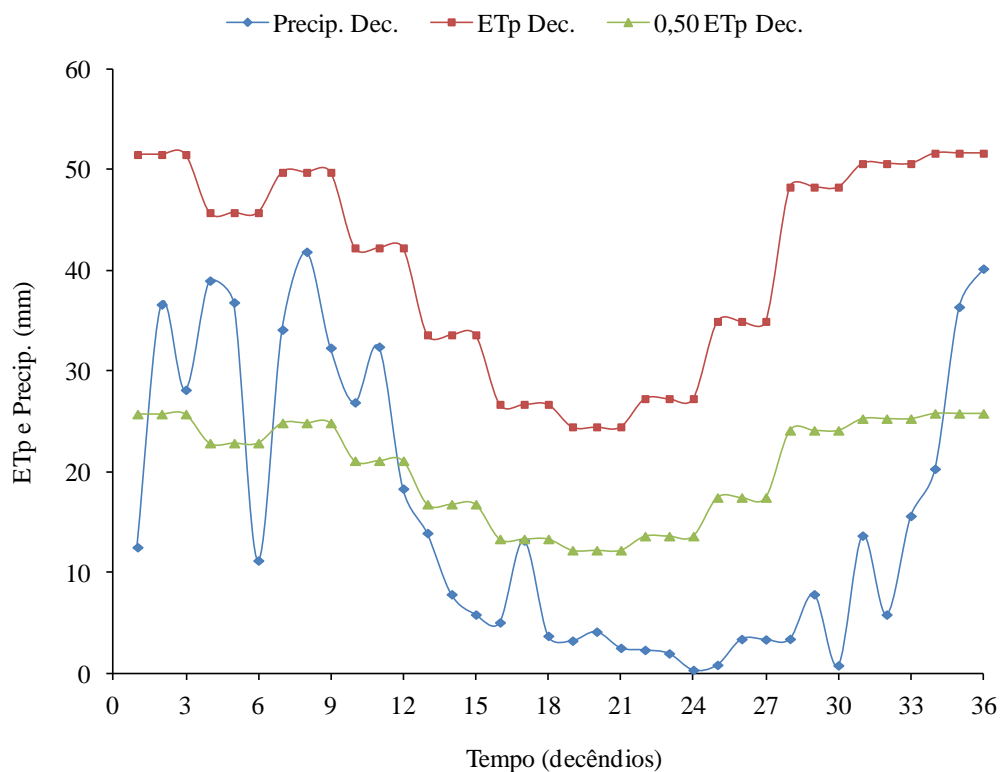


Figura 10. Estação chuvosa de Abaré/BA - Curaçá/BA, representação com base na acumulação decenal de precipitação pluviométrica e evapotranspiração potencial no cenário normal, no período 1963-1990

Avaliação do cenário chuvoso

Localidade: Jatobá/PE – Petrolândia/PE – Tacaratu/PE - Terra Indígena Entre Serras de Pankararu

Nesta localidade, analisando o período chuvoso, a estação chuvosa ocorre entre os meses de janeiro e agosto (início em 10/01 e final em 01/08), cuja duração é de 204 dias, com precipitação pluviométrica de 646,6 mm. Pela Figura 11 percebe-se que a precipitação apenas superou a evapotranspiração potencial no quarto decêndio, com 53,7 mm precipitados. Em seguida, foi superior novamente nos décimo nono, vigésimo e vigésimo primeiro decêndios,

ALBUQUERQUE, F. da S.

com precipitações iguais a 28,8; 29,0 e 30,5 mm, respectivamente. Diante destas condições, observa-se a ausência do período úmido, e um planejamento agrícola anual para cultivos de sequeiro nestas localidades torna-se inviável.

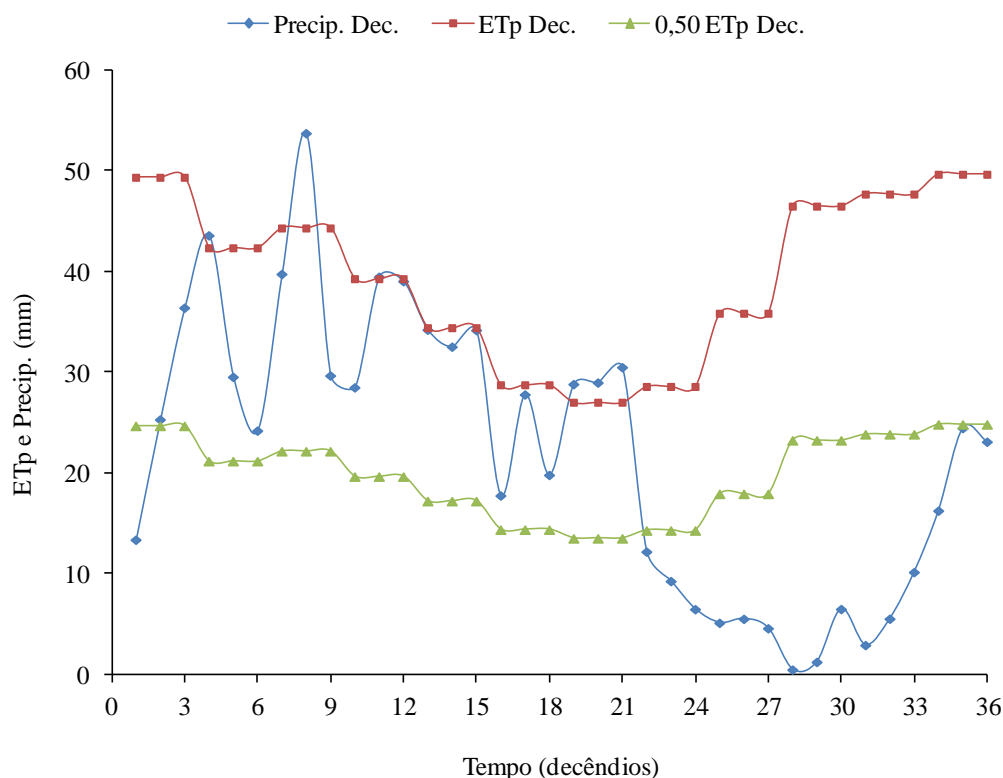


Figura 11. Estação chuvosa de Jatobá/PE – Petrolândia/PE – Tacaratu/PE, representação com base na acumulação decenal de precipitação pluviométrica e evapotranspiração potencial no cenário chuvoso, no período 1963-1990

Localidade: Banzaê/BA – Quijingue/BA - Terra Indígena Kiriri

No cenário chuvoso, a estação de crescimento inicia-se no dia 10/12; para a cultura do feijão-caupi, a estação de crescimento vai até o dia 12/09 do ano seguinte, com 277 dias de duração e 1.437,0 mm de chuva; em relação à cultura da mandioca, a estação de crescimento termina em 21/10, durando 316 dias e 1.464,3 mm de precipitação; já para a cultura do milho, a estação de crescimento tem encerramento na data de 21/08, com 287 dias de duração e 1.437,9 mm de precipitação pluvial, conforme Tabelas 23, 24 e 25.

Tabela 23. Característica do cenário chuvoso na estação de crescimento de Banzaê/BA - Quijingue/BA para a cultura do feijão-caupi, em função de precipitação e evapotranspiração potencial para o período de 1963 a 1990

Plantio – feijão	Estação de crescimento	Estação chuvosa	Pré Úmido	Úmido	Pós Úmido
Início	10/12	10/12	10/12	01/03	12/06
Término	12/09	21/08	28/02	11/06	21/08
Duração (dias)	277	255	81	103	71
P (mm)	1.437,0	1.420,5	305,3	820,9	294,3

Tabela 24. Característica do cenário chuvoso na estação de crescimento de Banzaê/BA - Quijingue/BA para a cultura da mandioca, em função de precipitação e evapotranspiração potencial para o período de 1963 a 1990

Plantio – mandioca	Estação de crescimento	Estação chuvosa	Pré Úmido	Úmido	Pós Úmido
Início	10/12	10/12	10/12	01/03	12/06
Término	21/10	21/08	28/02	11/06	21/08
Duração (dias)	316	255	81	103	71
P (mm)	1.464,3	1.420,5	305,3	820,9	294,3

Tabela 25. Característica do cenário chuvoso na estação de crescimento de Banzaê/BA - Quijingue/BA para a cultura do milho, em função de precipitação e evapotranspiração potencial para o período de 1963 a 1990

Plantio – milho	Estação de crescimento	Estação chuvosa	Pré Úmido	Úmido	Pós Úmido
Início	10/12	10/12	10/12	01/03	12/06
Término	22/09	21/08	28/02	11/06	21/08
Duração (dias)	287	255	81	103	71
P (mm)	1.437,9	1.420,5	305,3	820,9	294,3

Na Figura 12 é possível observar que a precipitação superou a evapotranspiração a partir do sétimo decêndio e chegando ao máximo no décimo quarto decêndio com valor de 146,8 mm. Ao mesmo tempo em que a precipitação aumenta, ocorre uma diminuição da evapotranspiração potencial devido à diminuição natural da temperatura do ar no período úmido.

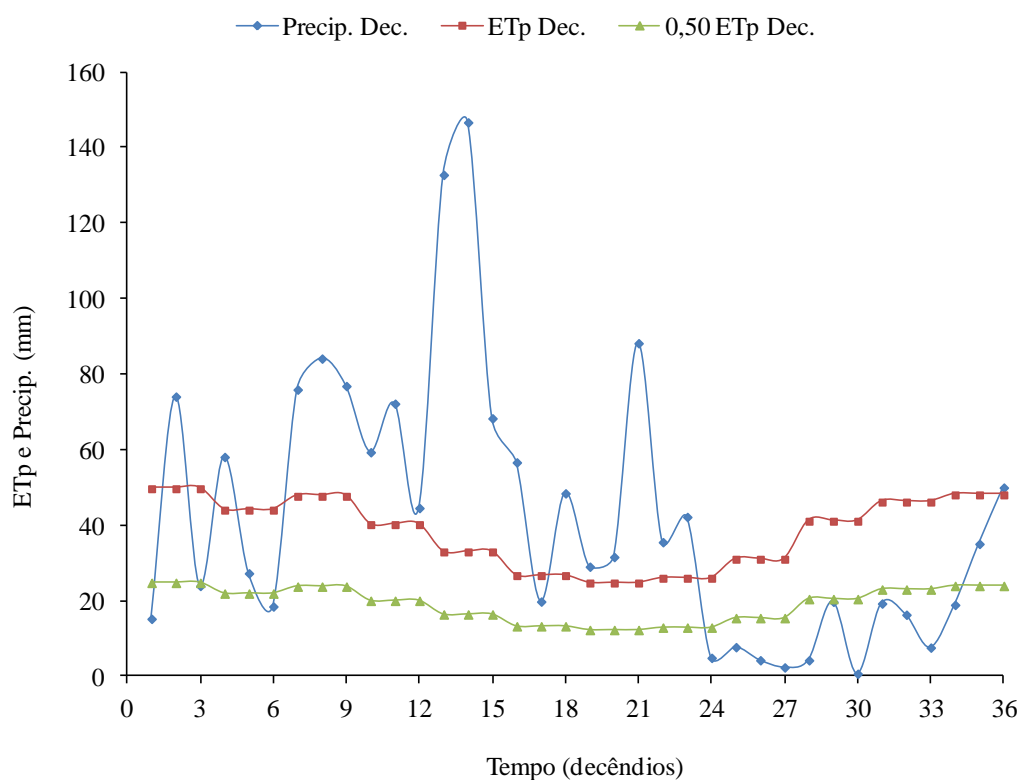


Figura 12. Estação de crescimento de Banzaê/BA – Quijingue/BA, representação com base na acumulação decenal de precipitação pluviométrica e evapotranspiração potencial no cenário chuvoso, no período 1963-1990

No subperíodo úmido, com início no dia 01/03, observa-se grande irregularidade na precipitação durante todos os decênios que fazem parte deste subperíodo, que vai até 11/06. Ocorrendo uma máxima precipitação no décimo quarto decêndio, e, nos demais decênios, houve uma variabilidade entre 20,0 e 88,4 mm, aproximadamente.

No espaço entendido como o subperíodo pós-úmido, também ocorreu uma grande variação na precipitação pluviométrica. A duração dos subperíodos pré-úmido, úmido e pós-úmido foi de 81, 103 e 71 dias, respectivamente, conforme Tabelas 23, 24 e 25. As precipitações foram iguais a 305,3; 820,9 e 294,3 mm nos subperíodos pré-úmido, úmido e pós-úmido, respectivamente. A estação de crescimento no cenário chuvoso possui uma demanda hídrica satisfatória, podendo ser observado ainda que, mesmo nos subperíodos pré-

ALBUQUERQUE, F. da S.

úmido e pós-úmido, existe uma adequada precipitação em relação à quantidade de dias, implicando em ausência de deficiência hídrica no início ou no final do ciclo das culturas, desde que planejada a data de plantio.

Localidade: Glória/BA - Terra Indígena Pankararé

A estação de crescimento inicia-se em 30/11 nesta localidade. Analisando a cultura do feijão-caupi, a estação de crescimento vai até o dia 11/09 do ano seguinte, com 286 dias de duração e 999,5 mm de chuva; em relação à cultura da mandioca, a estação de crescimento termina em 18/10, durando 323 dias e 1.015,3 mm de precipitação; já para a cultura do milho, a estação de crescimento tem encerramento na data de 23/09, com 298 dias de duração e 1.004,8 mm de precipitação pluvial, conforme Tabelas 26, 27 e 28.

Tabela 26. Característica do cenário chuvoso na estação de crescimento de Glória/BA para a cultura do feijão-caupi, em função de precipitação e evapotranspiração potencial para o período de 1963 a 1990

Plantio – feijão	Estação de crescimento	Estação chuvosa	Pré Úmido	Úmido	Pós Úmido
Início	30/11	30/11	30/11	01/03	02/05
Término	11/09	21/08	28/02	01/05	21/08
Duração (dias)	286	265	91	62	112
P (mm)	999,5	977,6	341,8	370,8	265,0

Tabela 27. Característica do cenário chuvoso na estação de crescimento de Glória/BA para a cultura da mandioca, em função de precipitação e evapotranspiração potencial para o período de 1963 a 1990

Plantio – mandioca	Estação de crescimento	Estação chuvosa	Pré Úmido	Úmido	Pós Úmido
Início	30/11	30/11	30/11	01/03	02/05
Término	18/10	21/08	28/02	01/05	21/08
Duração (dias)	323	265	91	62	112
P (mm)	1.015,3	977,6	341,8	370,8	265,0

Tabela 28. Característica do cenário chuvoso na estação de crescimento de Glória/BA para a cultura do milho, em função de precipitação e evapotranspiração potencial para o período de 1963 a 1990

Plantio – milho	Estação de crescimento	Estação chuvosa	Pré Úmido	Úmido	Pós Úmido
Início	30/11	30/11	30/11	01/03	02/05
Término	23/09	21/08	28/02	01/05	21/08
Duração (dias)	298	265	91	62	112
P (mm)	1.004,8	977,6	341,8	370,8	265,0

Pela Figura 13 é possível observar que a precipitação apresenta uma grande variação, atingindo um pico máximo no décimo primeiro decêndio com valor de 142,70 mm. No trigésimo quarto decêndio atinge um valor máximo igual a 93,70 mm.

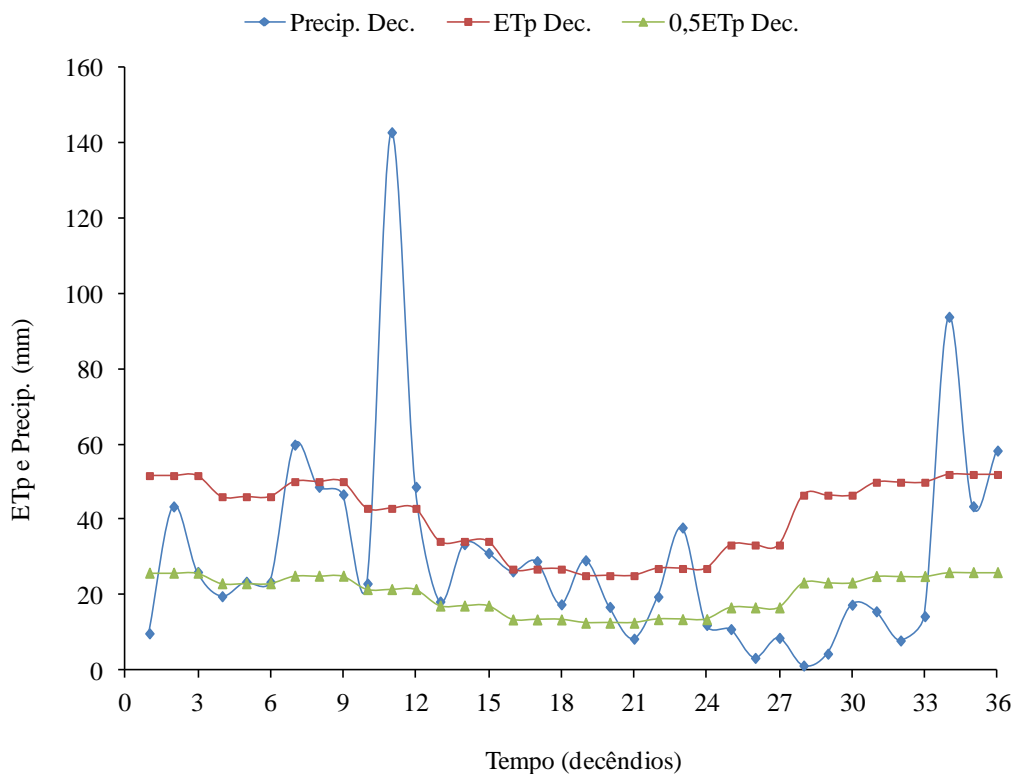


Figura 13. Estação de crescimento de Glória/BA, representação com base na acumulação decenal de precipitação pluviométrica e evapotranspiração potencial no cenário chuvoso, no período 1963-1990

O subperíodo úmido tem início em 01/03, e apresenta grande irregularidade na precipitação, e vai até 01/05. Ocorrendo uma máxima precipitação no décimo primeiro decênio. No espaço entendido como o subperíodo pós-úmido, também ocorreu uma grande variação na precipitação pluviométrica. A duração dos subperíodos pré-úmido, úmido e pós-úmido foi de 91, 62 e 112 dias, respectivamente, conforme Tabelas 26, 27 e 28. As precipitações foram equivalentes a 341,8; 370,8 e 265,0 mm nos subperíodos pré-úmido, úmido e pós-úmido, respectivamente.

Localidade: Rodelas/BA - Terra Indígena Tuxá - Aldeia Mãe

De acordo com os dados climatológicos desta região, a estação de crescimento inicia-se em 31/12. Analisando a cultura do feijão-caupi, a estação de crescimento vai até o dia 12/08 do ano seguinte, com 225 dias de duração e 727,0 mm precipitados; em relação à cultura da mandioca, a estação de crescimento termina em 12/09, durando 262 dias e 734,8 mm de precipitação; já para a cultura do milho, a estação de crescimento tem encerramento na data

ALBUQUERQUE, F. da S.

de 22/08, com 235 dias de duração e 730,1 mm de precipitação pluvial, conforme Tabelas 29, 30 e 31.

Tabela 29. Característica do cenário chuvoso na estação de crescimento de Rodelas/BA para a cultura do feijão-caupi, em função de precipitação e evapotranspiração potencial para o período de 1963 a 1990

Plantio – feijão	Estação de crescimento	Estação chuvosa	Pré Úmido	Úmido	Pós Úmido
Início	31/12	31/12	31/12	21/02	02/05
Término	12/08	21/07	20/02	01/05	21/07
Duração (dias)	225	203	52	70	81
P (mm)	727,0	717,2	222,5	407,3	87,4

Tabela 30. Característica do cenário chuvoso na estação de crescimento de Rodelas/BA para a cultura da mandioca, em função de precipitação e evapotranspiração potencial para o período de 1963 a 1990

Plantio – mandioca	Estação de crescimento	Estação chuvosa	Pré Úmido	Úmido	Pós Úmido
Início	31/12	31/12	31/12	21/02	02/05
Término	12/09	21/07	20/02	01/05	21/07
Duração (dias)	262	203	52	70	81
P (mm)	734,8	717,2	222,5	407,3	87,4

Tabela 31. Característica do cenário chuvoso na estação de crescimento de Rodelas/BA para a cultura do milho, em função de precipitação e evapotranspiração potencial para o período de 1963 a 1990

Plantio – milho	Estação de crescimento	Estação chuvosa	Pré Úmido	Úmido	Pós Úmido
Início	31/12	31/12	31/12	21/02	02/05
Término	22/08	21/07	20/02	01/05	21/07
Duração (dias)	235	203	52	70	81
P (mm)	730,1	717,2	222,5	407,3	87,4

Na Figura 14 observa-se que a precipitação apresentou dois picos máximos, nos sétimo e décimo primeiro decêndios, com proporções iguais a 61,9 e 80,1 mm, respectivamente, quando superou a evapotranspiração potencial.

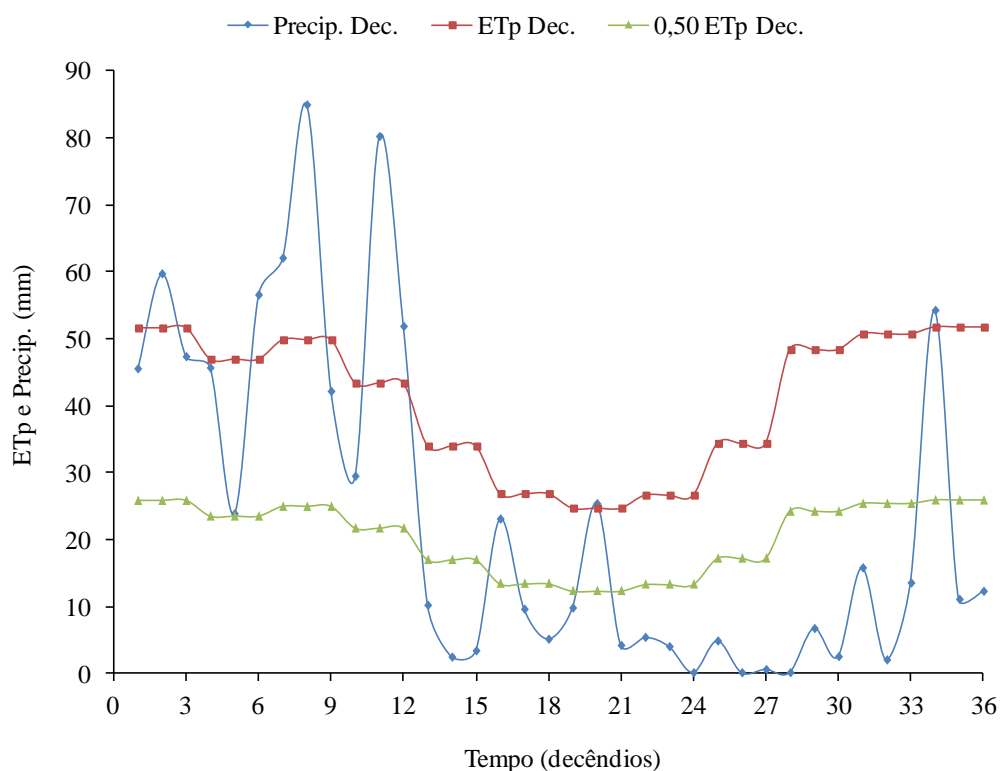


Figura 14. Estação de crescimento de Rodelas/BA, representação com base na acumulação decenal de precipitação pluviométrica e evapotranspiração potencial no cenário chuvoso, no período 1963-1990

ALBUQUERQUE, F. da S.

O subperíodo úmido tem início em 21/02, e apresenta grande irregularidade na precipitação, e vai até 01/05. Ocorrendo uma máxima precipitação no sétimo e décimo primeiro decêndios. O subperíodo pós-úmido apresentou pequena variação na precipitação pluviométrica. A duração dos subperíodos pré-úmido, úmido e pós-úmido foi de 52, 70 e 81 dias, respectivamente, conforme Tabelas 29, 30 e 31. As precipitações foram equivalentes a 222,5; 407,3 e 87,4 mm nos subperíodos pré-úmido, úmido e pós-úmido, respectivamente.

Neste caso, a estação de crescimento no cenário chuvoso possui uma demanda hídrica insatisfatória, podendo ser observado ainda que nos subperíodos pré-úmido e pós-úmido, existe uma inadequada precipitação em relação à quantidade de dias, implicando uma iminente situação de deficiência hídrica no início ou no final do ciclo das culturas.

Localidade: Abaré/BA – Curaçá/BA - Terra Indígena Tumbalalá

Analisando os dados climatológicos desta região, a estação de crescimento inicia-se em 01/12. Para a cultura do feijão-caupi, a estação de crescimento vai até o dia 03/07 do ano seguinte, com 215 dias de duração e 999,6 mm de chuva; em relação à cultura da mandioca, a estação de crescimento termina em 07/08, durando 250 dias e 1.023,8 mm de precipitação; já para a cultura do milho, a estação de crescimento tem encerramento na data de 14/07, com 226 dias de duração e 1.009,1 mm de precipitação pluvial, conforme Tabelas 32, 33 e 34.

Tabela 32. Característica do cenário chuvoso na estação de crescimento de Abaré/BA – Curaçá/BA para a cultura do feijão-caupi, em função de precipitação e evapotranspiração potencial para o período de 1963 a 1990

Plantio – feijão	Estação de crescimento	Estação chuvosa	Pré Úmido	Úmido	Pós Úmido
Início	01/12	01/12	01/12	11/01	02/05
Término	03/07	11/06	10/01	01/05	11/06
Duração (dias)	215	193	41	111	41
P (mm)	999,6	991,2	155,8	768,5	66,9

Tabela 33. Característica do cenário chuvoso na estação de crescimento de Abaré/BA - Curaçá/BA para a cultura da mandioca, em função de precipitação e evapotranspiração potencial para o período de 1963 a 1990

Plantio – mandioca	Estação de crescimento	Estação chuvosa	Pré Úmido	Úmido	Pós Úmido
Início	01/12	01/12	01/12	11/01	02/05
Término	07/08	11/06	10/01	01/05	11/06
Duração (dias)	250	193	41	111	41
P (mm)	1.023,8	991,2	155,8	768,5	66,9

Tabela 34. Característica do cenário chuvoso na estação de crescimento de Abaré/BA - Curaçá/BA para a cultura do milho, em função de precipitação e evapotranspiração potencial para o período de 1963 a 1990

Plantio – milho	Estação de crescimento	Estação chuvosa	Pré Úmido	Úmido	Pós Úmido
Início	01/12	01/12	01/12	11/01	02/05
Término	14/07	11/06	10/01	01/05	11/06
Duração (dias)	226	193	41	111	41
P (mm)	1.009,1	991,2	155,8	768,5	66,9

Na Figura 15, observa-se que o aumento constante da precipitação teve início a partir do sexto decêndio, atingindo o pico máximo no sétimo decêndio, com valor igual a 89,7 mm, seguindo com uma pequena variação durante os períodos pré e pós-úmido.

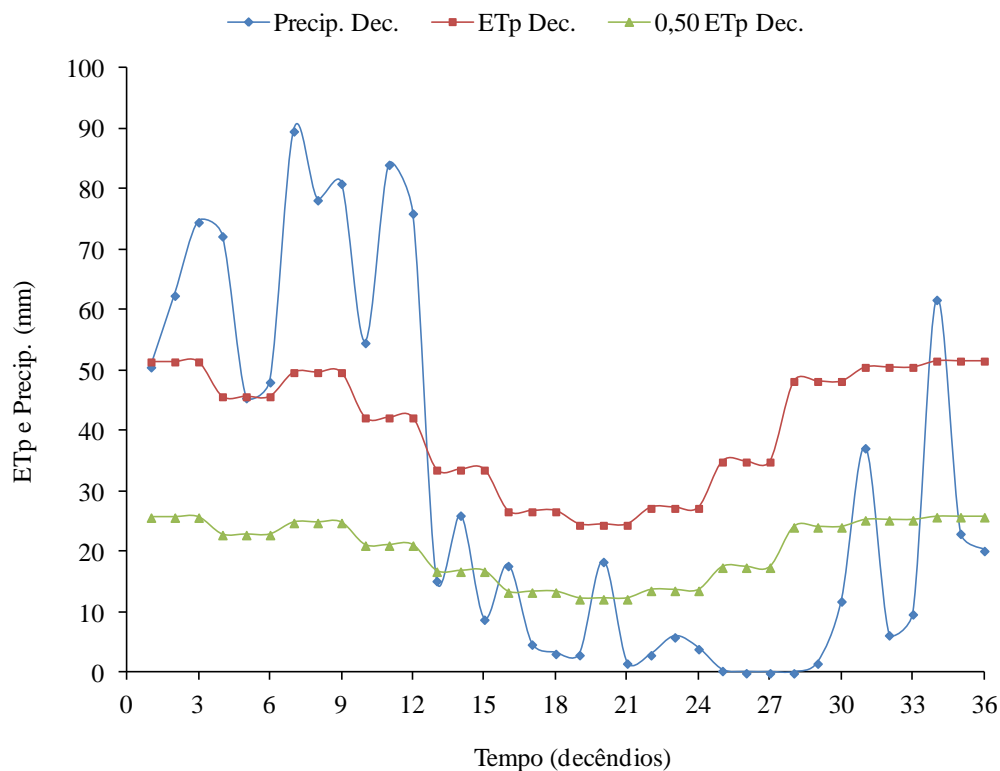


Figura 15. Estação de crescimento de Abaré/BA - Curaçá/BA, representação com base na acumulação decenal de precipitação pluviométrica e evapotranspiração potencial no cenário chuvoso, no período 1963-1990

O subperíodo úmido inicia em 11/01, apresentando pequena irregularidade na precipitação, e vai até 01/05. Ocorrendo uma máxima precipitação no sétimo decênio. O subperíodo pós-úmido apresentou grande variação na precipitação pluviométrica. A duração dos subperíodos pré-úmido, úmido e pós-úmido foi de 41, 111 e 41 dias, respectivamente, conforme Tabelas 32, 33 e 34. As precipitações foram equivalentes a 155,8; 768,5 e 66,9 mm nos subperíodos pré-úmido, úmido e pós-úmido, respectivamente.

Neste caso, a estação de crescimento no cenário chuvoso possui uma demanda hídrica medianamente satisfatória, podendo ser observado ainda que nos subperíodos pré-úmido e pós-úmido, existe uma irregular precipitação em relação à quantidade de dias, implicando em uma possibilidade de situação de deficiência hídrica no início ou no final do ciclo das culturas.

Observa-se, também, que a estação de crescimento é sempre maior que a estação chuvosa, devido ao incremento do número de dias necessário para que a condição de igualdade entre a evapotranspiração real e a evapotranspiração máxima da cultura seja atingida, ou seja, é o tempo requerido para a retirada de uma lâmina de água correspondente à

ALBUQUERQUE, F. da S.

CAD do solo, momento em que a cultura deve ser irrigada; logo após, verifica-se o final da estação de crescimento.

Moura et al. (2008), ao determinarem o início, a duração e o final de cada período de chuva, além da estação de crescimento da cultura da cana-de-açúcar para três cenários distintos para o município de Itambé, em Pernambuco, conseguiram demonstrar que há uma grande variabilidade e irregularidade da precipitação durante o ano, principalmente nos primeiros decênios dos anos secos. Já Moura et al. (2010), quando relacionaram as estimativas das condições climáticas com a estação de crescimento e o desenvolvimento da cana-de-açúcar em Ipojuca, PE, também considerando três distintos cenários climatológicos, durante a estação de crescimento, observaram maiores precipitações, na ordem de 1.414 mm para cenário seco, 1.869 mm para cenário normal e 2.578 mm para cenário chuvoso, com maiores durações do ciclo vegetativo, variando de 229; 236 e 267 dias, respectivamente.

De maneira semelhante, Andrade Júnior et al. (2007), ao regionalizar o risco climático para a cultura do feijão-caupi no estado do Ceará, para semeaduras em diferentes épocas dentro da estação chuvosa, utilizando, concluíram que, independentemente da capacidade de retenção de água do solo, a semeadura no período de 21 a 31/01 mostrou-se favorável para o cultivo de feijão-caupi em praticamente todo o estado do Ceará, notadamente para os municípios localizados na região centro-sul do estado, enquanto que para os situados ao norte do Estado, recomenda-se que este cultivo seja efetuado, de preferência, de 01 a 10/03, visto que o período chuvoso se estende durante os meses de abril a maio, tendo como vantagem a colheita das vagens ocorrendo no início da estação seca.

Estes resultados corroboram as citações de Ayoade (2012), quando afirma que as quantidades de precipitação média de longo prazo, para o mês, estação ou ano, dificilmente indicam a regularidade ou a confiabilidade com as quais determinadas quantidades de precipitação podem ser esperadas. Este é o caso das localidades de baixas latitudes e em áreas relativamente secas onde a precipitação pluvial é conhecida como sendo de alta variabilidade em sua incidência, particularmente de um ano para o outro.

CONCLUSÕES

1. Apenas para a localidade de Banzaê/BA - Quijingue/BA (T.I. Kiriri) no cenário normal, e demais localidades, exceto Jatobá/PE - Petrolândia/PE - Tacaratu/PE (T.I. Entre Serras de Pankararu) no cenário chuvoso, foi possível determinar o início, duração e final de cada subperíodo bem como a estação de crescimento do feijão-caupi, da mandioca e do milho.
2. Há uma ampla variabilidade e irregularidade da precipitação durante o ano nas diversas localidades estudadas, ao longo dos decêndios, apesar de todas as localidades estarem inseridas no semiárido nordestino.
3. Os três cenários apresentaram distintos inícios para a estação chuvosa e de crescimento, quando houve, além do volume precipitado e da duração dos períodos.
4. Existe grande dificuldade para encontrar meses favoráveis à agricultura nas áreas indígenas inseridas nas localidades estudadas devido à forte variabilidade na precipitação pluviométrica anual.

LITERATURA CITADA

ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; BARROS, A. H. C., SILVA, C. O.; FREIRE FILHO, F. R. Zoneamento de risco climático para a cultura do feijão-caupi no Estado do Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v.38, n.1, p.109-117, 2007.

ANDREOLI, R. V.; KAYANO, M. T. ENSO-related rainfall anomalies in South America and associated circulation features during warm and cold pacific decadal oscillation regimes. **International Journal of Climatology**, v. 25, p. 2017–2030, 2005.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 16. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. 332p.

BERGAMASCHI, H.; MATZENAUER, R. **Milho**. In: MONTEIRO, J. E. B. de A. (Organizador). **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. 1.ed. Brasília: INMET, 2009. Parte II - Cultivos temporários, p.237-260.

ALBUQUERQUE, F. da S.

CAMPOS, J. H. B. da C.; SILVA, M. T.; SILVA, V. de P. R. da. Impacto do aquecimento global no cultivo do feijão-caupi, no Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.4, p.396-404, 2010.

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

CONCEIÇÃO, A. J. da. **A mandioca**. Cruz das Almas, Embrapa/BNB/Brascan Nordeste, 1979. 382p.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1994. 306p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33).

MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. 2.ed. Fortaleza: Printcolor, 2012. 413p.

MENDONÇA, E. A. **Estimativa da Evapotranspiração de Referência no Município de Capim – PB**. 2008. 114 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Universidade Federal de Campina Grande. 2008.

MOLION, L. C. B. Aquecimento global, El Niños, Manchas Solares, Vulcões e Oscilação Decadal do Pacífico, **Climanalise**, CPTEC/INPE, agosto, 2005.

MOLION, L. C. B.; BERNARDO, S. O. Uma revisão da dinâmica das chuvas no nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.17, n.1, p.1-10, 2002.

MOURA, G. B. A.; ARAGÃO, J. O. R.; LACERDA, F. F.; PASSAVANTE, J. Z. O. Relação entre a precipitação no setor leste do Nordeste do Brasil e a temperatura da superfície nos oceanos Atlântico (área do Dipolo) e Pacífico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.2, p.247-251, 2000.

ALBUQUERQUE, F. da S.

MOURA, G. B. A.; BASTOS, G. Q.; GIONGO, P. R.; LOPES, P. M. O.; MEDEIROS, S. R. R. de. Estimativas das condições hídricas em Ipojuca, região canavieira de Pernambuco. **Revista Caatinga**, v.23, n.3, p.71-76, 2010.

MOURA, G. B. A.; MELO, J. S. P. de; GIONGO, P. R. G.; LIRA JÚNIOR, M. de A.; SILVA, A. N. Relação entre condições hídricas e o crescimento vegetal da cana-de-açúcar no município Itambé, Pernambuco. **Revista Caatinga**, v.21, n.5, p.171-177, 2008.

ORLOVE, B.; RONCOLI, C.; KABUGO, M.; MAJUGU, A. Indigenous climate knowledge in southern Uganda: the multiple components of a dynamic regional system. **Climatic Change**, v.100, p.243-265, 2010.

ORTOLANI, A. A.; CAMARGO, M. P. B. de. **Influência dos fatores climáticos na produção**. In: CASTRO, P. R. C.; FERREIRA, S. O.; YAMADA, T. (Eds.). *Ecofisiologia da produção agrícola*. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. p.71-81.

POLZIN, D.; HASTENRATH, S. Climate of Brazil's nordeste and tropical atlantic sector: preferred time scales of variability. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.29, n.2, p.153-160, 2014.

SENTELHAS, P. C.; MONTEIRO, J. E. B. de A. **Agrometeorologia dos cultivos**. In: MONTEIRO, J. E. B. de A. (Organizador). *Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola*. 1.ed. Brasília: INMET, 2009. Parte I - Introdução, p.3-12.

SILVA, V. P. R.; CAVALCANTE, E. P.; NASCIMENTO, M. G.; CAMPOS, J. H. B. C. Análise da precipitação pluvial no Estado da Paraíba com base na teoria da entropia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.2, p.269-274, 2003.

SOUZA, M. do S. M. de; BEZERRA, F. M. L.; VIANA, T. V. de A.; TEÓFILO, E. M.; CAVALCANTE, Í. H. L. Evapotranspiração do Maracujá nas condições do Vale do Curu. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 2, p.11-16, 2009.

ALBUQUERQUE, F. da S.

SUDENE – Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. **Dados pluviométricos mensais do Nordeste**. Recife: SUDENE, 1990. Série Pluviometria 1 a 10.

THORNTHWAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate. **Geographical Review**, v.38, n.1, p.55-94, 1948.

UFCG. Universidade Federal de Campina Grande. **Normais Climatológicas da Área da SUDENE Clima**. Campina Grande: UFCG/DCA. Disponível em: <<http://www.dca.ufcg.edu.br/tsm.htm>>. Acesso em: 03 mar. 2014.

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e climatologia**. Versão Digital, 2006. 449p.

VAREJÃO-SILVA, M. A.; BARROS, A. H. C. **Zoneamento de aptidão climática do Estado de Pernambuco para três distintos cenários pluviométricos**. Secretaria de Produção Rural e Reforma Agrária do Estado de Pernambuco. Recife, 2002. 51p.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. 2.ed. Viçosa: UFV, 2013. 460p.

VOLPE, C. A. **Agrometeorologia - coeficientes de cultura simples (Kc) para climas subúmidos para uso com a evapotranspiração de referência de Penman-Monteith (FAO, 1998)**. 2008. Disponível em: <http://javali.fcav.unesp.br/sgcd/Home/estacao_agro/20080725_100508.HTM>. Acesso em: 10 set. 2014.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo central do presente trabalho foi identificar áreas com aptidão climática para determinadas culturas agrícolas de importância econômica para as comunidades indígenas do semiárido nordestino e produzir calendários agrícolas de acordo com a previsão anual quanto às precipitações pluviométricas (anos secos, normais e chuvosos), de modo que não comprometa a semeadura das culturas de interesse para estas comunidades indígenas. Sendo assim, considera-se que tal objetivo tenha sido alcançado, sendo sua aplicação direcionada para uma área delimitada dentro do semiárido nordestino brasileiro.

É notória a necessidade de mais informações quanto às áreas e suas respectivas aptidões para os cultivos do feijão-caupi, mandioca e milho, culturas tradicionais e importantes econômica e culturalmente para comunidades indígenas que sobrevivem no bioma Caatinga, a fim de que se consiga contribuir para alcançar reduções significativas nas perdas de produção agrícola.

Com o objetivo de nortear futuras pesquisas em zoneamentos agroclimáticos, questões devem ser consideradas e pesquisadas tais como variáveis que possibilitem um melhor mapeamento das áreas quanto as suas aptidões agrícolas, consistência dos dados climatológicos disponíveis, exploração de mais espécies agrícolas de importância no semiárido, expansão para outras regiões/localidades do país, técnicas aperfeiçoadas, dentre outras, de modo a complementar ou consolidar as informações obtidas neste trabalho de pesquisa.

Os resultados apresentados nesta tese, a respeito da classificação das áreas de acordo com sua aptidão climática e definição da época mais adequada para plantio, fornecerão informações práticas e importantes a serem consideradas em outras pesquisas, e principalmente como recomendação técnica para as comunidades indígenas que sobrevivem no semiárido do Nordeste do Brasil, de modo que obtenham ótimo rendimento de seus cultivos sob regime de sequeiro. Sendo assim, nestas condições, e de modo a alcançar máximas reduções nas perdas das produções agrícolas, sugere-se semear nas áreas e épocas adequadas, além de tomar como base as previsões meteorológicas anuais publicadas nos órgãos governamentais e meteorológicos.

Os cultivos de sequeiro são viáveis desde que se tenha como fundamental a definição dos períodos de cultivo para cada cultura. Dessa forma, buscar-se-á reduzir as possibilidades de perdas de produção devido aos períodos de veranicos, nas suas mais variadas durações, que ocorre devido à irregularidade das precipitações pluviométricas, característica particular desta região.