

MARCIO SALÚ PEREIRA

**ZONEAMENTO AGROCLIMÁTICO PARA A CULTURA DOS CITROS NO
AGRESTE PERNAMBUCANO**

RECIFE – PE
2009

MARCIO SALÚ PEREIRA

**ZONEAMENTO AGROCLIMÁTICO PARA A CULTURA DOS CITROS NO
AGRESTE PERNAMBUCANO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

Orientador: Prof. Dr. Tonny José Araújo da Silva.

RECIFE - PE

2009

“Sonhe alto... Queira o melhor do melhor... Se pensarmos pequeno... Coisas pequenas teremos... Mas se desejarmos fortemente o melhor e, principalmente, lutarmos pelo melhor... O melhor vai se instalar em nossa vida. Porque sou do tamanho daquilo que vejo, e não do tamanho da minha altura”.

Carlos Drummond de Andrade

“... mais inteligente é aquele que sabe que não sabe... conhece-te a ti mesmo.”

Socrates

“O que sabemos é uma gota. O que ignoramos é um oceano.”

Isaac Newton

“Posso todas as coisas naquele que me fortalece”.

Filipenses 4:13

À minha esposa ANGELA BATISTA
pelo amor e carinho, dedicação e
compreensão nas horas mais difíceis.

OFEREÇO

À minha querida mãe, Maria Damiana
pelo incentivo desde o primeiro
momento da minha vida, a Sérgio de
Deus que sempre acreditou em meu
potencial, me ajudando a superar todas
as dificuldades.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por permitir esta caminhada árdua, porém gratificante.

A Sérgio de Deus e sua esposa Deise, pela grandeza de suas atitudes em minha vida, tanto quanto um filho merece.

A Antônio Bezerra e sua esposa Savana por serem responsáveis pelo marco de mudança na vida da minha família e terem acreditado e apoiado minha jornada de estudos.

À Dona Edna seu esposo Rui e dona Inês, pelos três anos de acolhida sem medida de esforços.

A Elias e todos seus irmãos, além de suas famílias que direta ou indiretamente marcaram minha jornada estudantil.

Aos meus familiares, em especial meus pais, Maria Damiana Pereira e Antoniel Salú Pereira e minha querida Madrinha Geniz.

À Angela Batista minha esposa, amiga e companheira de valor inestimável.

Aos meus queridos irmãos Marcelo, Marcílio e Maciel, que sempre torceram pelo meu sucesso.

Aos amigos e amigas de Mestrado, em especial a Graciliano, Alexandre, Sérgio Medeiros e José Francisco, que em pouco tempo de curso vivenciamos verdadeiros momentos de alegrias.

Ao Professor Tonny pela orientação, supervisão e apoio na elaboração deste trabalho. Muito obrigado por ter acreditado e por sua dedicação na finalização deste trabalho.

A todos os meus professores da Pós-Graduação, em especial aos professores Marcus Metri e Geber Barbosa, pela contribuição que deram ao meu crescimento pessoal, acadêmico e profissional durante todo o curso.

Ao coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Prof. Dr. Mário Monteiro Rolim pela condição de trabalho oferecida.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo.

Aos funcionários da UFRPE, Júnior Granja, Ednalva (Nana) e José Luiz (Lulinha), pela ajuda e serviços prestados ao longo do curso.

A todos que dedicaram sua parcela de contribuição ao longo do curso, como também da minha vida. Meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	i
RESUMO.....	iii
ABSTRACT.....	iv
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	3
2.1 Histórico.....	3
2.2. A Citricultura brasileira.....	4
2.3 Variedades de citros cultivadas.....	5
2.4 Exigências de clima e solo.....	6
2.5 Qualidade e comercialização.....	8
2.6 Potencial climático das regiões.....	9
2.7 Viabilização dos estudos de zoneamento agroclimático.....	10
2.8 Determinação da Evapotranspiração Potencial pelo método de Thornthwaite.....	12
2.9 Balanço Hídrico Climatológico.....	15
2.10 Índice de Satisfação das Necessidades de Água (ISNA).....	16
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1 Caracterização da região de estudo.....	18
3.2 Dados pluviométricos.....	19
3.3 Estimativa da temperatura local.....	20
3.4 Elaboração das cartas.....	22
3.5 Dados da produção de citros no Agreste pernambucano.....	23
3.6 Balanço hídrico para a área de estudo.....	24
4. Resultados e Discussão.....	31
4.1 Precipitação pluviométrica.....	31
4.2 Temperatura do ar.....	32
4.3 Balanço Hídrico.....	36
4.4 Viabilidade climática do Agreste para citros.....	44
5. CONCLUSÕES.....	48
6. REFERÊNCIAS.....	49

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mesorregião Agreste pernambucano e suas microrregiões.....	18
Figura 2 – Distribuição dos postos pluviométricos no Agreste pernambucano.....	19
Figura 3 – Interface do Estima_T usado para estimativa da temperatura do ar.....	21
Figura 4 – Produtividade média do limão ($t \cdot ha^{-1}$) no Agreste pernambucano.....	23
Figura 5 – Produtividade média da laranja ($t \cdot ha^{-1}$) no Agreste pernambucano.....	23
Figura 6 – Variação anual da precipitação (Prec), Evapotranspiração Potencial (ETP) e Evapotranspiração Real* (ETR) para a microrregião de Garanhuns, PE.*ETR calculada para CAD=100 mm.....	25
Figura 7 – Balanço Hídrico normal para a microrregião de Garanhuns para a CAD de 100 mm.....	25
Figura 8 – Variação anual da precipitação (Prec), Evapotranspiração Potencial (ETP) e Evapotranspiração Real* (ETR) para a microrregião de Garanhuns, PE.*ETR calculada para CAD=50 mm.....	26
Figura 9 – Balanço Hídrico normal para a microrregião de Garanhuns para a CAD de 50 mm.....	26
Figura 10 – Variação anual da precipitação (Prec), Evapotranspiração Potencial (ETP) e Evapotranspiração Real* (ETR) para a microrregião Vale do Ipojuca.*ETR calculada para CAD=100 mm.....	27
Figura 11 – Balanço Hídrico normal para a microrregião Vale do Ipojuca, utilizando a capacidade de água disponível de 100 mm.....	27
Figura 12 – Variação anual da precipitação (Prec), Evapotranspiração Potencial (ETP) e Evapotranspiração Real* (ETR) para a microrregião Vale do Ipojuca.*ETR calculada para CAD=50 mm.....	28
Figura 13 – Balanço Hídrico normal para a microrregião Vale do Ipojuca, utilizando a capacidade de água disponível de 50 mm.....	28
Figura 14 – Variação anual da precipitação (Prec), Evapotranspiração Potencial (ETP) e Evapotranspiração Real* (ETR) para a microrregião Médio Capibaribe.*ETR calculada para CAD=100 mm.....	29
Figura 15 – Balanço Hídrico normal para a microrregião Médio Capibaribe para a capacidade de água disponível de 100 mm.....	29

Figura 16 – Variação anual da precipitação (Prec), Evapotranspiração Potencial (ETP) e Evapotranspiração Real* (ETR) para a microrregião Médio Capibaribe. *ETR calculada para CAD=50 mm.....	30
Figura 17 – Balanço Hídrico normal para a microrregião Médio Capibaribe, utilizando a capacidade de água disponível de 50 mm.....	30
Figura 18 – Carta da pluviometria total anual no Agreste pernambucano.....	32
Figura 19 – Carta da Temperatura média mínima anual no Agreste pernambucano.....	33
Figura 20 – Carta da temperatura média máxima anual no Agreste pernambucano.....	35
Figura 21 – Carta da temperatura média anual x carta de Altitude no Agreste pernambucano.....	35
Figura 22 – Carta da Evapotranspiração potencial acumulada do Agreste pernambucano.....	36
Figura 23 – Carta da Evapotranspiração Real acumulada do Agreste para CAD de 100 mm.....	37
Figura 24 – Carta da Evapotranspiração Real acumulada no Agreste para CAD de 50 mm.....	38
Figura 25 – Carta do déficit hídrico acumulado no Agreste para CAD de 100 mm.....	39
Figura 26 – Carta do déficit hídrico acumulado no Agreste para CAD de 50 mm.....	40
Figura 27 – Carta do excedente hídrico do Agreste para CAD 100 mm.....	41
Figura 28 – Carta do excedente hídrico do Agreste para CAD 50 mm.....	42
Figura 29 – Carta das zonas limites do excedente hídrico em relação ao déficit hídrico para CAD 100 mm.....	43
Figura 30 – Carta das regiões agroclimáticas no Agreste pernambucano para CAD 100 mm.....	46
Figura 31 – Carta das regiões agroclimáticas com os municípios produtores de citros no Agreste pernambucano.....	47

ZONEAMENTO AGROCLIMÁTICO PARA A CULTURA DOS CITROS NO AGRESTE PERNAMBUCANO

Autor: Marcio Salú Pereira

Orientador: Tonny José Araújo da Silva

RESUMO: Objetivou-se com este trabalho avaliar o potencial agroclimático e caracterizar áreas de riscos climáticos para a cultura de citros na Mesorregião Agreste do Estado de Pernambuco. Para realizar o Zoneamento Agroclimático foram utilizados dados climáticos distribuídos dentro e nas proximidades da área de estudo, fronteiras com Sertão e Zona da Mata do Estado. Foram utilizadas precipitações médias mensais de 100 postos com séries de dados acima de 20 anos de registros no período de 1911 a 1990. Locais que não dispunham de dados, estimou-se a temperatura média do ar utilizando o programa Estima_T versão 2.0 e na elaboração do balanço hídrico climatológico, foi empregado o método de Thornthwaite & Mather (1955), por meio do programa “BHnorm 6.1”, adotando-se uma capacidade de água disponível (CAD) de 50 e 100 mm, a partir da evapotranspiração estimada pelo método de Thornthwaite (1948). O Índice de Satisfação das Necessidades de Água (ISNA) foi utilizado para caracterização de riscos climáticos na região. Dados de produção de citros do IBGE disponível na Base de Dados de Pernambuco – BDE foram comparados com áreas definidas pelo zoneamento para validação dos resultados. A variação anual da temperatura na mesorregião Agreste de Pernambuco com mínima 16,4 °C e máxima de 33,4 °C não é considerada fator limitante para a produção de citros. No Agreste pernambucano 50 municípios estão na região agroclimática favorável, com pequeno risco climático, 16 na região agroclimática intermediária, com médio risco e 5 na região agroclimática desfavorável, com alto risco climático e elevado déficit hídrico. Agroclimaticamente são mais de 12 mil Km² favorável para citros, um significativo território a ser explorado, tanto para ampliar áreas já produtivas que hoje somam menos de 0,5% desse total, como também para implantar novas áreas.

Palavras-chave: Zoneamento Agroclimático, Agreste citros, balanço hídrico

AGROCLIMATIC ZONING FOR THE CULTURE OF CITROS IN THE AGRESTE OF PERNAMBUCO STATE, BRASIL

Autor: Marcio Salú Pereira

Orientador: Tonny José Araújo da Silva

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the agroclimatic potential and to characterize the climatic risks zoning for citros production in Agreste Pernambuco State. Climatic data inside and next to the area of study was been used. Monthly average precipitations of 100 weather station with series of data above of 20 years of registers was been used. Places that did not make use of data, average temperature was estimate for software Estima_T version 2.0. in the elaboration the water balance climatological, the method of Thornthwaite & Mather (1955) was used, being adopted a capacity of available water (CAD) of 50 and 100 mm, and by using the Thornthwaite method to estimate the evapotranspiration for the method of Thornthwaite (1948). The ISNA (crop water requirement index) was determined using a water balance software (BHnorm 6.1). Values of production of citrus of the available IBGE in the Base of Data of Pernambuco - BDE had been compared with areas defined for the zoning for results validation. The annual variation of the temperature with low 16.4 °C and maxim of 33.4 °C is not considered a limit factor for the production of citros in the region. In Agreste of Pernambuco State 50 counties are in the desirable region, with small climatic risk, 16 in the intermediate region, with average risk and 5 in the undesirable region, with high risk climatic and high water deficit. Agroclimatic more twelve thousand Km² than are favorable for citros, a significant territory to be explored, so much to enlarge areas already productive that today they add less than 0,5% of that total, as also to implant new areas.

Key words: agroclimatic zoning, Agreste citros, water balance

1. INTRODUÇÃO

Os citros tiveram origem no continente asiático, de onde foram disseminados por todo o planeta. A principal forma de evolução e dispersão das espécies foi através de sementes (CARVALHO, 2005). O gênero *Citrus* é representado por plantas de porte médio (arbóreo/arbustivo), flores brancas e aromáticas e frutos tipo baga, contendo vesículas preenchidas por um suco de grande interesse comercial (ARAÚJO & ROQUE, 2005).

A distribuição dos citros no mundo, apesar de altamente influenciada pelas condições climáticas, deu-se também em função de outros fatores, tais como: culturais, socioeconômicos, políticos e tecnológicos (ORTOLANI et al., 1991), que possibilitaram o seu cultivo até mesmo em regiões de clima árido, como no Egito, no Irã e em Israel, com o uso obrigatório da irrigação (SENTELHAS, 2005).

O consumo de frutas cítricas foi incrementado a partir de 1950, devido ao conteúdo de vitaminas e de substâncias minerais, tornando-se parte integrante da dieta alimentar dos povos mais desenvolvidos. Dessa forma, o consumo *in natura* e o mercado internacional de suco concentrado de laranja tornaram-se mais expressivos (PIZETTA, 1999). O consumo mundial de frutas cítricas tem aumentado cerca de 5% ao ano, o que representa uma expansão de demanda comercial de um bilhão de dólares anuais, alcançando 22 bilhões de dólares por ano para a comercialização de frutas frescas (PEREIRA & ARAÚJO, 2002).

O Brasil é o maior produtor e exportador do suco de laranja e detém 50% da produção mundial, dos quais apenas 3% ficam no mercado interno. Dados da Secretaria de Comércio Exterior (Secex), compilados pela Abecitrus, mostram para a indústria paulista um aumento nas exportações em 2007, com 1,391 milhão de toneladas de suco, 6,8% a mais que em 2006 com 1,303 milhão. A valorização internacional da commodity entre 2004 e 2006, refletiu em 2007 um aumento da ordem de 55% em valor, que representa mais de US\$ 2,3 bilhões (recorde histórico), contra US\$ 1,5 bilhão no ano anterior (ASSOCITRUS, 2008)

Em 2004, o Brasil exportou cerca de 90 mil toneladas de laranja, 37 mil toneladas de limão/lima ácida Tahiti e 18 mil toneladas de tangerina (BOTEON e NEVES, 2005). Em 2006, com mais de 50 mil toneladas exportadas; os negócios com a laranja *in natura* aumentaram 64% em volume em comparação com 2005 e 85% em valor.

A citricultura está presente nas Regiões Nordeste, Sudeste e Sul do País, abrangendo diversos tipos de clima e altitude (SENTELHAS, 2005). Os principais municípios produtores de laranja se encontram em São Paulo, Estado responsável por 79% de toda a produção brasileira. A exceção é o município Baiano de Rio Real, o sexto maior produtor nacional, que responde por 38,86% da produção de laranja da Bahia (IBGE, 2004). No Brasil, a área plantada com citros está ao redor de 1 milhão de hectares e a produção supera 19 milhões de toneladas, a maior no mundo há alguns anos (NASCIMENTO et al., 2003). Em 2005, o Estado de Pernambuco foi o 13º produtor de citros (laranja, limão e tangerina), com produtividade média de 38,51 t ha⁻¹ (IBGE, 2005).

A Região Nordeste é privilegiada por estar mais próxima dos grandes mercados importadores (Europa e Estados Unidos), pela ausência de doenças não endêmicas, o que poderia gerar menor necessidade de pulverizações, comuns na região Sudeste. A Região de Garanhuns em Pernambuco é uma das regiões do Nordeste que apresenta potencial de expansão para o cultivo de citros de mesa devido à altitude (PASSOS et al., 2005).

O que e onde plantar são pontos decisivos no processo de produção agrícola. O ideal é escolher uma cultura rentável e realizar o plantio em região com condições climáticas que potencializem a produtividade e a qualidade da cultivar escolhida. Neste contexto, nas últimas décadas, diversos estudos sobre o zoneamento agroclimático dos citros têm sido realizados em São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Em 2004, foram iniciados na Bahia e em Sergipe.

O zoneamento climático firma-se como valioso instrumento de apoio à Política Agrícola do Governo Federal, bem como difusor de tecnologia e indispensável suporte à tomada de decisão no âmbito dos projetos agrícolas, com base em dados técnico-científicos; oferecendo orientações de riscos climáticos para a cultura/cultivar, de modo a evitar significativas perdas nos empreendimentos agrícolas devido à seca e outros eventos da adversidade climática, minimizando os reflexos negativos no abastecimento e nos preços dos produtos. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar o potencial agroclimático e caracterizar os riscos climáticos para a citricultura na Mesorregião Agreste do Estado de Pernambuco.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Histórico

Os primeiros registros da laranja (*Citrus aurantium* Linn) vêm da china, dois mil anos antes de Cristo, e acredita-se que dela originaram todas as variedades da fruta. O primeiro registro escrito da fruta vem do sânscrito - a mais antiga língua indo-européia. Os mouros, seus introdutores na península ibérica, chamavam-na “narandja”. Na Espanha é “naranja”; na Itália, “arancia”; em Portugal “laranja”. No início do século XVI chegaram ao Brasil, pelo Estado da Bahia as primeiras mudas de “Laranjas-baía”, expressão que com o tempo acabou designando o nome de uma variedade - uma laranja grande, redonda, com casca rugosa, de cor laranja bem forte, com uma protuberância no centro (dita “umbigo”)

Depois os portugueses plantaram laranjeiras por toda a costa, as quais se multiplicaram, e em 1753, James Lind, um médico da marinha britânica, provou que essa fruta prevenia o aparecimento do escorbuto, a doença mais mortal das grandes travessias “A Treatise of the Scurvy”. As laranjas então passaram a ser obrigatórias, nessas viagens. Aos poucos, foram aparecendo variedades novas - pêra (para suco), da terra (amarga e de casca rugosa, ideal para doce), mimo-do-céu (a preferida das crianças), lima, natal. Sem esquecer uma variação dela, a tangerina, a “espécie mais apreciada pelos mandarins” - segundo Geoffrey Grigson “Dictionary of English Plant Names”.

Os citros compreendem um grande grupo de plantas do gênero *Citrus* e outros gêneros afins (*Fortunella* e *Poncirus*) ou híbridos da família Rutaceae, representado, na maioria, por laranjas (*Citrus sinensis*), tangerinas (*Citrus reticulata* e *Citrus deliciosa*), limões (*Citrus limon*), limas ácidas como o Tahiti (*Citrus latifolia*) e o Galego (*Citrus aurantiifolia*), e doces como à lima da Pérsia (*Citrus limettioides*), pomelo (*Citrus paradisi*), cidra (*Citrus medica*), laranja-azedada (*Citrus aurantium*) e toranjas (*Citrus grandis*). Há cerca de 2 mil variedades, das quais menos de 100 são cultivadas em grande escala e que se originaram a partir de 10 ou 12 espécies selvagens cruzadas entre si, transformadas, selecionadas, cruzadas novamente e melhoradas ao longo dos séculos (MATTOS JUNIOR et al., 2005).

De acordo com Mota et al. (1971), os citros são originários das regiões tropicais e subtropicais da Ásia e do arquipélago malaio, estendendo-se desde a Índia ao norte da China, Nova Guiné até a Austrália. Dorenbos & Kassam (1979) citam que os citros são cultivados entre as latitudes de 40° N a 40° S, até 1.800 m de altitudes nas zonas tropicais e até 750 m nas zonas subtropicais. Para produção em grande escala, destinada aos mercados de exportação, a cultura não é apropriada para zonas tropicais úmidas, porque além da dificuldade de se obter frutos de cor adequada, com a umidade aumenta-se a incidência de pragas e doenças.

Os citros são plantas de clima tropical úmido, não requerem como as plantas caducifólias, uma estação de repouso, e compreendem várias espécies e numerosas variedades cultivadas. Segundo Camargo et al. (1974), a origem dos citros abrange a Índia, Paquistão oriental e Birmânia (área compreendida entre os paralelos 10° e 30° de latitude norte). Apresenta, em geral, clima monçônico com estação chuvosa e quente e período de inverno moderadamente seco e frio, não sujeito à geadas.

2.2 A citricultura brasileira

O Brasil é o maior produtor mundial de suco concentrado de laranja, chegando a dominar 80% do mercado internacional. Mesmo assim, ainda existe mercado para a produção de laranjas para suco e, principalmente, de frutas cítricas para consumo *in natura*. Nesse sentido, a produção de citros de mesa sem sementes, principalmente de laranjas de umbigo e de tangerinas, fora da época tradicional, tem se mostrado como uma alternativa viável para os agricultores, já que o aumento no consumo de frutas é uma tendência mundial.

A maioria dos produtores do País destina sua produção às indústrias (BOTEON & NEVES, 2005), e não possui tradição na produção de fruta para consumo *in natura*, sendo que o volume exportado desse produto é muito pequeno, com um vasto mercado a ser explorado (RADMANN & OLIVEIRA, 2003; BOTEON & NEVES, 2005). Ao contrário do que acontece com o Uruguai, onde mais de 90% da tangerina produzida se destina ao mercado externo de consumo *in natura* (FACIO, 2006).

Entre 1970 e 1980, houve um crescimento vertiginoso da citricultura quando 80% da produção destinava-se à indústria e 20% para o consumo de frutas frescas

(PIZETTA, 1999). Há produtores que diversificam sua comercialização com o mercado da fruta *in natura*. Esses têm maior variedade de cultivares e de mercados. Neste novo milênio, o mercado interno representou uma alternativa para o escoamento, aumentando consideravelmente a disponibilidade das frutas produzidas no País. No entanto, o escoamento para o mercado interno pode ser mais difícil devido à maior concorrência com outros tipos de frutas disponíveis o ano todo, com excelente qualidade. Para o desenvolvimento desse mercado interno e para exportação da fruta fresca, deve-se observar a melhoria da qualidade, organização da comercialização, redução das barreiras tarifárias e fitossanitárias e aproveitamento das oportunidades do mercado externo (BOTEON & NEVES, 2005).

2.3 Variedades de citros cultivadas

Os cítricos utilizados em plantios comerciais como variedades copas estão basicamente distribuídos em seis grupos: laranjas, tangerinas, limões, limas ácidas, pomelos e outros de menor importância. Cientificamente, a laranja-doce é conhecida como *Citrus sinensis* e a laranja-azeda como *Citrus aurantium*, ambas Dicotyledonae, Rutaceae. O grupo das laranjas doces apresenta maior expressividade e destacam-se as variedades: Pêra (maturação semitardia), Natal (tardia), Valência (tardia), Bahia (semiprecoce), Baianinha (semiprecoce), seguido por tangerinas, limões e Lima, Piralima, Hamlim (semiprecoce) e laranja-azeda, representada por laranjas-da-terra (PIO et al., 2005). A Tangerina Poncã (*Citrus reticulata Blanco*) é a variedade mais cultivada no País, e o tangor Murcote (*Citrus reticulata Blanco x Citrus sinensis* L. Osbeck) é o principal híbrido de tangerina (FIGUEIREDO et al., 2006).

A laranja doce tem porte médio, folhas tamanho médio com ápice pontiagudo, base arredondada, pecíolo pouco alado, flores com tamanho médio, solitárias ou em racimos, com 20 a 25 estames, ovário com 10 a 13 lóculos. Sementes ovóides, levemente enrugadas e poliembriônicas. A laranja azeda tem porte médio a grande, folha com lâmina estreita, pontiaguda, base arredondada, flores grandes, completas; fruto ácido e amargo, de difícil consumo. Dos brotos, folhas e casca do fruto retiram-se uma série de óleos essenciais, aromáticos, de alto valor em perfumaria e farmacopéia (DONADIO et al. 1995 e SEAGRI BA, 2007).

Do total de citros produzidos e comercializados no mundo, as laranjas doces detêm 66%, as tangerinas 16%, os limões e limas ácidas 10,5% e os pomelos 6,5%.

Portanto, as tangerinas e seus híbridos formam o segundo grupo em importância comercial (LOPES et al., 2007).

2.4 Exigências de clima e solo

Segundo a FAO (1961), todas as espécies agrícolas são cultivadas nas zonas tropicais, embora a produção de laranja comum, tangerinas e limões (sicilianos) se desenvolvam, principalmente, nas zonas subtropicais. A tolerância às geadas varia com a espécie e a variedade. Na bacia do Mediterrâneo, a temperatura mínima absoluta média de 4°C constitui o limite crítico. As áreas de cultivo dos citros nas zonas subtropicais se encontram normalmente a altitudes inferiores a 800 m. Em regiões equatoriais, encontram-se casos de culturas em até 2000 m. As temperaturas médias mensais entre 13 e 35°C são normais para o crescimento.

Para Camargo et al. (1974), o crescimento dos citros está associado à seguinte escala de temperatura média diária: média mínima 10°C; média ótima 20 a 30°C; média máxima 35°C. A laranja Valência necessita de 9 a 10 meses do florescimento à maturação, nas áreas quentes tropicais equatoriais de 16 a 17 meses na costa sul da Califórnia. O trabalho da FAO, citado anteriormente, menciona que os citros parecem não ser sensíveis à duração do dia e que os períodos de calor e umidade contribuem para o florescimento. Em períodos longos de seca, a irrigação pode ser recomendada, mesmo em regiões úmidas, com precipitações anuais da ordem de 1500 mm. Em zonas equatoriais tropicais, pela ausência de estação hiberna acentuada, a maturação se processa sob temperaturas elevadas, estimulando a formação de açúcares e redução da acidez.

Os citros, por serem altamente demandante de água, necessitam durante todo o ano, de uma boa distribuição de chuvas. Todavia, a citricultura também pode se desenvolver em zonas secas, desérticas, sob condições de irrigação. Em zonas áridas, com rega, podem ser obtidos rendimentos de frutos mais elevados que nas melhores regiões de clima úmido. A temperatura média diária para o crescimento está entre 23°C e 30°C. Acima de 38°C e abaixo dos 13°C comprometerá o crescimento das plantas. O relevo tem um efeito atenuador sobre a temperatura, principalmente porque a temperatura do ar normalmente diminui com a altitude crescente a uma taxa de 0,6 °C por 100 metros. Em área de topografia e inclinação

variadas, o aspecto e o grau de exposição das localidades em relação ao sol são fatores importantes que influenciam na temperatura (OMETTO, 1981).

O sistema radicular dos citros atinge crescimento ativo quando a temperatura do solo é superior a 12°C (DORENBOS & KASSAN, 1979). Segundo Erickson (1968), a temperatura base abaixo da qual o crescimento dos citros paralisa é de 12,8°C; o crescimento das plantas também não ocorre em temperaturas superiores a 37°C; e a temperatura ideal varia de 21 a 33°C. As áreas aptas à citricultura são aquelas com 1900 a 2400 mm de precipitação por ano, com no mínimo cerca de 1300 mm por ano (PIZZETA, 1999). O Limão Tahiti adapta-se melhor em condições com chuvas maiores do que as citadas, até superiores a 2000 mm/ano (SEAGRI BA, 2007). O sistema radicular da planta de citros se localiza geralmente em sua maior parte (80%) no primeiro metro de profundidade e é responsável pela absorção da solução do solo e fitormônios (CASTRO et al., 2002).

Quanto aos solos, apesar de sua ampla adaptação, os citros preferem solos férteis, profundos, areno-argilosos, bem drenados e de boa topografia. Solos de baixada, mal-drenados, facilitam a ocorrência de doenças, como a gomose. O pH ideal seria ao redor de seis ou superior, devendo ser feita correção abaixo do limite citado, inclusive com antecedência ao plantio (COELHO et al., 2006).

O clima, principalmente o tropical como no Nordeste brasileiro, interfere de forma decisiva no cultivo dos citros em todos os estádios fenológicos da cultura. Tem influência na adaptação das variedades; no comportamento fenológico; na curva de maturação; na taxa de crescimento; nas características físicas e químicas da fruta e, portanto, no potencial de produção. Além das diferenças varietais, o clima, especialmente a temperatura, é fator condicionante da cor interna e externa da fruta cítrica. A intensidade da cor da epiderme está associada às temperaturas baixas, sobretudo às de valores mínimos inferiores a 13°C durante estágios de maturação (ORTOLANI et al., 1991).

Informações sobre a fisiologia e ecofisiologia dos citros são fundamentais ao estabelecimento de um manejo racional da cultura e orientam os programas de melhoramento genético (MEDINA et al., 2005). A temperatura exerce influência no desenvolvimento da planta de maneira que, temperaturas elevadas durante todo o ano estimulam o rápido crescimento, as diversas florações e as várias colheitas (COELHO et al., 1981 & RODRIGUEZ, 1991).

Segundo Sentelhas (2005), as plantas cítricas têm grande capacidade de se adaptarem aos diferentes tipos de ambiente, porém, apresentam como consequência variações nas repostas quanto à exigência hídrica (evapotranspiração, rendimento, fenologia); duração do ciclo e época de maturação dos frutos (coloração interna e externa e sabor).

2.5 Qualidade e comercialização

Etapa final do processo produtivo, a colheita é extremamente importante porque pequenos descuidos podem expor a riscos todo investimento efetuado. Quando o fruto é derrubado no chão, podem ocorrer pequenas lesões e ferimentos provocados pelo contato com as partículas do solo. Mesmo quando microscópicos, os ferimentos podem facilitar a entrada de fungos e bactérias que causarão o apodrecimento precoce do fruto. A evolução da maturação das frutas cítricas para após a colheita. Por isso é conveniente esperar até que as laranjas estejam maduras, para a colheita, quando os frutos tendem a ser mais doces e menos ácidos. A coloração atrativa e a boa relação açúcar/acidez, são características muito valorizadas pelos mercados de fruto in natura (SARTORI, 2002). As modificações mais evidentes são as que se processam no conteúdo de sólidos solúveis totais (SST), na acidez total (AT) e na coloração da casca (MEDINA et al., 2005). Essas características indicadoras de maturidade dependem do grau de maturação, produção, posição do fruto na árvore e condições climáticas (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

O conteúdo de açúcares nos frutos depende de vários fatores como cultivar, copa, tratamentos culturais e clima. Considerando os outros fatores constantes, o clima é o responsável pelas variações no índice de maturação em diferentes anos (MEDINA et al., 2005). A questão climática, relacionada principalmente à soma térmica, à deficiência hídrica e à ocorrência de geadas, é determinante na escolha das regiões de maior aptidão para as culturas, estando diretamente relacionada com a produtividade e a qualidade final da fruta (WREGE et al., 2006).

Coletti (2000) ressalta que o déficit hídrico na citricultura favorece a indução floral, desde que o período de estresse seja controlado; pois sendo excessivo pode prejudicar as plantas promovendo a produção excessiva de flores, o que causaria uma frutificação demasiada e uma perda de qualidade dos frutos, ou ainda retardar

a floração, ocasionando atraso na colheita e conseqüentes problemas de preço na comercialização.

A Laranjeira, e outras variedades, começam a produzir no terceiro ano, se forem reunidas as condições ideais de clima e solo. A produção de frutos aumenta até o décimo ano, quando as árvores são consideradas adultas. Produz bem até os 20 anos. A safra é anual e dependendo da variedade, dura entre dois e quatro meses. A produção média de uma árvore fica em torno de 100 quilos. O conteúdo de água nos frutos cítricos varia de 70 a 92%, dependendo das condições de seu desenvolvimento e da umidade disponível no solo e no ar (RODRIGUEZ, 1991). De acordo com Nascimento et al. (2003), o rendimento mínimo de suco deve variar de 35 a 45%.

2.6 Potencial climático das regiões

No estudo da adaptabilidade e comportamento das culturas agrícolas é importante o conhecimento e a análise dos elementos meteorológicos. A relação clima-planta é caracterizada e mensurada por meio da magnitude dessas variáveis e da resposta da planta ao ambiente. Assim, para trabalhos de zoneamento de culturas, indicação de épocas de semeadura, irrigação, determinação de potencial de rendimento, zoneamento de riscos climáticos, usam-se dados meteorológicos horários, diários, decendiais, mensais ou anuais, conforme o alcance e detalhamento do estudo e do tipo de cultura em questão.

A precipitação é amplamente reconhecida por muitos pesquisadores como a variável climatológica mais importante na região tropical. Segundo a SEAGRI BA (2007), a irregularidade na distribuição seqüencial das precipitações pluviais tem sido um dos fatores limitantes ao maior desenvolvimento e à estabilização da produção agrícola. O período chuvoso caracteriza-se pela forte intensidade das chuvas, enquanto que no período menos chuvoso, são freqüentes as estiagens de duração variável, elevando o risco da exploração agrícola.

Kassam (1979) propôs um critério para a definição da estação de crescimento vegetal nos trópicos, baseado em médias mensais de precipitação e da evapotranspiração potencial. Neste, o início da estação de crescimento é definido quando a precipitação normal (P) é igual ou maior que a metade da evapotranspiração potencial (ETP), e no fim deste período de crescimento a situação

anterior é invertida para $ETP \geq P/2$, acrescido do número de dias necessários para evapotranspirar 100 mm de água armazenada no solo.

Neste sentido, o balanço hídrico é uma importante ferramenta no zoneamento climático, por permitir o acompanhamento da quantidade de água armazenada no solo, assim como a compreensão de sua relação com o desenvolvimento e o crescimento das culturas (PEREIRA et al., 2002).

Quanto às necessidades hídricas, os citros necessitam de 600 a 1300 mm por ano para se obter altos níveis de rendimento (ORTOLANI et al., 1991). Para se ter uma idéia da importância do regime hídrico, a evapotranspiração de uma planta adulta de Tahiti pode chegar a 150 L por dia no verão e a 70 L por dia no inverno, sob condições tropicais (MARIN, 2000).

O desenvolvimento das plantas cítricas é muito influenciado pela temperatura. O estudo da disponibilidade térmica do ambiente às culturas agrícolas é realizado com a temperatura em suas diversas modalidades: médias, máximas e mínimas, medidas em estações meteorológicas que, entretanto, nem sempre são em número suficiente e com distribuição geográfica satisfatória. Vários trabalhos têm buscado métodos de estimativa de parâmetros meteorológicos, principalmente temperatura mínima, média e máxima, mensal e anual, em locais ou regiões carentes de medição, a partir das coordenadas geográficas, como nos estados de Minas Gerais (COELHO et al., 1973; SEDIYAMA & MELO JÚNIOR, 1998), Piauí (LIMA & RIBEIRO, 1998), e em outras regiões do Brasil (OLIVEIRA NETO et al., 2002; MEDEIROS et al., 2005). Filho et al. (2006) destacam a importância da análise da temperatura mínima decenal para culturas perenes, pois a adaptabilidade e o desenvolvimento dessa cultura é medida em anos. Desta forma, estudos no âmbito mesoclimático e microclimático (local) exigem a presença de estações meteorológicas próximas e suficientes, para o conhecimento das temperaturas mínima média do ar, de modo a possibilitar o estabelecimento e o desenvolvimento economicamente adequado da cultura.

2.7 Viabilização dos estudos de zoneamento agroclimático

Com a incerteza da nova configuração que as mudanças climáticas provoquem no sistema produtivo do planeta nos próximos anos, desenvolver estudos que avaliem e identifiquem as fronteiras agroclimáticas para a produção

agrícola, torna-se uma ferramenta imprescindível no conhecimento da dinâmica das condições climáticas que norteiam o rendimento das culturas.

Ometo (1981) concluiu que as variedades de culturas colocadas à disposição do agricultor são providas de um potencial genético apropriado às condições do ambiente, garantindo que as funções fisiológicas sejam realizadas sem interrupções, a fim de evitar o desequilíbrio enzimático e hormonal da planta. O ambiente desejado é caracterizado por zonas de aptidão, sendo esse procedimento chamado de Zoneamento Agrícola. O zoneamento agrícola é o resultado final de uma série de critérios, que devem ser adotados durante a execução do projeto agrícola para que os efeitos do clima, solo, localização e mão-de-obra disponível conduzam a uma maior rentabilidade econômica das culturas.

Segundo Reis (1979), as condições muitas vezes adversas do meio físico no Nordeste, onde a irregularidade e a escassez de chuvas não permitem o bom aproveitamento de grandes vastidões de terras, por si só explicam o fato de que as áreas climaticamente mais bem servidas de chuvas têm se desenvolvido efetivamente; resultando numa ocupação demográfica bem maior dessas áreas. São vários os exemplos desse fato no Nordeste e, para citar alguns, consideram-se a Zona do Litoral - Mata de Pernambuco e Alagoas, a Zona Cacaueira da Bahia, o Anel do Brejo Paraibano e o Cariri do Ceará.

Reis (1972), ao analisar a viabilidade climática para a cafeicultura em Pernambuco, afirma que, os solos do Nordeste quando comparados com os do Sudeste apresentam baixa produtividade média, tanto no cafeeiro como em qualquer cultura para a qual se venha tentar estabelecer índices-limite pelo zoneamento.

Cintra et al. (2000), visando o melhor uso das reservas de água no solo e estabelecimento de práticas de manejo, realizaram através do balanço hídrico o estudo dos processos da distribuição das chuvas, que promovem importantes alterações no regime hídrico em solos dos tabuleiros, e nas taxas de evapotranspiração das culturas exploradas nesse ecossistema e concluíram que a maior demanda hídrica da laranjeira aconteceu nos meses de outubro e novembro e que, com base na taxa de evapotranspiração, a Tangerina Cleópatra (*Citrus reshni* Hort. ex Tan.) foi o porta-enxerto menos adaptado e o Limão Cravo (*Citrus limonia* Osbeck) o que apresentou as melhores características de adaptação à área estudada.

2.8 Determinação da Evapotranspiração Potencial pelo método de Thornthwaite

Evapotranspiração potencial (*ETP*), termo introduzido por Thornthwaite e Wilm em 1944, representa a ação conjunta da evaporação e da transpiração que promovem a perda natural de água do solo vegetado para a atmosfera. A *ETP* é a chuva necessária para atender às carências de água da vegetação de uma superfície natural gramada, padrão, sem restrição hídrica (CAMARGO & CAMARGO, 2000).

A *ETP* pode ser medida diretamente por lisímetros ou evapotranspirômetros, que servem para determinar qualquer tipo de evapotranspiração. Contudo, são tanques vegetados que nem sempre facilitam a condução de observações regulares e sistemáticas, e demandam custos na instalação e manutenção, por isso seu uso não se popularizou. Diante desta restrição, as fórmulas empíricas foram desenvolvidas para estimar a evapotranspiração, em função de componentes climáticos disponíveis.

O modelo de Penman-Monteith – Boletim FAO/56 foi desenvolvido a partir de princípios físicos, sendo o mais exigente no número de variáveis climáticas. Outros como Hargreaves, Jensen-Haise, Linacre, Makkink, Priestley & Taylor são considerados métodos empíricos de menor complexidade e o método de Thornthwaite (1948) é o pioneiro e mais simples. Baseia-se na temperatura média mensal do ar (T_m) e na duração efetiva do dia (fotoperíodo), característica que lhe confere maior aplicabilidade nos estudos de áreas com restrição de dados climáticos, porém, não é apropriado para estimativas da evapotranspiração em curtos períodos de tempo, como semanas ou dias. Camargo & Camargo (2000) afirmam que a *ETP* é um processo oposto à precipitação, representa a água que sob condição forçada retorna para a atmosfera, em estado gasoso, e depende da energia solar disponível na superfície do terreno para vaporizá-la.

O método de Thornthwaite foi desenvolvido para clima úmido e, normalmente apresenta sub-estimativa da *ETP* em condições de clima seco. Apesar dessa limitação, é um método bastante empregado para fins climatológicos, na escala mensal (SENTELHAS & ANGELOCCI, 2007). Sua resolução trabalhosa, atribuída ao índice "*I*", foi inicialmente facilitada pelo uso de nomograma desenvolvido pelo próprio Thornthwaite (1948), com mesmo objetivo criou tabelas mais práticas, que se

tornaram instrumentos esquecidos devido o uso de computadores que facilita a resolução. Quando o valor médio mensal da temperatura do ar for igual ou maior que zero até inferior a 26,5°C ($0 \leq T_m < 26,5^\circ\text{C}$) o cálculo da *ETP* é feito utilizando a expressão empírica (Equação 1). Nessa expressão, *I* constitui o índice anual de calor (Equação 2), dado pela soma dos 12 índices mensais que depende da função cúbica do índice anual de calor (Equação 3). Os casos em que o valor médio da temperatura do ar não atende a condição acima, ou seja, *Tm* igual ou superior a 26,5°C ($T_m \geq 26,5^\circ\text{C}$) utiliza-se a Equação 4 para estimativa da evapotranspiração potencial.

$$ETP_j = 16 \frac{a + 10 T_m}{I} \frac{\delta_j}{5} \quad (1)$$

$$I = \sum_{i=1}^{12} \frac{a + T_m}{5}^{1,514} \quad (2)$$

$$a = 0,49239 + 1,7912 \cdot 10^{-2} I - 7,71 \cdot 10^{-5} I^2 + 6,75 \cdot 10^{-7} I^3 \quad (3)$$

$$ETP = -415,85 + 32,24 T_m - 0,43 T_m^2 \quad (4)$$

em que,

ETP_j – Evapotranspiração potencial mensal, em milímetros, não ajustada para comprimento do dia (mm);

Tm – Temperatura média mensal do ar, em (°C);

I – é o “índice de calor” correspondente ao somatório dos doze índices mensais “*i*”;

a – Função cúbica do índice anual de calor.

A declinação solar (δ) e o fotoperíodo (*N*) foram estimados de acordo com as Equações 5 e 6.

$$\delta_j = 23,45 \cdot \sin \left[\frac{360}{365} (284 + D_j) \right] \quad (5)$$

$$N_{j,15} = \frac{2}{15} \left\{ \cos^{-1} (-\text{tg} \Phi \cdot \text{tg} \delta_j) \right\} \quad (6)$$

em que,

δ_j - corresponde a declinação do sol (graus);

D_j - dia Juliano;

N_{j15} - Fotoperíodo do 15º dia do mês;

ϕ - Latitude da localidade (graus).

O fator de correção (COR_j) determinado por meio da Equação 7 é dependente da duração do dia (fotoperíodo), do número de dias do mês (ND_j). Esse fator de correção é utilizado para ajustar a ETP_j estimada pela Equação 1 para os diferentes meses do ano (Equação 8).

$$COR_j = \frac{N_{j,15}}{12} * \frac{ND_j}{30} \quad (7)$$

$$ETP = ETP_j * COR_j \quad (\text{mm/mês}) \quad (8)$$

em que,

COR_j - fator de correção que leva em conta o N_{j15} e o ND_j ;

N_{j15} - Fotoperíodo do 15º dia do mês;

ND_j - Número de dia do mês;

ETP - Evapotranspiração potencial mensal ajustada para comprimento do dia (mm);

ETP_j - Evapotranspiração potencial mensal não ajustada para comprimento do dia (mm).

Para melhorar as estimativas de ETP utilizando o modelo proposto por Thornthwaite em condições de clima seco e superúmido, Camargo et al. (1999) substituíram a T_m do modelo original, pela temperatura efetiva (T_{ef}), que expressa a amplitude térmica local. A desvantagem é que para calcular a (T_{ef}), necessita-se temperatura máxima e temperatura mínima, conforme Equação 9.

$$T_{ef} = 0,36(3T_{\max} - T_{\min}) \quad (9)$$

2.9 Balanço Hídrico Climatológico

Há dois tipos distintos de balanço hídrico, o Balanço Hídrico Real e o Balanço Hídrico Climatológico. O primeiro é a contabilidade de todas as adições e retiradas de água que realmente ocorrem em dada área utilizada na produção agrícola. O segundo é uma estimativa do que ocorreria em dada área, sendo a estimativa estritamente baseada em séries de dados climatológicos coletados durante anos em uma certa localidade. O balanço hídrico real nos mostra a situação hídrica pela qual uma cultura realmente passa e nos fornece critérios para definir quando e quanto irrigar. O balanço hídrico climatológico é mais uma previsão do que vai ocorrer em dada localidade no que se refere à situação hídrica (REICHARDT, 1987).

O balanço hídrico climatológico (BHC) foi desenvolvido por Thornthwaite e Mather (1955) para determinar o regime hídrico de um local, sem necessidade de medidas diretas das condições de umidade do solo. Para sua elaboração, precisa-se do total de chuva e da estimativa de evapotranspiração potencial em cada período, havendo ainda a necessidade de se definir o armazenamento máximo de água no solo (CAD – Capacidade de Água Disponível). Com essas três informações básicas, o BHC fornece estimativas da evapotranspiração real, da deficiência, do excedente hídrico e do armazenamento de água no solo.

O solo sendo um reservatório que dificulta a saída da água à medida que vai secando, nos períodos em que o total de chuvas (P) é menor que a evapotranspiração potencial (ETP), a água retida torna-se uma função dessa demanda potencial ($P-ETP < 0$) e da CAD adotada. Havendo uma seqüência de períodos nessa condição, a água retida no solo será uma função seqüencial dos valores negativos acumulados de $P-ETP$, ou seja, da perda potencial acumulada (THORNTWHAITE & MATHER, 1955). Em função do negativo acumulado, Thornthwaite & Mather (1957) elaboraram uma série de tabelas de água retida (ARM) para valores de CAD variando de 25 mm a 400 mm, com a finalidade de facilitar a elaboração do BHC, devido à limitada capacidade computacional das máquinas mecânicas e sua difícil operação. Utilizando cálculo diferencial e integral, impondo as condições de contorno do BHC. Mendonça (1958) propôs uma simplificação do método de Thornthwaite-Mather, desta forma, as tabelas de água retida (ARM) puderam ser substituídas pela equação adimensional $ARM/CAD = \exp [Neg\ Acum/CAD]$, que vem sendo usada no cálculo do BHC em diversos trabalhos.

Por ser um conceito simples, tem sido utilizado na classificação climática, no zoneamento agroclimático e demanda de água para irrigação. Porém, é uma metodologia com aspectos contraditórios entre a definição de água armazenada e água disponível no solo. Tal fato com certeza aumenta as contradições sobre os resultados obtidos e a comparação com outras regiões, sob cultivo com diferentes culturas (CIIAGRO, 2008).

Para Santana et al. (2004), o BHC é uma das várias maneiras de se monitorar a variação do armazenamento de água no solo, a partir do suprimento via precipitação ou irrigação, da demanda atmosférica e da capacidade de água disponível.

2.10 Índice de Satisfação das Necessidades de Água (ISNA)

O Índice de Satisfação das Necessidades de Água (ISNA) expressa a quantidade de água que a planta consumiu e aquela que seria desejável para garantir a sua produtividade máxima, sendo definido pela relação entre a evapotranspiração real e a evapotranspiração máxima da cultura (ETR/ET_m). Para efeito de caracterização de riscos climáticos em uma região, Steinmetz et al. (1985) definiram três classes de ISNA:

$ISNA \geq 0,55$ - Região agroclimática favorável, com pequeno risco climático;

$ISNA \geq 0,45$, e $< 0,55$ - Região agroclimática intermediária, com médio risco;

$ISNA < 0,45$ – Região agroclimática desfavorável, com alto risco climático e elevado déficit hídrico.

Brunini et al. (2001) trata do zoneamento de riscos climáticos para a cultura de milho no Estado de São Paulo. Esses riscos climáticos foram avaliados em base decenal para os 645 municípios do Estado. Integrando-se valores de ISNA (Índice de Satisfação das Necessidades de Água), riscos de geada e insuficiência térmica.

Assad et al. (2001) avaliaram a relação entre água retida e conteúdo de areia total em solos brasileiros. Esse estudo forneceu subsídios para os cálculos de balanço hídrico por cultura, que geraram os valores de ISNA para os três tipos de solo considerados no Programa de Zoneamento Agrícola do MAPA.

Questões relacionadas com o zoneamento de riscos climáticos para a cultura do milho na Região Centro-Oeste e no Estado de Minas Gerais foram estudadas por

Sans et al. (2001). Por meio de análise da distribuição frequencial dos índices de satisfação das necessidades de água da cultura (ISNA) e da capacidade de armazenamento de água dos solos, foram definidas para estes Estados, regiões com diferentes riscos climáticos para a cultura do milho.

Segundo Amaral et al. (2004), dos parâmetros obtidos pela simulação do balanço hídrico, a relação ETR/ET_m ou Índice de Satisfação das Necessidades de Água (ISNA) é considerado o mais importante.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da região de estudo

A Mesorregião Agreste pernambucano, com uma área estimada de 24.387 km², altitude média de 820 m, temperatura média anual de 22,5°C e precipitação média anual de 782,4 mm, está localizada entre as Latitudes 7°30' a 9°23'S e Longitudes 35°18' a 37°32' W.

Geograficamente o Agreste está dividido em três Regiões de Desenvolvimento (RD): Agreste Meridional com 26 municípios, Agreste Central e Setentrional com 26 e 19 municípios respectivamente. Cada RD se divide em duas microrregiões, em destaque, a microrregião de Garanhuns que é parte da RD Agreste Meridional, composta por 19 municípios, totalizando uma área de 5.174 km², que equivale a 21,21% da área da Mesorregião Agreste pernambucano (Figura 1). Sua agricultura é baseada em lavouras de subsistência, cafeicultura, fruticultura e hortaliças. No entanto, essa microrregião constitui a bacia leiteira do Estado, onde a criação de gado de leite e de corte é a principal atividade econômica. Há ainda atividades significativas ligadas ao comércio e ao turismo devido ao clima frio (CIRANO, 2007).

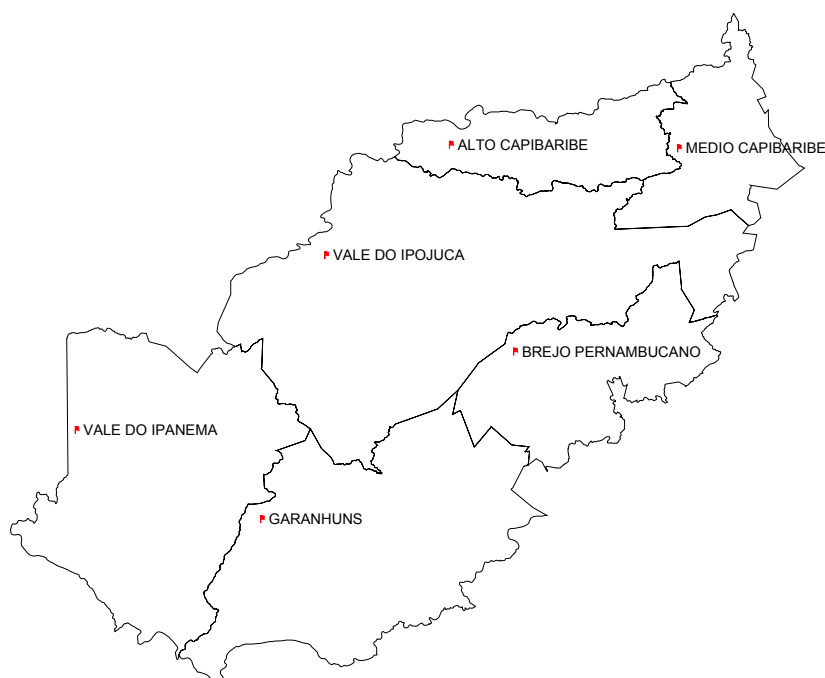


Figura 1 – Mesorregião Agreste pernambucano e suas microrregiões.

O Agreste é uma região intermediária entre áreas de clima úmido (Zona da Mata) e Seco (Sertão), apresentando similaridade climática nas fronteiras com estas áreas. A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) é mais efetiva nas proximidades com o Sertão, tendo o mês de março como o mais chuvoso. Já na fronteira com a Zona da Mata, os Sistemas de Leste são mais importantes do que a ZCIT, com o mês mais chuvoso deslocando-se para junho. Diferente do Sertão (com maior aridez), o Agreste pode ser visto como tendo condições de semi-aridez (ARAÚJO FILHO et al., 2000).

Para realizar o Zoneamento Agroclimático para os citros, foram utilizados dados climáticos distribuídos dentro e nas proximidades da área de estudo, fronteiras com Sertão e Zona da Mata. Os dados foram obtidos da página virtual da Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas (UACA) da Universidade Federal de Campina Grande.

3.2 Dados pluviométricos

A Figura 2 apresenta a distribuição dos postos pluviométricos na área de estudo e em destaque as Regiões de Desenvolvimento (RD). Os dados foram criteriosamente selecionados visando estabelecer um período de observações meteorológicas satisfatório e uma melhor distribuição espacial das estações.

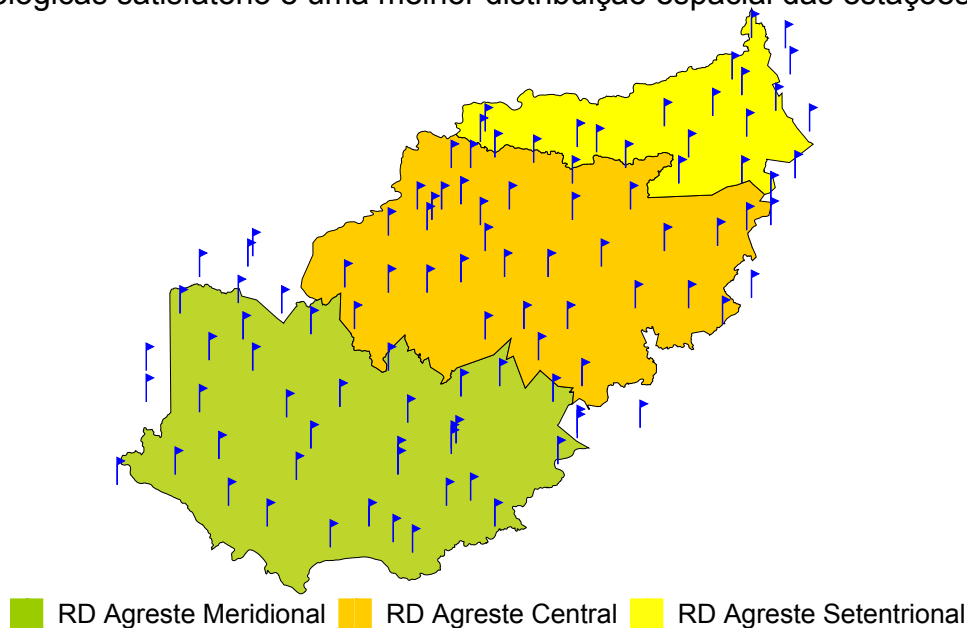


Figura 2- Distribuição dos postos pluviométricos no Agreste pernambucano.

Para a execução do presente trabalho, foram utilizadas precipitações médias mensais de 100 postos com séries de dados acima de 20 anos de registros no período de 1911 a 1990.

3.3 Estimativa da temperatura local

Para estimar a temperatura média do ar, em função das coordenadas geográficas (latitude, longitude e altitude) dos locais que dispunham apenas dos registros de chuva, foi utilizado o programa Estima_T versão 2.0, com distribuição gratuita na página virtual da UACA. O software foi desenvolvido por Cavalcanti & Silva (2006) e apresenta os Estados da Região Nordeste agrupados em três áreas: 1 - Maranhão e Piauí; 2 - Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco e 3 - Alagoas; Sergipe e Bahia. Para cada área, existem os coeficientes da função quadrática para as temperaturas média, máxima e mínima mensal em função das coordenadas locais: longitude, latitude e altitude (CAVALCANTI & SILVA, 1994). Segundo Silva (1998), este modelo foi desenvolvido fundamentalmente na utilização das temperaturas (compensadas, máximas e mínimas observadas), baseado nas coordenadas geográficas locais e temperatura de localidades mais próximas para ajustar a curva de regressão de estimativas de temperatura.

A temperatura média compensada foi calculada segundo as equações 10 e 11 seguintes:

$$T_X = \frac{(T_{10} + T_{17} + 2T_{00})}{4} \quad (10)$$

$$T_C = \frac{(2T_{00} + T_{12} + T_x + T_m)}{5} \quad (11)$$

Onde: os índices numéricos indicam os horários de observação segundo o tempo médio de Greenwich (TMG), temperatura máxima (Tx) e a temperatura mínima (Tm).

A função de ajuste Equação 12 é a superfície quadrática dada em função da longitude (λ), latitude (Φ) e altitude (h) em metros, como:

$$T=A_0+A_1\lambda+A_2\Phi+A_3h+A_4\lambda^2+A_5\Phi^2+A_6h^2+A_7\lambda\Phi+A_8\lambda h+A_9\Phi h \quad (12)$$

Onde: Os coeficientes A_0, A_1, \dots, A_9 foram obtidos pelo método dos mínimos quadrados, o que consiste na solução de vários sistemas de equações de dez equações e dez incógnitas correspondendo à cada mês e cada sub-região.

Na janela principal do software, ativa-se uma das áreas de interesse e uma opção de estimativa de temperatura seguinte: Postos convencionais – compreendem a estimativa de temperaturas do ar média, máxima e mínima mensal para postos pluviométricos já cadastrados no sistema, Pontos específicos – neste estima-se a temperatura do ar média, máxima e mínima mensal para pontos escolhidos pelo usuário e por fim a opção, Estima série que permite estimar a temperatura do ar média, máxima e mínima mensal para uma determinada localidade de 1950 até o ano de 2003. A estimativa da série histórica da temperatura do ar em cada posto pluviométrico foi obtida por meio da opção Estima série (Figura 3), adicionando-se as informações do posto (longitude, latitude, altitude e a localidade), assim obtive-se os valores estimados da temperatura média, mínima e máxima, que foram salvos na unidade de disco em formato txt e posteriormente importados para o EXCEL™, processo que facilitou a tabulação dos dados e plotagem dos gráficos.

The screenshot displays the Estima_T software interface. The main window shows the 'Estima_T - 2.0' title bar and a menu bar with 'Meses', 'Áreas', 'Estimativas', 'Informações', and 'Finalizar'. The 'Estimativas' menu is open, showing options for 'Mês específico' (Todos), 'Opções de estimativa' (Postos convencionais, Pontos específicos, Estima série, Finalizar), and 'Parâmetros selecionados' (Área 2: Ceará, R. G. do Norte, Paraíba e Pernambuco; Mês: Todos; Opção: Estima a série de temperatura). A map of Brazil highlights the selected area. The 'Estima_T - 2.0 - Defina coordenadas do local' window is open, showing input fields for Longitude (-36.32), Latitude (-8.88), and Altitude (822), with the locality name 'Garanhuns'. The 'Estima_T - 2.0 - Relatório: dados.txt' window displays the following data:

Ano	Mês	T-Med	T-Max	T-Min
1950	01	21,64	28,65	18,06
1950	02	21,63	28,43	18,04
1950	03	21,66	28,20	18,47
1950	04	21,06	27,14	16,33
1950	05	19,67	24,79	17,53
1950	06	18,36	23,35	16,39
1950	07	17,37	22,68	15,37
1950	08	17,29	23,45	14,92
1950	09	18,37	25,26	15,66
1950	10	20,28	27,84	16,68
1950	11	21,17	28,68	17,22

Departamento de Ciências Atmosféricas - DCA - www.dca.ufcg.edu.br

Figura 3 – Interface do software Estima_T usado na estimativa da temperatura do ar.

3.4 Elaboração das cartas

Para elaboração das cartas utilizou-se o mapa base do Agreste pernambucano, importado do aplicativo Zoneamento Agroecológico de Pernambuco (ZAPE). Depois de calculado o Balanço Hídrico Climatológico, os valores obtidos foram tabulados em planilhas EXCEL™. Em seguida para a melhor visualização da distribuição e arranjo espacial dos parâmetros estudados, foram gerados mapas de contorno (isolinhas) através do software SURFER® versão 8.0. O método de estimativa utilizado foi o da *krigagem*. Trata-se de um processo de estimação por médias móveis, dos valores de variáveis distribuídas no espaço a partir de valores adjacentes, enquanto considerados como interdependentes por uma função denominada variograma, que fornece as informações para o método de Krigagem encontrar os pesos ótimos a serem associados às amostras com valores conhecidos para estimar pontos desconhecidos, ou seja, a estimativa é feita para determinar um valor médio em um local não amostrado. Dentre os métodos de estimativas, comumente empregados, o método geoestatístico da krigagem pode ser considerado como o melhor estimador linear sem viés, cujo objetivo é a minimização da variância da estimativa (LANDIM et al., 2002)

As cartas representam cartograficamente os elementos macroclimáticos que contribuem para determinação das aptidões climáticas das culturas na região estudada. Diversos parâmetros podem contribuir para definir as aptidões, geralmente, ligados aos fatores térmicos e hídricos. Os parâmetros utilizados para definir as aptidões Agroclimáticas foram com base em elementos meteorológicos, Precipitação média anual, temperatura média mínima anual, temperatura média máxima anual, temperatura média anual, Evapotranspiração Potencial total anual. E com os resultados dos balanços hídrico a partir das normais de chuva e temperatura para as Capacidades de Água Disponível no solo (50 e 100 mm) foram elaboradas as cartas da Evapotranspiração Real total anual, Deficiência hídrica anual, Excedente hídrico anual. E para visualizar as regiões agroclimáticas no Agreste pernambucano indicadas para a citricultura, foram confeccionadas cartas com os resultados do ISNA.

3.5 Dados da produção de citros no Agreste pernambucano

Foram coletados dados de produção de citros do IBGE disponível na Base de Dados de Pernambuco – BDE na aba “Principais produtos das lavouras permanentes”. O site é um banco de dados sócio-econômicos sobre o Estado de Pernambuco e seus Municípios. Depois de coletados os dados do período de 1989 a 2007, foram plotados gráficos de produtividade que caracterizaram o perfil produtivo das microrregiões para limão (Figura 4) e laranja (Figura 5).

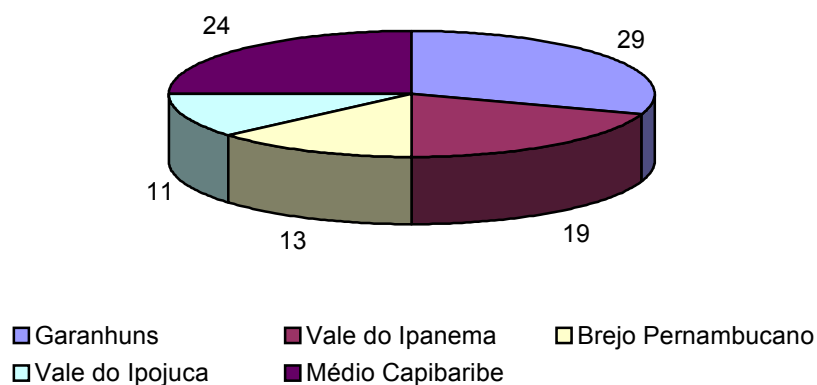


Figura 4 - Produtividade média (t. ha⁻¹) do limão no Agreste pernambucano

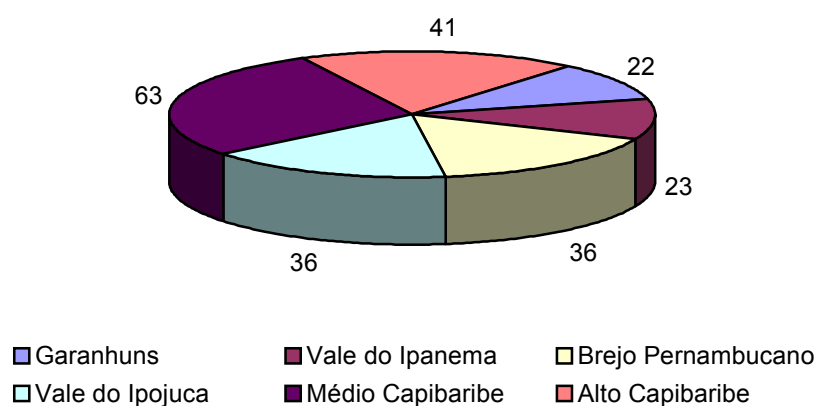


Figura 5 - Produtividade média da laranja (t. ha⁻¹) no Agreste pernambucano.

3.6 Balanços hídrico para as microrregiões na área de estudo

Para a elaboração do balanço hídrico climatológico, foi empregado o método de Thornthwaite & Mather (1955), através do programa “BHnorm 6.1” elaborado em planilha EXCEL™ por Rolim et al. (1998). Para a capacidade de água disponível (CAD), utilizou-se o valor de 100 mm que é normal à profundidade radicular da maioria dos citros, e 50 mm para a condição de 50% da CAD que permite ainda responder à demanda do sistema radicular. A evapotranspiração potencial (ETP) foi estimada pelo método de Thornthwaite (1948). A inicialização do balanço hídrico seguiu o critério de Mendonça (1958). Como resultado, o balanço hídrico forneceu as estimativas da evapotranspiração real (ETR), da deficiência hídrica (DEF), do excedente hídrico (EXC) e do armazenamento de água no solo (ARM) para cada mês do ano.

As representações gráficas do balanço hídrico apresentadas nas planilhas seguem as recomendações de Camargo & Camargo (1993), sendo automaticamente elaboradas as figuras do extrato do balanço hídrico (DEF e EXC). As Figuras 6, 8, 10, 12, 14 e 16 apresentam a variação anual da precipitação (Prec), Evapotranspiração Potencial (ETP) e Evapotranspiração Real (ETR) para as microrregiões: Garanhuns, Vale do Ipojuca e Médio Capibaribe, observa-se que a ETP e a ETR convergem para o mesmo valor a partir de uma chuva média de 115 mm, e divergem quando essa média diminui para 70 mm no final do período chuvoso. E nas Figuras 7, 9, 11, 13, 15 e 17 estão os resultados na forma de histograma do extrato do balanço hídrico, o que possibilita visualizar, além da DEF e do EXC, as áreas de retirada de água do solo (alteração negativa, ALT-) e de reposição de água no solo (alteração positiva, ALT+) para cada microrregião considerada. Nas Figuras 7, 9, 15 e 17 pode-se observar que a microrregião de Garanhuns e Médio Capibaribe são semelhantes quanto ao início do período das chuvas e o mês de julho ser o mais chuvoso, porém se diferenciam na duração do período. Sendo o menor percentual de umidade no solo nos meses de outubro e novembro corroborando com Rossato et al. (2004).

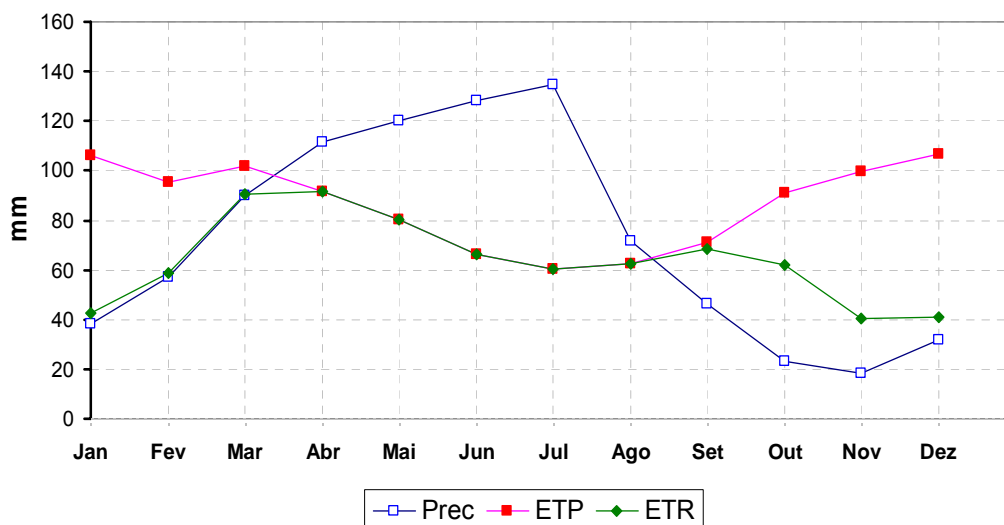


Figura 6 – Variação anual da precipitação (Prec), Evapotranspiração Potencial (ETP) e Evapotranspiração Real* (ETR) para a microrregião de Garanhuns, PE.

*ETR calculada para CAD=100 mm

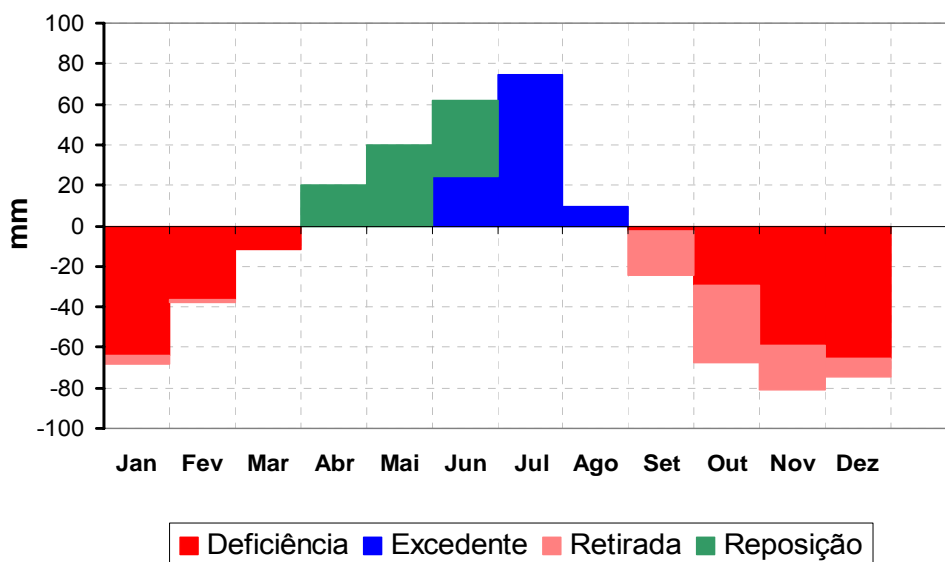


Figura 7 – Balanço Hídrico normal para a microrregião de Garanhuns para a CAD de 100 mm.

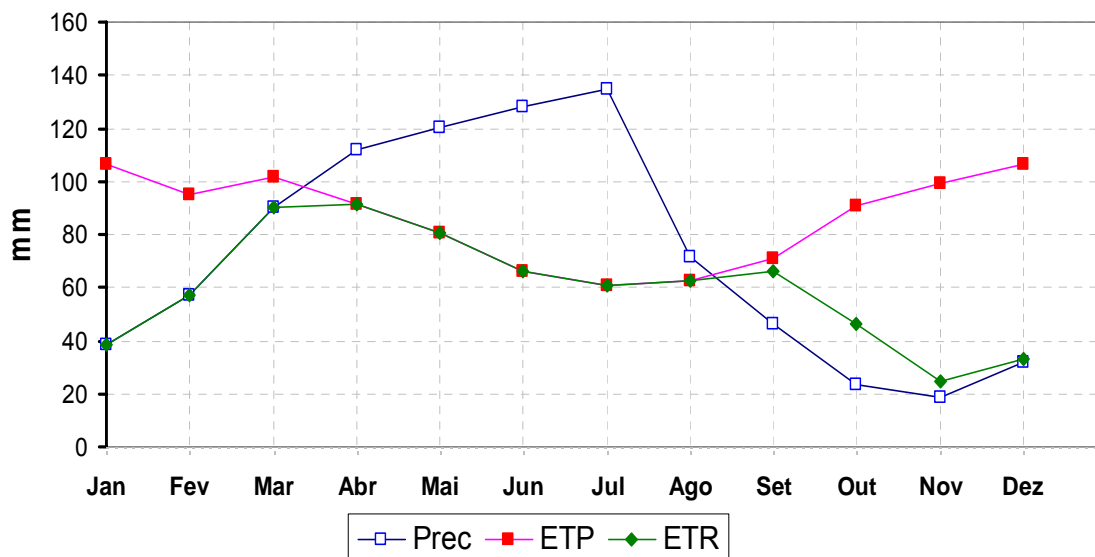


Figura 8 – Variação anual da precipitação (Prec), Evapotranspiração Potencial (ETP) e Evapotranspiração Real (ETR) para a microrregião de Garanhuns, PE.

*ETR calculada para CAD=50 mm

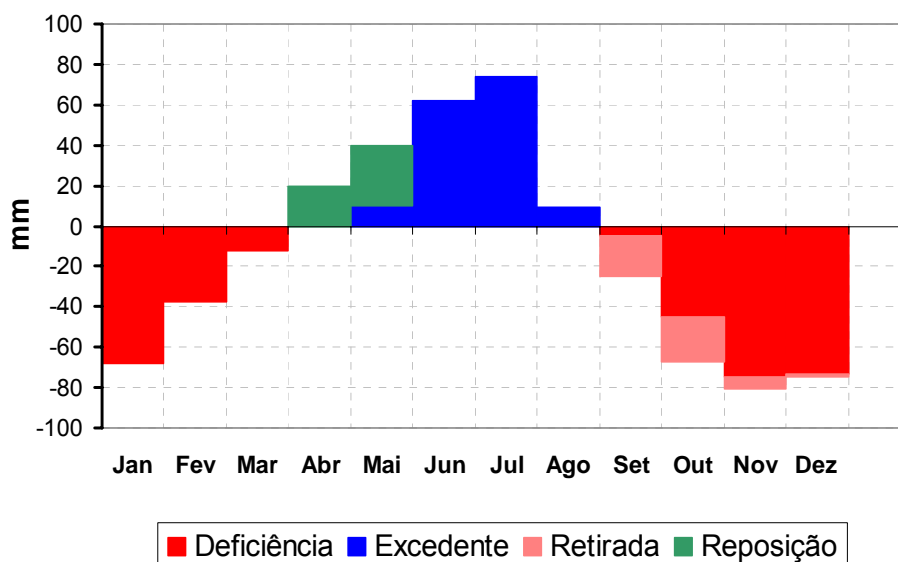


Figura 9 – Balanço Hídrico normal para a microrregião de Garanhuns para a CAD de 50 mm.

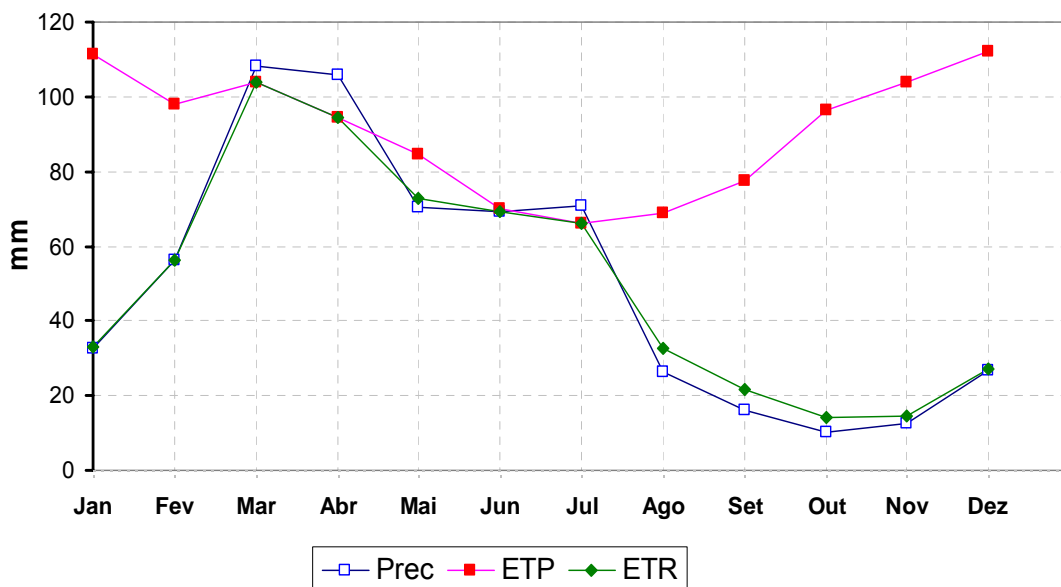


Figura 10 – Variação anual da precipitação (Prec), Evapotranspiração Potencial (ETP) e Evapotranspiração Real (ETR) para a microrregião Vale do Ipojuca.

*ETR calculada para CAD=100 mm

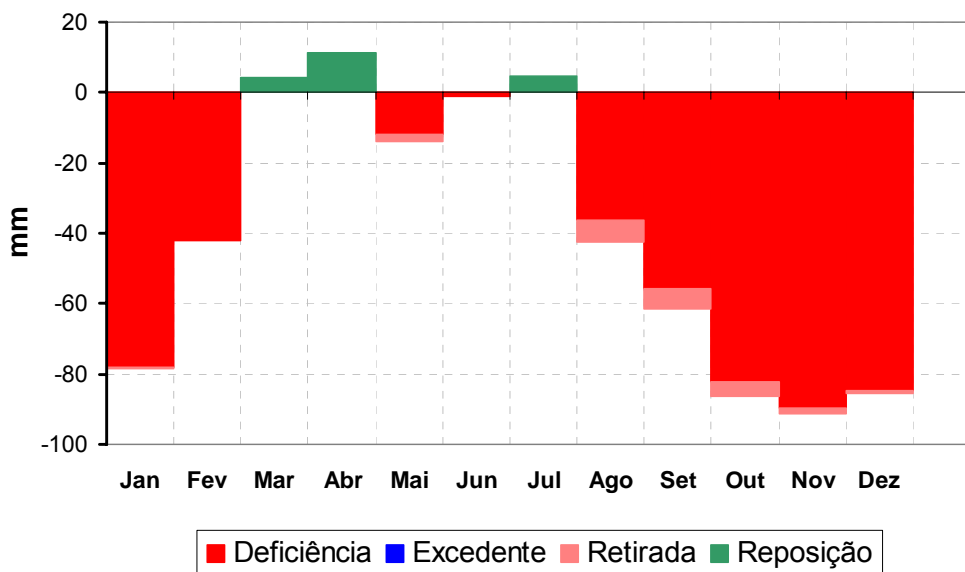


Figura 11 – Balanço Hídrico normal para a microrregião Vale do Ipojuca, utilizando a capacidade de água disponível de 100 mm.

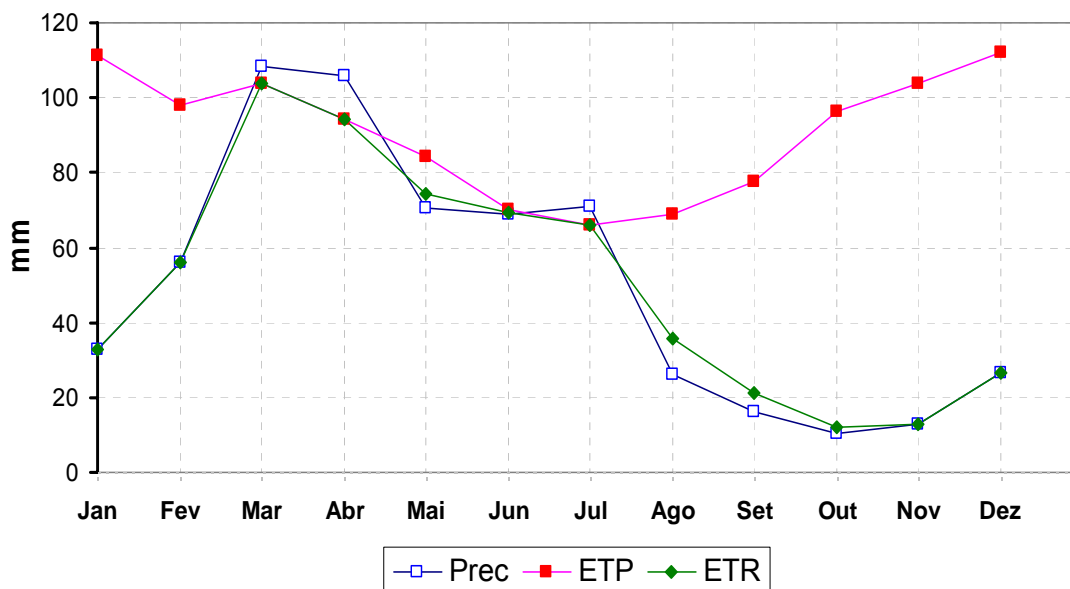


Figura 12 – Variação anual da precipitação (Prec), Evapotranspiração Potencial (ETP) e Evapotranspiração Real (ETR) para a microrregião Vale do Ipojuca.

*ETR calculada para CAD=50 mm

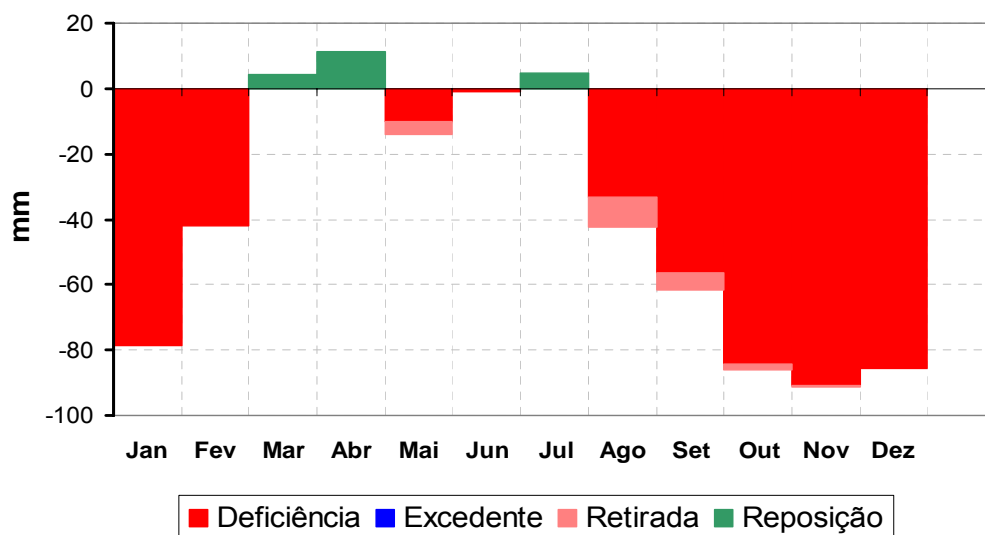


Figura 13 – Balanço Hídrico normal para a microrregião Vale do Ipojuca, utilizando a capacidade de água disponível de 50 mm.

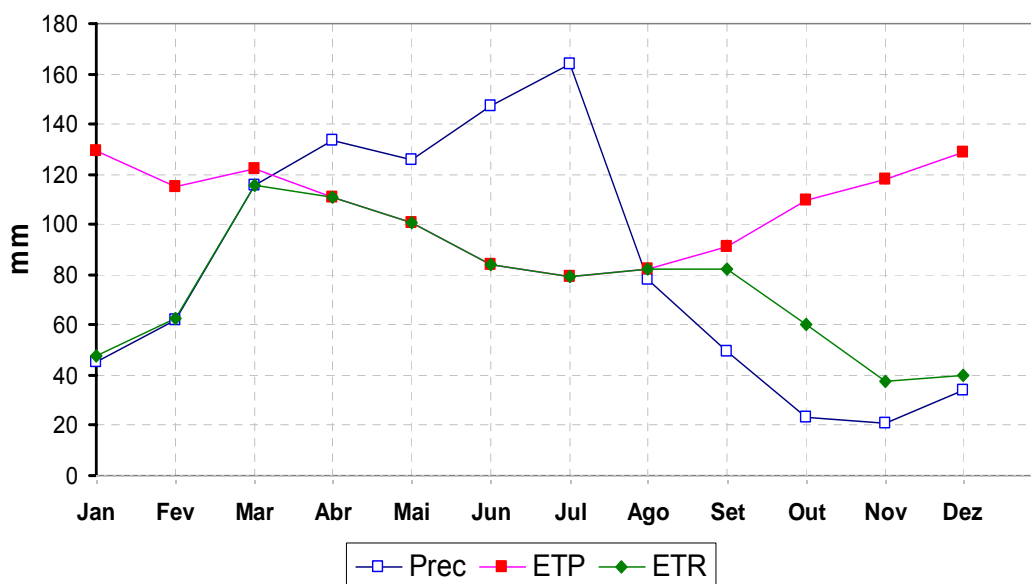


Figura 14 – Variação anual da precipitação (Prec), Evapotranspiração Potencial (ETP) e Evapotranspiração Real (ETR) para a microrregião Médio Capibaribe.

*ETR calculada para CAD=100 mm

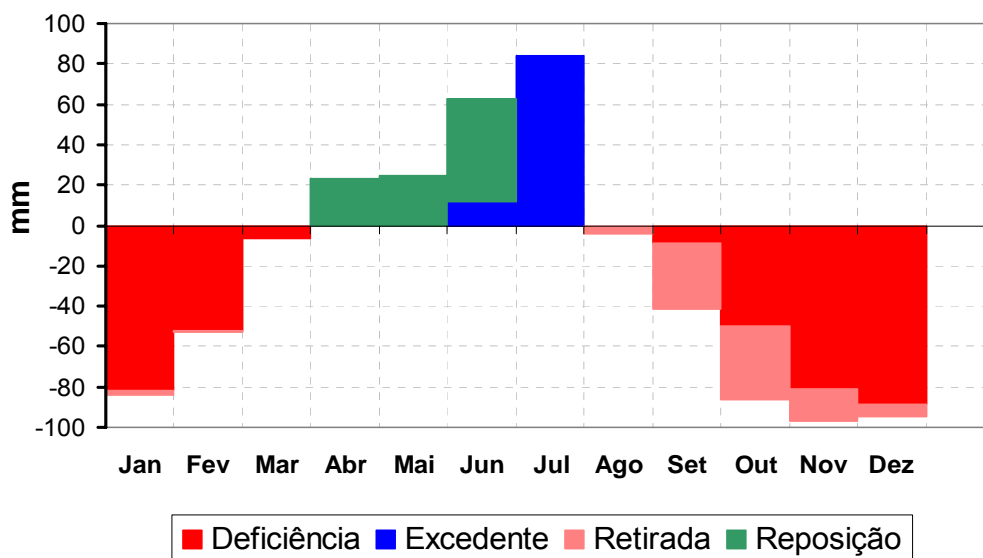


Figura 15 – Balanço Hídrico normal para a microrregião Médio Capibaribe, utilizando a capacidade de água disponível de 100 mm.

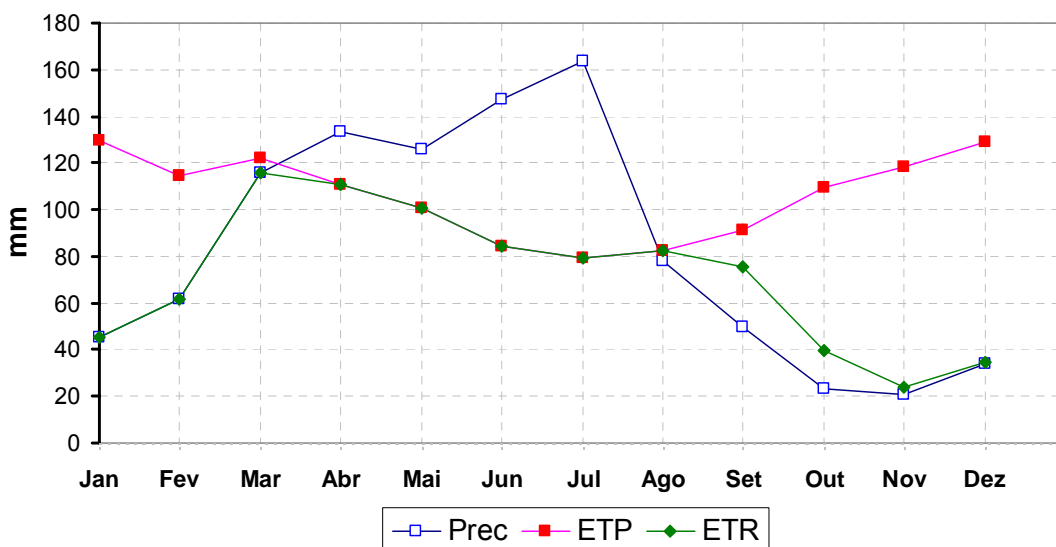


Figura 16 – Variação anual da precipitação (Prec), Evapotranspiração Potencial (ETP) e Evapotranspiração Real (ETR) para a microrregião Médio Capibaribe.

*ETR calculada para CAD=50 mm

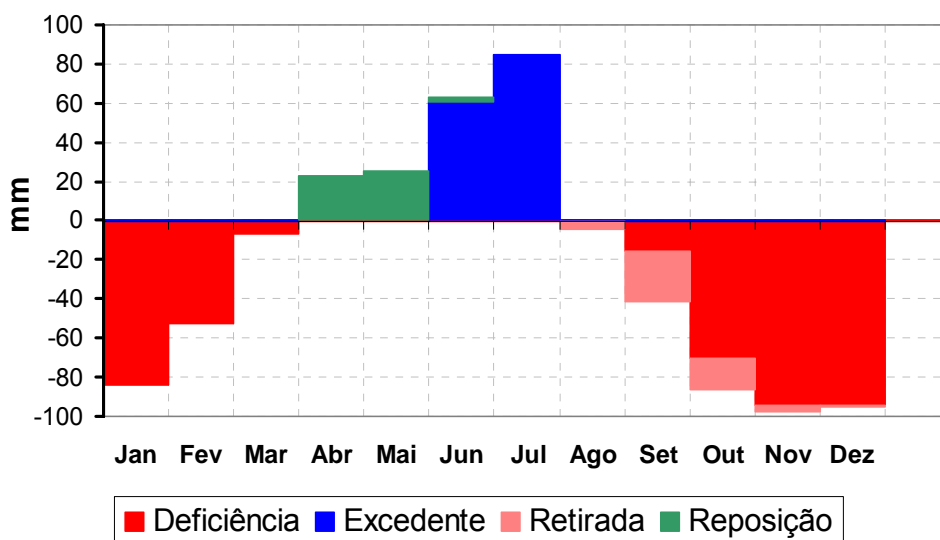


Figura 17 – Balanço Hídrico normal para a microrregião Médio Capibaribe, utilizando a capacidade de água disponível de 50 mm.

4. Resultados e Discussão

4.1 Precipitação pluviométrica

O Agreste pernambucano apresenta variação espacial e temporal do total anual pluviométrico entre as Regiões de Desenvolvimento Agreste Meridional, Central e Setentrional, sendo esta última com menor variação espacial para os valores menores que 800 mm ao ano. Dentro de cada RD ocorre variação de Leste para Oeste, nesses extremos encontram-se os maiores totais anuais de precipitação, valores maiores que 900 mm, que segundo Araújo Filho et al. (2000) é uma característica própria das regiões de fronteira, que recebem influência de sistemas meteorológicos específicos, como a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) nas proximidades com o Sertão, e os Sistemas de Leste na vizinhança com a Zona da Mata (Figura 18).

O regime de chuvas no Agreste é favorável para o cultivo de citros em todas as microrregiões, porém, a microrregião de Garanhuns, Brejo pernambucano e Médio Capibaribe, que fazem fronteira com a Zona da Mata; apresentam seu período chuvoso nos meses de abril a setembro com chuvas entre 1000 e 2000 mm, com isso são mais favoráveis para a diversificação de variedades conforme a necessidade hídrica. Pela a isolinha de 900 mm destacada no mapa, pode-se identificar as regiões limitadas pelo o total anual mínimo das chuvas indicada na literatura para a maior parte dos citros. No entanto, pelo registro da produção de laranja e limão do IBGE (ver anexo), no Agreste pernambucano existem áreas cultivadas e com significativa produtividade em municípios com até 500 mm de chuva anual.

As restrições se referem à necessidade de tomar medidas para atenuar os efeitos da falta de umidade na estação seca, como: adotando espaçamentos maiores; utilizando porta-enxertos adequados; emprego de práticas culturais destinadas a minorar os efeitos da seca, como a irrigação suplementar, ou a utilização de podas para reduzir o volume de folhagem e o consumo de umidade no solo. Neste contexto, para ampliar o cultivo de citros em sequeiro, o gargalo está no manejo alternativo para reduzir os efeitos da demanda atmosférica sobre a planta e consequentemente no solo. É notória a necessidade de melhorar a captação e o

armazenamento da água das chuvas, desta forma assegurando a manutenção do cultivo no período da estiagem.

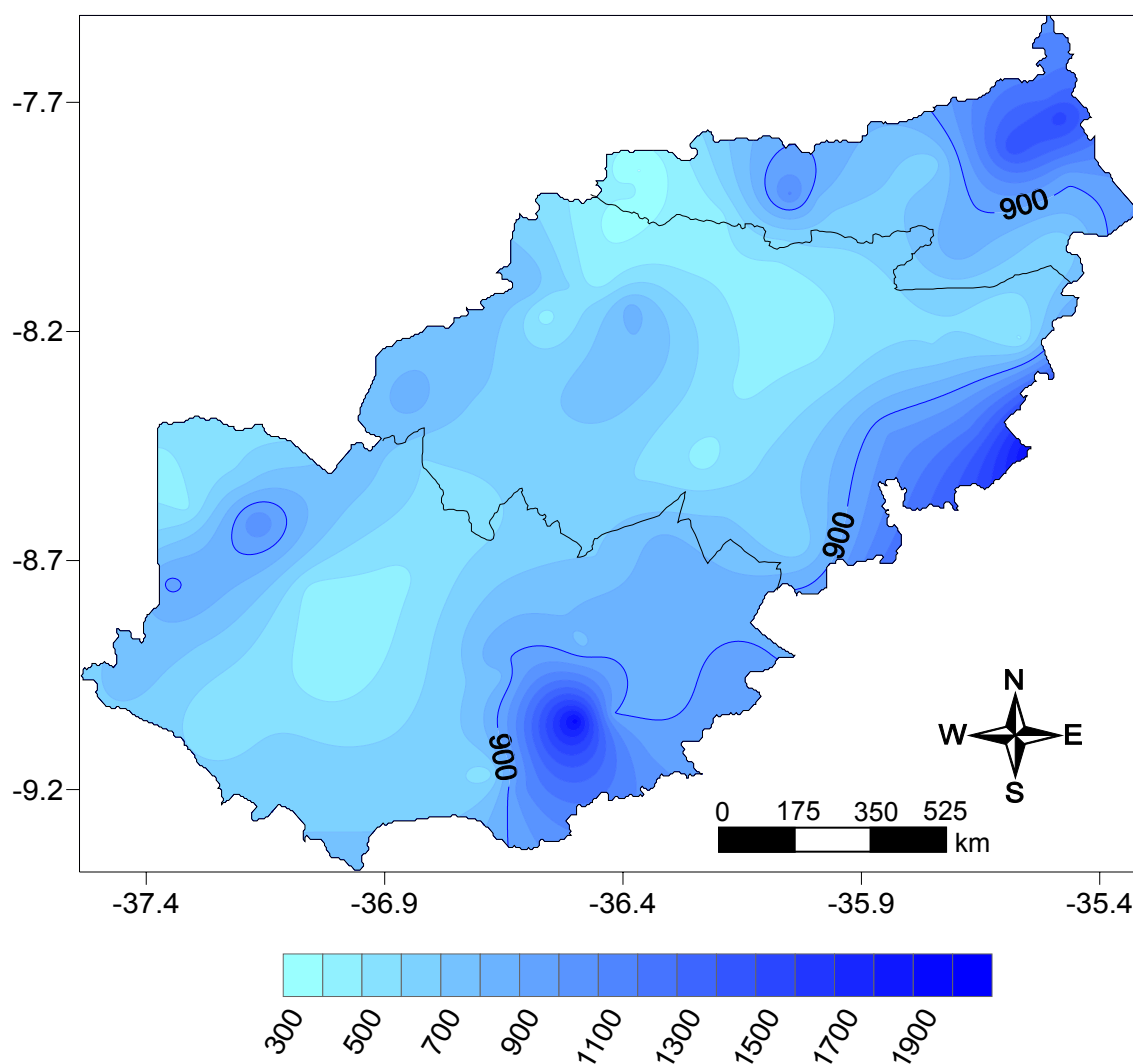


Figura 18 – Carta da pluviometria total anual no Agreste pernambucano.

4.2 Temperatura do Ar

As Figuras 19 e 20 apresentam as cartas da média anual das temperaturas mínimas que varia de 16,4 a 20,9 °C e a média das máximas de 24 e 33,4 °C para o Agreste pernambucano, com isolinhas a cada 0,5 °C. Observa-se que os menores valores das respectivas temperaturas variam na área que se estende do centro do Agreste Meridional a oeste do Agreste Central e uma pequena área a noroeste do Agreste Setentrional. Nestas áreas a variabilidade espacial para as temperaturas mínimas entre 16,4 e 19,9 °C é menor, pois as linhas estão mais afastadas Figura

19. Para as temperaturas máximas de 24 a 29,5 °C ocorre o inverso, pois as isolinhas mais próximas indicam regiões de maior variabilidade, com isso os pomares de citros na região apresentarão variação no estágio fenológico, figura 20. Nestas regiões caracterizadas como brejos de altitude, o relevo desempenha um papel de atenuador da temperatura, visto que a temperatura do ar diminuiu com a altitude, a uma taxa de 0,6 °C por 100 m que corrobora com o princípio físico do processo adiabático para o ar considerado úmido (-0,6 °C /100 m) descrito em Pereira et al. (2002).

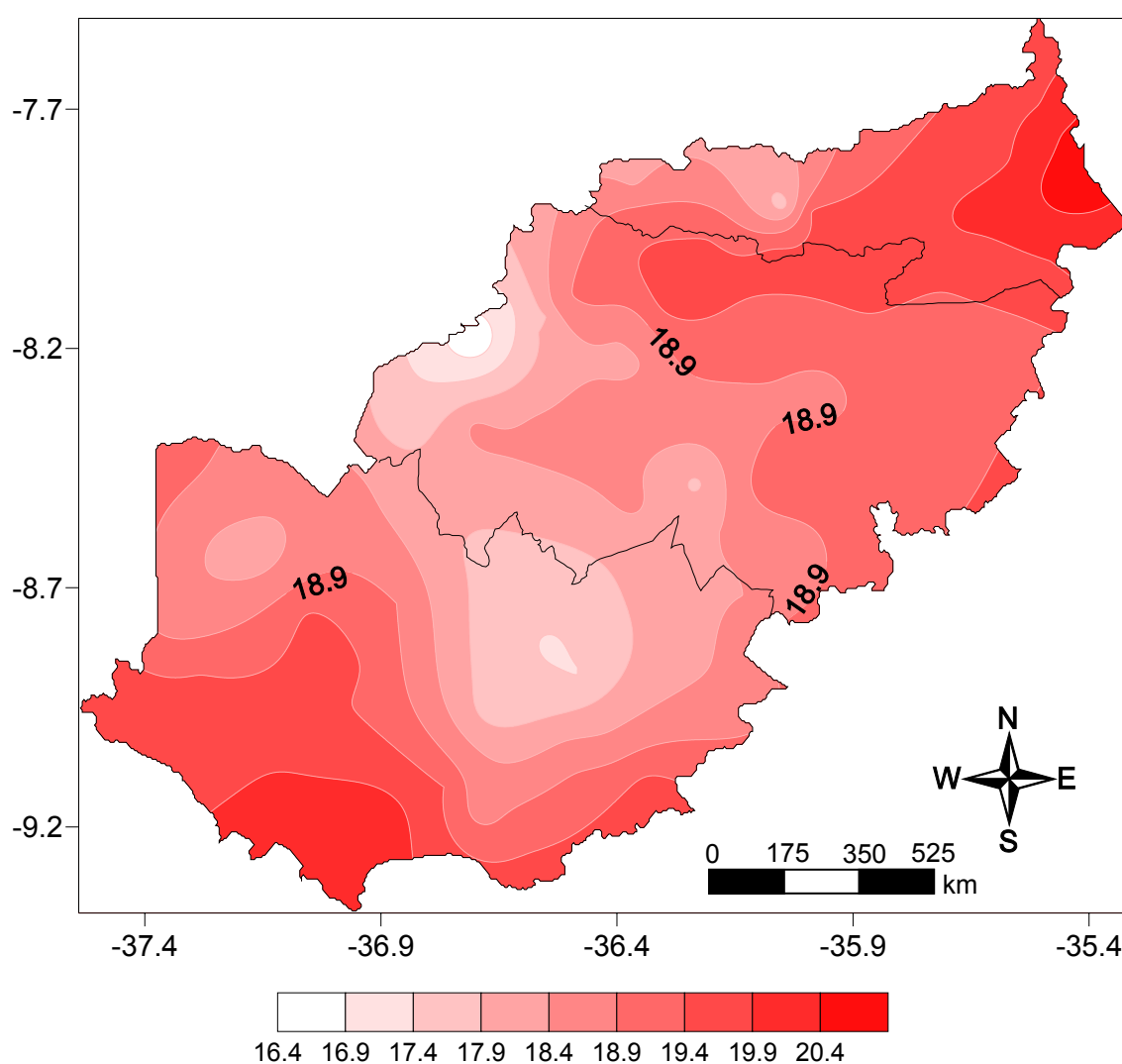


Figura 19 – Temperatura média mínima anual no Agreste pernambucano.

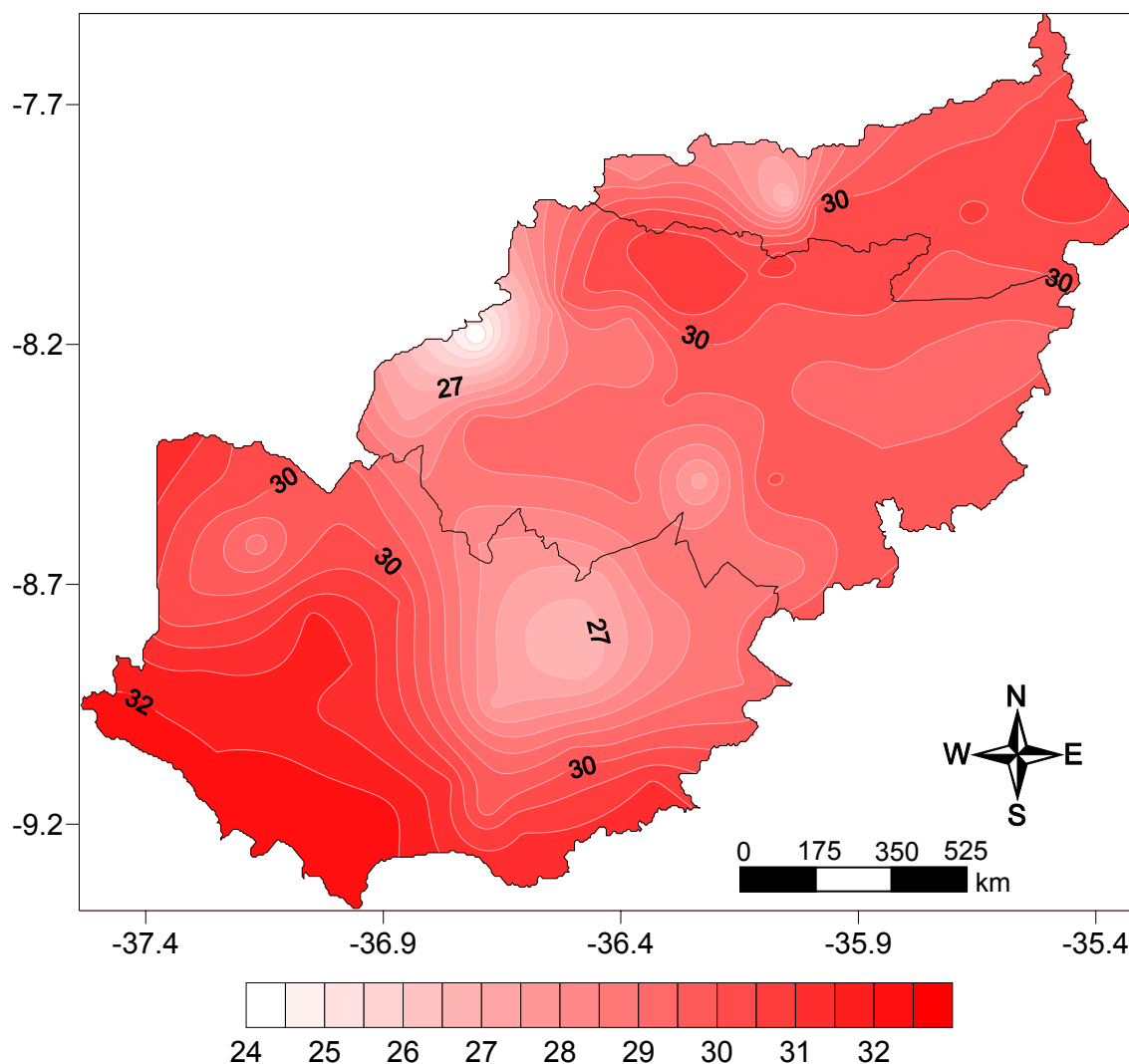


Figura 20 – Carta da temperatura média máxima anual no Agreste pernambucano.

Na Figura 21 apresenta-se a carta composta da altitude e temperatura média anual que varia de 19,9 a 24,9 °C. Constatou-se que existe uma escalada da variação térmica em função da variação altimétrica. A altitude no Agreste varia de 100 a 1050 m, podendo ser mais bem visualizada no gradiente da escala de cores abaixo da carta na Figura 21. Observando-se as regiões com a tonalidade da cor azul, encontram-se altitudes variando de 700 a 1050 m, e temperaturas médias anual de 19,9 a 22,9 °C. É nestas regiões que se encontram os brejos de altitude, com formação de microclimas característicos e favoráveis para a exploração agrícola. Passos et al. (2005) relatou que o grupo das tangerinas e seus híbridos

respondem às perspectivas para o cultivo em elevadas altitudes, pois alguns agricultores da Bahia cultivaram a tangerina 'Ponkan' em condições de altitude e obtiveram qualidade (coloração e peso da fruta) bastante superior às produzidas em outras regiões.

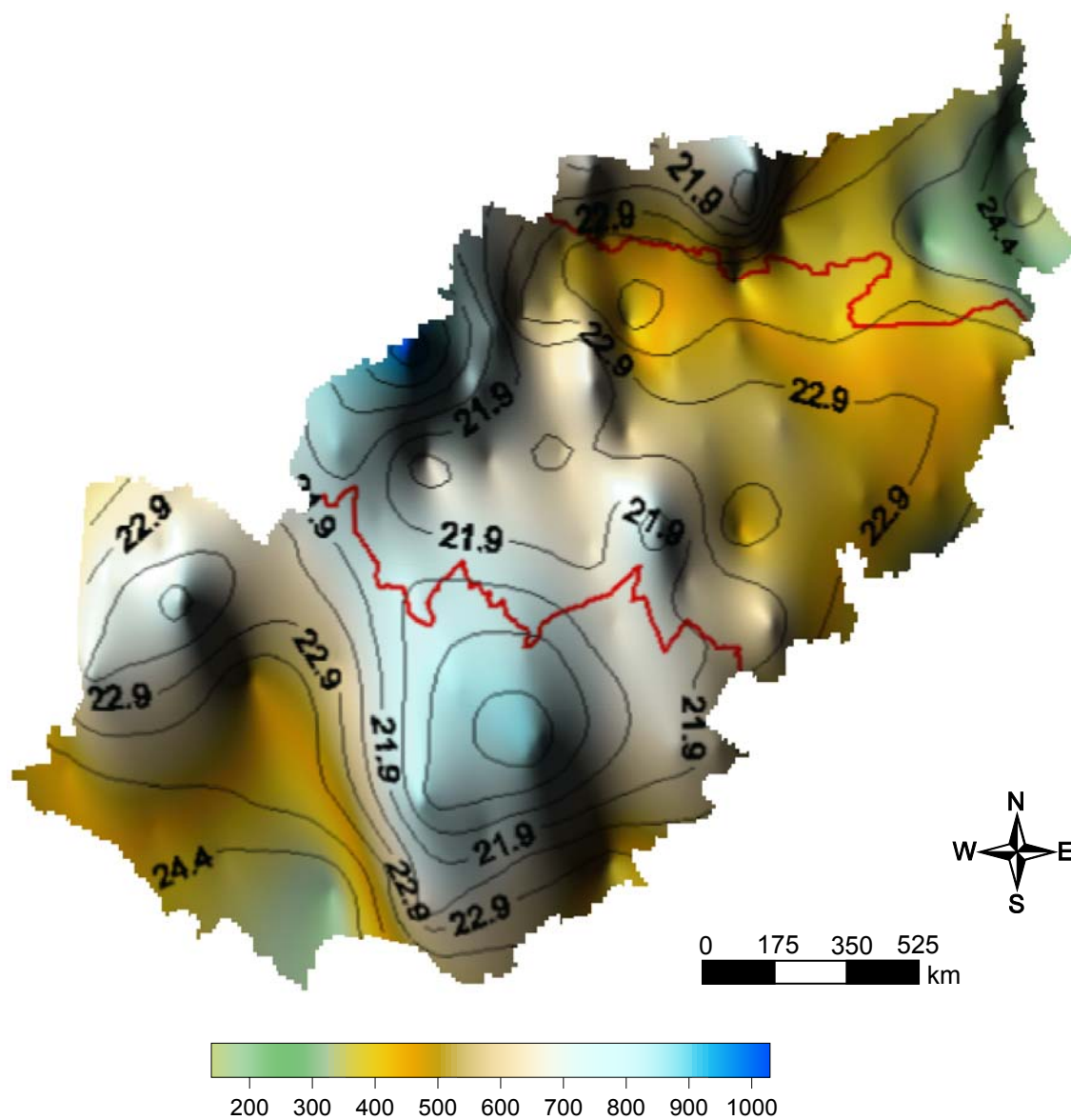


Figura 21 – Carta da temperatura média anual sobre a carta de Altitude no Agreste pernambucano.

4.3 Balanço Hídrico

Pelo balanço hídrico de Thornthwaite & Mather (1955), obteve-se as estimativas mensais da evapotranspiração real, déficit hídrico e excedente hídrico, representadas em cartas com o total anual.

A evapotranspiração potencial anual (ETP) corresponde à soma das estimativas mensais obtidas pelo modelo de Thornthwaite (1948), que mostra a água teoricamente perdida para a atmosfera, o Agreste pernambucano apresenta variação de 880 a 1400 mm ao ano. Na Figura 22 com isolinhas da ETP a cada 50 mm, observa-se que a espacialização dos valores da ETP < 1000 mm estende-se do norte do Agreste Meridional passando pelo centro até o oeste do Agreste Central e uma pequena área ao noroeste do Agreste Setentrional.

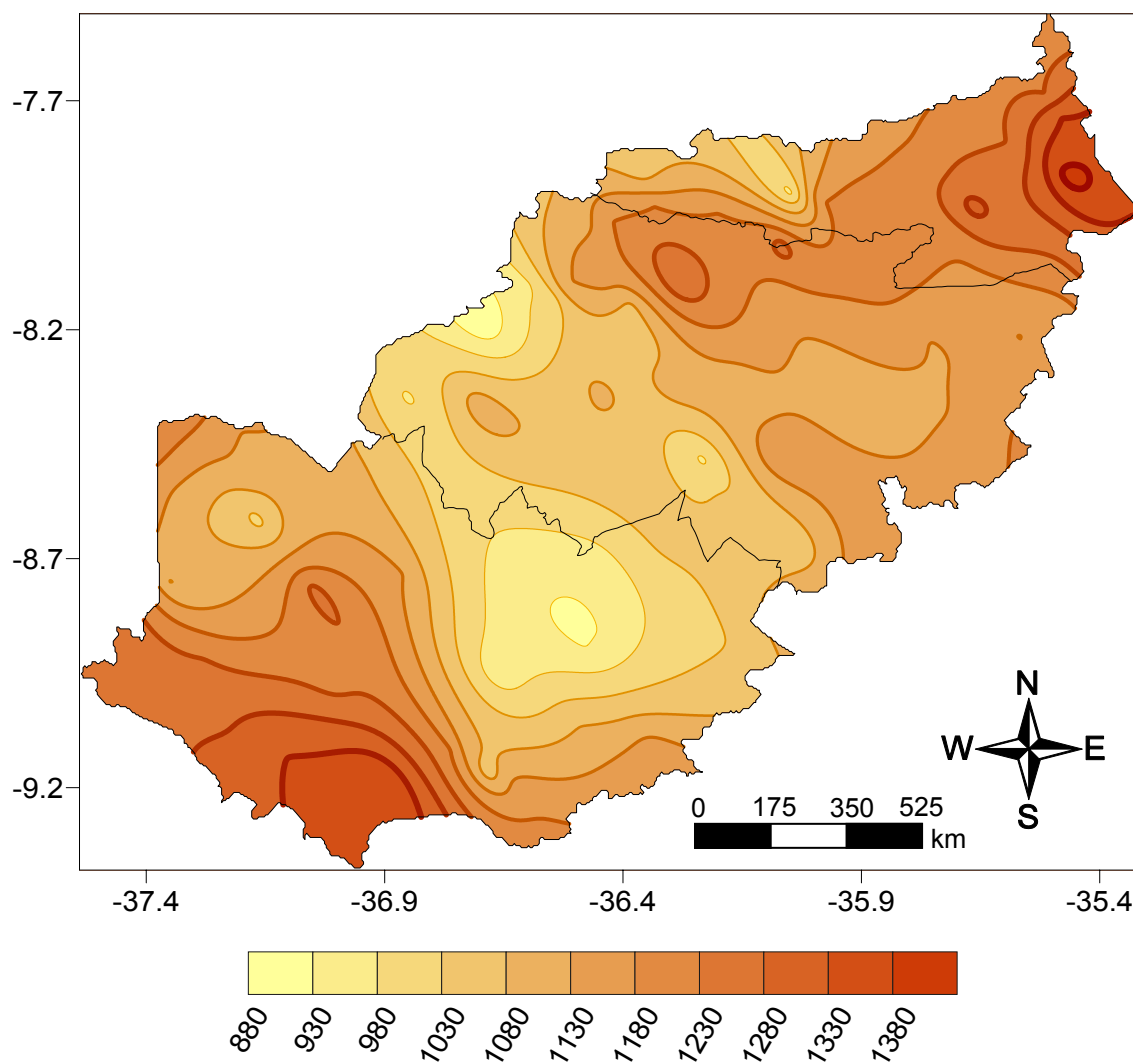


Figura 22 – Carta da evapotranspiração potencial acumulada no Agreste pernambucano.

Nas Figuras 23 e 24 apresenta-se a evapotranspiração real (ETR) que indica quantitativamente a água que evapotranspirou num determinado período de tempo, limitada pela precipitação do mesmo período. Considerando uma CAD de 100 mm, a variação do total anual da ETR no Agreste está entre 350 e 1150 mm. Observa-se maior variabilidade espacial para os valores da ETR < 700 mm no centro e Oeste do Agreste Meridional e na faixa que se estende do centro do Agreste Central a Oeste do Setentrional (Figura 23). Entretanto, para uma CAD de 50 mm as mesmas áreas apresentaram menor variabilidade espacial, caracterizada pela reduzida quantidade de isolinhas (Figura 24). A precipitação destas áreas é baixa, variando de 300 a 600 mm ao ano.

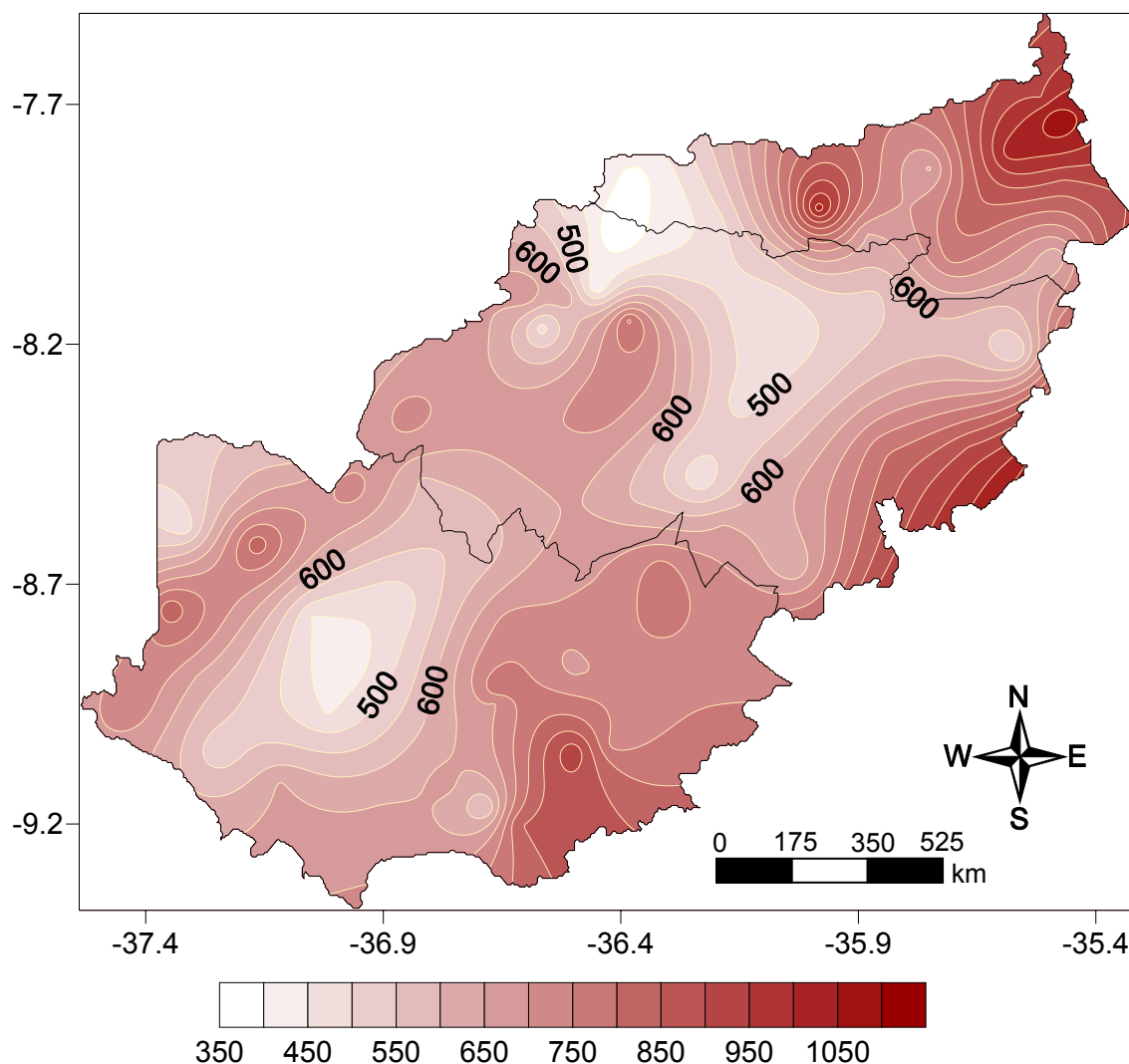


Figura 23 – Carta da Evapotranspiração Real acumulada no Agreste para CAD de 100 mm.

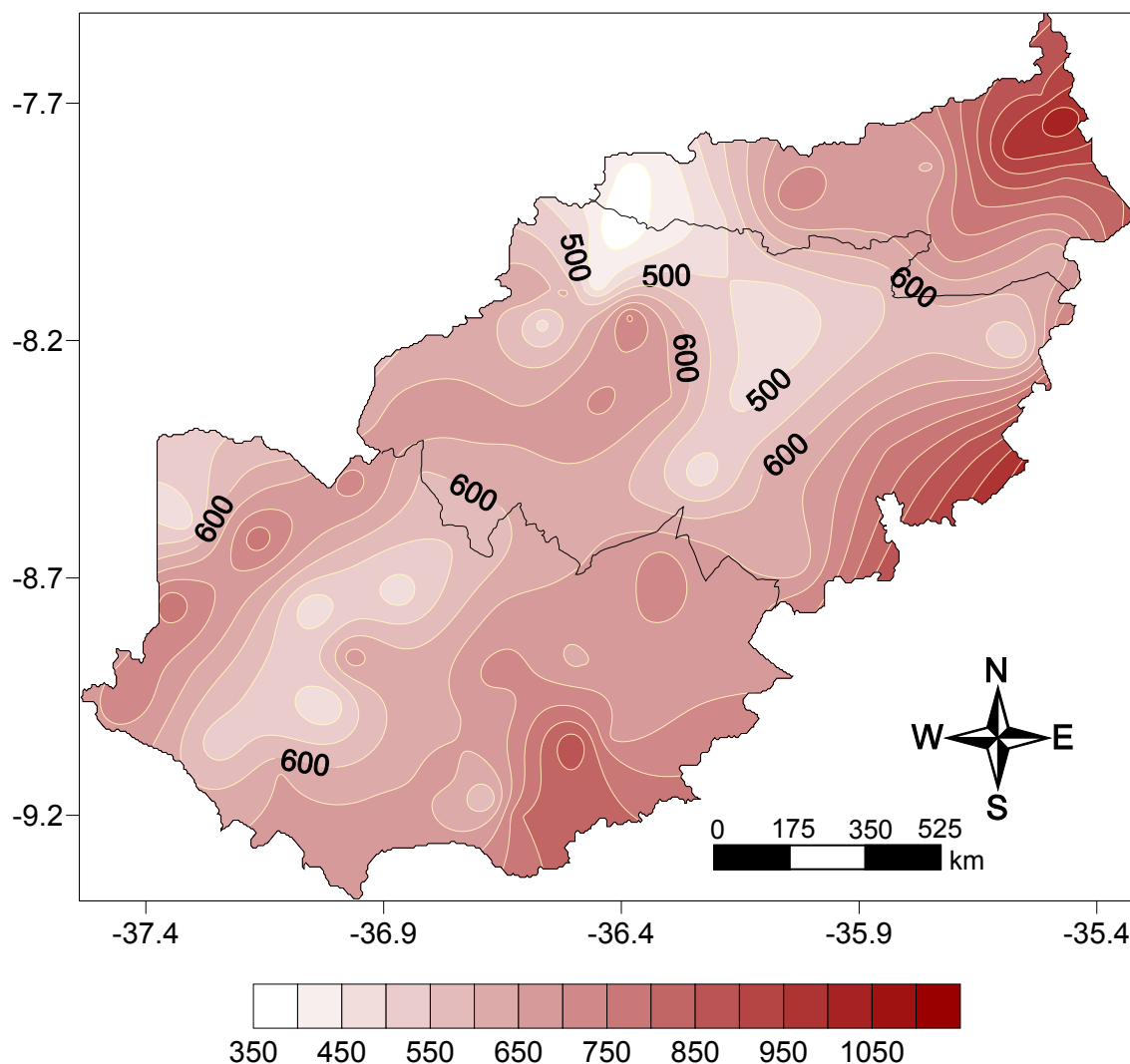


Figura 24 – Carta da Evapotranspiração Real acumulada no Agreste para CAD de 50 mm.

O Déficit Hídrico acumulado (DEF) do Agreste pernambucano representado nas Figuras 25 e 26 estão com isovalores espacializados a cada 100 mm. Para a CAD de 100 e 50 mm obteve-se a mesma faixa do DEF de 100 a 900 mm, sendo melhor espacializados entre e nas microrregiões, os déficits hídricos abaixo de 500 mm para ambas CAD. Desta forma no Agreste pernambucano, a citricultura pode ser desenvolvida com resultados diferenciados e descentralizados e ainda sem o risco de exaurir o sistema produtivo. Pois conforme Rolim et al. (1998), o efeito do

estresse hídrico sobre o crescimento e produtividade de uma cultura depende da intensidade e duração com que o déficit hídrico ocorre, e da espécie ou variedade da cultura. Geralmente, as culturas são mais sensíveis ao déficit hídrico durante a emergência, a floração e o período inicial da frutificação (DOORENBOS & KASSAN, 1979).

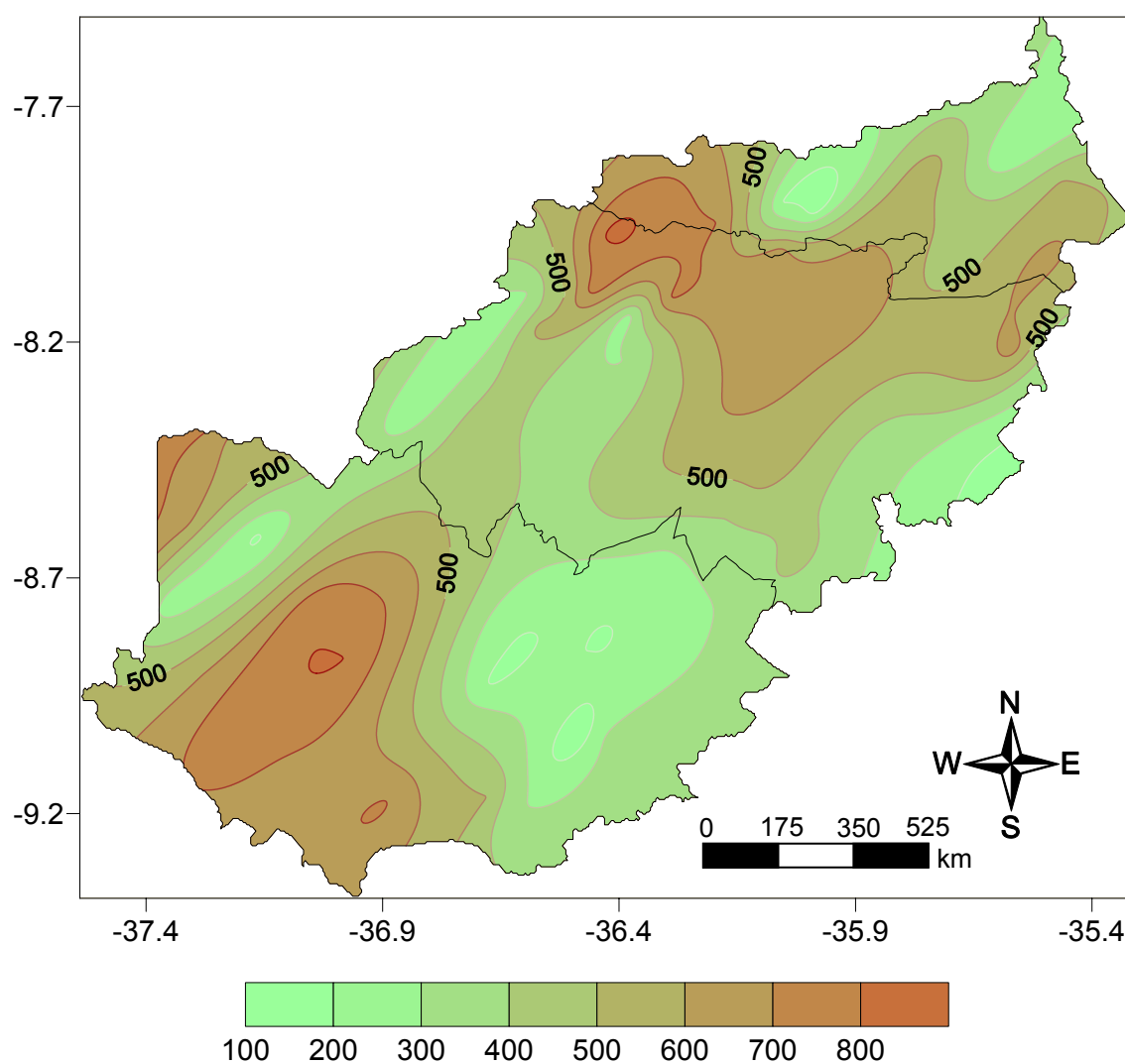


Figura 25 – Carta do déficit hídrico acumulado no Agreste para CAD 100 mm.

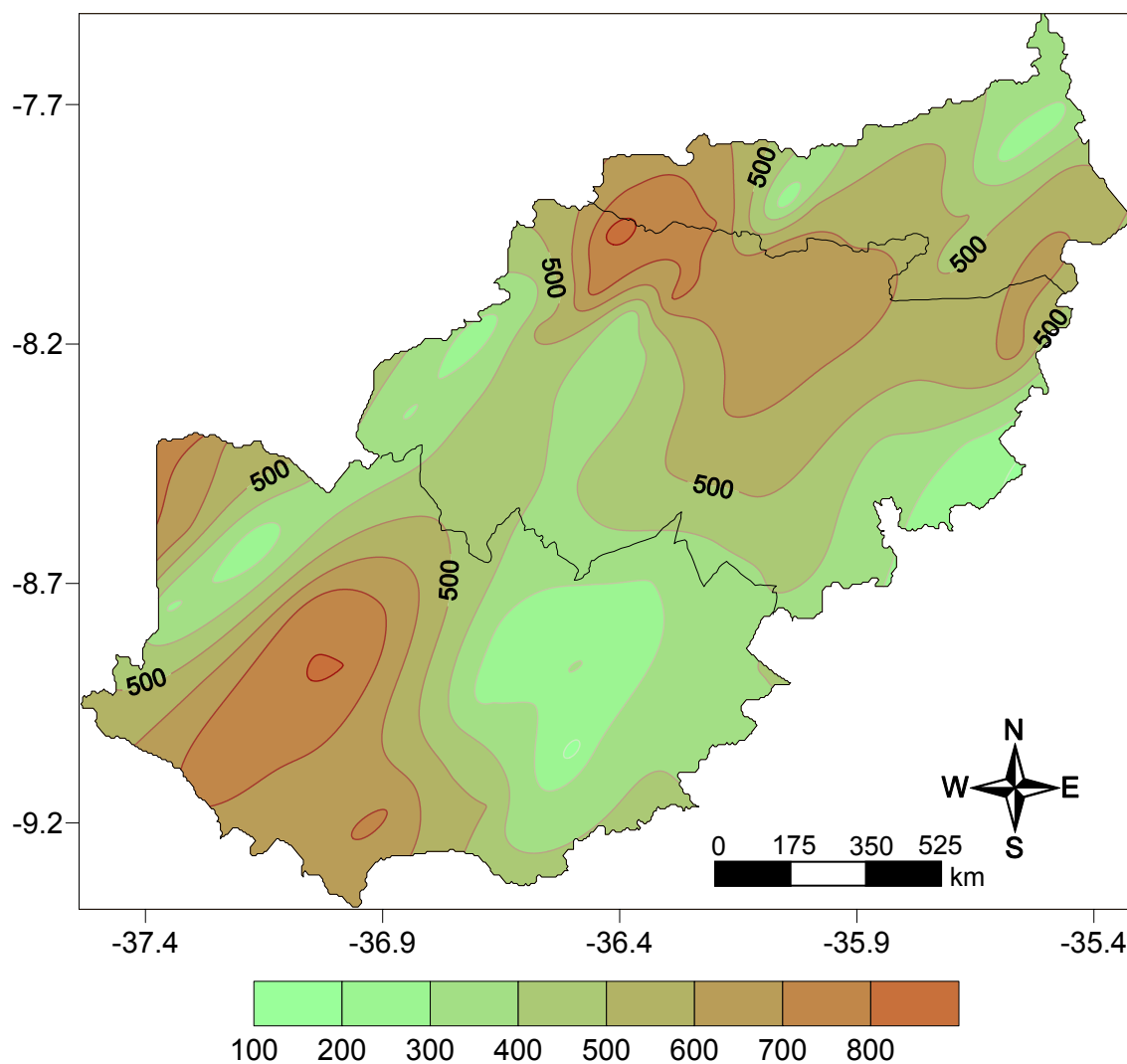


Figura 26 – Carta do déficit hídrico acumulado no Agreste para CAD 50 mm

As cartas do Excedente Hídrico (EXC) apresentam isovalores espacializados a cada 50 mm (Figuras 27 e 28). Observa-se na Figura 27 que o EXC variou de 0 a 1000 mm ao ano. A variabilidade do EXC concentra-se ao longo da fronteira leste, norte e oeste do Agreste pernambucano, com maiores áreas nas microrregiões Médio Capibaribe, Brejo Pernambucano e na microrregião de Garanhuns com maior variabilidade do EXC, nestas áreas o volume pluvial está acima de 800 mm anual.

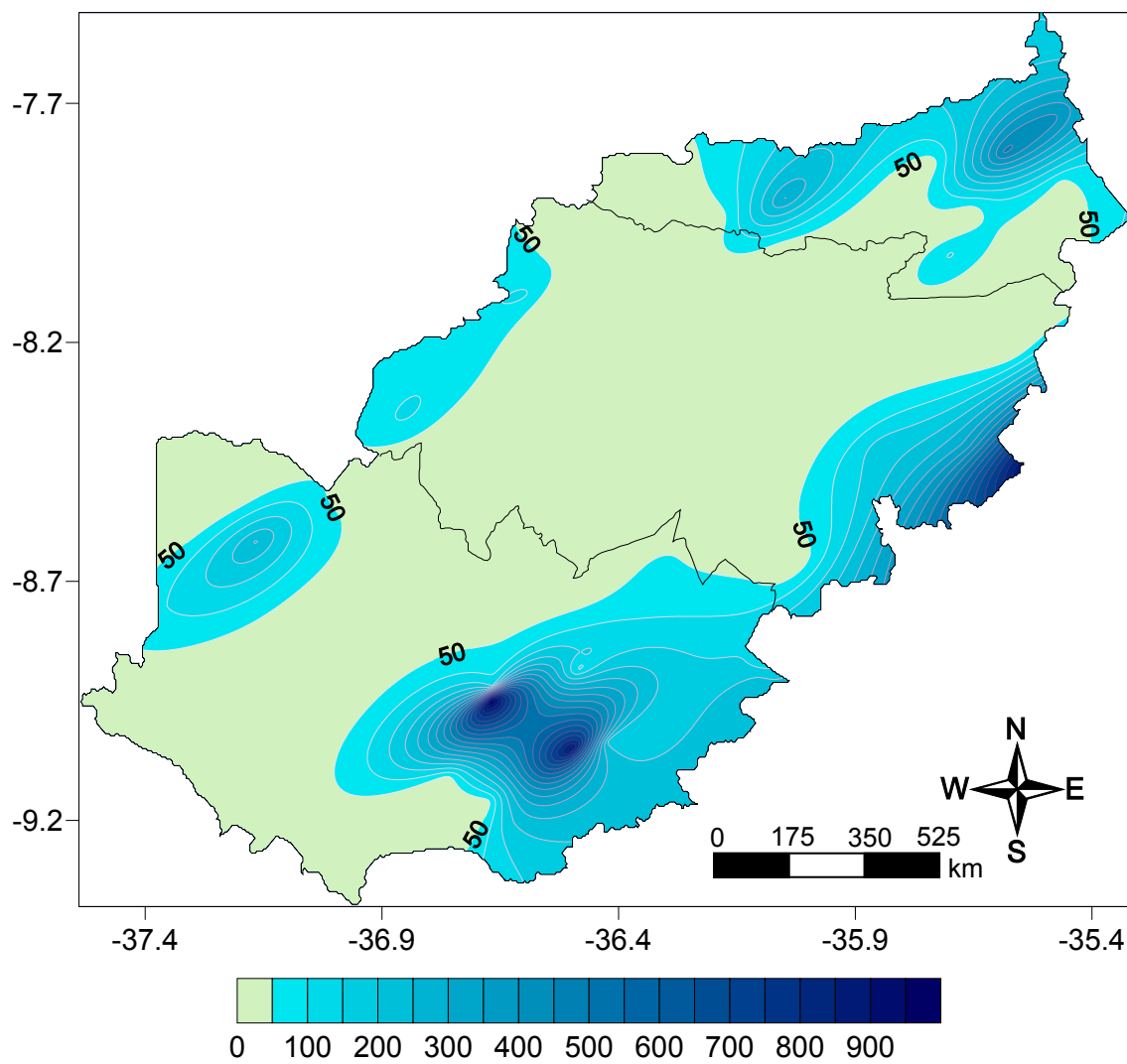


Figura 27 – Carta do excedente hídrico no Agreste para CAD 100 mm.

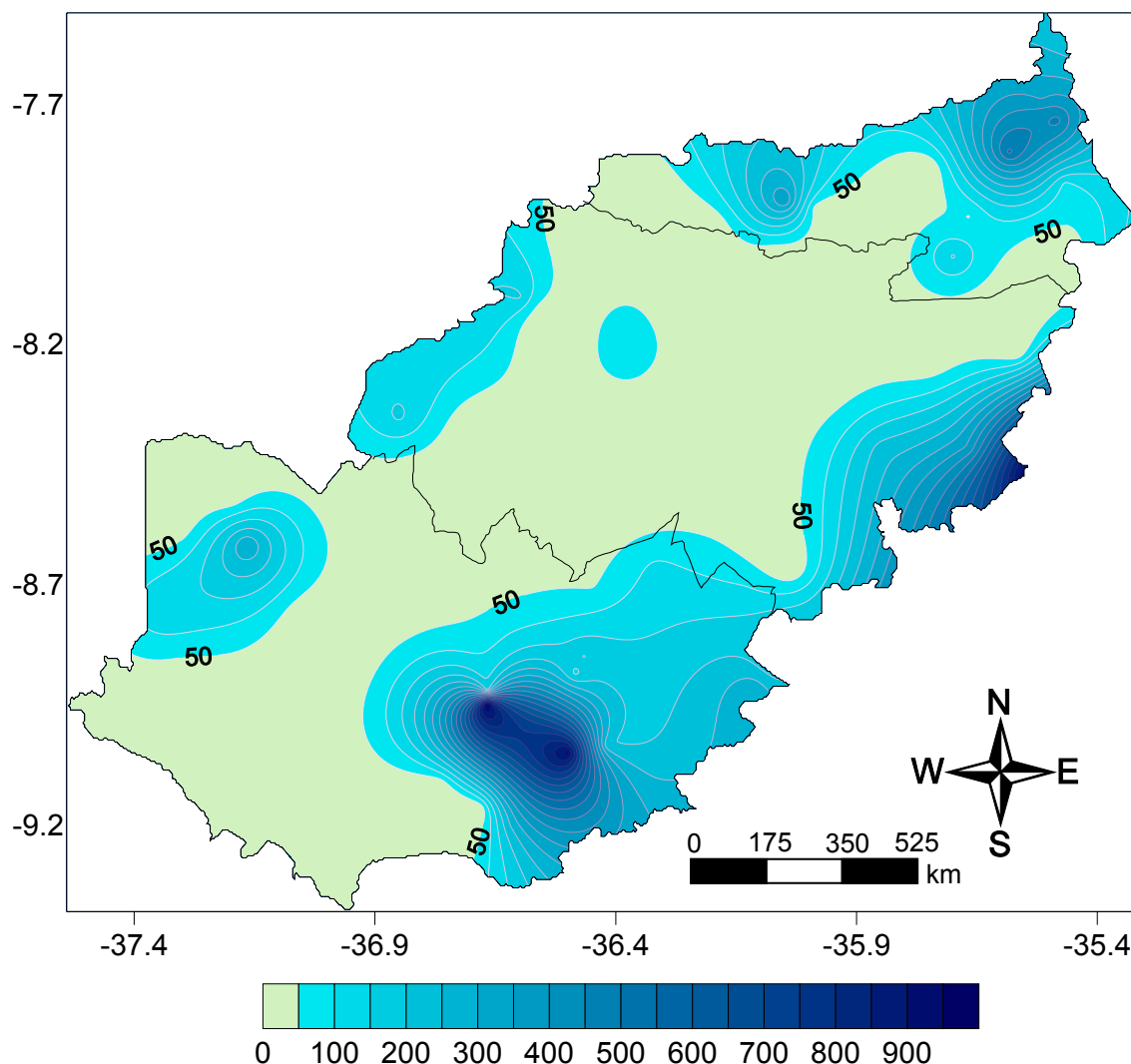


Figura 28 – Carta do excedente hídrico no Agreste para CAD 50 mm.

A Figura 29 apresenta a carta sobreposta das zonas do DEF e EXC, sendo em azul as áreas que apresentam EXC variando de 50 a 900 mm, e nas regiões com excedente zero encontram-se as regiões com DEF de 50 e 900 mm. Deficiências hídricas acima de 500 mm estão nas áreas na cor laranja, nestas áreas as altitudes variam de 350 a 550 m. Com base na Figura 21, para as regiões na cor verde com DEF de 250 a 500 mm a altitude varia de 650 a 800 m, Como a altitude contribui para a diminuição das temperaturas médias; consequentemente esta condição térmica pode atuar reduzindo o DEF, pois, comparando a área na cor verde com a área laranja, sabe-se que na última a precipitação varia de 400 a 500 mm e o DEF

de 500 a 800 mm, já na área verde chove de 500 a 700 mm e seu DEF varia de 250 a 500 mm.

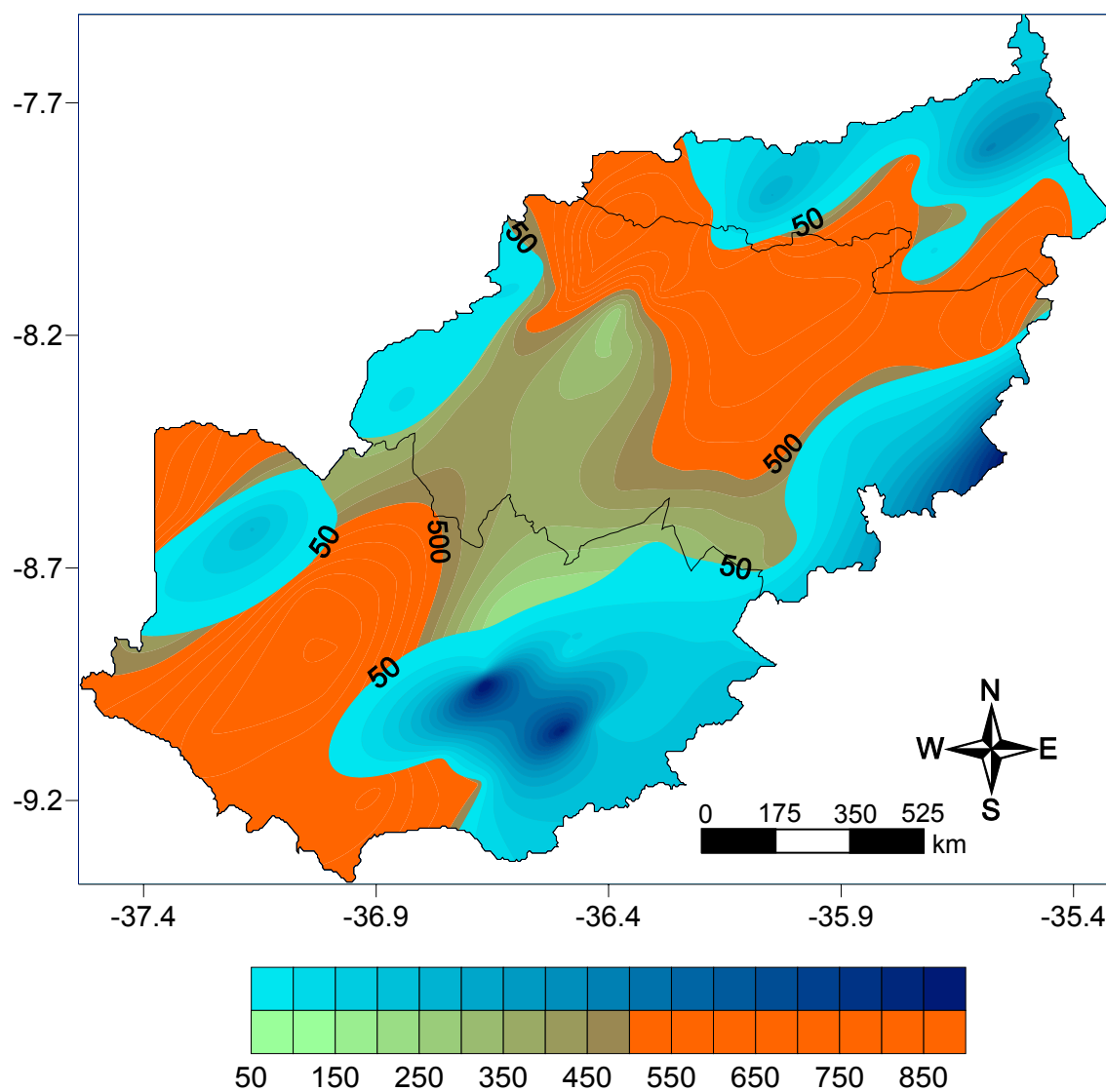


Figura 29 – Carta das zonas limites do excedente hídrico em relação ao déficit hídrico para CAD 100 mm.

4.4 Viabilidade climática do Agreste para citros

O zoneamento Agroclimático para a citricultura no Agreste pernambucano representado na Figura 30, foi definido em função das regiões agroclimáticas com base no Índice de Satisfação das Necessidades de Água (ISNA) que expressa a quantidade de água que a planta consumiu e aquela que seria desejável para garantir a sua produtividade máxima, sendo definido pela relação entre a evapotranspiração real e a evapotranspiração máxima (ETR/ETm), para a realidade climática do Agreste pernambucano foram definidas as seguintes classes de risco climático:

ISNA \geq 0,65 - Região agroclimática favorável, com pequeno risco climático;

ISNA \geq 0,55 e $<$ 0,65 - Região agroclimática intermediária, com médio risco;

ISNA $<$ 0,55 - Região agroclimática desfavorável, com alto risco climático e elevado déficit hídrico.

Com base no coeficiente de cultivo (Kc) médio de 0,8 obteve-se a ETm que corresponde a 80% da ETP para plantas com mais de dois anos de cultivo. O coeficiente utilizado é resultado dos estudos do SegHidro em Campina Grande no estado da Paraíba (EMATER, 2006). O Agreste pernambucano apresenta 21 municípios inseridos na região de médio e alto risco climático, estes são: Altinho, Bezerras, Buíque, Cachoeirinha, Cumaru, Gravatá, Iati, Itaíba, Passira, Pedra, Riacho das Almas, São Caetano, Tacaimbó, Taquaritinga do Norte, Toritama, Tupanatinga; sendo ainda Águas Belas, Brejo da Madre de Deus, Caruaru, Jataúba, Santa Cruz do Capibaribe os municípios com maior área sob alto risco climático. Os municípios de Cachoeirinha, Iati, Jataúba, São Caetano, Tacaimbó, Toritama não apresentam produção de laranja nem de limão, os demais já produzem independente da limitação climática.

Entre os municípios que estão na região agroclimática favorável com pequeno risco climático, Angelim, Barra de Guabiraba, Belo Jardim, Bom Conselho, Bom Jardim, Bonito, Brejão, Camocim de São Félix, Correntes, Feira Nova, Garanhuns, João Alfredo, Lajedo, Limoeiro, Machados, Orobó, Palmeirina, Sairé, São João e São Joaquim do Monte são produtores de laranja e limão. Enquanto que Agrestina, Alagoinha, Caetés, Calçado, Canhotinho, Cupira, Jucati, Jupi, Jurema, Lagoa do ouro, Lagoa dos Gatos, Panelas, Paranatama, Pesqueira, Poção, Salgadinho, Saloá,

Sanharó, Santa Maria do Cambucá, São Bento do Uma, São Vicente Férrer, Surubim, Terezinha e Vertentes produzem apenas laranja. Há seis municípios ainda da região de pequeno risco climático que não produzem citros: Capoeiras, Casinhas, Frei Miguelinho, Ibirajuba, Venturosa, Vertente do Lério. Agroclimaticamente o Agreste pernambucano apresenta mais de 12 mil Km² favorável para citros, um significativo território a ser explorado, tanto para ampliar áreas já produtivas que hoje somam menos de 0,5 % desse total, como também para implantar novas áreas. O rendimento satisfatório da citricultura no Agreste pernambucano é dependente de variedades resistentes ao período de estiagem, ou por outro lado pode-se adotar um manejo alternativo da cobertura do solo para diminuir a demanda evaporativa.

Comparando a carta das regiões agroclimáticas com a carta de Deficiência Hídrica e Excedente Hídrico, observa-se que, para o ISNA < 0,65, o DEF está entre 600 e 900 mm, da mesma forma para ISNA ≥ 0,65 encontram-se nas localidades com DEF < 500 mm ao ano, e onde há EXC, pois observa que o excedente hídrico da ordem de 950 mm ao ano, não é fator limitante para o bom desempenho da citricultura, nas microrregiões Brejo Pernambucano, Médio Capibaribe e principalmente na microrregião de Garanhuns que apresenta os maiores valores destes excedentes e ainda assim o histórico da produção é satisfatório. Nas regiões de risco médio as localidades apresentam deficiência hídrica anual na faixa de 500 a 600 mm, sendo o Vale do Ipanema localizado a sudoeste da RD Agreste Meridional e o vale do Ipojuca com a maior área com estas características.

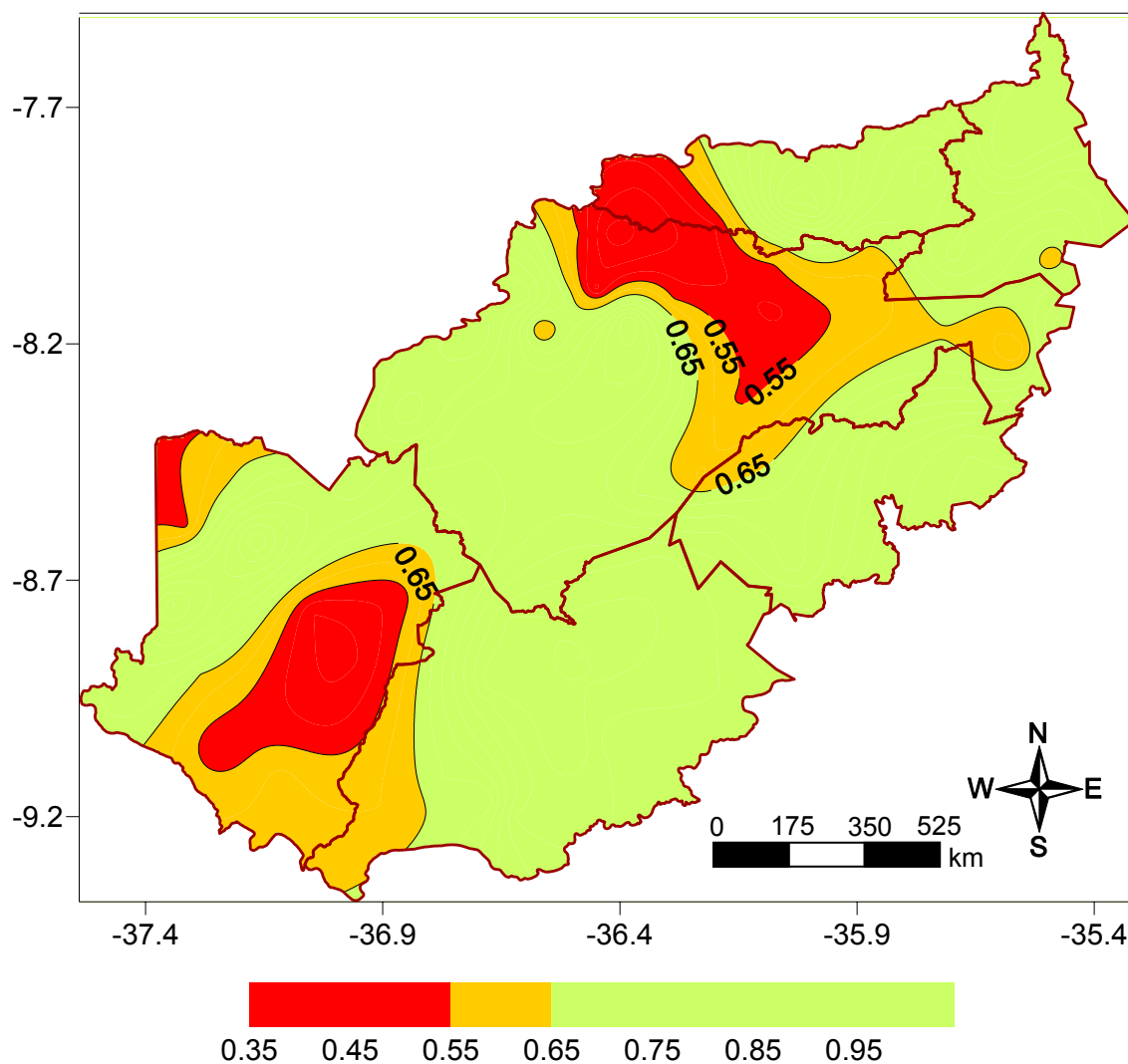


Figura 30 – Carta das regiões agroclimáticas no Agreste pernambucano para CAD 100 mm.

A Figura 31 apresenta uma carta sobreposta com os 60 municípios produtores de citros no Agreste (dados do IBGE) e as regiões agroclimáticas para CAD 50 mm. Nesta carta, observa-se que 44 municípios produtores de limão e ou laranja estão na região agroclimática favorável, com pequeno risco climático, 16 entre as regiões agroclimáticas intermediária e desfavorável, com risco climático de médio a alto, este último com elevado déficit hídrico de 600 a 900 mm. Diante do contexto, encontram-se condições satisfatórias para o desenvolvimento da citricultura no Agreste pernambucano, na Região Agroclimática favorável indicada na cor verde que compreende 50 municípios. Entre os que produzem citros nesta área, a produtividade média para a laranja é de 35,8 t ha⁻¹ e 39,8 t ha⁻¹ para o limão. Nas

regiões intermediárias em amarelo que abrange 16 municípios, a produtividade média da laranja está em 30 t ha^{-1} e do limão 25 t ha^{-1} , outros cinco municípios estão sob alto risco climático. Na espacialização dos símbolos que identificam os municípios produtores de citros, suas coordenadas são apenas ilustrativas (ver anexo, mapa com os nomes dos municípios e as planilhas de produção).

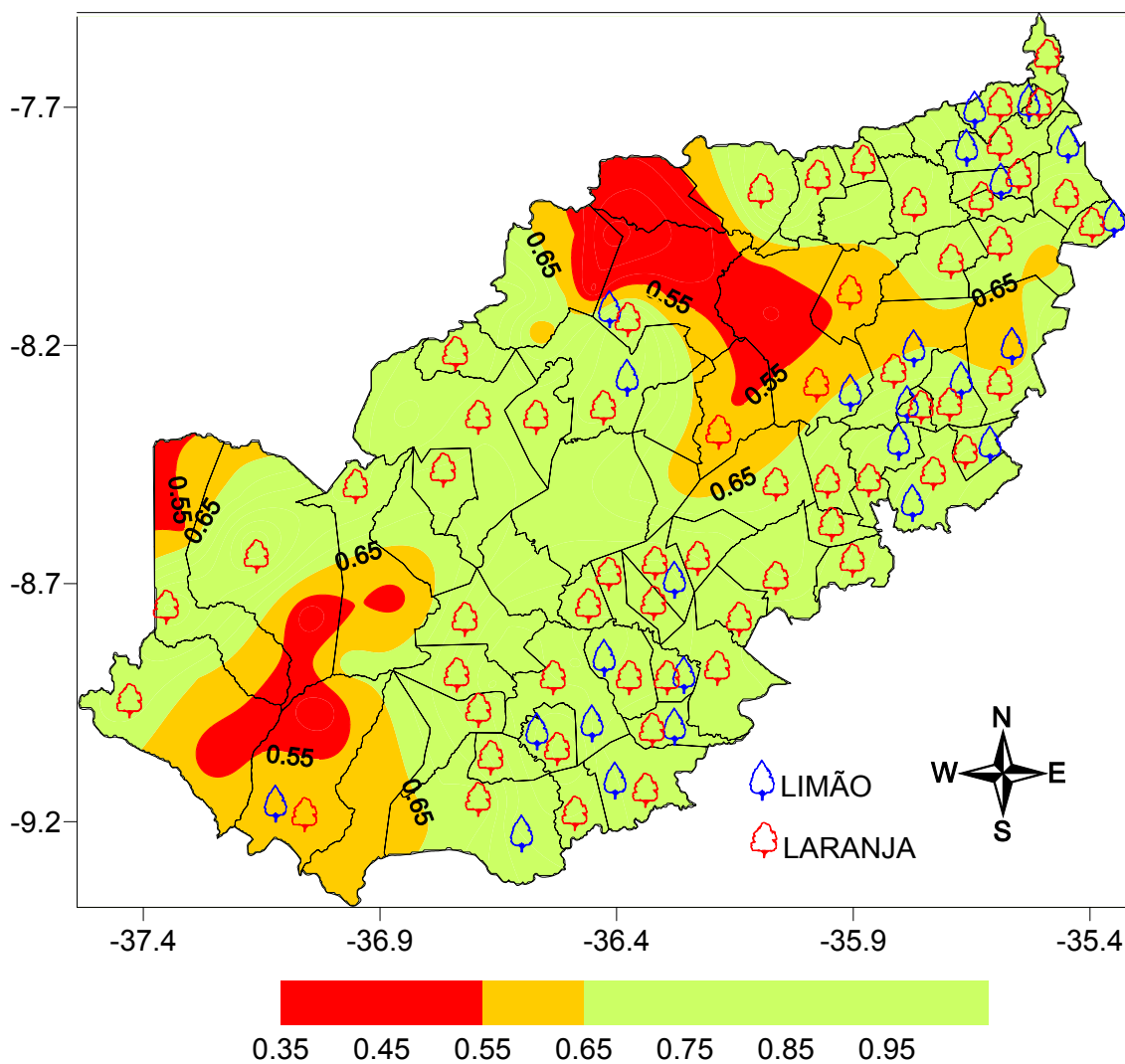


Figura 31 – Carta das regiões agroclimáticas com os municípios produtores de Citros no Agreste pernambucano.

5. CONCLUSÕES

A variação anual da temperatura na mesorregião Agreste de Pernambuco com mínima 16,4 °C e máxima de 33,4 °C não é considerada fator térmico de risco para a produção de citros.

No Agreste pernambucano, 50 municípios estão na região agroclimática favorável, com pequeno risco climático; 16 na região agroclimática intermediária, com médio risco e 5 na região agroclimática desfavorável, com alto risco climático e elevado déficit hídrico.

Na região agroclimática favorável a produtividade média dos municípios que produzem laranja é 35,8 t ha⁻¹ e 39,8 t ha⁻¹ para o limão. Na região agroclimática de risco intermediário a produtividade média da laranja está em 30 t ha⁻¹ e do limão 25 t ha⁻¹.

Agroclimaticamente o Agreste pernambucano apresenta mais de 12 mil Km² favorável para citros, um significativo território a ser explorado, tanto para ampliar áreas já produtivas que hoje somam menos de 0,5% desse total, como também para implantar novas áreas.

O excedente hídrico da ordem de 950 mm e o DEF<500 mm ao ano, não são fatores limitantes para o bom desempenho da citricultura, nas regiões de desenvolvimento, Agreste Setentrional, Central e principalmente no Agreste Meridional com destaque para a microrregião de Garanhuns que apresenta os maiores valores de excedentes e ainda assim o histórico da produção é satisfatório.

6. REFERÊNCIAS

ARAÚJO FILHO, J. C. de et al. Levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do estado de Pernambuco. Recife: Embrapa Solos - UEP Recife. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 252 p. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa, 11). Disponível em: <<http://www.uep.cnps.embrapa.br>>. Acesso em: 20 ago. 2008.

ARAÚJO, E. F.; ROQUE, N. Taxonomia dos citros. In: Citros. MATTOS Jr., D.; NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU Jr., J. Campinas: Instituto Agronômico e FUNDAG, 2005. p. 125-145

ASSAD, M. L. L.; SANS, L. M. A.; ASSAD, E. D. Relação entre água retida e conteúdo de areia total em solos brasileiros. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 587-595, 2001. (Número Especial - Zoneamento Agrícola).

ASSOCITRUS. Safra paulista de laranja deve sofrer queda superior a 20% neste ano. Fatores climáticos reduzem produção. Informativo, Ano 4, n. 16, Janeiro/fevereiro, 2008.

Base de Dados de Pernambuco- BDE. Banco de dados Sócio-econômicos sobre o Estado de Pernambuco e seus municípios. Principais produtos das lavouras permanentes. Disponível em: <www.bde.pe.gov.br>. Acesso em: 20 dez. 2008.

BOTEON, M.; NEVES, E. M. Citricultura brasileira: aspectos econômicos. In: Citros. MATTOS Jr., D.; NEGRI, J. D.; PIO, R. M. POMPEU Jr., J. Campinas: Instituto Agronômico e FUNDAG, 2005. p. 19-36.

BRUNINI, O. et al. Riscos climáticos para a cultura de milho no estado de São Paulo. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 519-526, 2001. (Número Especial - Zoneamento Agrícola).

CAMARGO, A. P.; CAMARGO, M. B. P. Uma revisão analítica da evapotranspiração potencial. *Revista Bragantia*, Campinas, n. 59, 125-137, 2000.

CAMARGO, A. P. de et AL. Ajuste da equação de Thornthwaite para estimar a evapotranspiração potencial em climas áridos e superúmidos, com base na amplitude térmica diária. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 7, n. 2, p. 251-257, 1999.

CAMARGO, M. B. P.; CAMARGO, A. P. Representação gráfica informatizada do extrato do balanço hídrico de Thornthwaite & Mather. *Bragantia*, Campinas, v. 52, p. 169-172, 1993.

CAMARGO, A. P.; PINTO, H. S.; PEDRO JR., M. J. Aptidão climática de culturas agrícolas. In: *Zoneamento Agrícola do Estado de São Paulo*. São Paulo: Secretaria da Agricultura, CATI, v. 1, p. 109-149, 1974.

CARVALHO, S. A.; GRAF, C. C. D.; VIOLANTE, A. R. Produção de material básico e propagação. In: *Citros*. MATTOS Jr., D.; NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU Jr., J. Campinas: Instituto Agrônômico e FUNDAG, 2005. p. 279-318.

CASTRO, P. R. C. et al. Fisiologia da produção de citros. *Informe agropecuário*, Belo Horizonte, v. 23, n. 216, p. 26-38, 2002.

CAVALCANTI, E. P. & SILVA, E. D. V. Estimativa da temperatura do ar em função das coordenadas locais. In: *VIII Congresso Brasileiro de Meteorologia e II Congresso Latino-Americano e Ibérico de Meteorologia*. Sociedade Brasileira de Meteorologia. Belo Horizonte, outubro de 1994. p. 154-157.

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

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

CIIAGRO – Balanço hídrico. Disponível em: <<http://www.ciiagro.sp.gov.br/Definicoes/BalancoHidrico>> Acesso em: 30 maio 2008.

CINTRA, F. L. D.; LIBARDI, P. L.; SAAD, A. M. Balanço Hídrico no solo para porta-enxertos de citros em ecossistema de tabuleiro costeiro. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, PB, DEAg/UFPB. v. 4, n. 1, p. 23-28, 2000.

CIRANO, M. Pernambuco de A a Z. Disponível em: <<http://www.pe-az.com.br/regioes/agreste>>. Acesso em: 11 jan. 2007.

COELHO, D.T.; SEDIYAMA, G.C.; VIEIRA, M. Estimativa das temperaturas médias mensais e anual no Estado de Minas Gerais. Revista Ceres, v. 20, p. 455-459, 1973.

COELHO, Y. S.; LORDÊLO, C. M.; CALDAS, R. C. Problemas identificados na lima ácida Tahiti do Estado da Bahia comercializada na Europa. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Cruz das Almas-BA. 2006. Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra>>. Acesso em: 10 dez. 2007.

COELHO, Y. S.; PASSOS, O. S.; CALDAS, R. C. Efeitos do clima sobre a maturação da laranja "Bahia". In: Anais do VI Congresso Brasileiro de Fruticultura. p. 615-625, 1981.

COLETTI, C. Caracterização da irrigação de uma cultura citrícola com a utilização do TDR. 2000. 100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas, SP, 2000.

SEAGRI BA Cultura - Laranja. Secretaria de Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária. Disponível em: <<http://www.seagri.ba.gov.br/Laranja>>. Acesso em: 15 set. 2007.

DONADIO, L. C.; FIGUEIREDO, J. O. de; PIO, R. M. Variedades Cítricas Brasileiras. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 228p.

DOORENBOS, J. KASSAN, A. H. Yield response to water. Rome, Italy: Food Agricultural Organization. Irrigation and drainage paper, n. 33. 1979. 179p.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. Efeito da água no rendimento das culturas. Estudos FAO, Irrigação e Drenagem 33. Tradução Gheyi, H. R. e outros, UFPB, Campina Grande. FAO. 1994. 306p.

EMATER - Campina Grande. Universidade Federal de Campina Grande. 2006. Disponível em: <<http://seghidro.lsd.ufcg.edu.br/SegHidroEmaterCulturas>> Acesso em: 21 abr. 2008.

ERICKSON, L. C. The general physiology of citrus. In: REUTHER, W.; BATCHELOR, L. D.; WEBBER, H.J. (Ed.). The citrus industry. Riverside: UCLA Press, 1968. p. 86-126.

FACIO, S. L. Poda já é uma realidade. Ciência & Prática. Ano 6, n. 23, p. 23-24, 2006.

FAO. Las semillas agrícolas y hortícolas: Produccion, control y distribuicion de las mismas. Roma, 1961. 616p.

FIGUEIREDO, J. O. et al. Comportamento de 16 porta-enxertos para o tangor Murcott na região de Itirapina-SP. Revista Brasileira de Fruticultura. v. 28, n. 1, p. 76-78, 2006.

FILHO, A. C. et al. Altitude e coordenadas geográficas na estimativa da temperatura mínima média decendial do ar no Estado do Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Pesquisa Agropecuária, v. 41, n. 6, p. 893-901, 2006.

IBGE. Comunicação Social. Produção Agrícola Municipal - 2004. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias>>. Acesso em: 14 jan. 2007.

IBGE. Produção Agrícola Municipal. Rendimento médio de lavouras permanentes em 2005. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl1.asp>>. Acesso em: 15 jan. 2007.

KASSAM, A. H. Multiple cropping rainfed productivity in Africa. Working Paper n. 5. FAO, Rome, Italy. 88p. 1979.

LANDIM, P. M. B.; MONTEIRO, R. C. & CORSI, A. C. Introdução à confecção de mapas pelo software SURFER. DGA, IGCE, UNESP/Rio Claro, Lab. Geomatemática, Texto Didático 6, 29p. 2002. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/textodi.html>>. Acesso em: 16 abr. 2008.

LIMA, M. G.; RIBEIRO, V. Q. Equações de estimativa da temperatura do ar para o Estado do Piauí. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v.6, p.221-227, 1998.

LOPES, E. B.; ALBUQUERQUE, I. C. de; MOURA, F. T. de. Perfil da citricultura de Matinhas, PB, visando ao mercado nacional. Tecnol. & Ciên. Agropec., João Pessoa, v. 1., n. 1, p.1-7, set. 2007.

MARIN, F. R. Evapotranspiração, transpiração e balanço de energia em pomar de lima ácida Tahiti. 2000. 74 p. Dissertação (Mestrado em Agrometeorologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

MATTOS JUNIOR, D. de et al. CITROS: principais informações e recomendações de cultivo. Boletim Técnico 200 (IAC), 17 de março de 2005. Disponível em: <www.centrodecitricultura.br>. Acesso em: 20 junho de 2008.

MEDEIROS, S. S. et al. Estimativa e espacialização das temperaturas do ar mínimas, médias e máximas na Região Nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 9, p. 247-255, 2005.

MEDINA, C. L. et al. Fisiologia dos citros. In: Citros. MATTOS Jr., D.; NEGRI, J. D.; PIO, R. M. POMPEU Jr., J. Campinas: Instituto Agronômico e FUNDAG, p. 147-195, 2005.

MENDONÇA, P. V. Sobre o novo método de balanço hidrológico do solo de Thornthwaite-Mather. In: CONGRESSO LUSO-ESPANHOL PARA O PROGRESSO DAS CIÊNCIAS, 24., 1958, Madrid. Anais... Madri, p. 271-282, 1958.

MOTA, F. S.; BEIRSDORF, M. I. C.; GARCEZ, J. R. B. Zoneamento agroclimático do Rio Grande do Sul e Santa Catarina: normais agroclimáticas. Pelotas: 1971. 80p. (Circular n. 50).

NASCIMENTO, A. S. et al. Produção Integrada de Citros - BA. Versão eletrônica Dez/2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 20 jan. 2007.

OMETTO, J. C. Bioclimatologia Vegetal, São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. p. 129- 132.

OLIVEIRA NETO, S. N. de et al. Estimativa de temperaturas mínima, média e máxima do território brasileiro situado entre 16 e 24° latitude sul e 48 e 60° longitude oeste. Engenharia na Agricultura, v. 10, p. 8-17, 2002.

ORTOLANI, A. A.; PEDRO Jr., M. J.; ALFONSI, R. R. Agroclimatologia e o cultivo dos citros. In: RODRIGUEZ, O.; VIÉGAS, F.; POMPEU Jr., J.; AMARO, A. A. Citricultura brasileira. Fundação Cargill, 2. ed. v. 1, 1991.

PASSOS, O. S.; ALMEIDA, C. O.; PEIXOTO, L. S. Potencialidade da Chapada Diamantina para citricultura. Bahia Agrícola. v. 7, n. 1. 2005.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R. & SENTELHAS, P. C. Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas. Guaíba: Editora Agropecuária. 478p, 2002.

PEREIRA, J.; ARAÚJO, S. C. B. Desenvolvimento de material propagativo adequado à certificação de mudas de plantas frutíferas. Informe agropecuário, Belo Horizonte, v. 23, n. 216, p. 7-11, 2002.

PIO, R. M. et al. Variedades copa. In: Citros. MATTOS Jr., D.; NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU Jr., J. Campinas: Instituto Agrônômico e FUNDAG, 37-60p, 2005.

PIZETTA, L. C. Cultura de citros. Jaboticabal: Funep, 1999. 147p.

RADMANN, E. B.; OLIVEIRA, R. P. Caracterização de cultivares apirênicas de citros de mesa por meio de descritores morfológicos. Pesq. Agropec. Bras., Brasília, v. 38, n. 9, p.1123-1129, 2003.

REICHARDT, K. A água em sistemas agrícolas. São Paulo: Manole, 1987. 188p.

REIS, A. C. de S. Zoneamento agroclimático para o Nordeste do Brasil. Recife-PE: SUDENE, 1979. 31 p. (Série de estudos do Nordeste).

REIS, A. C. de S. Zoneamento agroclimático para a cafeicultura Pernambucana. Recife-PE: Instituto de Pesquisas Agrônômicas, 1972. 26 p. (Boletim Técnico, 52).

RODRIGUEZ, O. Aspectos fisiológicos, nutrição e adubação dos citros. In: RODRIGUEZ, O.; VIÉGAS, F.; POMPEU Jr., J.; AMARO, A. A. Citricultura Brasileira. Fundação Cargill, 2. ed. v. 1, 1991.

ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCELTM para os cálculos de balanços hídricos normal seqüencial de cultura e de produtividade real e potencial. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 133-137, 1998.

ROSSATO, L.; ALVALÁ, R. C. dos S; TOMASELLA, J. Variação espaço-temporal da umidade do solo no Brasil: análise das condições médias para o período de 1971-1990. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 19, n. 2, p. 113-122, 2004.

SANS, L. M. A.; ASSAD, E. D.; GUIMARÃES, D. P. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de milho na Região Centro-Oeste do Brasil e para o estado de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 527-535, 2001. (Número Especial - Zoneamento Agrícola).

SANTANA, J. A. da S. et al. Balanço hídrico e classificação climática de thornthwaite da Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN. *Brasil Florestal*, n. 80, Agosto de 2004.

SARTORI, I. A. et al. Maturação de frutos de seis cultivares de laranjas-doces na depressão central do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal - SP, v. 24, n. 2, p. 364-369, 2002.

SEDIYAMA, G. C.; MELO JÚNIOR, J. C. F. Modelos para estimativa das temperaturas normais mensais médias, máximas, mínimas e anual no Estado de Minas Gerais. *Engenharia na Agricultura*, v. 6, p. 57-61, 1998.

SENTELHAS, P. C. Agrometeorologia dos Citros. In: Citros. MATTOS Jr., D.; NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU Jr., J. Campinas: Instituto Agrônomo e FUNDAG, p. 317-344, 2005.

SENTELHAS, P. C; ANGELOCCI, L. R. LCE 306 - Meteorologia agrícola. evapotranspiração. ESALQ/USP - 2007. Disponível em: <www.lce.esalq.usp.br/aulas.html>. Acesso em 20 nov. 2008.

SILVA, G. B. da. Potencial edafoclimático da região chapada diamantina na Bahia para os cultivos de citros e pêsego. 1998. 112 f. Dissertação (mestrado) - UFPB/CCT Campina Grande, PB, 1998.

STEINMETZ, S.; REYNIERS, F. N.; FOREST, F. Evaluation of the climatic risk on upland rice in Brazil. In: Colloque "Resistence a la secheresse en millieu intertropicale: quelles recherches pour le moyen terme" Paris. CIRAD. p. 43-54, 1985.

THORNTHWAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate. Geogr. Rev, v. 38, p. 55-94, 1948.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. The water balance. Centerton, Laboratory of Climatology, 107p, (Publications in Climatology, v.8, n.1), 1955.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and water balance. Centerton: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology, 1957. 311p.

WREGGE, M. S. et al. Zoneamento agroclimático para a produção de limas ácidas e de limões no Rio Grande do Sul - Pelotas: Embrapa Clima Temperado, Versão on-line, 36 p. 2006.

MUNICÍPIOS DO AGRESTE PERNAMBUCANO

(MARCADOR DENTRO DO LIMITE GEOGRÁFICO)



Agreste Laranja	Área colhida (ha)	Quantidade produzida (t)	Rendimento médio (t/ha)	Valor da produção (R\$1.000)	Anos de Produção
Agrestina	4,5	100,4	19,4	583,2	19
Águas Belas	5,6	160,7	21,4	370,6	19
Alagoinha	2,0	55,0	27,5	444,3	8
Altinho	11,7	319,5	20,7	1735,2	19
Angelim	53,3	1619,4	20,9	18747,6	19
Barra de Guabiraba	7,5	399,1	50,2	3576,2	13
Belo Jardim	5,1	148,6	28,1	7,4	7
Bezerros	15,2	945,0	64,6	16672,5	6
Bom Conselho	17,1	556,5	24,5	5436,3	19
Bom Jardim	67,1	4612,4	58,6	50159,7	14
Bonito	39,9	2056,7	48,0	17828,1	14
Brejão	12,1	319,0	24,2	2627,1	19
Brejo da Madre de Deus	9,1	278,8	24,4	1498,1	17
Buíque	25,6	733,4	20,6	17215,4	19
Caetés	4,0	17,0	4,3	6,0	6
Calçado	28,9	374,2	16,2	2667,6	19
Camocim de São Félix	10,8	523,7	44,3	5805,7	13
Canhotinho	25,9	751,5	23,0	7826,5	19
Caruaru	18,7	584,6	24,9	4633,3	18
Correntes	87,7	1704,6	23,4	1992,2	19
Cumarú	5,3	496,9	91,5	3819,6	12
Cupira	7,5	171,7	18,1	1129,8	19
Feira Nova	8,0	452,9	64,9	2511,6	15
Garanhuns	33,6	949,7	21,5	9442,4	19
Gravatá	9,9	453,2	48,3	3917,5	13
Itaíba	3,0	72,0	24,0	2,5	2
João Alfredo	25,2	1741,9	71,1	10546,5	14
Jucati	3,4	72,5	16,3	32,3	15
Jupi	11,3	291,8	21,0	3258,8	19
Jurema	9,3	287,8	27,9	8794,5	13
Lagoa do Ouro	13,7	461,8	21,0	5208,3	19
Lagoa dos Gatos	20,9	440,7	16,5	2880,5	19
Lajedo	5,7	179,4	30,4	5164,3	11
Limoeiro	30,7	2613,5	72,0	22528,1	14
Machados	12,8	1077,1	66,3	10406,9	14
Orobó	177,4	12766,3	55,9	94782,6	15
Palmeirina	15,1	467,7	21,4	2081,0	19
Panelas	11,9	306,8	19,9	1744,5	19
Paranatama	4,2	93,9	22,3	1008,2	18
Passira	8,4	686,7	69,2	3657,5	14
Pedra	4,5	151,7	27,2	3113,4	19
Pesqueira	6,0	174,8	29,1	5022,6	8
Poção	2,0	147,3	73,7	4,0	3
Riacho das Almas	4,6	136,8	27,4	943,8	16
Sairé	106,1	10193,7	76,6	120364,3	12
Salgadinho	6,9	330,7	61,2	1706,6	14
Saloá	4,4	108,8	23,2	851,2	19
Sanharó	5,3	131,9	25,0	3224,9	8
Santa Maria do Cambucá	3,5	139,0	39,9	0,0	13
São Bento do Una	1,0	34,0	34,0	726,3	1
São Caitano	8,2	259,4	26,1	1696,7	18
São João	16,9	392,4	20,6	4162,5	19
São Joaquim do Monte	20,0	1093,7	49,1	5193,4	11

Cont. Agreste Laranja

São Vicente Férrer	17,3	780,2	39,9	3304,8	19
Surubim	15,4	504,6	57,3	14,8	5
Taquaritinga do Norte	17,4	366,9	18,3	2551,2	19
Terezinha	3,7	100,3	22,0	851,9	19
Tupanatinga	2,7	73,5	23,3	1721,4	19
Vertentes	11,2	576,1	45,3	4195,1	14

Agreste Limão	Área colhida (ha)	Quantidade produzida (t)	Rendimento médio (t/ha)	Valor da produção (R\$1.000)	Anos de Produção
Águas Belas	1,0	19,3	19,3	35,7	3
Angelim	3,5	119,2	25,9	4273,1	19
Barra de Guabiraba	12,5	682,4	72,6	4079,4	17
Belo Jardim	5,0	1250,0	25,0	5000,0	1
Bezerros	5,0	160,0	49,5	907,2	13
Bom Conselho	2,0	31,3	15,7	396,3	19
Bom Jardim	5,8	775,4	15,0	5845,3	12
Bonito	32,8	2042,7	53,3	18182,1	16
Brejão	1,7	27,4	15,6	467,3	19
Brejo da Madre de Deus	5,0	5,0	1,0	2,0	1
Camocim de São Félix	5,4	128,2	38,0	713,8	13
Caruaru	1,9	7,7	4,4	0,0	9
Correntes	3,0	135,0	45,0	48,0	2
Feira Nova	2,2	88,2	40,4	20,6	10
Garanhuns	2,6	95,4	26,0	1636,3	19
Gravatá	14,1	707,1	64,5	4832,0	18
João Alfredo	2,0	375,7	18,0	2308,8	14
Lajedo	1,3	69,8	56,5	1551,8	4
Limoeiro	4,6	1019,3	20,0	6629,4	14
Machados	3,6	801,4	22,0	4549,6	14
Orobó	3,0	644,3	21,0	3549,9	13
Palmeirina	2,0	58,2	29,1	553,0	19
Sairé	15,5	763,5	61,9	3684,5	17
São João	1,7	53,5	28,7	1812,3	19
São Joaquim do Monte	2,8	101,2	58,6	588,3	12