



**GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ – UESPI
CAMPUS PROF. ALEXANDRE ALVES DE OLIVIERA**



LÍVIA FERNANDES SILVA

**MANEJO DE IRRIGAÇÃO COM BASE NA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE
ALGUMAS CULTURAS PERENES PARA AS CONDIÇÕES DOS TABULEIROS
LITORÂNEOS DO PIAUÍ.**

**PARNAIBA - PI
MARÇO - 2014**

LÍVIA FERNANDES SILVA

**MANEJO DE IRRIGAÇÃO COM BASE NA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE
ALGUMAS CULTURAS PERENES PARA AS CONDIÇÕES DOS TABULEIROS
LITORÂNEOS DO PIAUÍ.**

Monografia apresentada à Coordenação do
Curso de Graduação em Agronomia da
Universidade Estadual do Piauí (UESPI),
como requisito parcial para obtenção do
grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Luís Gonzaga M. Figueredo Júnior

**PARNAIBA - PI
MARÇO - 2014**

S586m

Silva, Livia Fernandes

Manejo de irrigação com base na evapotranspiração de algumas culturas perenes para as condições dos tabuleiros litorâneos do Piauí / Livia Fernandes Silva.- Parnaíba: UESPI, 2014.

52 f. : il.

Orientador: Dr. Luís Gonzaga M. Figueredo Júnior

Monografia (Graduação em Engenharia Agrônoma) – Universidade Estadual do Piauí, 2014.

1. Fruticultura irrigada 2. Irrigação 3. Evapotranspiração 4. Coeficiente de cultivo I. Figueredo Júnior, Luís Gonzaga M. II. Universidade Estadual do Piauí III. Título

CDD 634.631 7

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

A Universidade Estadual do Piauí – UESPI por tornar possível minha formação.

A Coordenação do Curso de Agronomia da Universidade Estadual do Piauí – UESPI, pelo apoio concedido durante a realização deste curso.

Ao Prof. Dr. Luís Gonzaga Medeiros de Figueredo Júnior, pela grande oportunidade de aprendizado, dedicação e por todas as horas de paciência e compreensão no exercício da orientação.

A EMBRAPA Meio Norte/UEP Parnaíba.

A minha família que foi a base de todas as minhas realizações.

Aos meus colegas de graduação, pela paciência, cumplicidade, ajuda, amizade e atenção. Em especial ao Edineudo Mourão por me auxiliar na escolha do tema e ao Arthur Gonçalves que foi meu braço direito durante o andamento do trabalho.

A todos os mestres por toda dedicação, apoio e conhecimentos repartidos, os quais levarei por toda a minha vida.

Aos amigos de fora da universidade que me apoiaram na construção do trabalho. A Lyanna Carvalho e a Augusta Celia que demonstravam uma preocupação imensa com os prazos do meu trabalho.

A minha gratidão eterna a todos que de alguma forma, contribuíram na minha formação.

RESUMO

Autora: Livia Fernandes Silva

Orientador: Prof. Dr. Luís Gonzaga M. Figueredo Júnior

A fruticultura irrigada deixou de ser apenas uma questão cultural para a luta contra a seca e passou a ser um foco da lucratividade do agronegócio nacional. O manejo adequado do sistema solo- água-planta, garante ao produtor o controle dos gastos nas épocas de maior déficit hídrico das culturas. Gerenciar os recursos hídricos é de suma importância especialmente para as culturas perenes como é o caso da acerola, coco, caju e da goiaba que serão trabalhadas nesse contexto onde o objetivo principal é determinar o consumo de água por meio da evapotranspiração das culturas: acerola, goiaba, coco e caju, com base no método de Penman-Monteith e utilizando os coeficientes de cultivos para a fase de maior demanda das culturas, possibilitando o manejo diário da irrigação para as condições dos Tabuleiros Litorâneos do Piauí. Retirando-se a média diária da evapotranspiração de referência, com embasamento nas pesquisas autores como Mantovani e Bernardo et al, e em dados cedido pela FAO e pela Embrapa Meio Norte(de Parnaíba-PI) efetuou-se os devidos cálculos. Visto que a equação de Penman-Monteith é a mais completa para avaliar a evapotranspiração. Desta forma o conhecimento do coeficiente de cultura (K_c) é de suma importância para o dimensionamento e manejo da irrigação, pois permite determinar "quando" e "quanto" irrigar, de modo a maximizar a produção mediante o uso de parâmetros meteorológicos locais.

Palavras-chave: irrigação; fruticultura irrigada; evapotranspiração; coeficiente de cultivo; Penman Monteith.

ABSTRACT

Autora: Lívia Fernandes Silva

Orientador: Prof. Dr. Luís Gonzaga M. Figueredo Júnior

The irrigated fruit harvesting is not a cultural matter of drought combating anymore, but now it started to be a profitability focus in the national agribusiness. The appropriate handling of the ground-water-plant system ensures to the producer a control of expenses in periods of higher crop water deficit. It is very important the managing of hydric resources, especially for perennial cultures like acerola, coconut, cashew and guava, which will be worked in this context where the main objective is to determinate the water use through evapotranspiration of the cultures: acerola, guava, coco and cashew, based on the Penman-Monteith method and using the farming coefficient to the higher demand of cultures, making possible a dairy handling of irrigation according to the conditions of the Coast Boards from Piauí. We removed a diary average of evapotranspiration of reference. We based this work in researches developed by authors like Mantovani and Bernardo et al, and also in data provided by FAO and Embrapa Meio Norte (from Parnaíba), we executed the calculus. As the equation of Penman-Monteith is the most complete to evaluate the evapotranspiration. So, the understanding of the culture coefficient (K_c) is very important to dimension the irrigation handling, because it permits to determinate "when" and "how much" to irrigate, making possible to maximize the production through the use of local meteorological parameters.

Key-words: Irrigation. Irrigated fruit harvesting. Evapotranspiration. Cultivation coefficient. PenmanMonteith.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIMBOLOS

ET = evapotranspiração (mm dia⁻¹).

ETc = evapotranspiração da cultura (mm dia⁻¹).

ETo = evapotranspiração de referência (mm dia⁻¹).

ETr = evapotranspiração real ou atual (mm dia⁻¹).

PM = Penman-Monteith.

Kc = coeficiente de cultivo (adimensional).

mm= milímetros

;

,

•

LISTA DE TABELAS

TABELA 01- Média de PM em milímetro de 1990 ate 2009.

TABELA 02- Valores calculados de ETc.

TABELA 03- Avaliação das médias mensais de ETc para acerola, coco, caju e goiaba.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	09
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	11
2.1 Fruticultura Irrigada.....	11
2.1.1 Acerola.....	12
2.1.2 Coco.....	13
2.1.3 Caju.....	15
2.1.4 Goiaba.....	15
2.2 Necessidades hídricas das culturas.....	17
2.3 Evapotransposição.....	18
2.3.1 Métodos para determinação da evapotranspiração	20
2.3.2 Evapotranspiração da Cultura (ETc).....	22
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	24
3.1 Localização	24
3.2 Medidas indiretas – PenmanMonteith.....	26
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	28
CONCLUSÕES.....	31
REFERENCIAS.....	32
APÊNDICES.....	35

1. INTRODUÇÃO

A fruticultura irrigada é uma opção para os produtores por sua alta rentabilidade e pela possibilidade de diversificação das fontes de renda. A atividade, devido às suas características técnicas, pode ser praticada com sucesso pelos pequenos e médios produtores e tem elevado potencial para geração de empregos. A irrigação é uma prática importante no que diz respeito à diferenciação da época de produção, visando à obtenção de melhores preços na comercialização dos produtos. O manejo de irrigação deve estar adequado aos sistemas de produção de forma a se obter máxima eficiência.

O desenvolvimento da fruticultura, com a utilização de plantas perenes e semiperenes, encontra, de maneira geral, condições satisfatórias de desenvolvimento no período chuvoso, especialmente para aquelas fruteiras cujo período de florescimento e formação de frutos ocorre neste período e a colheita (pico de produção) ocorre em meados do primeiro semestre (março/abril). Fruteiras como a goiabeira, e a aceroleira são exemplos dessa situação. Isso, porém, acaba por favorecer a concentração da produção e provoca invariavelmente uma queda acentuada dos preços recebidos pelos agricultores.

Para as fruteiras que apresentam seu pico de produção no segundo semestre com a ocorrência da florada e desenvolvimento dos frutos no período seco, é importante a manutenção de índices adequados de água no solo, que influem diretamente na obtenção de frutos de boa qualidade e maiores índices de produtividade. Conjugando-se práticas de poda, fertilização, derrubada de florada, indução floral e outras, dependendo da espécie, com a correta aplicação de água na irrigação, que viabiliza o uso destas práticas, ao garantir um adequado suprimento de água às plantas.

Além dos aspectos relacionados à diferenciação da época de produção e aumento da produtividade, a prática da irrigação contribui para a racionalização de práticas culturais como as adubações de cobertura, o controle de plantas invasoras e algumas pragas que prejudicam as culturas.

Do ponto de vista agrícola, tanto a evaporação quanto a transpiração contribuem para redução do teor de água armazenado no perfil do solo. Assim, se a planta retira água do solo para seu crescimento e desenvolvimento, então a determinação da evapotranspiração (estimada ou medida) possibilita a quantificação da lâmina ou volume de água de que as

plantas necessitam durante seu ciclo. A rigor, a evaporação é uma perda indesejável, do ponto de vista agrônomo, pois é uma água que sai do solo sem participar das atividades biológicas da cultura; e muitas vezes causando danos fitossanitários, principalmente em regiões de climas quentes.

O Perímetro Irrigado Tabuleiros Litorâneos do Piauí está localizado no município de Parnaíba, na região Norte do Estado do Piauí, com altitude média de 40 metros acima do nível do mar. A implantação do perímetro irrigado foi iniciada no ano de 1989, enquanto os serviços de administração, operação e manutenção da infraestrutura de uso comum tiveram seu início em 1998. O suprimento hídrico é feito através do Rio Parnaíba (perene) e contém uma área irrigável de 8.007,00 ha (DNOCS, 2003). A região é grande produtora de frutíferas, tendo como culturas de maior representação a acerola (*Malpighia puniceifolia* L.), o coco (*Cocos nucifera*), o caju (*Anacardium occidentale*) e a goiaba (*Psidium guajava* L.).

O objetivo deste trabalho foi determinar o consumo de água por meio da evapotranspiração das culturas: acerola, goiaba, coco e caju, com base no método de Penman-Monteith utilizando os coeficientes de cultivos para a fase de maior demanda das culturas, possibilitando o manejo diário da irrigação para as condições dos Tabuleiros Litorâneos do Piauí.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Fruticultura irrigada

A água é fator imprescindível à vida em geral. Para os vegetais, constitui-se em parte integrante da formação dos alimentos (TIBAU, 1984).

A irrigação consiste na aplicação da água ao solo no qual se desenvolvem as culturas agrícolas, com o propósito de suprir suas necessidades hídricas, aumentando assim, o crescimento das plantas, a produtividade e a qualidade do produto.

Segundo ANDRADE JÚNIOR et al. (2001), a função de resposta da cultura à água constitui-se no elemento básico utilizado nos estudos econômicos relativos ao planejamento da irrigação, uma vez que a cultura apresenta comportamento produtivo diferenciado em razão da quantidade e frequência de irrigação durante o ciclo fenológico.

Qualquer planejamento e operação de um projeto de irrigação em que se vise a máxima produção e a boa qualidade dos produtos, usando de maneira eficiente a água, requer conhecimentos das inter-relações no sistema solo-água-planta-atmosfera (BERNARDO et al., 2005).

Segundo Reichardt e Timm (2004), como resultado do grande avanço da tecnologia agrícola, principalmente na área da fertilidade do solo, os principais fatores limitantes na produtividade agrícola são a falta de água ou o excesso de água no solo durante as fases do ciclo de crescimento da cultura. Desta forma, para a maximização da produtividade é necessário aplicar a quantidade exata de água, no momento adequado.

No passado, a utilização da irrigação era uma opção técnica de aplicação de água que visava principalmente à luta contra a seca. Atualmente, a irrigação, no foco do agronegócio, se insere em um conceito mais amplo de agricultura irrigada, sendo uma estratégia para aumento da produção, produtividade e rentabilidade da propriedade agrícola de forma sustentável, preservando o meio ambiente e criando condições para manutenção do homem no campo, através da geração de empregos permanentes e estáveis (MANTOVANI et al., 2006).

Atualmente, mais da metade da população mundial depende de alimentos produzidos em áreas irrigadas. Ressalta-se que a irrigação não deve ser considerada isoladamente, mas sim como parte de um conjunto de técnicas utilizadas para garantir a produção econômica de

determinada cultura com manejo adequado dos recursos naturais (MANTOVANI et al., 2006).

Desta forma, devem ser levados em conta os aspectos do sistema de plantio, possibilidades de rotação de cultura, proteção e fertilidade do solo, manejo integrado de pragas e doenças, mecanização entre outros.

2.1.1 Acerola

O consumo em expansão da acerola (*Malpighia puniceifolia* L.) deve-se, basicamente, a seu elevado teor de ácido ascórbico (Vitamina C) que, em algumas variedades, alcança até 5.000 miligramas por 100 gramas de polpa. Este índice chega a ser cem vezes superior ao da laranja ou dez vezes ao da goiaba, frutas com alto conteúdo dessa vitamina. (EMBRAPA, 2009).

Na quase totalidade dos pomares, observa-se uma mescla acentuada de tipos e formas de plantas. Esse fato tem causado sérias dificuldades para os produtores de acerola, porque a falta de uniformidade das plantas acarreta perdas de produtividade do pomar e de qualidade dos frutos. É comum encontrar-se, no mesmo pomar, plantas com hábitos de crescimento distintos, árvores que produzem frutos em cacho e isolados, com tamanhos, formatos e colorações diferentes. É importante que os pomares sejam formados a partir de variedades bem definidas, portadoras de características agrônômicas e tecnológicas adequadas à finalidade a que se destinam. A açeroleira se desenvolve e produz satisfatoriamente em clima tropical e subtropical, sendo resistente também a temperaturas próximas a zero grau centígrados. Cresce e produz satisfatoriamente quando as chuvas variam entre 1200 e 1600 mm anuais, bem distribuídos. (EMBRAPA, 2009)

A cultura da acerola adapta-se aos sistemas de irrigação por aspersão convencional do tipo sobrecofa, pivô central, pôr sulcos com declive ou sulcos curtos, fechados e nivelados, por gotejamento e por tubos perfurados (xique-xique). De modo geral, os sistemas de irrigação por sulcos e por gotejamento são indicados para os solos argilo-arenosos; já os de aspersão convencional e pivô central prestam-se melhor aos solos arenosos e areno-argilosos.

A planta oriunda de sementes ou estacas começam a produzir cedo, ou seja, 2 a 2,5 anos após o plantio e frutifica três a quatro vezes ao ano. Em Porto Rico tem-se reportado até

sete picos de produção (SIMÃO, 1971). No entanto, em algumas regiões do Nordeste brasileiro, com alta disponibilidade de luz e temperatura e sob irrigação, as plantas advindas de sementes, ou estacas tem começado a frutificar em menos de um ano e produzindo praticamente o ano inteiro (UFU, 2008).

No que se refere ao rendimento alcançado por planta e por hectare, pode-se dizer que este apresenta grandes diferenças entre as áreas cultivadas, dependendo principalmente da variedade ou clone explorado, dos tratos culturais adotados e do manejo da irrigação, entre outros fatores (UFU, 2008). É importante salientar que o potencial genético das plantas, ateadado às condições edafoclimáticas da região, poderá influir fortemente na produção e produtividade da aceroleira. (BATISTA, 1989).

No caso dos pomares de aceroleira orientados para a exportação, há importância do fator quantidade, o peso total dos frutos produzidos é apenas relativo. O produtor de acerola – para consumo in natura ou produção de suco – que estiver interessado em abastecer os grandes centros consumidores internos e o mercado externo, deverá estabelecer sua meta de produção e um programa rígido e sistemático de controle de qualidade dos frutos produzidos pra que possa conquistar e permanecer num mercado externo altamente exigente e competitivo, é importante que o produtor implante em seu pomar cultivares com maior conteúdo possível de ácido ascórbico (UFU, 2008).

2.1.2 Coco

A produção brasileira de coco, que em 2001 chegou a 1,3 bilhões de frutos, está distribuída por quase todo o território nacional, com exceção dos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, em função das suas limitações climáticas durante parte do ano. O coqueiro (*Cocos nucifera* L.) é uma planta essencialmente tropical, encontrando condições climáticas favoráveis entre as latitudes 20°N e 20°S (EMBRAPA, 2007).

O coqueiro requer um clima quente, sem grandes variações de temperatura, com média anual em torno de 27°C e oscilações diárias de 5°C a 7°C, consideradas ótimas para o crescimento e produção. Temperaturas mínimas diárias inferiores a 15°C modificam a morfologia do coqueiro e, mesmo que de pequena duração, provocam desordens fisiológicas, tais como a parada do crescimento e o abortamento de flores (PASSOS, 2007).

A distribuição das chuvas é o fator que mais influi no desenvolvimento do coqueiro. Tem-se observado que o crescimento e produção não dependem apenas da pluviosidade total, mas também da distribuição anual das chuvas. O regime pluviométrico ideal é caracterizado por uma precipitação anual de 1.500mm, com pluviosidades mensais nunca inferiores a 130mm. Um período de três meses consecutivos, com menos de 50mm de precipitação por mês, é considerado prejudicial ao coqueiro. Essa situação é amenizada em ambiente onde o lençol freático é pouco profundo (1 a 4m), ou quando o fornecimento de água é possível através da irrigação. (EMBRAPA, 2007).

Diante da atual necessidade de um gerenciamento dos recursos hídricos visando à sua conservação e economia, em função da crescente competição pelos múltiplos usos da água, recomenda-se utilizar os sistemas de irrigação localizada ou microirrigação, por utilizarem menos água e proporcionarem maior eficiência de irrigação em comparação com os outros sistemas.

A quantidade de água requerida pelo coqueiro depende de vários fatores, tais como: edáficos (tipo de solo, textura, teor de umidade, fertilidade), climáticos (radiação solar, temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento), biológicos (cultivar, idade, altura, área foliar e estado nutricional da planta) e manejo cultural (uso de quebra ventos e cobertura morta, controle fitossanitário e de plantas invasoras, fertilização, método e/ou sistema de irrigação utilizado, frequência e tempo de aplicação de água).

Porém, em condições de seca de mais de três meses, com menos de 50mm de chuva por mês, a sua produtividade é severamente afetada. Os efeitos do estresse hídrico podem prolongar-se por até 30 meses depois, e manifestar-se como aborto de inflorescências e redução do número e tamanho dos frutos. Por sua vez, chuvas excessivas, especialmente pela manhã, também são prejudiciais por interferir na polinização e, conseqüentemente, na produção do coqueiro. (EMBRAPA, 2007).

Para que não se ultrapasse o valor máximo permitido da tensão de água no solo antes de cada irrigação, calculado para a cultura, há que se irrigar com determinada frequência média. Esta irá depender de diversos fatores relacionados ao sistema solo-água-panta-atmosfera. Como uma primeira aproximação para o cálculo da quantidade de água a ser aplicada no coqueiro-anão, recomenda-se utilizar um fator ou coeficiente de cultura (K_c) que varia entre 0,20, para plantas em estágio inicial de crescimento, e 0,90 para plantas adultas (AMORIM, 2007).

2.1.3 Caju

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma planta tropical, originária do Brasil, dispersa em quase todo o seu território. A Região Nordeste, com uma área plantada superior a 650 mil hectares, responde por mais de 95% da produção nacional, sendo os estados do Ceará, Piauí, Rio Grande do Norte e Bahia os principais produtores. Apesar da importância socioeconômica, a cajucultura nordestina vem atravessando um período crítico, motivado pelos constantes decréscimos de produtividade, causado pelo modelo exploratório extrativista, tipo reflorestamento.

A heterogeneidade dos plantios comerciais existentes e a não adoção de uma tecnologia agrônoma orientadora mínima vêm comprometendo todo o processo de produção, com produtividade muito baixa, em torno de 220 kg/ha. Com o advento do cajueiro anão-precoce e da irrigação localizada, esta realidade começa a mudar. Com os pomares recebendo tratamento, é possível obter produtividade superior a 3.000 kg de castanha por hectare, dado à moderna fruticultura, possibilitando o aproveitamento de até 50% do caju de mesa (pedúnculo para consumo *in natura*), cujo mercado está se consolidando na Região Sudeste do país (EMBRAPA, 2003).

É uma planta tipicamente tropical. Prefere regiões de alta temperatura e elevadas precipitações. A temperatura média ideal é de 27°C, com mínimas superiores a 22°C. É sensível ao frio e a geadas, principalmente quando jovem; plantas adultas apresentam redução de floração/frutificação nessas condições. É favorecido por precipitações anuais de 800 a 1.500mm, distribuídos de 5 a 7 meses, mais uma estação seca para florescimento. O vento é prejudicial; mesmo sendo o principal agente polinizador, quando intenso, causa queda de flores. Os solos mais indicados são os leves, profundos e bem drenados adotando práticas de plantio em nível e mantendo a cobertura vegetal rasteira no período chuvoso, sempre roçada. (IAC, 2014).

2.1.4 Goiaba

Originária da América Tropical, a goiabeira (*Psidium guajava* L.) adapta-se a diferentes condições climáticas e de solo, fornecendo frutos que são aproveitados desde a forma artesanal até a industrial. É cultivada no Brasil e em outros países sul americanos, bem

como nas Antilhas e nas partes mais quentes dos Estados Unidos, como a Flórida e a Califórnia. O Brasil é um dos maiores produtores mundiais juntamente com a Índia, Paquistão, México, Egito e Venezuela (UFU, 2006).

Irrigando a lavoura e fazendo podas programadas é possível colher durante todo o ano, permitindo ao produtor a comercialização dos frutos no período de entressafra. Efetuando-se o devido controle de pragas e doenças, é possível obter 800 frutos por planta adulta, com produtividade superior a 40 toneladas por hectare anualmente. A temperatura ideal para a vegetação e produção situa-se entre 25 e 30°C. A temperatura não só limita, mas determina a época de produção da goiabeira. As goiabeiras sofrem danos em regiões sujeitas a geadas e ventos fortes (UFU, 2006).

A goiabeira é uma planta que responde bem à irrigação. Além de apresentar excelente produtividade, o goiabal irrigado pode produzir duas ou mais safras por ano. Este é de fato uma grande vantagem, pois com o manejo adequado da poda é possível direcionar a safra para períodos economicamente desejáveis. A irrigação é uma técnica que está associada a uma série de fatores que influem diretamente na produtividade da goiabeira e na qualidade de seus frutos.

A necessidade de água que tem a planta é um parâmetro extremamente importante, seja para o dimensionamento do sistema de irrigação, seja para o manejo da água ao longo do ciclo fenológico da planta. Para culturas frutícolas como a goiabeira, recomenda-se que a demanda de água seja calculada para períodos semanais ou quinzenais (UFU, 2006).

O manejo da água está diretamente associado ao tipo de solo, à profundidade efetiva do sistema radicular e ao sistema de irrigação selecionado. Na irrigação localizada, o nível de água disponível no solo não deve ser inferior a 80% da capacidade de campo.

Recomenda-se suspender a irrigação por um período de um a dois meses antes da poda, a fim de submeter a planta a um estresse hídrico cuja duração vai depender do tipo do solo e do sistema de irrigação usado. Na irrigação localizada o manejo de água deve ser monitorado por tensiômetros instalados em pontos correspondentes a 50% da profundidade efetiva das raízes.

2.2 Necessidades hídricas das culturas

O manejo de irrigação realizado com base nas informações agrometeorológicas, aliadas às de previsão de tempo, permite um uso mais racional e adequado dos mananciais e da água contribuindo para a preservação dos recursos hídricos.

As características fisiológicas da planta, e os aspectos de tolerância ao déficit hídrico, assim como as fases fenológicas mais susceptíveis ao estresse hídrico, devem ser avaliados e servirem de guia no estabelecimento de um calendário de irrigação.

Sendo assim, o conhecimento das necessidades hídricas de uma cultura é um fator essencial em todo planejamento de irrigação e estas necessidades são afetadas pelos parâmetros do solo, clima e da própria cultura.

De acordo com FAO (1984), para o cálculo das necessidades hídricas da cultura o seguinte procedimento é recomendado:

- 1) Avaliar o efeito do clima nas necessidades da cultura e selecionar não só o melhor método para estimativa da evapotranspiração de referência, como também o que melhor disponibilidade de elementos (parâmetros da fórmula) existe para estimativa da evapotranspiração. As estimativas da evapotranspiração de referência (ET_0) devem ser no máximo entre 5 a 10 dias baseando-se no ciclo total da cultura e na sua tolerância ao déficit hídrico no solo.
- 2) Quantificar os efeitos das características do vegetal nas suas necessidades hídricas, e este efeito é dado pelo coeficiente da cultura (K_c), o qual apresenta a relação entre a evapotranspiração de referência (ET_0) e a evapotranspiração da cultura (ET), ou seja:

$$ET_c = K_c \cdot ET_0$$

- 3) Analisar os efeitos locais e as práticas agrícolas nas necessidades hídricas dos vegetais tais como o efeito local das variações climáticas com o tempo; altitude, tamanho da parcela, água disponível no solo, método de irrigação e cultivo.

O valor de K_c , coeficiente da cultura é muito importante, pois exprime a porcentagem de (ET_o) que é realmente utilizada pela cultura. Deve-se considerar que na relação acima, a reposição em água no solo é feita somente para atender à demanda da cultura, mas não para repor o armazenamento até o seu valor máximo (Capacidade de Campo).

2.3 Evapotranspiração

O conhecimento do consumo de água pelas plantas é essencial para estimar a quantidade de água requerida para irrigação, sendo útil mesmo na agricultura não irrigada, pois permite ajustamentos de épocas de semeadura dentro da estação de crescimento da cultura em função da disponibilidade hídrica média da região, determinando maior eficiência no aproveitamento das precipitações plúviais (BERLATO e MOLION, 1981).

Para determinar o quanto de água está sendo perdido por evaporação e transpiração, é necessária a utilização de métodos que permitam estimar essas perdas que serão repostas via água de irrigação, caso as chuvas não sejam suficientes.

Essa perda global é denominada de evapotranspiração, que pode ser definida como um processo combinado de transferência de água do solo para a atmosfera, incluindo a evaporação da água do solo diretamente e o processo de transpiração através dos tecidos vegetais (VESCOVE e TURCO, 2005), sendo uma grandeza expressa, geralmente, em mm.dia^{-1} (REICHARDT e TIMM, 2004).

Dessa maneira, a evapotranspiração da cultura constitui o somatório das perdas de água pela transpiração das plantas e pela evaporação do solo, podendo ser calculada a partir da evapotranspiração de referência (ET_o) e do coeficiente de cultivo (K_c) em seus diferentes estádios fenológicos.

De acordo com Bernardo et al. (2005), a quantidade de água evapotranspirada depende principalmente da planta, do solo e do clima, sendo que este último fator predomina sobre os demais de modo que a quantidade de água, requerida por uma cultura, varia com a extensão da área coberta pelo vegetal, e com as estações do ano (em locais onde o clima varia acentuadamente com as estações).

O conceito de ET tem recebido muitas modificações com o tempo, pois este processo interessa aos meteorologistas, climatologistas, hidrólogos, engenheiros de irrigação, cientistas do solo, etc. As três definições que serão vistas são de grande interesse para os engenheiros agrônomos e agrícolas.

Evapotranspiração potencial, $ET_p \rightarrow$ é a taxa (volume de água por unidade de tempo e de área) com que a água é removida do perfil do solo. Esta definição tem sido sempre relacionada a plantas adequadamente supridas com água e comumente não limitadas por problemas de doenças ou fertilidade.

Evapotranspiração de referência, $ET_o \rightarrow$ é semelhante ao termo ET_p com a exceção de que ET_o é aplicada para uma cultura em particular, a exemplo da alfalfa ou grama. DOORENBOS e PRUITT (1977) foram os primeiros a apresentar a definição de ET_o tendo a grama como cultura de referência, ou seja, “ ET_o é a quantidade de água evapotranspirada na unidade de tempo e de área, por uma cultura de baixo porte, verde, cobrindo totalmente o solo, de altura uniforme e sem deficiência de água.”

MANTOVANI et al. (2006) relatam que a ET_o representa a demanda hídrica de uma região, sendo um termo variante de região para região, ou seja, é dependente única e exclusivamente das condições climáticas presentes no local. Também denominada de evapotranspiração potencial, a ET_o equivale à evapotranspiração de uma superfície gramada de porte baixo (8 a 15 cm), em crescimento ativo, sem restrições hídricas, com refletividade (albedo) de 0,3 e resistência aerodinâmica de 70 s.m^{-1} .

Evapotranspiração da cultura, $ET_c \rightarrow$ é a evapotranspiração de uma cultura específica (fruteiras, hortaliças, oleaginosas, plantas medicinais, e outras) sob condições particulares de disponibilidade de água, fertilidade do solo, tratos fitossanitários e outras condições culturais.

A evapotranspiração da cultura (ET_c) difere da evapotranspiração de referência (ET_o) pelo tipo de cobertura do solo, propriedade do dossel e a resistência aerodinâmica (CAMPECHE, 2002), podendo ser calculada a partir da evapotranspiração de referência e do coeficiente de cultivo em seus diferentes estádios fenológicos, sendo determinada quando se tem ótimas condições de umidade e nutrientes no solo, de modo a permitir a produção potencial desta cultura nas condições de campo (BERNARDO et al., 2005).

2.3.1 Métodos para determinação da evapotranspiração

A evapotranspiração da cultura pode ser determinada por métodos diretos e indiretos. Os métodos diretos baseiam-se no balanço hídrico em volume de solo conhecido e os indiretos em parâmetros climáticos (SILVA, 2005).

Machado et al. (2000) relatam que o primeiro grupo inclui os métodos onde a evapotranspiração potencial pode ser determinada a partir de medidas diretas como os lisímetros, balanço hídrico e controle de umidade no solo. No segundo grupo estão os métodos determinados através de dados climáticos, nos quais a evaporação ou a evapotranspiração de referência são avaliadas por fórmulas empíricas e racionais e posteriormente, são correlacionadas com a evapotranspiração da cultura por meio de coeficientes de proporcionalidade, como o coeficiente de cultura (K_c).

Para o manejo da irrigação, o método do tanque classe “A” tem sido amplamente utilizado em todo o mundo, devido, principalmente, ao seu custo relativamente baixo, possibilidade de instalação próximo da cultura a ser irrigada e sua facilidade de operação aliado aos resultados satisfatórios para a estimativa da demanda hídrica das culturas (SANTOS et al., 2004). O método do tanque classe “A” consiste na utilização de um tanque de evaporação direta, com todas as medidas e instalações padronizadas. O tanque circular deve ser de aço inoxidável ou galvanizado (utilização de outros materiais implica maior ou menor evaporação), com diâmetro interno de 121 cm, altura de 25,5 cm e cheio de água até 5,0 cm da borda superior. Deve ser instalado sobre um estrado de madeira (15,0 cm de altura), e o nível da água não deve baixar mais que 2,5 cm do limite inicial (MANTOVANI et al., 2006).

Conforme Silva (2001), o poço tranquilizador é instalado dentro do tanque, a cerca de 30,0 cm de sua borda e tem a finalidade de manter uma pequena parte da superfície evaporante praticamente isenta das ondulações causadas pelo vento, permitindo determinar seu nível com maior exatidão. É constituído por um cilindro, confeccionado com uma liga metálica não corrosiva (em geral bronze), tendo 9,5 cm de diâmetro interno e 21,7 cm de altura e que está fixado a uma base do mesmo material, dotada de três parafusos de nivelamento (para permitir colocar a borda do cilindro em posição horizontal). O fundo do cilindro dispõe de um pequeno orifício, que assegura sua comunicação com a água do tanque.

Com a evaporação, o nível de água dentro do tanque diminui, registrando diretamente a altura de água evaporada. A medida da altura de água pode ser feita com régua graduada, sendo, porém, difícil avaliar com precisão a posição do espelho de água em relação à régua. Por isso, existem instrumentos especiais para medida, tais como parafusos micrométricos, sistemas de bóias, etc. (REICHARDT e TIMM, 2004).

Bernardo et al. (2005) relatam que existe grande número de equações baseadas em dados meteorológicos para o cálculo da evapotranspiração, sendo que a maioria delas é de aplicação difícil na prática, não só pela complexidade do cálculo, mas também por exigir grande número de elementos meteorológicos, somente fornecidos por estações de primeira classe.

Mantovani et al. (2006) mencionam que a equação de Penman-Monteith (PM) é a equação padrão, mais completa e precisa na estimativa da evapotranspiração, contudo necessita de muitos dados meteorológicos (temperatura, umidade relativa, velocidade do vento e radiação ou horas de sol), que nem sempre estão disponíveis em qualquer propriedade ou região.

O coeficiente de cultivo é obtido experimentalmente através da relação entre a ET_c e a ET_o , e representa a integração dos efeitos de quatro características que distinguem a evapotranspiração da cultura da evapotranspiração de referência: a altura da cultura, a resistência do dossel vegetativo, o albedo da superfície cultura-solo e a evaporação da água na superfície do solo (MIRANDA et al., 2004). Os lisímetros são equipamentos padrões importantes na determinação da evapotranspiração dos cultivos e conseqüentemente seus coeficientes (K_c).

O estudo do consumo de água pelas culturas e dos diversos processos físicos que envolvem o sistema solo-planta-atmosfera numa condição de agricultura irrigada é de grande interesse, como base do desenvolvimento de estudos em eficiência do uso da água, hidrologia, agrometeorologia e modelagem do sistema agrícola. Allen et al. (1991) sugerem a utilização de equações mais complexas para determinação da evapotranspiração como a do modelo Penman-Monteith.

2.3.2 Evapotranspiração da Cultura (ETc)

É um processo dinâmico da água que ocorre no sistema solo-planta-atmosfera, a partir do momento em que a água é aplicada natural (através da chuva) e/ou artificialmente (através da irrigação) sobre um cultivo agrícola. Portanto, toda água que entra pela planta e participa de seus processos metabólicos, incluindo a fotossíntese, faz parte da constituição dos seus tecidos e é transpirada por ela. A transpiração (T) é a maior parcela da quantidade total de água que passa pela planta, podendo alcançar até 99%. A água que é diretamente evaporada pela superfície do solo é a evaporação (E). A integração dos dois termos (E + T) constitui-se o que se denomina de evapotranspiração (ET).

No início do ciclo de cultura anual (por exemplo, grãos), quando a superfície do solo não está totalmente coberta pela cultura, a parcela da evaporação (E) é grande, mas diminui à medida que a cultura vai cobrindo toda a superfície do solo. Também na condição de irrigação localizada, em que apenas parte da superfície do solo é umedecida, a evaporação é minimizada. Outra condição em que se restringe a evaporação é o método de preparo mínimo de solo para o plantio. O sistema Plantio Direto, com todos os seus fundamentos, ao se perseguir a manutenção do solo protegido ao longo do ano, seja com a palhada da cultura anterior ou por culturas para o fornecimento da cobertura morta, bem como com proteção exercida pela própria cultura (perene ou temporária), com o menor revolvimento possível dos solos no plantio, nos tratos culturais e na colheita, esse sistema proporciona evoluções positivas no condicionamento físico e químico dos solos, principalmente com as sequências e as rotações de culturas econômicas e/ou de cobertura. O sistema plantio direto pode proporcionar enormes benefícios em economia de água, seja pela menor evaporação, seja pela melhor infiltração e armazenamento das águas, tendo maior alcance do sistema radicular dos cultivos.

A evapotranspiração de referência (ET_o) é o mesmo processo descrito para a ET_c, entretanto, neste caso, a cultura é específica, dita de referência, que anteriormente considerava-se a grama ou a alfafa, em pleno desenvolvimento vegetativo, cobrindo completamente a superfície do solo e bem suprida de água.

Atualmente, ET_o tem uma nova definição: é uma cultura hipotética, semelhante à grama, cujo modelo físico-matemático que a expressa é o de Penman-Monteith, com parâmetros estabelecidos pela FAO (ALLEN et al., 1998).

Como a ET_c ou ET_o , o K_c sofre fortemente os efeitos do clima, além da interação desse e a cultura em si, por isso o seu estágio de desenvolvimento e as suas próprias características (culturas perenes ou de ciclo anual) irão estabelecer os valores para o K_c . O K_c na fase inicial do ciclo da cultura também sofre o efeito da frequência de umedecimento da superfície do solo, devido essa superfície estar descoberta ou pouco vegetada.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados meteorológicos utilizados no presente trabalho foram cedidos pela estação meteorológica do INMET situada na Embrapa Meio Norte/UEP Parnaíba, que disponibilizou uma série de dados diários de Temperatura do ar, Umidade relativa, direção e velocidade do vento, horas diárias de insolação e evapotranspiração de referência (tanque classe A e Penman-Monteith). Utilizou-se os seguintes valores de Kc das culturas abrangidas.

CULTURA	COEFICIENTE DA CULTURA (Kc)
Acerola	1,39
Coco	0,90
Caju	0,55
Goiaba	0,72

3.1 Localização

O trabalho foi realizado para as condições do perímetro irrigado Tabuleiros Litorâneos do Piauí que se caracteriza por apresentar relevo plano e suavemente ondulado, com solos que oferecem restrições de drenagem. No perímetro irrigado foram identificados os seguintes tipos de solo: Argissolos, Luvisolos e Neossolos. As suas coordenadas geográficas são: 2° 55' de latitude Sul e 41° 50' longitude Oeste. O suprimento hídrico é feito através do Rio Parnaíba (perene) e contém uma área irrigável de 8.007,00 ha. (DNOCS, 2003).

O clima da região tem as seguintes características:

- ✓ Estação chuvosa concentrada de janeiro a maio;
- ✓ Temperatura média anual: 27° C;
- ✓ Umidade relativa média anual 76%.
- ✓ Velocidade média anual dos ventos: 18,7 km/h.
- ✓ Evapotranspiração média anual: 2.792 mm.
- ✓ Precipitação média anual: 1.280 mm.

Os sistemas de irrigação utilizados no perímetro irrigado são:

- ✓ 47,35 % da área por micro-aspersão
- ✓ 34,05 % da área por gotejamento
- ✓ 18,60 % da área por pivô central

Coefficiente de cultivo (K_c) é um fator adimensional, determinado experimentalmente e que relaciona a evapotranspiração da cultura de referência ET_o com a da cultura ET_c , através da seguinte expressão:

$$K_c = \frac{ET_c}{ET_o}$$

Conhecendo-se o valor de K_c e ET_o , é possível se determinar a ET_c , rearranjando a expressão acima, ou seja:

$$ET_c = K_c \cdot ET_o$$

Para determinar esses valores o trabalho utilizou os dados desde o ano de 1990 até 2009, ou seja vinte anos de dados, para que a margem de erro nos cálculos pudesse ser a menor possível, de forma que quanto maior a aproximação menor é o risco assumido pelo produtor, que ira se utilizar do trabalho para fazer a irrigação das referidas culturas nos anos seguintes. Diminuindo assim a perda por desperdício de água diariamente durante todo o ano. E viabilizando que o mesmo possa se programar para os meses em que o consumo de água será maior de acordo com a parte financeira destinada a essa parte do projeto.

Visando que o coeficiente da cultura utilizado foi o da planta em sua fase adulta que é onde ela passa maior parte de sua vida produtiva, tal informação obtida pelo trabalho é importante para a lucratividade do produtor em meio ao cultivo das quatro espécies citadas anteriormente.

3.2 Medidas indiretas – Penman Monteith

Em 1948, Penman combinou o balanço de energia com o método de transferência de massa e derivou uma equação para calcular a evaporação de uma superfície de água aberta a partir de registros climatológicos padrão de luz do sol, temperatura, umidade e velocidade do vento. Este assim chamado método de combinação foi desenvolvido por muitos pesquisadores e estendido para superfícies cortadas com a introdução de fatores de resistência.

Para obviar a necessidade de definir parâmetros de evaporação únicas para cada cultura e fase de crescimento, o conceito de uma superfície de referência foi introduzido. Evapotranspiração das várias culturas estão relacionados com a taxa de evapotranspiração da superfície de referência (ET_o); por meio de coeficientes de cultura. A consulta de especialistas e pesquisadores foi organizada pela FAO, em maio de 1990, em colaboração com a Comissão Internacional de Irrigação e Drenagem e com a Organização Meteorológica Mundial, para rever as metodologias da FAO sobre as necessidades de água das culturas e para aconselhar sobre a revisão e atualização dos procedimentos.

O método da FAO Penman-Monteith para estimar ET_o pode ser derivada

$$ET_o = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)}$$

Onde:

ET_o : evapotranspiração de referência [mm dia^{-1}],

R_n : saldo de radiação na superfície da cultura [$\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$],

G : solo densidade de fluxo de calor [$\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$],

T : temperatura média do ar diariamente às 2 m de altura [$^{\circ} \text{C}$],

u_2 : velocidade do vento a 2 m de altura [ms^{-1}],

e_s : saturação de pressão de vapor [kPa],

e_a : pressão de vapor atual [kPa],

Na equação da evapotranspiração baseada em tempo pode ser esperado para prever evapotranspiração perfeitamente sob todas as condições climáticas, devido à simplificação na

formulação e erros na medição de dados. É provável que instrumentos de precisão em excelentes condições de gestão ambiental e biológica irá mostrar a equação de Penman-Monteith FAO para desviar, por vezes, a partir de verdadeiras medidas de grama E_{To} . No entanto, a Consulta de Especialistas concordou em usar a definição da equação de Penman-Monteith FAO referência hipotética como a definição para a grama E_{To} ao derivar e expressando coeficientes de cultura.

A equação de Penman-Monteith FAO é um close, representação simples dos fatores físicos e fisiológicos que regem o processo de evapotranspiração. Usando a definição da FAO Penman-Monteith para E_{To} , pode-se calcular coeficientes de cultura em sites de pesquisa, relacionando a evapotranspiração medida (E_{Tc}) com o E_{To} calculado, ou seja, $K_c = E_{Tc} / E_{To}$. Na abordagem coeficiente de cultura, as diferenças no dossel da cultura e aerodinâmico relativa resistência à cultura de referência hipotético são contabilizados dentro do coeficiente de cultura. O K_c fator serve como uma agregação das diferenças físicas e fisiológicas entre as culturas e a definição de referência.

Na tabela 01 do apêndice foi utilizado as medidas de Penman Monteith de todos os dias do ano durante um período de vinte anos que vai desde 1990 ate 2009 e ao final feito a media da evapotranspiração para cada dia durante esse período. (Ver Tabela 01). Objetivando utiliza-la no calculo do E_{Tc} das quatro culturas em destaque no trabalho. Observa-se que o mês de fevereiro só consta de 28 dias.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A irrigação pode mitigar ou anular os efeitos danosos da deficiência hídrica (FARIAS et al., 2007). Portanto, o incremento de produtividade pode ser obtido através do manejo eficiente da irrigação que depende, dentre outros fatores, da estimativa correta da evapotranspiração da cultura (ETc) a ser irrigada e do sistema de irrigação utilizado. As características genéticas das plantas cultivadas também influenciam significativamente a eficiência da irrigação porque algumas variedades são mais responsivas às lâminas de irrigação. Segundo Bernardo et al (2005, p. 611):

Qualquer planejamento e operação de um projeto de irrigação em que se visem a máxima produção e a boa qualidade do produto, usando de maneira eficiente a água, requer conhecimentos das inter-relações no sistema solo-água-planta-atmosfera.

Desta forma o conhecimento do coeficiente de cultura (K_c) é de suma importância para o dimensionamento e manejo da irrigação, pois permite determinar "quando" e "quanto" irrigar, de modo a maximizar a produção mediante o uso de parâmetros meteorológicos locais, características físicas do solo e condições de manejo da cultura (PEREIRA et al., 1995).

De acordo com as pesquisas realizadas não há trabalhos anteriores relacionados com estes mesmos dados ou temática, pois ela se restringe a região dos tabuleiros litorâneos de Parnaíba-PI desta forma este passa a ser um trabalho de investigação (esse foi mais um incentivo a fazê-lo). As tabelas confeccionadas contem parte das descobertas abrangidas pelos cálculos realizados.

Utilizou-se os valores de K_c na fase adulta de cada cultura perene onde ele fica praticamente estável até o fim da vida da planta sendo assim a fase mais produtiva da cultura por um maior tempo. Ver Tabela 02 no apêndice.

Aqui multiplicou-se o K_c de cada uma das culturas pela média diária de evapotranspiração calculada na Tabela 01, obtendo-se a evapotranspiração da cultura em milímetros que resulta num valor exato de quanto de água aquela cultura necessita a cada dia. Sendo assim capaz de estabelecer um planejamento dos gastos hídricos na produção.

Para a cultura da Acerola os valores de ETc variam durante o ano entre 4,78 mm em março onde a precipitação da região é maior, e chegam até 9,22 mm no mês de outubro quando há escassez de chuvas. A acerola produz satisfatoriamente quando as chuvas variam entre 1200 e 1600 mm anuais bem distribuídos, o que não acontece nas condições climáticas

da região. Comparado com a precipitação média em Parnaíba que é de 1280 mm anual concentrada de janeiro a maio, a cultura da acerola passa maior parte do ano dependendo dos recursos da irrigação, sendo que o cálculo diário da evapotranspiração da cultura, permite o planejamento desta irrigação.

Para a cultura da goiaba o ET_c variou de 2,04 mm no mês de março até a máxima de 4,80 mm no mês de outubro, onde a evapotranspiração média de referência na cidade de Parnaíba é de 2,79 mm, notamos que a cultura não sofre perdas por conta dessa variação, visto que é uma planta que responde bem a irrigação sendo possível uma boa produtividade mesmo na época da entressafra.

O coqueiro tem a ET_c média anual de 4,4 mm (Tabela 03); segundo a EMBRAPA (2007), o ideal seria o pomar receber, no mínimo, 130 mm de água por mês. Para tanto, faz-se necessário fornecer água ou complementar as necessidades hídricas da planta por meio da irrigação. Visto que a evapotranspiração da cultura e o consumo de água são diretamente proporcionais nos meses de agosto a dezembro encontram-se as maiores necessidades hídricas da cultura.

Segundo a EMBRAPA (2003) devem ser elaborados os calendários de irrigação para o cajueiro-anão precoce a partir de dados diários de evaporação (maior exatidão e controle da água aplicada) ou de dados médios mensais (menos trabalhoso e de melhor manuseio pelos usuários). Sendo assim os resultados da evapotranspiração alcançados na tabela 02 servirão para direcionar a irrigação dessa cultura. A evapotranspiração da cultura do caju varia entre 1,83 mm chegando até 3,67 mm o que nos dá uma margem grande para as modificações na quantidade a ser irrigada.

Quando se trata do risco assumido pela margem de erro diária, essa é relativamente pequena, de forma que a resposta da cultura se torna satisfatória a mensalmente. Podemos assim utilizar os valores da Tabela 3 para fazer o valor da irrigação diária de cada cultura.

Para a eficiência de um planejamento mensal foi obtida a média mensal da evapotranspiração de cada cultura, e verificou-se que os últimos meses do ano são o período mais crítico onde as culturas referidas necessitam de uma maior quantidade de água para suportar as condições climáticas dessa época do ano na região de Parnaíba.

Na Tabela 03 abaixo constam em destaque os meses com maior consumo hídrico de cada cultura.

Tabela 03 - Avaliação das medias mensais de ETc para as culturas da acerola, coco, caju e goiaba.

MÊS	ETc – Acerola (mm)	ETc – Goiaba (mm)	ETc – Coco (mm)	ETc – Caju (mm)
Janeiro	6,5	3,4	4,2	2,6
Fevereiro	6,0	3,1	3,9	2,4
Março	5,5	2,8	3,5	2,2
Abril	5,3	2,8	3,5	2,1
Maiο	5,5	2,8	3,6	2,2
Junho	5,5	2,8	3,5	2,2
Julho	6,1	3,1	3,9	2,4
Agosto	7,3	3,8	4,7	2,9
Setembro	8,4	4,4	5,5	3,3
Outubro	8,9	4,6	5,8	3,5
Novembro	8,6	4,5	5,6	3,4
Dezembro	7,9	4,1	5,1	3,1
M. ANUAL	6,8	3,5	4,4	2,7

5 CONCLUSÕES

Tendo em vista a abrangência do trabalho, conclui-se que os resultados obtidos são fundamentais no direcionamento do manejo hídrico da produção de coco, caju, acerola e goiaba na região, e em outras localidades que tenham características físicas semelhantes as do Tabuleiros Litorâneos do Piauí.

Permitirá ao produtor um calendário de planejamento de gastos com a parte de irrigação que nos meses de julho a dezembro é bem maior, para algumas culturas.

Apresentou-se um embasamento científico para os próximos anos do manejo de irrigação. De forma que o atendimento hídrico não seja feita superficialmente as necessidades de cada cultura; evitando assim um déficit ou acúmulo hídrico no solo durante a vida produtiva da planta.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE JÚNIOR, A. S. de.; FRIZZONE, J. A.; BASTOS, E. A.; CARDOSO, M. J.; RODRIGUES, B. H. N. **Estratégias ótimas de irrigação para a cultura da melancia**. Pesquisa Agropecuária brasileira, Brasília, v. 36, n. 2, 2001. 301 – 305p.
- BASTOS, E. A.; ANDRADE JUNIOR, A. S. de; RODRIGUES, B. H. N. **Boletim agrometeorológico de 2005 para o Município de Parnaíba, PI**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006. 30 p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 131).
- BASTOS, E. A.; ANDRADE JUNIOR, A. S. de; RODRIGUES, B. H. N. **Boletim agrometeorológico de 2009 para o Município de Parnaíba, Piauí**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2010. 37 p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 207).
- BASTOS, E. A.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; RODRIGUES, B. H. N. **Boletim agrometeorológico de 2006 para o município de Parnaíba, PI**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2007. 38 p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 155).
- BASTOS, E. A.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; RODRIGUES, B. H. N. **Boletim agrometeorológico de 2007 para o Município de Parnaíba, Piauí**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2008. 37 p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 182).
- BASTOS, E. A.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; RODRIGUES, B. H. N. **Boletim agrometeorológico de 2008 para o Município de Parnaíba, Piauí**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2009. 37 p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 201).
- BASTOS, E. A.; RODRIGUES, B. H. N.; ANDRADE JUNIOR, A. S. de; MEDEIROS, R. M. de. **Boletim agrometeorológico do ano de 2000 para o município de Parnaíba, PI**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2001. 37 p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 61).
- BASTOS, E. A.; RODRIGUES, B. H. N.; ANDRADE JUNIOR, A. S. de; MEDEIROS, R. M. de. **Boletim agrometeorológico de 2001 para o Município de Parnaíba-PI**. 1. ed. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2002. 38 p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 67).
- BASTOS, E. A.; RODRIGUES, B. H. N.; ANDRADE JUNIOR, A. S. de; MEDEIROS, R. M. de. **Boletim agrometeorológico do ano de 2002 para o Município de Parnaíba, PI**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2003. 38 p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 76).
- BASTOS, E. A.; RODRIGUES, B. H. N.; ANDRADE JUNIOR, A. S. de; MEDEIROS, R. M. de. **Boletim agrometeorológico do ano de 2003 para o Município de Parnaíba, PI**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2004. 38 p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 99).
- BASTOS, E. A.; RODRIGUES, B. H. N.; ANDRADE JUNIOR, A. S. de; MEDEIROS, R. M. de. **Boletim agrometeorológico do ano de 2004 para o Município de Parnaíba, PI**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2005. 38 p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 112).

- BASTOS, E.A.; NUNES, B.H.; ANDRADE JÚNIOR, A.S. de. **Dados agrometeorológicos para o município de Parnaíba, PI (1990-1999)**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2000. 27p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 46).
- BATISTA, F.A.S.; MUGRUET, B.R.R.; BELTRÃO, A.E.S. **Comportamento, da aceroleira na Paraíba**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 10, Fortaleza, 1989. Anais. Fortaleza, SBF/BNB, 1991. p.26-32.
- BERLATO, M.A., MOLION, L.C.B. **Evaporação e evapotranspiração**. Porto Alegre: IPAGRO, 1981. 95 p. (Boletim Técnico, 7).
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 7. ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 2005. 611 p.
- BRUNINI, Orivaldo. **Quantificação das necessidades hídricas de culturas para manejo da irrigação**. 2000.
- CAMPECHE, L. F de. S. M. **Construção, calibração e análise de funcionamento de lisímetros de pesagem para determinação da evapotranspiração da cultura da lima ácida 'TAHITI'**. 2002. 65p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Departamento de Agronomia, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- DALMAGO, Genei Antonio. **Avaliação de métodos para determinação da evapotranspiração máxima da cultura do pimentão em estufa plástica**. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 9, n. 2, p. 201-211, 2001.
- DNOCS, 2003. **Perímetro irrigado**. Disponível em: <http://www.dnocs.gov.br/~dnocs/doc/canais/perimetros_irrigados/pi/tabul_litoraneos.htm>. Acesso em: 22 de dezembro de 2013.
- DOORENBOS, J.; PRUITT, W. **Crop water requirements**. FAO Irrigation and Drainage Paper 24. Rome, Italy. 1992 (reprinted). 144 p.
- EMBRAPA 2003. OLIVEIRA et al. **Manejo da Irrigação na Produção Integrada do Cajueiro-Anão Precoce**. Circular técnica 15, Fortaleza – CE. Dezembro de 2003.
- EMBRAPA 2007. **A Cultura do Coqueiro**. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Coco/ACulturadoCoqueiro/importancia.htm>>. Acesso em: 04 de janeiro de 2014.
- EMBRAPA, 2009. **Aceroleira**. Disponível em: <http://www.cnpmf.embrapa.br/index.php?p=pesquisa-culturas_pesquisadas-acerola.php&menu=2#producao> Acesso em: 04 de janeiro de 2014.
- FAO, 2003. **Equação FAO Penman-Monteith**. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/x0490e/x0490e06.htm>>. Acesso em: 04 de janeiro de 2014.
- FARIAS, C. H. A.; FERNANDES, P.D.; DANTAS NETO, J.; GHEIY, H. R. **Eficiência no uso da água na cana-de-açúcar sob diferentes lâminas de irrigação e níveis de zinco no**

litoral paraibano. Eng. Agríc., Jaboticabal, v.28, n.3, p.494-506, jul./set. 2008

Fruticultura perene. Disponível em:

<<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABAjgAG/apostila-fruticultura-irrigada>>. Acesso em: 13 de janeiro de 2014.

IAC, 2014. CENTRO DE FRUTAS: CAJU. Disponível em:

<http://www.iac.sp.gov.br/areasdepesquisa/frutas/frutiferas_cont.php?nome=Caju> Acesso em: 01 de fevereiro de 2014.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2001**

Resultados. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em 13 de dezembro de 2013.

LIMA, J. E. F. W.; FERREIRA, R. S. A.; CHRISTOFIDIS, D. **O uso da irrigação no Brasil.** São Paulo: O Estado das águas no Brasil, 1999. p. 73-82.

MACHADO, R. E.; MATTOS, A. **Avaliação do desempenho de três métodos de estimativa da evapotranspiração de referência.** Revista brasileira de agrometeorologia, v. 8, n. 2, p. 193-197, 2000.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S; PALARETTI, L. F. **Irrigação: Princípios e Métodos.** Viçosa: UFV, 2006. 318p.

PASSOS, Edson Eduardo Melo. **Coqueiro.** Disponível

em:<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Coco/>>. Acesso em: 05 de janeiro de 2014.

Perímetro Irrigado Tabuleiros Litorâneos do Piauí. Disponível em: <dnocs.gov.br>. Acesso em: 19 de dezembro de 2013.

REICHARDT, K.; TIMM, L.C. **Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações.** Barueri, Manole, 2004. 500p.

SILVA, M.A.V. **Meteorologia e Climatologia.** Brasília: INMET, 2001. 532p.

SIMÃO, S. Cereja das Antilhas. In: SIMÃO, S. **Manual de Fruticultura.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1971. cap.15, p. 477-485.

TIBAU, A. O. **Técnicas Modernas de Irrigação.** São Paulo: Nobel, 1984.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA – UFU 2009. **Cultura da goiaba.**

Disponível em: <<http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/goiabao.html>> . Acesso em: 05 de janeiro de 2014.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA (UFU 2008). **Cultivo de acerola.**

Disponível em: <<http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/aceroleira.htm>> Acesso em: 04 janeiro 2014.

VESCOVE, H. V.; TURCO, J. P. **Comparação de três métodos de estimativa da evapotranspiração de referência para região de Araraquara-SP.** Engenharia Agrícola de Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 713-721, 2005.

APENDICES

TABELA 01 - Média de PM em milímetros de 1990 ate 2009.

DIAS	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Eto - Média	
	(mm)	(1990 a 2009)																				
	EToPM	(mm)																				
01/jan	5,5	5,9	6,5	6,0	2,3	4,7	4,6	4,2	5,3	7,0	5,4	5,0	4,3	6,0	4,9	6,4	2,8	5,9	4,4	4,2	5,1	
02/jan	5,8	4,9	6,5	5,9	2,4	5,7	6,1	5,1	4,3	7,4	5,5	3,4	4,4	6,4	5,5	6,5	5,1	6,0	4,6	5,5	5,4	
03/jan	5,6	3,5	7,1	5,5	5,1	6,3	5,8	4,3	5,1	6,5	4,4	2,2	5,4	6,3	4,2	7,3	5,9	5,0	4,4	5,8	5,3	
04/jan	5,0	5,1	6,8	4,3	2,5	4,5	5,6	6,1	6,0	6,0	2,4	2,9	5,1	6,7	5,5	7,4	5,3	5,1	4,6	5,9	5,1	
05/jan	5,8	5,4	5,9	5,3	3,3	2,8	3,8	4,3	6,5	5,5	3,5	5,5	3,8	6,5	6,9	7,6	4,5	6,0	6,5	5,8	5,3	
06/jan	5,4	5,4	5,7	5,5	4,1	2,8	4,1	4,6	6,5	3,6	4,1	5,3	2,6	6,3	6,7	7,4	4,6	5,9	5,9	5,9	5,1	
07/jan	5,0	3,3	6,3	4,7	5,5	3,6	2,5	4,4	4,5	3,2	5,3	4,0	2,2	6,2	6,8	7,5	3,5	6,1	4,7	4,0	4,7	
08/jan	4,8	2,0	6,0	4,7	5,3	2,3	4,1	4,7	3,2	3,1	3,8	5,1	3,5	5,9	6,3	6,4	5,1	6,0	5,6	5,3	4,7	
09/jan	4,7	3,8	6,0	3,7	5,5	2,7	6,2	4,9	4,1	2,6	2,8	3,8	2,4	5,3	5,4	5,9	3,8	5,6	6,4	4,6	4,5	
10/jan	3,9	5,2	6,0	2,5	5,5	3,3	6,1	5,6	3,2	3,0	3,4	3,3	3,1	6,1	5,1	4,4	3,2	5,5	6,0	5,1	4,5	
11/jan	5,4	5,7	6,7	3,0	5,7	4,2	5,5	4,3	3,2	4,8	4,0	3,1	5,5	5,6	4,7	5,5	5,0	5,9	5,7	5,1	4,9	
12/jan	5,7	5,5	7,0	4,0	4,2	3,9	2,9	5,3	4,1	3,1	4,7	2,5	5,0	5,6	3,4	5,8	4,7	5,8	6,0	5,4	4,7	
13/jan	5,4	4,0	5,8	5,7	4,2	4,7	3,4	4,0	4,7	4,1	5,2	3,7	3,4	5,6	5,0	5,1	5,4	5,9	5,8	5,4	4,8	
14/jan	3,7	2,5	4,8	4,1	3,0	5,7	2,8	4,3	4,4	4,7	4,2	4,5	3,8	5,9	2,5	5,2	5,2	4,5	4,9	5,2	4,3	
15/jan	6,3	3,0	5,8	5,1	2,5	3,8	2,7	5,8	4,7	5,4	4,3	6,0	3,5	5,9	4,9	3,1	5,2	3,4	4,2	4,6	4,5	
16/jan	5,1	2,5	3,9	3,2	4,4	6,1	3,3	6,5	3,3	5,8	5,0	4,2	2,4	6,2	3,3	3,6	5,6	4,9	5,5	2,3	4,3	
17/jan	6,4	2,4	4,6	2,1	4,5	5,8	2,3	6,0	3,8	6,2	3,7	5,4	2,3	5,8	2,3	2,9	4,2	6,5	4,8	4,2	4,3	
18/jan	7,2	2,5	5,4	3,3	3,8	5,4	3,9	4,8	3,7	5,1	4,1	5,6	3,0	2,6	2,0	3,8	2,7	6,2	3,0	2,1	4,0	
19/jan	6,6	3,5	5,4	4,6	4,0	6,2	4,5	4,9	3,0	4,9	5,2	5,6	4,9	2,3	3,6	3,2	4,5	6,3	2,9	4,2	4,5	
20/jan	5,9	3,9	4,7	5,3	5,1	6,0	4,4	4,2	3,7	4,9	4,2	4,1	5,2	3,5	2,7	4,1	4,2	6,2	3,8	4,5	4,5	
21/jan	5,6	3,8	4,0	6,0	4,1	5,8	3,4	4,5	4,1	4,5	4,9	2,9	4,6	4,0	3,4	4,3	5,6	6,8	3,1	2,2	4,4	
22/jan	5,3	5,4	5,2	5,8	3,6	5,0	5,1	4,2	2,3	4,9	4,6	3,1	2,5	2,4	3,2	4,4	5,7	5,5	4,2	2,7	4,3	
23/jan	4,4	4,8	4,5	6,0	4,8	5,0	5,3	3,4	4,1	6,5	4,7	3,2	4,2	2,6	2,1	2,6	5,8	5,8	4,8	3,6	4,4	
24/jan	4,4	3,5	2,7	6,4	5,6	6,0	5,3	2,6	5,4	6,5	5,4	5,2	4,5	4,5	2,5	4,2	6,0	5,6	5,0	2,9	4,7	
25/jan	5,6	2,5	3,4	6,5	5,4	6,3	4,8	4,0	3,9	6,3	4,9	5,6	4,3	5,7	2,4	3,4	6,0	6,1	5,3	2,6	4,7	
26/jan	5,2	4,4	2,8	6,2	3,4	4,6	5,8	3,8	3,0	5,9	5,8	5,0	3,4	4,7	2,6	3,6	6,4	6,9	5,2	4,0	4,6	
27/jan	6,3	5,2	4,0	4,9	4,6	5,7	5,4	4,3	4,3	6,2	5,4	4,2	4,4	3,6	1,9	5,7	5,6	6,4	3,1	6,0	4,9	
28/jan	4,1	6,2	2,5	5,6	3,6	4,6	5,4	4,2	3,3	6,0	5,0	5,0	4,9	2,9	3,3	4,9	5,1	5,0	4,4	5,4	4,6	
29/jan	6,6	5,4	3,7	4,0	3,4	3,7	5,0	4,3	4,5	5,2	4,9	4,3	4,6	4,6	2,2	5,7	5,8	5,4	3,6	4,5	4,6	
30/jan	6,0	4,9	4,3	3,4	4,8	4,6	4,4	4,8	3,5	4,5	5,7	5,2	5,0	3,5	3,8	5,8	6,0	5,4	3,7	4,6	4,7	
31/jan	6,8	3,4	4,3	2,9	3,6	5,6	4,1	4,9	5,6	4,4	3,8	2,4	3,8	3,1	4,5	6,0	5,9	3,7	2,3	4,2	4,3	
01/fev	5,3	4,1	6,5	3,4	3,4	5,5	5,1	5,4	4,3	6,2	4,4	4,3	4,0	2,4	5,0	5,5	6,2	4,6	2,2	3,4	4,6	
02/fev	6,6	2,8	5,0	4,9	5,2	3,5	4,7	5,6	4,7	5,3	3,3	2,3	4,5	2,9	3,4	6,5	5,9	4,4	4,7	3,8	4,5	
03/fev	6,8	2,3	5,0	5,6	5,3	2,1	5,5	5,4	5,0	4,3	5,5	4,2	3,7	2,7	5,5	5,5	5,9	3,8	5,6	3,4	4,7	
04/fev	5,8	2,4	6,8	5,7	5,3	2,2	4,5	5,0	5,8	2,3	5,3	5,1	5,7	5,8	2,2	6,3	5,2	2,9	6,1	3,3	4,7	
05/fev	5,0	3,6	6,8	6,1	4,3	2,1	3,4	5,3	6,2	4,8	4,9	4,8	4,8	4,3	2,7	6,5	4,5	3,7	5,8	5,5	4,8	
06/fev	4,3	4,1	4,6	5,0	3,8	4,1	3,6	6,2	5,8	5,2	4,2	4,8	3,9	3,9	2,9	5,5	4,6	5,7	5,6	5,3	4,7	
07/fev	4,0	4,7	6,8	4,5	3,4	4,5	5,6	5,4	4,9	4,8	2,4	5,4	4,3	3,8	2,8	5,8	3,4	4,3	5,8	5,6	4,6	
08/fev	3,3	4,0	5,0	5,2	3,9	3,7	5,4	5,3	6,3	5,3	3,3	5,3	5,6	3,5	2,2	5,8	4,6	2,9	6,0	4,1	4,5	
09/fev	4,8	4,2	5,9	6,3	4,4	3,7	6,6	5,0	6,1	3,5	4,7	3,7	4,5	4,4	3,7	5,4	5,7	3,6	5,7	5,6	4,9	
10/fev	2,6	6,0	3,5	5,4	3,4	3,2	6,0	3,7	6,1	5,8	4,9	3,2	3,5	2,4	4,8	5,8	4,4	5,6	5,2	5,2	4,5	

11/fev	5,2	6,3	4,1	5,4	2,7	3,7	4,7	5,2	5,9	4,5	4,8	3,7	5,1	3,7	4,1	5,1	2,8	4,7	4,8	3,8	4,5
12/fev	5,3	5,4	2,8	2,5	3,5	5,0	5,1	5,0	5,9	4,5	5,2	4,4	2,9	2,8	3,9	4,9	3,5	3,7	4,5	4,1	4,2
13/fev	6,3	5,5	4,7	3,0	2,4	4,5	4,8	4,1	5,9	5,7	3,5	4,2	2,9	5,0	4,1	3,2	4,1	2,7	5,0	4,5	4,3
14/fev	5,8	5,4	3,2	1,8	4,5	3,7	4,3	4,6	6,1	6,2	2,8	3,4	4,7	3,2	3,5	2,7	3,3	3,0	4,9	3,9	4,0
15/fev	2,6	3,4	3,6	4,2	2,3	2,5	4,8	3,4	5,9	5,8	2,6	4,8	3,7	3,3	4,1	3,2	3,6	3,3	3,1	4,7	3,7
16/fev	5,1	3,9	3,0	2,0	2,6	3,7	4,2	4,7	5,9	5,1	4,8	5,3	4,8	4,9	2,4	4,9	4,4	3,7	2,7	3,6	4,1
17/fev	2,1	5,1	5,7	3,5	2,5	4,0	3,1	5,9	4,9	4,0	3,0	4,9	5,1	2,2	4,6	3,3	4,4	2,3	5,0	2,9	3,9
18/fev	3,3	4,3	4,8	3,0	2,3	2,4	4,8	6,2	3,5	2,5	2,9	2,9	5,4	2,6	4,9	4,6	3,7	3,9	4,5	2,6	3,7
19/fev	2,3	2,7	3,4	3,1	2,5	2,3	3,4	3,8	5,2	5,3	3,9	3,7	5,7	4,1	4,3	4,4	5,6	3,0	4,2	2,9	3,8
20/fev	4,5	4,7	2,7	3,5	2,5	3,7	4,4	3,3	6,0	5,2	4,3	3,5	6,1	2,4	3,9	5,2	5,6	2,9	4,0	5,2	4,2
21/fev	3,5	6,2	3,9	3,8	2,4	2,4	5,4	4,8	6,1	5,6	4,4	3,1	5,9	2,0	4,6	5,5	5,3	3,4	3,6	4,6	4,3
22/fev	2,4	6,1	4,4	4,7	2,6	3,3	5,6	5,9	5,8	2,8	2,9	3,1	5,7	4,5	5,0	5,0	2,9	4,0	2,3	2,9	4,1
23/fev	3,9	5,2	4,0	4,1	2,7	5,0	3,3	6,2	6,7	4,0	2,9	2,7	5,5	3,5	5,3	2,9	4,0	2,2	5,0	2,2	4,1
24/fev	3,2	4,6	5,9	3,3	2,5	5,1	4,9	5,8	6,2	2,7	3,0	3,9	5,5	2,9	2,5	2,9	4,7	5,2	5,5	5,0	4,3
25/fev	3,3	4,5	5,1	3,8	2,7	4,5	5,2	5,9	5,7	3,1	3,1	3,5	5,6	3,3	4,5	4,7	4,9	4,7	5,3	3,4	4,3
26/fev	3,9	3,7	4,9	5,2	2,5	2,5	4,2	5,5	5,8	3,7	3,3	2,1	5,2	4,6	2,3	4,5	3,8	4,6	4,1	2,9	4,0
27/fev	3,1	3,6	5,5	3,8	2,4	4,5	3,3	5,7	4,2	3,0	2,9	3,7	5,9	4,0	4,0	5,0	5,0	5,3	3,4	3,7	4,1
28/fev	2,9	5,1	5,0	4,2	2,3	4,4	4,2	5,8	3,7	3,8	4,4	2,8	5,9	2,4	4,4	4,6	4,6	3,6	3,5	3,9	4,1
01/mar	3,3	4,9	4,3	3,6	2,7	3,9	5,0	4,9	5,2	4,4	3,9	4,4	5,1	4,7	5,1	5,8	3,3	3,6	2,5	3,6	4,2
02/mar	4,3	3,9	5,3	3,6	2,2	4,9	5,2	4,0	5,0	2,4	3,5	2,2	3,3	5,5	4,8	5,4	3,9	4,0	4,9	3,9	4,1
03/mar	2,5	5,5	5,9	4,1	2,4	4,0	3,6	3,8	2,9	2,7	3,6	4,7	3,3	3,7	4,3	5,8	2,9	4,0	3,3	3,4	3,8
04/mar	5,1	3,2	5,5	4,2	2,4	4,6	3,3	3,7	5,0	3,9	5,2	5,8	3,1	2,7	4,5	4,9	4,0	4,5	3,7	3,7	4,2
05/mar	4,7	3,7	6,0	5,2	2,2	5,6	3,5	3,1	5,6	3,5	5,4	4,9	2,4	3,5	5,1	6,1	4,5	4,4	2,7	2,2	4,2
06/mar	5,8	5,8	4,8	5,1	2,1	5,3	3,4	5,3	4,8	5,2	3,6	4,2	4,7	4,5	4,4	5,8	4,6	3,8	4,8	4,1	4,6
07/mar	5,7	5,9	5,4	5,4	2,5	4,0	3,1	5,5	5,7	5,0	2,7	3,1	2,4	3,5	2,6	4,7	4,7	3,6	3,8	2,9	4,1
08/mar	5,9	5,7	4,5	5,5	2,6	4,9	3,7	5,2	5,8	4,5	4,4	4,3	2,6	3,7	2,8	4,1	5,0	3,3	2,6	4,0	4,3
09/mar	3,8	2,7	4,0	5,0	2,3	3,4	3,7	5,8	4,7	4,4	3,3	3,9	4,6	5,3	4,9	4,7	5,1	3,9	4,2	3,8	4,2
10/mar	4,5	5,1	5,7	5,0	2,3	4,5	2,1	5,7	2,1	4,8	3,1	2,9	4,0	3,5	2,9	4,6	5,0	4,5	4,4	4,6	4,1
11/mar	4,3	4,9	5,9	4,9	2,4	4,2	3,0	5,6	2,7	5,0	3,6	2,7	2,3	2,4	4,6	3,5	5,2	3,6	5,1	4,0	4,0
12/mar	5,0	4,9	0,2	4,6	2,4	2,6	2,8	5,9	4,6	3,4	4,9	2,4	2,9	2,5	4,8	2,9	3,9	4,8	3,3	3,9	3,6
13/mar	4,0	3,6	5,0	3,0	2,4	4,9	4,4	5,3	5,3	4,6	4,6	2,9	5,3	4,3	4,7	3,1	3,6	3,9	4,8	5,0	4,2
14/mar	3,9	2,6	3,6	3,9	2,4	4,9	3,3	5,7	4,9	2,9	3,2	2,8	5,7	4,0	5,3	4,6	3,7	4,9	2,9	4,4	4,0
15/mar	5,3	2,3	4,3	3,1	2,3	2,3	3,3	6,0	4,8	2,5	4,6	3,2	5,1	3,0	3,7	2,6	4,1	3,7	3,2	3,0	3,6
16/mar	5,8	2,7	4,7	3,1	2,1	2,9	4,1	5,4	3,4	3,9	5,1	3,7	3,1	2,8	3,8	5,4	3,7	3,5	4,3	2,3	3,8
17/mar	6,0	3,5	4,2	4,7	2,4	4,5	2,2	5,1	4,2	3,3	3,9	4,9	3,9	3,3	3,9	3,6	4,9	3,7	3,4	2,5	3,9
18/mar	5,1	2,3	5,0	4,7	2,5	4,7	3,0	5,2	4,0	2,6	4,9	4,3	4,0	5,1	4,0	2,5	5,0	3,9	4,2	4,2	4,1
19/mar	5,1	3,9	3,5	4,9	2,2	3,5	2,5	5,0	3,2	2,2	4,1	5,2	3,6	4,6	5,1	2,9	4,4	3,5	3,2	5,0	3,9
20/mar	5,3	5,7	3,0	2,9	2,2	3,1	2,5	3,2	4,2	2,2	4,8	5,0	5,4	2,5	5,3	3,6	5,2	4,9	3,5	4,0	3,9
21/mar	3,4	5,6	3,6	4,6	2,3	5,2	4,4	4,4	3,5	5,2	3,7	5,0	5,4	4,9	5,3	3,6	5,0	5,0	3,0	4,8	4,4
22/mar	4,5	4,7	3,3	3,5	2,5	4,8	3,1	2,4	4,2	4,4	5,5	3,5	4,2	3,6	4,4	4,2	3,5	4,4	3,5	3,8	3,9
23/mar	5,2	2,9	4,8	4,3	2,6	4,4	4,0	3,2	3,3	2,4	3,5	3,9	2,3	2,2	4,1	3,0	4,2	2,9	3,5	2,2	3,4
24/mar	3,2	3,7	3,2	4,1	2,5	4,4	2,8	2,1	2,9	2,7	3,7	3,1	5,0	4,9	3,9	2,5	2,4	3,8	2,8	2,9	3,3
25/mar	2,2	4,1	3,5	2,5	2,5	2,9	3,6	2,5	2,7	4,2	3,3	2,6	3,7	4,3	3,9	3,5	3,9	5,1	3,3	4,7	3,5
26/mar	3,9	5,1	2,7	2,5	2,9	3,6	3,4	3,8	4,1	4,3	3,8	5,1	3,9	4,1	3,4	3,6	4,3	5,5	2,2	3,3	3,8