

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE ENGENHARIA
CAMPUS ILHA SOLTEIRA

LILYBETH NAMIE TOMITA

**INFLUÊNCIA DO CLIMA NA PRODUÇÃO DE CITROS EM SUD MENNUCCI, NO
NOROESTE PAULISTA**

Ilha Solteira - SP

2024



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Câmpus de Ilha Solteira

LILYBETH NAMIE TOMITA

**INFLUÊNCIA DO CLIMA NA PRODUÇÃO DE CITROS EM SUD MENNUCCI, NO
NOROESTE PAULISTA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Faculdade de
Engenharia de Ilha Solteira - UNESP como parte dos
requisitos para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Prof. Dr. Fernando Braz Tangerino Hernandez

Orientador

Ilha Solteira - SP

2024

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

- T657i Tomita, Lilybeth Namie.
Influência do clima na produção de citros em Sud Mennucci, no noroeste paulista / Lilybeth Namie Tomita. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2024
50 f. : il.
- Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Agrônômica) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira, 2024
- Orientador: Fernando Braz Tangerino Hernandez
- Inclui bibliografia
1. Agrometeorologia . 2. Evapotranspiração. 3. Manejo da irrigação .

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE ENGENHARIA - CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA

CURSO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA

ATA DA DEFESA - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TÍTULO: A INFLUÊNCIA DO CLIMA NA PRODUÇÃO DE CITROS
EM SUD MENNUCCI, NO NOROESTE PAULISTA

Aluno: Lilybeth Namie Tomita RA. 191051391

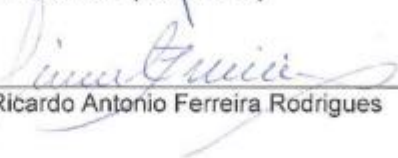
ORIENTADOR: Fernando Braz Tangerino Hernandez

Aprovado (X) - Reprovado () pela Comissão Examinadora com Nota: 9,0
(nove)

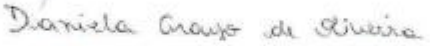
Comissão Examinadora:



Prof. Dr. Fernando Braz Tangerino Hernandez
Presidente (Orientador)



Prof. Dr. Ricardo Antonio Ferreira Rodrigues


Prof. Dra. Daniela Araujo de Oliveira



Lilybeth Namie Tomita

Lilybeth Namie Tomita

Ilha Solteira, 14 de agosto de 2024.

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho ao meu amado avô, Aparecido Teodoro de Andrade, que infelizmente partiu antes de poder acompanhar o final dessa etapa em que ele tanto me apoiou e se orgulhou. Sua presença estará para sempre viva em mim, e por você eu viverei e te honrarei até o final dos meus dias.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, quero agradecer à Deus por me amparar e me levantar em todos os momentos de dificuldades e aflição.

Agradeço à minha mãe Alessandra, que sempre foi a minha maior incentivadora, e lutou por mim em todas as dificuldades que tivemos ao longo da nossa caminhada, e que mesmo com a distância nunca deixou faltar amor e compreensão. Ao meu pai, Claudio, que entrou na minha vida ao acaso e se tornou família, agradeço por todas as vezes que esteve comigo nos meus vestibulares, e por sempre acreditar no meu sucesso e me apoiar em todas as minhas decisões. À minha irmã, Beatriz, agradeço por ser minha luz em meio à escuridão, você apareceu e me tornou um ser humano melhor.

Agradeço a todos da minha família por sempre me apoiarem, em especial minha avó Edna e minha tia Aline, vocês são mulheres inspiradoras que me tornaram forte para encarar qualquer obstáculo dessa vida.

Agradeço à minha república Tudo Pela Dona, que foi minha casa e refúgio durante os anos de graduação, onde pude construir amizades incríveis e memórias que jamais serão esquecidas. Um agradecimento especial às minhas amigas de repúblicas, Amanda (Decepção), Isabela (Febem) e Nicole (Amnésia), que além de amigas se tornaram minhas irmãs, levarei para sempre vocês comigo, obrigada por todas as jantás, ombro amigo e paz nos momentos de dificuldades. Agradeço também à nossa mãe da república, Marli, que cuidou e cuida de todas nós com maior carinho e amor do mundo.

Nessa caminhada, também tenho a agradecer aos amigos que a faculdade me proporcionou, Anyele (Gold) e Breno, sem vocês a caminhada teria sido mais difícil e sem emoções, me orgulho em ver cada um trilhando o caminho que sonhamos juntos desde os primeiros semestres de faculdade. Agradeço também aos meus amigos Guilherme (Tampado) e Vinicius (Burraxá) que também me acompanharam em todos os anos de graduação, trazendo alegrias e apoio em todos esses anos.

Quero agradecer também aos meus amigos Andreza (Desmaio), Ana Clara, Ana Júlia (Tadala), Beatriz (Clone), Beatriz, Giovanna (Cuki), Karolayne, Isabela (Miau), Júlia (Canário), Lanay (Jessie), Larissa (Perse), Marina (Foca), Matheus (Melman), Mayana

(Gudang), Naiara, Roberto (Cleitin) e Rodrigo, por sempre estarem ao meu lado ao longo desses anos de Graduação, por serem abrigo em situações de incertezas e felicidade em dias difíceis. Agradeço também ao meu melhor amigo André (Dipsy) que está ao meu lado desde a minha primeira semana em Ilha Solteira, minha vida se tornou mais feliz ao cruzar seu caminho.

Agradeço ao meu namorado, Vinicius, que tive a felicidade de encontrar na faculdade, e desde a época de amizade, sempre esteve ao meu lado, obrigada por trilhar esse caminho ao meu lado, e por sempre me apoiar nas dificuldades e sonhar comigo. Cruzar com você na faculdade foi o meu maior presente. Com ele, tive o prazer de ganhar uma nova família, em especial, minha sogra Elaine, que sempre esteve ao meu lado e me acolheu desde o dia em que nos conhecemos, sendo sempre uma amiga quando eu precisei e me escutando em momentos difíceis.

Um agradecimento especial à república Seu Kupira, que foi minha segunda casa em Ilha Solteira, em especial ao Guilherme (Atolado), Lucas (Cunversa), Miguel (Juriti), Pedro Henrique (Poka Marcha) e Vinicius (Patin), obrigada pelas noites de conversas jogada fora e por todas as cervejas tomadas.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Fernando Braz Tangerino Hernandez que sempre buscou as melhores formas de ensino e sempre buscava trazer uma palavra de carinho e motivação em momentos de dificuldades, sempre disposto a contribuir com o melhor para formar seus orientados. Agradeço a todos da equipe da Área de Hidráulica e Irrigação da UNESP, em especial à Dra. Daniela Araújo de Oliveira, que no meu pior dia em Ilha Solteira foi a primeira a me ceder seu abraço e palavras de conforto, além de sempre estar disposta a ajudar da melhor forma possível.

E por fim, agradecer a Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP por ter me dado todas as ferramentas para estar aqui hoje e por ter me tornado uma pessoa muito melhor ao final desse ciclo.

RESUMO

No Brasil, a citricultura tem grande importância econômica sendo a maior produtora mundial de laranja, produzindo cerca de 16 milhões de toneladas ao ano. A exportação se concentra, principalmente, no suco da laranja, sendo o maior fornecedor, com 76% do mercado mundial. O clima ideal para cultura dos citros são temperaturas amenas e em casos de déficit hídrico nas fases de brotação, emissão de botões florais, frutificação e no início do desenvolvimento de frutos e o aumento do tamanho dos frutos, pode ocorrer o abortamento dos frutos e flores acima do ideal, havendo necessidade dos sistemas de irrigação para o fornecimento de água em períodos críticos. O Noroeste Paulista possui taxas de evapotranspiração elevadas, sendo as maiores do estado de São Paulo. Foram avaliadas as variáveis climáticas com ênfase na evapotranspiração de referência, as chuvas, temperaturas, umidade relativa do ar, velocidade do vento e radiação global registradas no município de Sud Mennucci - SP no período de 2011 a 2023, obtidas na Estação Santa Adélia Pioneiros pertencente à Rede Agrometeorológica do Noroeste Paulista objetivando caracterizar a região nestas variáveis e seus efeitos na produção citros. A evapotranspiração de referência média anual é de $3,8 \text{ mm.dia}^{-1}$ com valor máximo médio diário de $5,4 \text{ mm dia}^{-1}$ que ocorre em 27 de dezembro, mês que tem o segundo maior volume de chuvas histórico, que tem média anual 1.156 mm . Com média anual de $24,7^{\circ}\text{C}$ é elevada a frequência de dias com temperaturas superiores a 32°C , situação crítica no pegamento dos frutos, havendo déficit hídrico na maior parte do ano, ocasionando perdas na produtividade, tanto pelo abortamento de flores como de frutos.

PALAVRAS-CHAVE: agrometeorologia, evapotranspiração, manejo da irrigação

ABSTRACT

In Brazil, citrus farming is of great economic importance and is the world's largest orange producer, producing around 16 million tons a year. Exports are mainly concentrated on orange juice, with Brazil being the largest supplier, accounting for 76% of the world market. The ideal climate for growing citrus fruit is mild temperatures and in cases of water deficit during the budding, flower bud emission, fruit set and at the beginning of fruit development and the increase in fruit size, fruit and flowers may abort more than is ideal, requiring irrigation systems to supply water during critical periods. The northwest of São Paulo has high evapotranspiration rates, the highest in the state of São Paulo. Climatic variables were assessed, with an emphasis on reference evapotranspiration, rainfall, temperature, relative humidity, wind speed and global radiation recorded in the municipality of Sud Mennucci - SP from 2011 to 2023, obtained from the Santa Adélia Pioneiros Station belonging to the Northwest Paulista Agrometeorological Network, with the aim of characterizing the region in terms of these variables and their effects on citrus production. The average annual reference evapotranspiration is 3.8 mm.day⁻¹ with an average daily maximum of 5.4 mm.day⁻¹ which occurs on December 27, the month with the second highest historical rainfall, which has an annual average of 1,156 mm. With an annual average of 24.7°C, there is a high frequency of days with temperatures above 32°C, a critical situation for fruit set, with a water deficit for most of the year, causing losses in productivity, both due to flowers and fruit aborting.

KEYWORDS: agrometeorology, evapotranspiration, irrigation management

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estações operadas pela RANP.	20
Figura 2. Média diária da Evapotranspiração de Referência e da Chuva em Sud Mennucci – SP.	24
Figura 3. Evolução da evapotranspiração de Referência em 2020 e histórica em Sud Mennucci - SP.	26
Figura 4. Precipitação diária em Sud Mennucci - SP de 08/07/2011 a 31/12/2023.	29
Figura 5. Evapotranspiração de referência média em Sud Mennucci - SP.	30
Figura 6. Número de dias consecutivos sem chuvas superior à 10 mm diário.	31
Figura 7. Distribuição da frequência da evapotranspiração de referência.	32
Figura 8. Média diária da temperatura máxima, mínima e média em Sud Mennucci – SP.	33
Figura 9. Distribuição da frequência da temperatura em Sud Mennucci – SP.	34
Figura 10. Velocidade do vento média em Sud Mennucci – SP.	39
Figura 11. Radiação Global em Sud Mennucci – SP.	41
Figura 12. Radiação Líquida em Sud Mennucci – SP.	43
Figura 13. Umidade Relativa do Ar Média em Sud Mennucci – SP.	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Descrição dos Sensores da rede agrometereologica Santa Adélia Pioneiros.....	20
Tabela 2. Médias diárias mensais da evapotranspiração de referência.	25
Tabela 3. Médias mensais da precipitação em Sud Mennucci – SP.....	28
Tabela 4. Médias mensais da temperatura média em Sud Mennucci – SP.	35
Tabela 5. Médias mensais da Velocidade do Vento em Sud Mennucci - SP.....	37
Tabela 6. Médias mensais da Direção do Vento em Sud Mennucci - SP.....	38
Tabela 7. Médias mensais da Radiação Global em Sud Mennucci - SP.	40
Tabela 8. Médias mensais da Radiação Líquida em Sud Mennucci - SP.....	42
Tabela 9. Médias mensais da Umidade Relativa do Ar em Sud Mennucci - SP.....	44

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1. Citros: histórico e sua fisiologia	15
2.2. Irrigação	16
2.3. Irrigação em citros	17
2.4. Estações Agrometeorológicas	18
3. Material e Métodos.....	19
3.1. Área de Estudo	19
3.2. Estimativa da Evapotranspiração de Referência (ET _o)	21
3.3. Tabulação dos dados	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1. Evapotranspiração de Referência e Precipitação	22
4.2. Temperatura	32
4.3. Velocidade do Vento e Direção do Vento	36
4.4. Radiação Global e Radiação Líquida.....	39
4.5. Umidade Relativa do Ar	43
5. CONCLUSÕES	45
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a citricultura tem grande importância econômica sendo a maior produtora mundial de laranja, produzindo cerca de 16 milhões de toneladas ao ano (IBGE, 2022). A exportação se concentra, principalmente, no suco da laranja, sendo o maior fornecedor, com 76% do mercado mundial (Vidal, 2024), com a produção de citros no território nacional se concentrando, principalmente, no estado de São Paulo, tendo aproximadamente mais de 60% da área cultivada (Cruz, 2003).

O clima ideal para a cultura dos citros são temperaturas amenas, que se encontram entre 23° e 32°C e com uma umidade relativa do ar alta, caso a temperatura se encontre abaixo de 13°C e acima de 40°C, o fruto sofrerá consequências e perdas na produtividade (Mattos, 2005). Os citros têm uma demanda hídrica na ordem de 900 a 1.200 mm, onde devem ser bem distribuídas ao longo do ano (Doorembos & Kassan, 1979). Em períodos que ocorrem uma alta incidência de sol, calor e chuvas escassas é possível notar os efeitos dessas variações climáticas no pegamento da florada, além de apresentar plantas bastante debilitadas, e posteriormente o abortamento dos frutos na fase de frutificação (Boteon et al., 2015).

De acordo com Brugnara (2022), o déficit hídrico no solo leva ao abortamento de flores e frutos acima do normal para a cultura, portanto, a decorrência do déficit hídrico causará um estresse hídrico na cultura, que resultará numa diminuição na produtividade. Nessas situações se faz necessário a presença de irrigação na propriedade, pois irá fornecer água em períodos críticos, além do mais, a cultura dos citros tem uma demanda hídrica que varia conforme o ano e estágio fenológico (Coelho et al., 2006).

O cultivo de citros é bastante sensível ao déficit hídrico nas fases de brotação, emissão de botões florais, frutificação e no início do desenvolvimento de frutos e o aumento do tamanho dos frutos se relaciona altamente com a absorção de água (Boman, 1996). Durante a maturação e as fases de colheita e semidormência a demanda hídrica dos citros é menor (Coelho, 2011).

Neste contexto, a irrigação vem ganhando um grande espaço na produção de citros ao longo dos anos, tendo um índice de 30,1% de propriedades com área irrigada do total do cinturão citrícola, que corresponde ao estado de São Paulo e Norte de Minas Gerais (Fundecitrus, 2021). Para mitigação de efeitos como o *Greening*, tem ocorrido uma expansão dos pomares para regiões da Costa Leste do Mato Grosso do Sul, porém, são regiões com altas

taxas de temperatura e com um déficit hídrico elevado, de acordo com Parmegiani (2022), a região Costa Leste do Mato Grosso do Sul teve um aumento de 7.950 hectares de área irrigada, entre os anos de 2015 à 2021, sendo assim um grande aliado para os efeitos das variáveis climáticas presentes nesse estado, e saber os efeitos das variáveis de uma região é fundamental para um bom planejamento e condução das culturas.

O uso da irrigação na produção de citros assegura que ocorrerá a floração e retenção dos frutos, observando que em propriedades irrigadas a produção aumenta mais de 40% se comparado com as produções de sequeiros (Coelho et al., 2006) e Vieira (1991), defendem a necessidade de investimentos em sistemas de irrigação, e principalmente executar um manejo correto da irrigação de forma que proporcione ao solo níveis de umidade compatíveis com a exigência da planta.

De acordo com Hernandez et al. (2003), a região do Noroeste Paulista possui taxas de evapotranspiração elevadas, sendo as maiores do estado de São Paulo, atrelado a isso, essa região também conta com uma variabilidade elevada de precipitações, podendo ficar vários meses ao longo do ano em déficit hídrico, causando prejuízos a produção das culturas caso não seja utilizado técnicas de irrigação.

As estações agrometeorológicas são de grande importância para registrar dados climáticos, e assim uma melhor compreensão do histórico climático da região em que se encontra a estação e consequentemente um adequado planejamento de safra para as culturas de interesse. Andrade (2019) esclarece que as estações podem ser divididas em dois modelos, as convencionais e as automáticas. As convencionais possuem um sistema em que o operador faz a coleta dos dados em horas fixas, já em estações automáticas constituem em um conjunto de sensores elétricos e um acumulador automático de dados, sendo possível a coleta dos dados climáticos de forma automática e com um intervalo de execução pré-estabelecido.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo caracterizar as variáveis agroclimáticas com ênfase na evapotranspiração de referência, nas chuvas e nas temperaturas registradas no município de Sud Mennucci, região do Noroeste Paulista, e analisar os possíveis efeitos na produção de citros na região.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1.Citros: histórico e sua fisiologia

A cultura dos citros é uma das mais importantes no nosso país, sua originalidade surgiu em locais com climas tropicais e subtropicais da Ásia e do arquipélago Malaio, onde foi sendo disseminado para quase todos os continentes, tornando-se uma importante cultura do setor agroindustrial, distribuído em mais de 7 milhões de hectares e chegando ao continente americano no final do século XV (Cunha et al., 2013).

No Brasil, a cultura do citros foi introduzida logo após a chegada dos portugueses, entre os anos de 1530 e 1540, onde as primeiras sementes utilizadas foram as de laranja doce (*Citrus sinensis*) na Bahia, porém, apenas em 1930 o citros começou a ser produzido em escala comercial no Nordeste brasileiro, principalmente nos estados da Bahia e Sergipe, que correspondem a 80% da produção de citros do Nordeste (Passos, 2012) e nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro, no mesmo ano, também teve início a produção comercial, isso ocorreu nesses estados por conta dos aspectos de clima e solo, fazendo com que o citros se adaptasse bem à essas regiões (ILSA, 2022)

Atualmente, os maiores produtores de citros do Brasil são os estados de São Paulo e o Triângulo Mineiro, tendo estimativas de uma safra 2023/24 em torno de 309,34 milhões de caixas, tendo uma queda de menos de 2% em comparação a safra anterior, que foi encerrada em 314,21 milhões de caixas, uma das causas dessa variação na produção é por conta do ciclo bienal, causando em uma menor produção de frutos por árvore na safra de ciclo negativo. O Noroeste Paulista produziu um total de 750 caixas por hectare na safra de 2022/23, e a estimativa é que essa produção na safra 2023/24 aumente em torno de 25% (Fundecitrus, 2023).

A exportação de citros se concentra mais nos derivados dessa cultura, como o suco extraído da fruta, de acordo com as Associação Nacional de Exportação de Sucos Cítricos (Citrus BR, 2023) a exportação de citros no ano de 2023 foi de 543.768 toneladas, tendo exportado menos em relação ao ano de 2022, que exportou 586.297 toneladas, entretanto, a receita do ano de 2023 foi superior ao ano de 2022, com \$1.334.871.350, e o principal destino das exportações é a Europa.

Os citros pertencem à divisão *Magnoliophyta*, subdivisão *Magnoliophytina*, classe *Magnoliopsida*, subclasse *Rosidae*, ordem *Sapindales*, subordem *Geranineae* a família *Rutaceae*, subfamília *Aurantioideae*, tribo *Citreae*, subtribo *Citrineae*, e os gêneros *Citrus*,

Poncirus, *Fortunella*, *Microcitrus*, *Eremocitrus* e *Clymenia* são os grupos considerados cítricos verdadeiros, por conta de produzirem frutos que se assemelham à laranja e o limão (Cunha et al., 2013).

Por ser produzida em inúmeras regiões do país, é possível afirmar que os citros têm uma grande capacidade de adaptação a diferentes condições climáticas impostas a cultura, tendo um comportamento diferente da planta em determinadas regiões. A cultura responde bem a temperaturas entre 20°C e 30°C e uma umidade relativa superior a 80%, em casos de temperaturas baixas pode ocasionar danos às folhas ou até mesmo matar os ramos em casos mais intensos, e altas temperaturas podem ocasionar prejuízos no crescimento e na qualidade do fruto (Jesus Júnior, 2008). Os frutos produzidos em regiões mais quentes apresentam frutos mais doces, e em regiões mais frias apresentam frutos mais ácidos e com uma coloração de casca mais intensa (ILSA, 2022).

A necessidade de água para produção da cultura varia de acordo com o estágio fenológico que ela se encontrar, a demanda hídrica dos citros pode chegar até 1.200 mm, que devem ser bem distribuídos durante o ano, a necessidade de chuva para a cultura vai variar de acordo com a estação do ano, variando de 50 a 70 mm no inverno, e no verão de até 250 mm (Koller, 2006).

2.2.Irrigação

A água é um recurso fundamental para a vida humana e para a agricultura, sendo indispensável o uso dela para obtenção de bons resultados e boa produtividade em campo. Tendo em vista isso, a irrigação vem como meio de tentar suprir as demandas hídricas das culturas, e fornecer de forma correta água em situações em que as chuvas não conseguem suprir adequadamente a necessidade hídrica das culturas, sendo assim, a irrigação é um conjunto de técnicas que procura corrigir falhas na distribuição natural de chuvas, possuindo técnicas que visa a máxima produção em conjunto com outras técnicas agrícolas (Lima et al., 1999).

No campo, as culturas encontrarão inúmeras adversidades, causando influência no crescimento e desenvolvimento correto da cultura, sendo a água um fator complexo dessas adversidades, pois, caso não ocorra a reposição correta da água no solo, pode ocorrer a redução de água no solo a níveis críticos (Marouelli, 2011). Dessa forma, pode ocasionar em um déficit

hídrico das plantas, que se caracteriza pela redução da água e do potencial hídrico, o que vai ocasionar em perdas como turgescência, fechamento de estômatos, reduz o crescimento, e por fim, acarretará reduções na produtividade final da cultura (Hernandez et al., 2003).

É de grande importância compreender as particularidades climáticas de cada região para um bom manejo da agricultura, e entender as problemáticas que fatores climáticos extremos podem causar na região (Oliveira et al., 2019).

2.3.Irrigação em citros

O uso de irrigação em pomares de citros garante inúmeros benefícios para a cultura, como uma boa florada e um bom pegamento de frutos, sendo assim, garantindo uma produção de melhor qualidade (Vellame, 2010). A utilização de sistemas de irrigação eleva a produção entre 35% e 75% se comparados a produção em sequeiros, tendo frutos com melhores aspectos, tamanho, peso e óleo na casca (Coelho et al., 2011).

De acordo com a Fundecitrus (2023) a área irrigada de citros corresponde a 36% no cinturão agrícola, equivalente à 140.583 hectares em inventário feito no ano de 2022, observando uma crescente de 6% em comparação ao inventário feito em 2018. A maior concentração de pomares irrigados se encontra no setor Norte com 61.292 hectares, enquanto o setor Noroeste possui 23.788 hectares de área irrigada, e 39% das áreas irrigadas correspondem a pomares adultos, com 82.264 hectares de área irrigada. O movimento da citricultura na Costa Leste do Mato Grosso do Sul, localizada próxima ao Noroeste Paulista se dá com planejamento que inclui os investimentos em sistemas de irrigação, com predominância dos pivôs centrais e gotejamento e o trabalho de Fauvel (2023) estabelece relações de dependência climática entre as duas regiões, que permite uma sinergia entre o presente trabalho e os pomares da região da Costa Leste do Mato Grosso do Sul.

Em casos de utilização de sistemas de irrigação por aspersão, podem ser utilizados tanto o sobrecoipa quanto o subcoipa, proporcionando 100% de área molhada, porém, esse método não apresenta tanta eficiência no momento da aplicação e é necessário ficar atento ao período de floração, pois o impacto ocasionado pelo jato de água pode causar quedas de flores. O método de irrigação localizada, sendo esse o de gotejamento e do microaspersão, tem causado efeitos positivos entre os citricultores, tendo entre suas vantagens a alta eficiência de aplicação,

baixa pressão, operações com menos dificuldades e uma aeração do solo bem controlada (Coelho et al., 2011).

2.4. Estações Agrometeorológicas

As estações agrometeorológicas tem um papel fundamental para a agricultura, sendo de grande importância para obtenção de dados climáticos como evapotranspiração, chuva, temperatura, entre outros parâmetros e a partir desses dados é possível analisar e fazer a gestão dos recursos hídricos de acordo com a necessidade do agricultor, já que através da relação entre chuva e evapotranspiração é possível fazer o balanço hídrico (Kombiyama, Vestena, 2006).

Um grande avanço para as estações agrometeorológicas é a automação dela, trazendo a possibilidade de coletar e monitorar dados em tempo real, até mesmo em locais em que antigamente não seria possível fazer o monitoramento pelo meio convencional (Almeida, 2013). As estações agrometeorológicas automáticas estimam a evapotranspiração de referência (ET_o) e as chuvas, dois parâmetros climáticos indispensáveis para a tomada de decisão do agricultor irrigante, pois a partir desses dados é possível realizar o melhor manejo da irrigação para as culturas (Ferreira et al., 2008). Podem ser ainda classificadas como compactas (pré-programadas) e prontas para uso e as programáveis, com as utilizadas pela Rede Agrometeorológica do Noroeste Paulista (RANP), quando se tem a opção de definir o tempo de varredura – ou intervalo de leituras - e em qual tempo serão explicitados os dados, bem como operações matemáticas conforme a conveniência.

A UNESP Ilha Solteira opera a RANP, estabelecida por recursos fornecidos pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) no projeto “Modelagem da Produtividade da Água em Bacias Hidrográficas com Mudanças de Uso da Terra” (Processo 2.009/52.467-4) e teve por objetivo introduzir estudos que combinam sensoriamento remoto e o conceito de rede de estações agrometeorológicas para estudos de evapotranspiração em escala regional, até então inexistente na região, e monitora a região localizada entre a margem direita do rio Tietê e a margem esquerda do rio Grande, tendo ao fundo o rio Paraná. Os dados agroclimáticos históricos são imprescindíveis para um bom planejamento dos recursos hídricos. O tempo de varredura é de dez segundos e a UNESP disponibiliza as informações de variáveis

climáticas obtidas de forma livre e gratuita através do Canal CLIMA¹, tendo atualizações a cada cinco minutos (UNESP, 2023).

Os dados agroclimáticos são obtidos através de sensores que fazem os registros à tempo determinado, e assim, a radiação solar global é obtida pelo piranômetro, a temperatura, pelos termômetros, a umidade do ar é obtida pelos higrômetros, a velocidade e direção do vento são obtidas pelo conjugado anemômetro e catavento, enquanto que a pressão atmosférica é obtida pelo barômetro e a chuva ou precipitação pelo pluviômetro.

A combinação da evapotranspiração estimada pelas variáveis agroclimáticas acima e as chuvas no chamado balanço hídrico é uma ferramenta estratégica de gestão, mas para um planejamento consistente precisa de uma longa série de dados, e Silva et al. (2021) mostram a importância das redes agrometeorológicas quando examinam os dados de duas estações em um mesmo município e indicam a diferença entre os dados, que exigem procedimentos agronômicos e de irrigação distintos, mesmo em uma área territorial não tão extensa.

3. Material e Métodos

3.1. Área de Estudo

Esse estudo foi conduzido na cidade de Sud Mennucci, localizado no Noroeste do estado de São Paulo. O município possui atualmente 7.355 habitantes e uma área territorial de 594,744 km² (IBGE, 2023), e está localizado na Latitude 20° 68' 72" S e Longitude 50° 92' 38" O, e altitude de 365,71 metros. De acordo com classificação de Köppen, possui o tipo climático Aw, sendo caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno, tendo uma média de temperatura de 22,8° e uma precipitação média anual é de 1.224 mm.

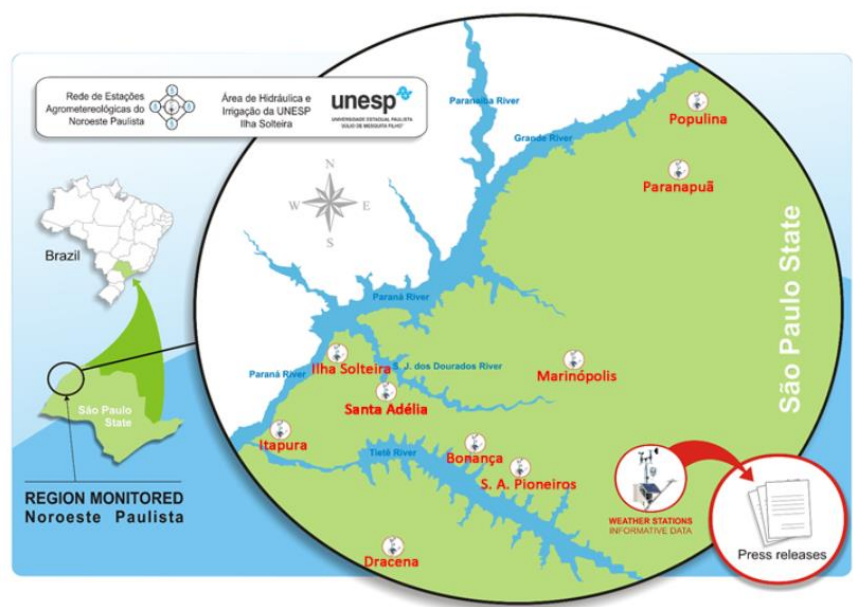
Os dados agroclimatológicos para elaboração deste trabalho foram registrados pela Estação Santa Adélia Pioneiros, que se localiza na Usina Santa Adélia - Pioneiros, a 6,5 quilômetros da cidade de Sud Mennucci, tendo iniciado suas atividades no dia 07 de julho de

¹ <http://clima.feis.unesp.br>

2011 com cobertura vegetal grama batatais. A estação está posicionada à Latitude de 20° 43’ 42’’ S e Longitude de 50° 57’ 35’’ O, e se encontra em uma altitude de 350 metros.

A estação faz parte da Rede Agrometeorológica do Noroeste Paulista - RANP (UNESP, 2023), onde possui mais nove estações meteorológicas que se localizam em cidades do Noroeste Paulista (Ilha Solteira, Itapura, Santa Adélia, Marinópolis, Paranapuã, Populina, Dracena e Bonança). Possui um tempo de varredura de 10 segundos e compilados à base diária, com registros dos eventos extremos no período. Foram obtidos os dados-base da RANP para este trabalho, e foram coletados os dados dos dias 07 de julho de 2011 ao dia 31 de dezembro de 2023.

Figura 1. Estações operadas pela RANP.



Fonte: Canal Clima da UNESP.

A Estação Agrometeorologica Santa Adélia Pioneiros possui sensores que possuem a capacidade de registrar dados de oito variáveis climáticas como: Radiação Global, PAR – Radiação Fotossinteticamente Ativa, Radiação Líquida, Temperatura, Umidade Relativa do Ar, Precipitação, Direção do Vento e Pressão Atmosférica.

Tabela 1. Descrição dos Sensores da rede agrometereologica Santa Adélia Pioneiros.

Modelo	Descrição	Tipo Sensor	Fabricante
LI200	PIRANÔMETRO	RAD/GLOBAL	LI-COR
LI190SB-L16	QUANTUM	PAR	LI-COR

CH100-SW	REGULADOR/CARREGADOR DE TENSÃO 12V		CAMPBELL
NR-LITE-L12	NET RADIÔMETRO	RAD/LÍQUIDA	KIPP & ZONEN
CS215-L18	SENSOR TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA	TEMP/UMR	CAMPBELL
TB4-L15	PLUVIÔMETRO	PLUVIOMETRO	CAMPBELL
RF450	RADIO 900 MHZ		CAMPBELL
03002-L12	ANEMÔMETRO	DIR/VENTO	YOUNG
CR1000-ST-SW-NC	DATALOGGER CR1000	DATALOGGER	CAMPBELL
PTB101B	BARÔMETRO	PRESSAO/ATM	VAISALA

Fonte: Canal Clima da UNESP.

3.2. Estimativa da Evapotranspiração de Referência (ET_o)

A Evapotranspiração de Referência (ET_o) é representação da evapotranspiração de uma superfície de referência, onde a superfície de referência se assemelha à uma superfície verde, regada, uniforme e com crescimento ativo em que sombreia totalmente o solo (ALLEN et al., 1998)

A ET_o é calculada e fornecida pelo Canal Clima da UNESP, o cálculo é feito pela equação de Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998), com a seguinte equação:

$$ET_o = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 U_2)}$$

Em que:

ET_o = Evapotranspiração de referência (mm dia⁻¹);

R_n = Radiação Líquida (MJ m⁻² dia⁻¹);

G = Fluxo de calor no solo (MJ m⁻² dia⁻¹);

T = Temperatura média do ar a 2 m de altura (°C);

U₂ = Velocidade do vento a 2 m de altura (m s⁻¹);

e_s = Pressão do vapor de saturação (kPa);

e_a = Pressão real do vapor (kPa);

$e_s - e_a$ = Déficit da pressão de vapor (kPa);

Δ = Pendente da curva de pressão de vapor (kPa °C⁻¹);

γ = constante psicrométrica (kPa °C⁻¹).

3.3. Tabulação dos dados

Os dados obtidos foram tabulados em planilha eletrônica Excel, onde foram compilados dados dos anos de 2011 a 2023, e as variáveis observadas foram: Radiação Global, Par, Radiação Líquida, Temperatura, Umidade Relativa do Ar, Precipitação, Direção do Vento e Pressão Atmosférica.

A partir desses dados foram feitos cálculos para a média diárias mensais e média diária histórica, utilizando a fórmula MEDIASES para obtenção das médias mensais para todos os anos observados e para os dados de precipitação foi utilizado a fórmula SOMASES, para obtenção do acúmulo de chuvas mensais ao longo dos anos.

Após esses dados serem compilados e calculados, foram constituídos os gráficos a partir das tabelas de média mensal para as variáveis, abrangendo os anos de 2018 a 2023.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Evapotranspiração de Referência e Precipitação

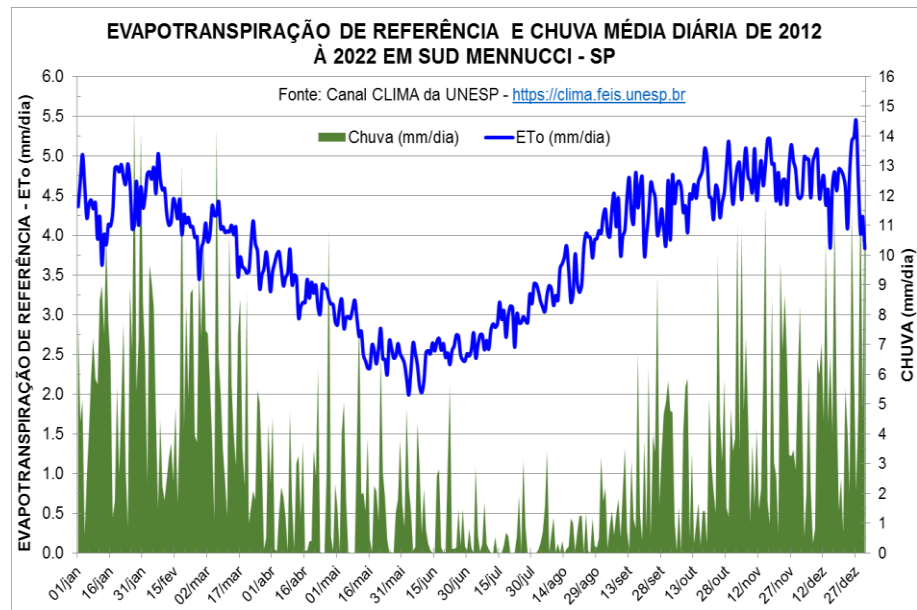
Na Figura 2 são caracterizadas as médias históricas diárias da evapotranspiração de referência e da precipitação, sendo observado que na maior parte dos dias a precipitação é menor que a evapotranspiração de referência, e na Tabela 2 são apresentados os valores médios mensais e a média histórica da série. Em casos de déficit hídrico, os efeitos vão diferir de acordo com a cultura, a duração e o quão severo é o déficit, e tem efeitos diferentes de acordo com o estágio de desenvolvimento em que a cultura se encontra (Silva Junior et al., 2018). Para cultura dos citros, em casos de déficit hídrico ocorrerá a perda da produtividade, principalmente se acontecer no momento entre o florescimento e pegamento do fruto, porém se ocorrer em outro período fenológico dos citros o déficit hídrico não será prejudicial (Silva et al., 2020).

A partir dos dados obtidos foi possível observar os valores de evapotranspiração da região de Sud Mennucci, onde o valor mínimo foi de 2 mm dia⁻¹, o valor médio de 3,8 mm dia⁻¹ e o valor máximo médio diário de 5,4 mm dia⁻¹ (Figura 2) que ocorre em 27 de dezembro. No caso da precipitação, a chuva anual da região foi de 1.156 mm. Sob irrigação, a indução floral se dá nos períodos de menores taxas de evapotranspiração, contudo, também é um período de baixa pluviosidade histórica, trata-se de uma estratégia adequada de manejo da irrigação, pois, a partir de agosto, inicia-se um ciclo de elevadas demandas hídricas, historicamente, as chuvas podem minimizar o uso do sistema de irrigação e assim, fazer a safra com menores custos energéticos, mas se, em determinado ano, houver alteração na variabilidade das chuvas previstas, o Citricultor Irrigante poderá ter a sustentabilidade do seu negócio garantida pela segurança hídrica do sistema de irrigação.

Um bom manejo da irrigação deve ser capaz de suprir as demandas da evapotranspiração, e a definição da lâmina de projeto vai depender do que o produtor acredita ser necessário para a sua produção, podendo ter estratégias como definir uma irrigação deficiente, esperar possíveis períodos de chuvas ou optar por fazer uma irrigação plena do local buscando alcançar a produtividade desejada, porém qualquer que seja a escolha, é de grande importância a análise da evapotranspiração.

O manejo da irrigação deve se atentar ao estágio fenológico em que a cultura dos citros se encontra, portanto, quando a cultura estiver nas suas fases de brotação, emissão de botões florais, frutificação e no início do desenvolvimento dos frutos, a necessidade hídrica da cultura é maior, precisando se atentar às épocas de chuvas e taxas de evapotranspiração, para que não ocorra déficit hídrico, conforme os estádios vão passando, chegando na fase de colheita e de semidormência, a demanda hídrica exigida pela cultura será menor (Coelho et al., 2011).

Figura 2. Média diária da Evapotranspiração de Referência e da Chuva em Sud Mennucci – SP.



Fonte: Canal Clima da UNESP.

Tabela 2. Médias diárias mensais da evapotranspiração de referência.

EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA (mm/dia)														
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	MÉDIA
Jan	-	4,4	4,8	5,0	4,9	3,9	3,6	4,0	5,0	4,6	4,2	4,3	4,2	4,4
Fev	-	4,7	4,4	4,7	4,2	3,9	4,4	4,0	4,3	3,9	4,7	4,5	3,8	4,3
Mar	-	4,1	3,8	3,7	3,7	3,7	3,5	3,9	4,0	4,3	4,0	3,9	3,5	3,9
Abr	-	3,1	2,8	3,3	3,3	3,5	2,7	3,3	3,2	3,8	4,1	3,5	3,1	3,3
Mai	-	2,4	2,4	2,4	2,3	2,2	2,3	3,2	2,7	3,0	3,3	3,0	2,9	2,7
Jun	-	2,0	2,1	2,3	2,3	2,0	2,1	2,9	3,0	3,0	2,9	2,7	2,3	2,5
Jul	3,1	2,5	2,6	2,4	2,2	2,7	2,5	3,1	3,1	3,3	3,5	3,6	2,8	2,9
Ago	3,6	3,3	3,4	3,4	3,4	3,1	2,8	3,4	3,7	4,4	4,2	3,5	3,4	3,5
Set	4,7	4,1	4,1	3,8	3,7	3,6	4,0	4,0	4,7	5,6	5,2	4,0	4,6	4,3
Out	4,3	4,9	4,5	4,8	4,3	4,1	4,2	4,2	5,3	5,6	4,3	4,3	4,4	4,6
Nov	5,3	5,1	5,0	4,3	3,9	4,3	4,3	4,1	4,9	6,0	4,8	5,4	5,0	4,8
Dez	5,5	4,9	5,1	4,7	3,8	4,3	4,2	4,9	4,0	5,1	4,8	4,5	4,9	4,6
MÉDIA	-	3,8	3,7	3,7	3,5	3,4	3,4	3,8	4,0	4,4	4,2	3,9	3,7	3,8
SOMA (mm/ano)	-	1392	1363	1360	1276	1253	1235	1373	1460	1596	1521	1435	1364	1393

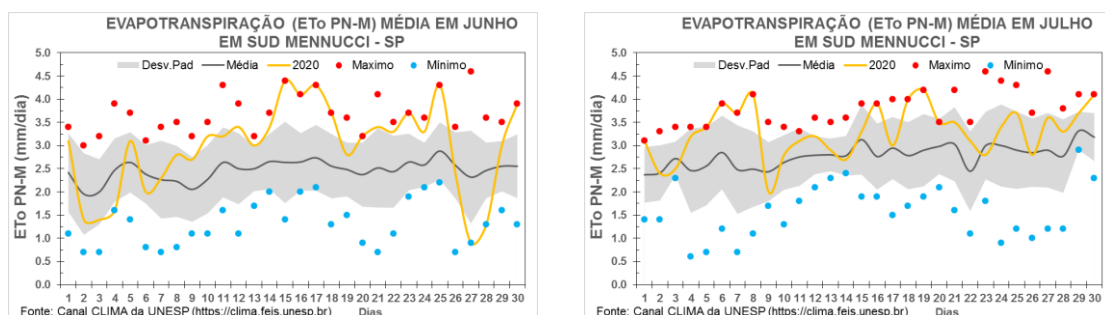
Fonte: Canal Clima da UNESP.

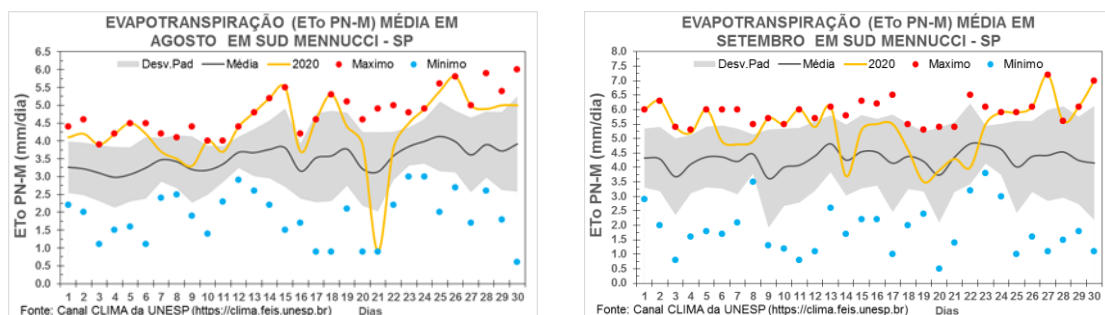
Na Figura 3 é possível observar a evolução da Evapotranspiração de Referência em 2.020 e histórica na cidade de Sud Mennucci, para os meses de junho, julho, agosto e setembro, meses esses que são delicados para a cultura dos citros, pois ocorre o florescimento e o pegamento de frutos, portanto, é um momento em que a cultura não pode sofrer com déficit hídrico. De acordo com as imagens, o ano de 2020 foi crítico na questão da evapotranspiração, apresentando taxas elevadas nos meses, em que historicamente, ocorrem menos ocorrências de chuvas, portanto, ocorre um grande risco de a cultura sofrer com o estresse por conta do déficit hídrico.

A utilização de um sistema de irrigação para esses casos se torna imprescindível para um bom resultado de produtividade para a cultura, pois, sem um sistema adequado e sem uma adequada análise das variáveis climáticas, as chances de uma produção abaixo do ideal são enormes.

De acordo com Silva Junior (2017), a Estação Santa Adélia Pioneiros, em comparação com as outras Estações pertencentes a RANP, apresentou o menor volume de déficit, sendo a localidade com melhores condições climáticas para desenvolver práticas irrigadas, portanto, o manejo da irrigação está intrinsicamente ligado às análises das variáveis climáticas, para que assim seja possível escolher uma melhor lâmina de irrigação, e, analisando as variáveis de um ano como o de 2020, as exigências de irrigação são maiores em comparação aos outros anos, sendo de suma importância a análise de dados históricos para o melhor entendimento do clima da região e suas possíveis variáveis.

Figura 3. Evolução da evapotranspiração de Referência em 2020 e histórica em Sud Mennucci - SP.





Fonte: Canal Clima da UNESP.

Na Tabela 3 estão os dados médios mensais da precipitação observada, com média anual de 1.156 mm, com janeiro e dezembro sendo os meses de maiores volumes de chuva histórico, tendo sido o ano de 2020 o mais crítico da série com 689 mm seguido de 2021 com 844 mm, impondo dificuldades à uma produtividade adequada, e mesmo em condições de irrigação, os custos de produção se elevam, pela maior necessidade da operação. Porém as chuvas devem ser analisadas sempre com atenção na questão da escala em que se analisa, enquanto, na evapotranspiração há uma previsibilidade maior e uma menor diferença entre os extremos, o mesmo não acontece com as chuvas. Como exemplo se pode usar o ano de 2012, com o maior volume de chuvas anual da série (1.581 mm), porém com chuvas concentradas em janeiro e dezembro seguindo o esperado, o inverno foi de baixa precipitação com apenas 7 mm nos meses de julho e agosto e 89 dias sem chuva maior que 10 mm, entre os períodos de 21 de junho a 18 de setembro, e assim, exigindo o uso intensivo da irrigação, com média de ETo de $3,3 \text{ mm.dia}^{-1}$ neste período.

Tabela 3. Médias mensais da precipitação em Sud Mennucci – SP.

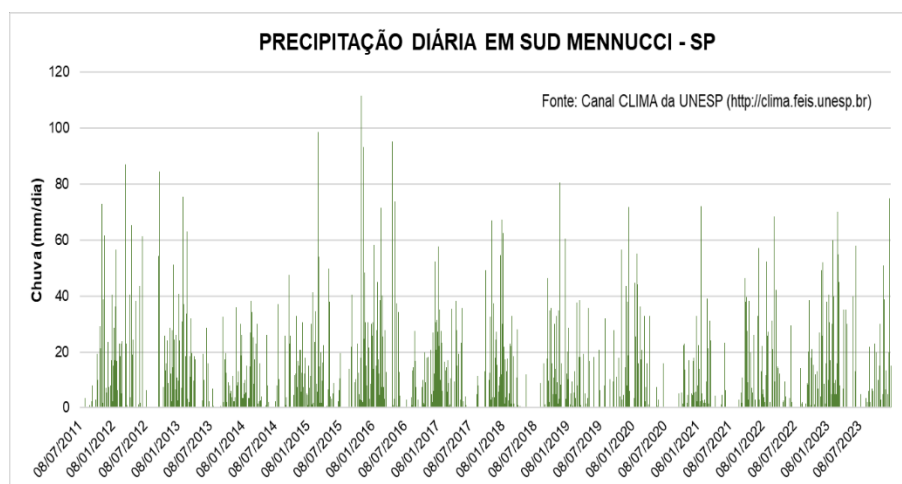
CHUVA MÉDIA (mm/mês)														
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	MÉDIA
Jan	-	346,9	117,7	94,6	114,6	263,3	319,9	263,8	83,8	131,8	157,7	214,5	211,4	191,7
Fev	-	131,9	330,5	168,7	170,8	278,4	72,8	111,0	103,6	210,2	32,0	112,2	218,0	156,6
Mar	-	111,6	126,1	120,4	232,2	138,4	108,1	77,1	134,2	75,7	204,7	207,3	234,0	139,6
Abr	-	180,8	60,2	30,5	39,8	99,4	99,9	30,9	37,3	34,9	6,2	38,6	137,0	59,9
Mai	-	57,7	42,0	36,4	118,0	172,3	109,4	12,7	56,0	8,8	5,9	27,0	40,0	58,7
Jun	-	166,5	60,2	2,3	14,2	61,7	8,1	0,0	18,3	21,6	30,1	38,3	71,0	38,3
Jul	0,3	6,9	10,2	89,9	42,6	3,0	0,0	0,0	27,2	0,3	0,0	0,0	5,0	15,0
Ago	6,4	0,0	0,0	0,8	14,3	80,0	37,3	27,2	67,9	0,5	5,0	27,7	34,9	22,3
Set	10,7	154,8	77,8	142,5	110,3	46,6	19,1	137,4	44,2	5,1	22,7	93,0	15,0	72,0
Out	106,5	57,2	57,6	20,0	75,6	59,3	144,3	136,3	45,8	70,7	225,8	86,4	123,3	90,5
Nov	226,4	122,4	45,0	185,5	394,7	72,5	186,2	266,4	106,9	28,1	44,2	56,5	134,9	144,6
Dez	137,5	244,4	174,3	112,6	137,3	194,3	248,9	102,2	246,8	100,8	110,1	196,6	129,8	167,2
SOMA (mm/ano)	-	1581	1102	1004	1464	1469	1354	1165	972	689	844	1098	1354	1156

Fonte: Canal Clima da UNESP.

Na Figura 4 é possível analisar a chuva diária de Sud Mennucci do dia 08/07/2011 ao dia 31/12/2023, permitindo uma melhor compreensão da sua dispersão durante os anos avaliados e a comparação futura. O maior volume de chuva diário ocorreu no dia 2 de novembro de 2015, registrando 111,5 mm, quando a média histórica para este dia é de 11 mm (Figura 2). Também é possível observar que chuvas maiores a 60 mm ocorrem em apenas 0,5% dos dias, ou seja, apenas 22 dos dias, enquanto chuvas com volumes entre 10 mm e 40 mm, representaram 9% dos dias. Já as chuvas inferiores a 10 mm representam 20% dos dias, e em 70% dos dias não ocorreu chuvas em Sud Mennucci.

Ao observar o ano de 2022 e 2023, é possível identificar que teve menores dias sem chuva e teve uma distribuição de chuva aparentemente adequada, porém, em 2022 ocorreu volumes baixos de precipitação em novembro, com um volume de 56,5 mm, o que ocasiona em abortamento de flores e quedas dos frutos devido ao baixo armazenamento de água no solo, pois, em contrapartida, os níveis de evapotranspiração (Figura 5) se intensificam nessa época do ano, com 5,4 mm/dia, podendo causar déficit hídrico à cultura, já em 2023 o volume de precipitação em novembro aumentou para 134,9 mm e o déficit hídrico diminuiu para 5 mm/dia, causando uma diminuição nas chances de déficit hídrico. De acordo com Ferreira (2019), por conta do déficit hídrico o crescimento e o desenvolvimento da cultura ficarão comprometido, pois influencia diretamente na redução da fotossíntese, que é a responsável por produzir de forma primária os carboidratos.

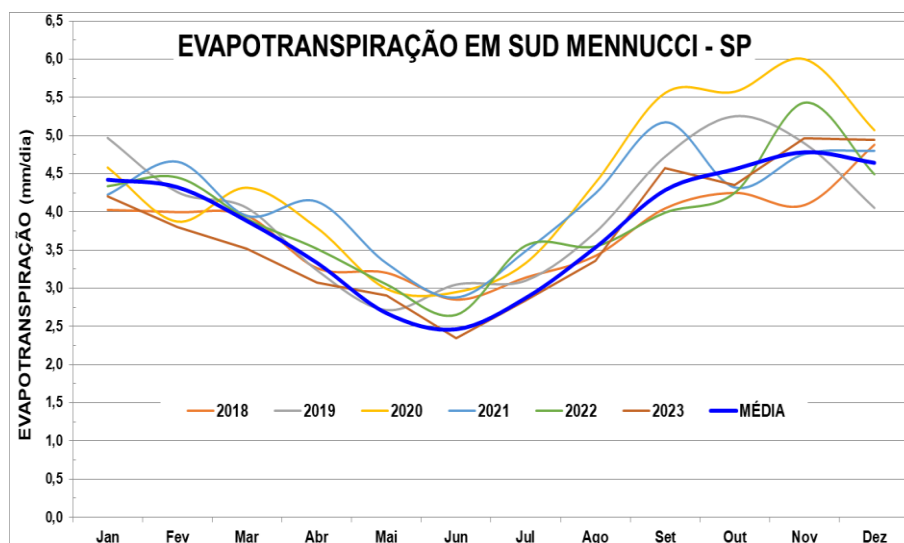
Figura 4. Precipitação diária em Sud Mennucci - SP de 08/07/2011 a 31/12/2023.



Fonte: Canal Clima da UNESP.

Na Figura 5 são apresentados os dados de evapotranspiração média mensal de Sud Mennucci durante os anos de 2018 e 2023. As chuvas representam a entrada de água no solo, em contrapartida, a evapotranspiração vai representar a retirada de água do solo, sendo assim, é de grande importância ter a quantidade adequada de água armazenada no solo. Os valores de evapotranspiração no mês de novembro apresentam maiores taxas, coincidindo com o crescimento dos citros, e dependendo de quando ocorreu a florada em condição de sequeiro e ocorrer de faltar chuvas, e associado a elevadas temperaturas, ocorrerá danos diretos na produtividade da cultura. Segundo Silva (2014), a evapotranspiração é um elemento de grande importância, sendo um dos principais componentes do ciclo hidrológico, portanto, tendo uma estimativa dela de maior confiabilidade resultará em um melhor entendimento sobre o balanço da água, fazendo com que tenha um melhor manejo da irrigação.

Figura 5. Evapotranspiração de referência média em Sud Mennucci - SP.

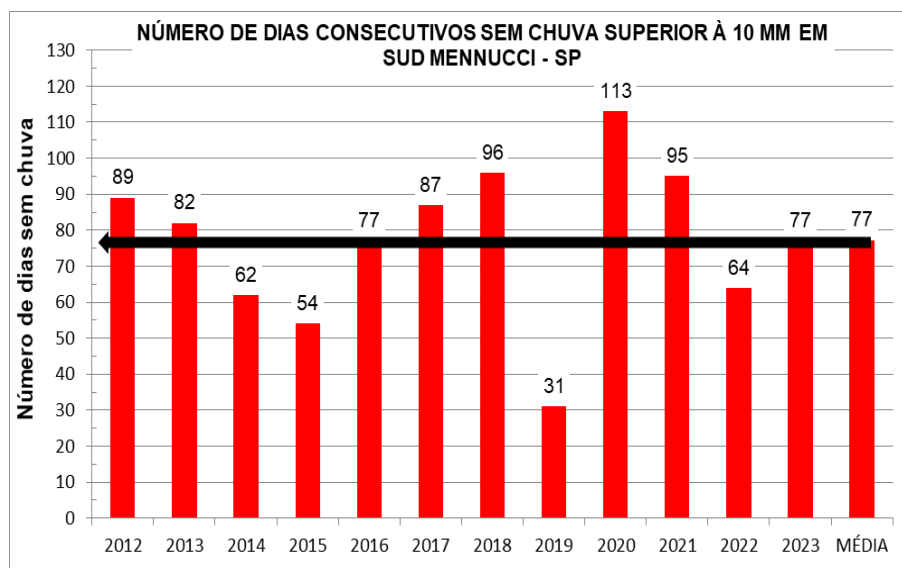


Fonte: Canal Clima da UNESP.

Observa-se que nos últimos anos houve uma elevação dos valores da ETo em relação à média (Tabela 2), daí a representação apenas destes anos para que se dê a devida importância ao desenvolvimento da resiliência aos extremos climáticos, neste caso, representado por investimentos em sistemas de irrigação mais robustos, não apenas pela relação econômica comparativa entre CAPEX e OPEX, mas sim, pela capacidade de atender demandas de evapotranspiração mais expressivas que podem acontecer com veranicos e mesmo períodos mais prolongados sem chuva em meses onde se esperaria menor uso do sistema de irrigação

exatamente pela presença das chuvas e assim, garantir a produtividade planejada através das devidas práticas agrônômicas. Historicamente são 77 dias consecutivos sem chuvas maiores que 10 mm por dia (Figura 6), predominantemente no inverno e primavera, mas a irregularidade das chuvas tem imposto perdas expressivas à citricultura. Em 2020 foi observado os maiores dias sem chuva consecutivos superior à 10 mm diário, totalizando 113 dias.

Figura 6. Número de dias consecutivos sem chuvas superior à 10 mm diário.



Fonte: Canal Clima da UNESP.

A Figura 7 com a distribuição de frequência acumulada da evapotranspiração em 4.195 dias permite subsidiar a discussão mais ampla sobre a lâmina de projeto. Com evapotranspiração média de $3,8 \text{ mm.dia}^{-1}$, que na prática significa que em 50% dos dias se tem a evapotranspiração em valor de 3,8 mm ou inferior à esta magnitude e assim, se o investimento em um sistema for com esta capacidade, atenderá as demandas da cultura somente em metade dos dias, enquanto nos outros 183 dias do ano o Irrigante deverá esperar que ocorra chuvas, pois não atenderá a demanda para a busca da produtividade potencial. Fato que não acontecerá, pois os dados mostram que em 70% dos dias nada chove e nos 30% dos dias restantes que teriam chuva, 20% dos dias do período registram volumes inferiores à 10 mm, que é o mínimo para em agricultura ser considerado “dia de chuva” e incapaz de repor o armazenamento de água no solo.

Assim, analisando a distribuição de frequência da evapotranspiração, se a escolha da lâmina de projeto ou capacidade do sistema recair sobre 4,8 mm/21 horas (novembro em média

histórica tem esta demanda diária), o sistema será capaz de atender as demandas de 75% dos dias, ou seja, 1 em cada 3 dias não é capaz de atender a demanda. Porém com um adequado programa de manejo da irrigação, é possível suprir as necessidades da cultura sem impor restrição hídrica, pois se tem 3 dias para repor as perdas maiores que os $4,8 \text{ mm.dia}^{-1}$, sendo possível, pois 51,3% das demandas estão entre $3-5,0 \text{ mm.dia}^{-1}$.

Contudo, isso se faz à custos operacionais maiores, pois quase todo o dia está utilizado para a irrigação, portanto, com uma parcela maior do tempo no horário Fora da Ponta, de custo energético três vezes maior que no Horário Reservado ou Tarifa Noturna. Sistemas mais robustos exigem maiores investimentos, mas um sistema capaz de aplicar $6,0 \text{ mm}/21 \text{ horas}$, entrega $3,0 \text{ mm}$ em 9 horas e assim, em 30% dos dias em que se precise irrigar, fará uma operação à baixo custo operacional.

Figura 7. Distribuição da frequência da evapotranspiração de referência.



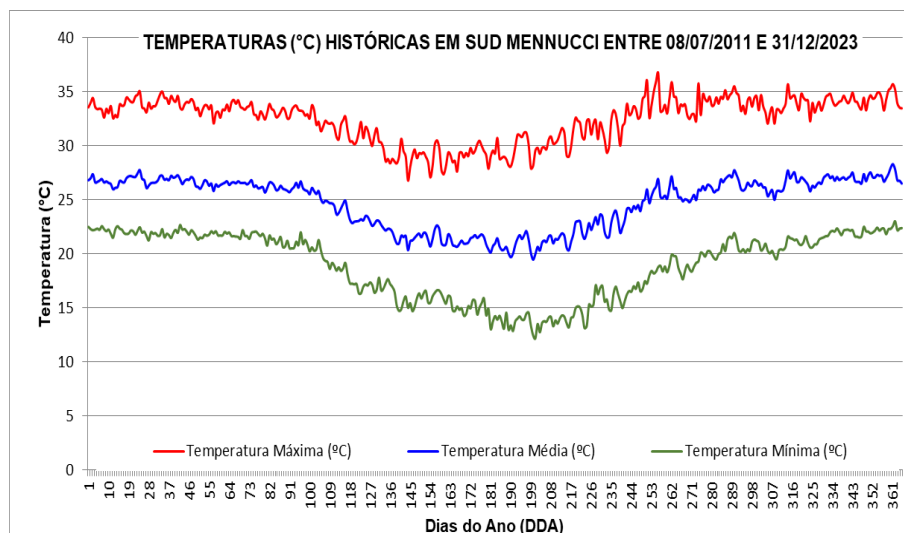
Fonte: Canal Clima da UNESP.

4.2. Temperatura

Na Figura 8 estão as médias diárias históricas das temperaturas máximas, mínimas e médias, tendo estas grande efeito sobre o pegamento das flores e dos frutos dos citros, e consequentemente na produção final da cultura, quando a temperatura superior à 30°C será prejudicial na formação de flores (MOSS, 1969), observando-se que em 77% dos dias a

temperatura ultrapassa este valor considerado crítico podendo causar perda de produtividade. A temperatura média anual foi de 24,7°C (Tabela 4), a temperatura média máxima foi de 27,0°C e a temperatura média mínima foi de 20,9°C. A temperatura média diária máxima é de 36,4°C no DDA 256, em 13 de setembro (máxima em 2/10/2020 com 43,7°C) e a temperatura mínima média diária é de 11,8°C em 20 de julho (mínima de 1,6°C em 20/07/2021). De acordo com a EMBRAPA (2005) a temperatura também irá influenciar na qualidade da produção, pois em locais em que a temperatura é elevada os frutos vão apresentar coloração interna e externa pouco intensa, com teores mais baixos de açúcares e de acidez, e os frutos sob a influência de temperaturas altas durante o período que compreende a fase de floração e maturação faz com que os frutos permaneçam na planta por pouco tempo depois de apresentarem amadurecimento.

Figura 8. Média diária da temperatura máxima, mínima e média em Sud Mennucci – SP.



Fonte: Canal Clima da UNESP.

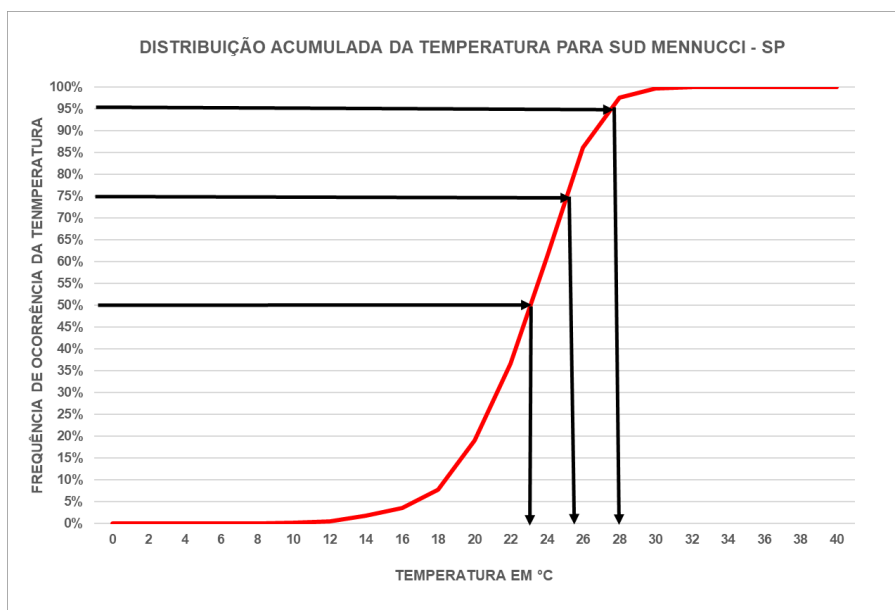
Na Figura 9 é possível observar a distribuição da frequência acumulada de temperatura na cidade de Sud Mennucci, com uma temperatura média de 24,7°C, sendo assim, em 60% dos dias a temperatura média fica em 24,7°C ou inferior a esse valor.

A temperatura tem grande importância no desenvolvimento e na floração das plantas, e conseqüentemente, na produção final da cultura, e de acordo com Sentelhas (2005), em locais em que o clima é tropical úmido, ocasionando em uma amplitude térmica baixa os frutos apresentarão tamanhos maiores e apresentará maior teor de caldo, porém terá teores menores de sólidos solúveis e de concentração de ácidos. Os pomares que se encontram em locais que apresentam temperaturas elevadas igual a 40°C ou superiores, os frutos, as folhas e outros

tecidos irão apresentar maiores injúrias. Portanto, a indução floral causada pela irrigação deve considerar que este período de elevadas temperaturas, que é crítica para a cultura dos citros, ocorra em épocas em que as taxas de evapotranspiração e de temperatura estejam menores.

Em casos de pomares irrigados, a indução do florescimento ocorrerá no final de maio ou junho, diminuindo a probabilidade de abortamento da flor e ocorre o crescimento do fruto até a fase de maior risco de abortamento que nessa região se dá pelo período de 70-80 dias, pois o desenvolvimento crítico acaba ocorrendo nos meses de menor temperatura e de evapotranspiração, em propriedades irrigadas para Coelho et al. (2006) a produção aumenta em mais de 40% se comparada com produções de sequeiros. Em condição de sequeiro a indução ocorre em setembro, então o desenvolvimento inicial ocorrerá com maiores temperaturas e taxa de evapotranspiração, sendo altamente dependente das chuvas.

Figura 9. Distribuição da frequência da temperatura em Sud Mennucci – SP.



Fonte: Canal Clima da UNESP.

Tabela 4. Médias mensais da temperatura média em Sud Mennucci – SP.

TEMPERATURA MÉDIA (°C)														
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	MÉDIA
Jan	-	25,2	26,7	26,9	28,2	26,9	25,9	26,5	28,3	27,3	26,7	26,8	26,1	26,8
Fev	-	26,6	26,4	27,4	26,7	27,3	27,6	26,0	27,0	26,2	26,6	27,0	26,1	26,8
Mar	-	26,3	25,9	25,8	25,5	26,7	26,7	27,7	26,4	25,9	26,4	26,9	26,3	26,4
Abr	-	25,0	23,7	25,4	25,5	26,4	24,8	25,1	25,6	24,4	24,3	25,1	24,6	25,0
Mai	-	21,7	22,4	21,7	22,3	21,5	23,7	22,5	23,5	20,7	22,9	21,0	22,3	22,2
Jun	-	20,9	22,1	21,6	21,5	20,0	20,9	22,4	21,8	22,6	20,9	20,8	19,8	21,4
Jul	22,3	19,8	19,7	20,3	21,4	20,9	20,2	21,9	20,5	22,1	18,8	22,6	21,6	20,9
Ago	22,6	23,2	21,0	23,0	23,4	22,2	22,2	21,2	22,4	22,6	23,4	21,7	23,7	22,4
Set	24,9	24,9	24,2	24,6	25,5	22,7	26,4	23,9	26,2	27,9	27,2	23,2	27,6	25,1
Out	25,4	27,4	25,4	26,6	27,4	25,4	26,2	26,2	27,7	28,0	25,1	25,3	27,7	26,4
Nov	25,3	27,0	26,6	25,8	26,9	26,2	25,8	25,6	27,4	27,4	27,5	25,1	28,3	26,4
Dez	26,7	27,5	27,2	26,6	26,9	26,8	26,7	27,6	26,5	27,4	27,0	26,5	28,8	27,0
MÉDIA	-	24,6	24,3	24,6	25,1	24,4	24,8	24,7	25,3	25,2	24,7	24,3	25,3	24,7
MÁXIMA	-	27,5	27,2	27,4	28,2	27,3	27,6	27,7	28,3	28,0	27,5	27,0	28,8	27,0
MÍNIMA	-	19,8	19,7	20,3	21,4	20,0	20,2	21,2	20,5	20,7	18,8	20,8	19,8	20,9

Fonte: Canal Clima da UNESP.

4.3. Velocidade do Vento e Direção do Vento

De acordo com a Tabela 5, a média da velocidade de vento para a cidade de Sud Mennucci é de $1,1 \text{ m.s}^{-1}$, tendo uma média máxima de $1,4 \text{ m.s}^{-1}$ e uma média mínima de $0,8 \text{ m.s}^{-1}$. É possível observar na Figura 10 que os meses com maiores índices de velocidade do vento são os quatro últimos meses do ano, tendo uma queda nesses índices no início do ano. É importante avaliar esse parâmetro pois em casos de ventos fortes pode ocasionar em tombamentos das plantas jovens de citros, sendo necessário realizar o tutoramento dessas plantas (Mello et al., 2002).

Na Tabela 6 é possível observar a média mensais de Direção do Vento para a cidade de Sud Mennucci, apresentando uma média de $157,7^\circ$. A Direção do Vento pode influenciar em deficiências hídricas no Balanço Hídrico (Abreu, Hernandez, 2021)

Tabela 5. Médias mensais da Velocidade do Vento em Sud Mennucci - SP.

VELOCIDADE DO VENTO MÉDIA (m/s)														
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	MÉDIA
Jan	-	0,9	1,0	0,8	0,7	0,8	0,7	0,7	1,2	1,2	1,3	1,4	1,7	1,0
Fev	-	0,7	0,8	0,9	0,8	0,5	0,6	0,6	1,2	1,2	1,4	1,0	1,2	0,9
Mar	-	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,7	1,1	1,1	1,0	1,1	1,0	0,8
Abr	-	0,7	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,8	0,9	1,3	1,7	1,1	0,9	0,9
Mai	-	0,8	0,8	0,8	0,7	0,6	0,5	1,5	1,1	1,5	1,5	1,5	1,2	1,0
Jun	-	0,7	0,7	0,8	0,8	0,6	0,6	1,6	1,6	1,7	1,7	1,5	1,0	1,1
Jul	1,1	0,9	1,0	0,8	0,8	0,8	0,6	1,4	1,6	1,4	1,7	1,5	1,2	1,1
Ago	1,3	0,9	1,2	0,9	0,9	1,0	0,7	1,9	2,0	2,1	1,9	2,1	1,4	1,4
Set	1,4	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0	0,8	1,7	2,1	1,8	1,9	2,2	1,6	1,4
Out	1,3	1,1	1,2	1,1	1,0	1,2	1,0	1,5	1,9	2,3	2,0	1,6	1,5	1,4
Nov	1,1	1,0	1,1	0,9	0,8	1,0	0,9	1,5	1,8	2,0	1,8	2,2	1,4	1,3
Dez	1,1	1,0	1,0	1,0	0,8	1,0	0,7	1,2	1,2	1,7	1,5	1,7	1,1	1,2
MÉDIA	-	0,9	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	1,3	1,5	1,6	1,6	1,6	1,2	1,1
MÁXIMA	-	1,2	1,2	1,1	1,0	1,2	1,0	1,9	2,1	2,3	2,0	2,2	1,7	1,4
MÍNIMA	-	0,7	0,7	0,7	0,7	0,5	0,5	0,6	0,9	1,1	1,0	1,0	0,9	0,8

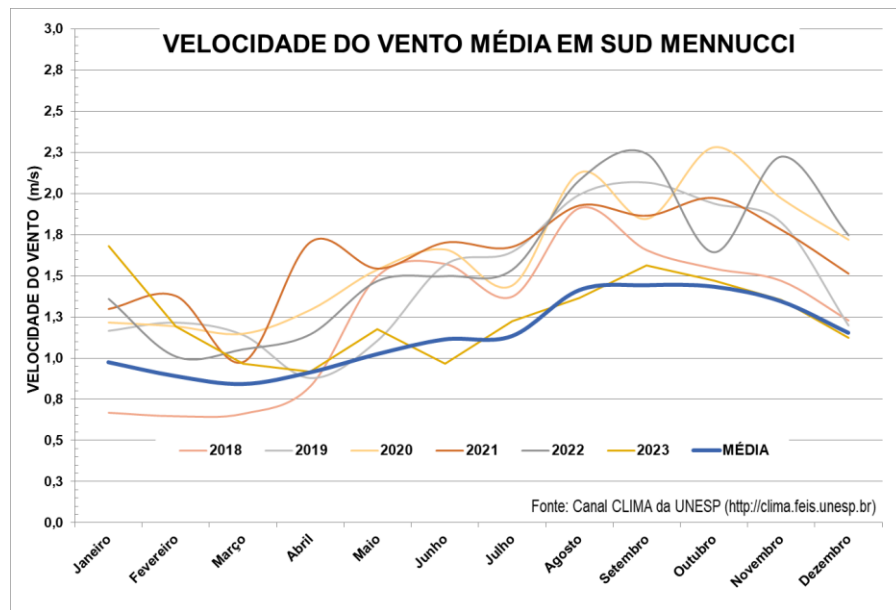
Fonte: Canal Clima da UNESP.

Tabela 6. Médias mensais da Direção do Vento em Sud Mennucci - SP.

DIREÇÃO DO VENTO (°)														
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	MÉDIA
Jan	-	162,2	191,7	165,9	146,4	188,9	215,7	226,7	153,6	188,5	211,1	189,4	212,7	185,5
Fev	-	170,1	162,4	133,7	171,2	204,7	188,2	186,1	158,9	190,2	152,6	180,5	206,3	172,6
Mar	-	193,9	155,7	163,6	185,0	221,4	184,8	227,1	165,4	136,3	185,4	211,8	178,1	184,6
Abr	-	169,9	147,4	170,6	198,8	145,1	164,0	149,2	177,1	173,8	124,8	139,8	120,7	160,0
Mai	-	129,4	127,6	158,4	162,7	172,5	136,5	121,5	149,1	152,3	146,0	182,2	107,4	148,9
Jun	-	144,2	168,0	116,2	117,1	183,9	140,9	139,5	99,0	73,7	138,6	161,7	162,3	134,8
Jul	85,8	88,4	111,4	113,3	135,7	136,6	99,7	122,5	135,3	144,3	125,6	188,7	159,6	123,9
Ago	154,6	105,3	137,4	120,4	102,8	155,3	166,1	149,3	129,4	115,7	149,8	144,9	177,5	135,9
Set	162,7	143,1	140,5	126,4	143,7	156,4	123,2	150,2	129,1	119,0	137,4	131,2	187,8	138,6
Out	161,5	165,2	172,7	178,1	179,0	178,4	159,5	157,3	138,7	107,1	101,7	149,9	191,7	154,1
Nov	164,9	138,5	165,4	220,9	212,4	205,3	171,1	148,7	155,5	169,3	193,5	117,4	217,6	171,9
Dez	206,4	134,9	211,1	175,2	211,4	220,6	177,9	158,0	138,9	195,2	166,7	186,3	180,2	181,9
MÉDIA	-	145,4	157,6	153,6	163,8	180,8	160,6	161,3	144,2	147,1	152,8	165,3	175,2	157,7

Fonte: Canal Clima da UNESP.

Figura 10. Velocidade do vento média em Sud Mennucci – SP.



Fonte: Canal Clima da UNESP.

4.4. Radiação Global e Radiação Líquida

Na Tabela 7 é possível identificar as médias mensais da Radiação Global em Sud Mennucci, onde a média é de 16 MJ/m².dia. É possível observar que os últimos meses possuem as maiores taxas de Radiação Global, com uma média de 19,5 MJ/m².dia no mês de Novembro, e se estendendo até o mês de Janeiro, com 18,8 MJ/m².dia, onde os valores começam a cair a partir do mês de Fevereiro.

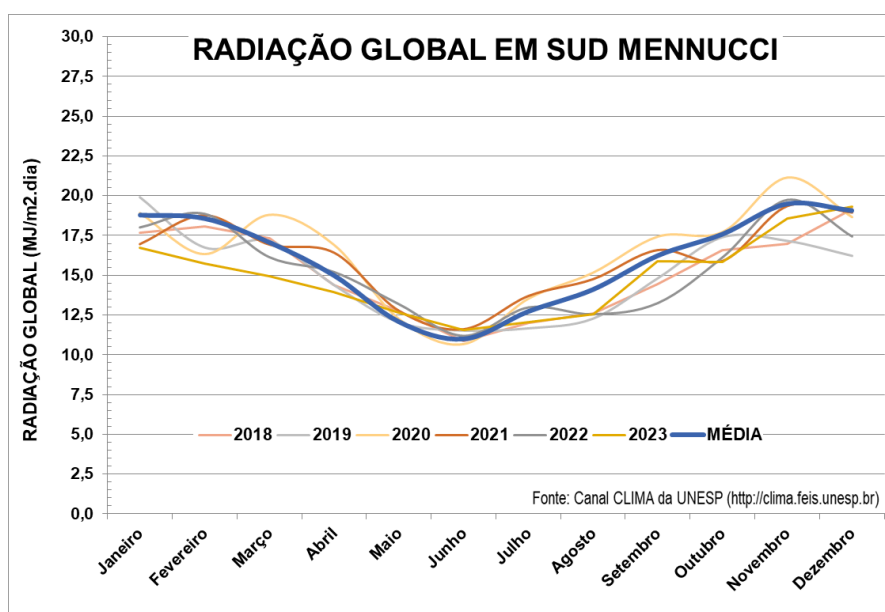
Tabela 7. Médias mensais da Radiação Global em Sud Mennucci - SP.

RADIAÇÃO GLOBAL (MJ/m2.dia)														
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	MÉDIA
Jan	-	20,2	20,7	21,9	20,5	16,6	15,4	17,7	19,9	18,9	17,0	18,0	16,7	18,8
Fev	-	21,5	19,3	20,0	18,4	16,9	19,4	18,1	16,7	16,3	18,8	18,9	15,7	18,6
Mar	-	18,6	16,9	16,8	16,7	16,9	15,5	17,3	17,1	18,8	16,9	16,2	15,0	17,1
Abr	-	14,6	13,4	15,1	15,4	16,2	12,6	14,4	14,4	16,9	16,4	15,2	13,9	15,0
Mai	-	12,4	11,1	11,8	11,4	11,6	11,2	12,7	12,0	12,3	12,8	13,2	12,7	12,1
Jun	-	10,7	10,1	11,0	11,3	11,1	10,7	10,9	11,5	10,7	11,6	11,2	11,5	11,0
Jul	14,5	13,1	13,0	11,7	10,2	13,6	12,6	12,0	11,7	13,5	13,7	13,0	12,0	12,7
Ago	15,1	14,8	14,9	15,1	15,9	13,8	12,2	12,6	12,3	15,2	14,8	12,6	12,5	14,1
Set	19,4	16,3	16,6	18,3	14,9	15,8	17,0	14,5	14,8	17,4	16,6	13,3	15,9	16,2
Out	17,7	20,4	19,3	19,8	17,0	16,3	16,9	16,6	17,4	17,7	15,9	16,1	15,9	17,6
Nov	24,3	22,5	21,3	18,8	16,5	17,6	18,7	17,0	17,1	21,2	19,4	19,8	18,5	19,5
Dez	24,0	20,8	21,6	20,3	15,9	17,8	18,1	19,1	16,2	18,7	19,0	17,5	19,3	19,1
MÉDIA	-	17,1	16,5	16,7	15,3	15,4	15,0	15,2	15,1	16,5	16,1	15,4	15,0	16,0

Fonte: Canal Clima da UNESP.

Ao observar a Figura 11 é possível identificar uma queda nos dados obtidos de Radiação Global no mês de Junho, esse fato ocorre por conta da proximidade do solstício de inverno, que seria o momento em que o sol se encontra no ponto mais distante do plano da linha do Equador (Amendola, 2018) enquanto as maiores taxas ocorrem nos últimos meses do ano por conta da posição zenital em que o Sol se encontra e com condições de baixa nebulosidade na região em que foi estudada (Franco, Hernandez, Castro Teixeira, 2016). A Radiação Global, além de ser utilizada para cálculos onde se simula o crescimento das culturas, podem ser aplicadas também em planejamentos de sistemas alternativos de produção de energia (Almorox et al., 2008)

Figura 11. Radiação Global em Sud Mennucci – SP.



Fonte: Canal Clima da UNESP.

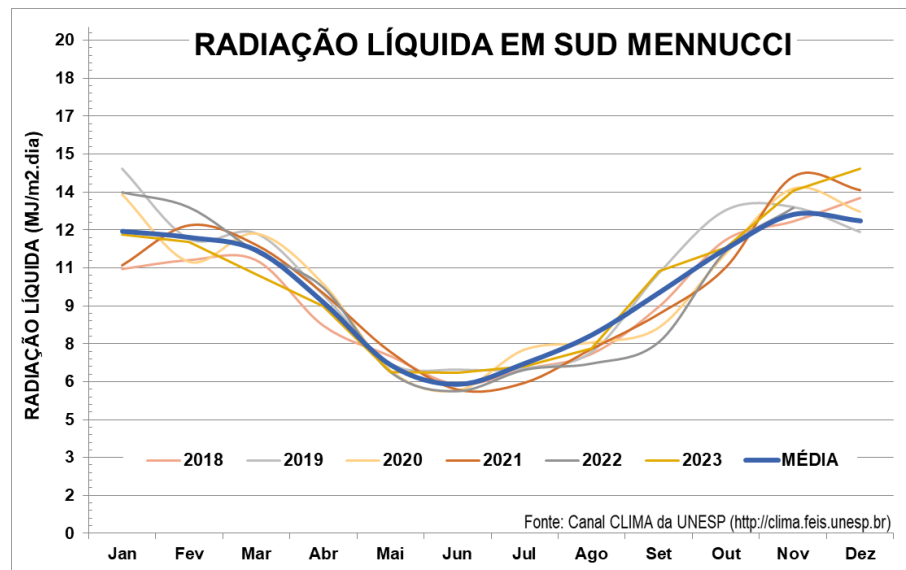
Na Tabela 8 é possível observar as médias mensais de Radiação Líquida na cidade de Sud Mennucci, apresentando uma média de 9,7 MJ/m².dia. E na Figura 12 é possível observar o gráfico da Radiação Líquida, sendo possível avaliar melhor a sua dispersão, tendo uma queda nos valores no meio do ano, onde o mês de Junho apresenta menor valor, com uma média de 5,9 MJ/m².dia. Essas quedas se dão por conta que no meio do ano os dias são menores. A compreensão da Radiação é fundamental, pois ela é necessária para a fotossíntese das plantas, afetando diretamente o crescimento das culturas (Pedro Junior et al., 1989)

Tabela 8. Médias mensais da Radiação Líquida em Sud Mennucci - SP.

RADIAÇÃO LÍQUIDA (MJ/m2.dia)														
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	MÉDIA
Jan	-	10,7	11,9	12,4	11,9	12,0	10,2	10,5	14,4	13,4	10,6	13,5	11,8	12,0
Fev	-	11,9	11,0	11,1	10,5	14,0	12,0	10,8	11,6	10,7	12,2	12,9	11,5	11,7
Mar	-	10,6	9,6	9,9	12,5	14,1	9,6	10,8	11,9	11,8	11,4	11,1	10,3	11,2
Abr	-	8,0	6,7	8,4	10,7	12,7	7,2	8,2	9,4	9,9	9,5	9,7	9,0	9,1
Mai	-	5,8	6,0	5,8	7,4	8,5	6,1	7,0	6,7	6,4	7,2	6,4	6,4	6,7
Jun	-	4,9	5,3	5,5	7,3	7,8	4,9	5,9	6,5	5,6	5,7	5,6	6,3	5,9
Jul	7,5	6,4	6,3	5,7	6,9	9,5	6,0	6,5	6,5	7,3	5,9	6,5	6,6	6,7
Ago	8,0	8,4	6,9	8,7	9,8	9,8	6,9	7,1	7,2	7,5	7,3	6,7	7,3	7,9
Set	10,7	9,3	9,2	9,7	10,7	12,1	9,1	9,0	10,3	8,1	8,7	7,6	10,4	9,5
Out	9,9	11,8	10,5	10,9	12,6	11,9	10,4	11,6	12,8	11,1	10,5	11,2	11,3	11,3
Nov	13,7	12,7	11,9	10,9	13,2	11,5	11,7	12,3	12,9	13,6	14,1	12,9	13,5	12,6
Dez	13,5	11,9	11,8	12,0	12,3	11,5	11,4	13,3	11,9	12,7	13,6	12,5	14,4	12,4
MÉDIA	-	9,4	8,9	9,2	10,5	11,3	8,8	9,4	10,2	9,8	9,7	9,7	9,9	9,7

Fonte: Canal Clima da UNESP.

Figura 12. Radiação Líquida em Sud Mennucci – SP.



Fonte: Canal Clima da UNESP.

4.5.Umidade Relativa do Ar

Na Tabela 9 é possível observar os valores médios mensais de Umidade Relativa do Ar Média em Sud Mennucci, onde a média é de 73,5%, a média máxima é de 80,6% e a média mínima é de 61,1%. De acordo com a Tabela, a Umidade Relativa do Ar não apresenta muita variação nos meses, tendo uma maior queda no mês de Setembro com 61,1%.

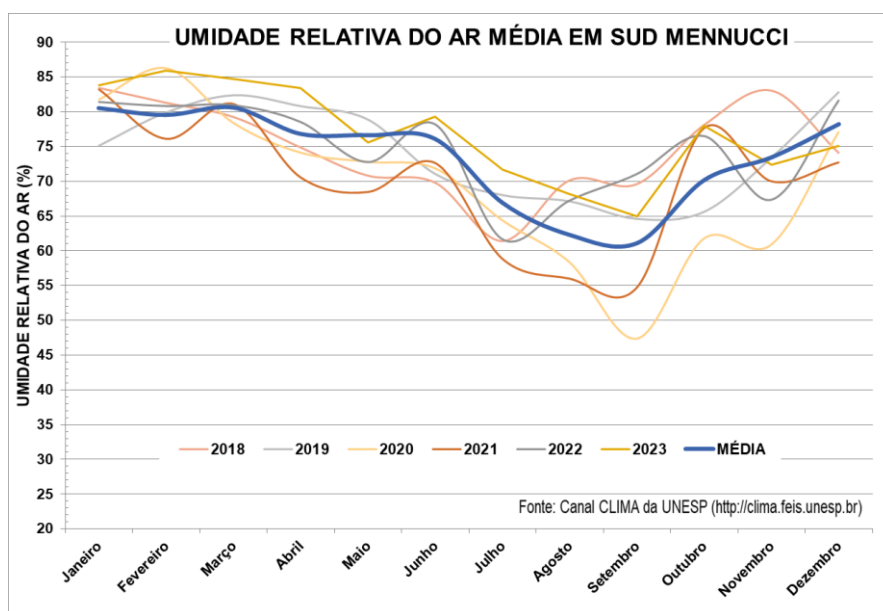
Tabela 9. Médias mensais da Umidade Relativa do Ar em Sud Mennucci - SP.

UMIDADE RELATIVA DO AR MÉDIA (%)														
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	MÉDIA
Jan	-	81,4	79,7	76,7	72,6	83,9	86,1	83,4	75,1	81,8	83,3	81,4	83,8	80,5
Fev	-	76,4	81,8	71,0	80,7	82,7	77,6	81,3	79,9	86,3	76,2	80,8	85,9	79,5
Mar	-	73,8	82,9	81,6	84,8	80,5	80,5	79,3	82,4	78,4	81,2	81,0	84,7	80,6
Abr	-	78,4	80,8	79,2	79,2	66,7	81,5	74,9	80,8	74,1	70,6	78,5	83,4	76,8
Mai	-	79,7	76,6	74,6	82,6	81,9	83,3	70,8	78,9	72,8	68,5	72,8	75,6	76,6
Jun	-	84,2	83,9	72,6	78,0	78,2	76,1	69,8	71,1	71,9	72,7	78,2	79,3	76,1
Jul	60,5	71,3	74,7	72,8	78,7	66,0	64,3	61,4	68,0	64,4	58,9	61,7	71,7	66,9
Ago	56,9	57,3	59,4	59,4	59,2	67,2	68,9	70,2	67,1	58,3	56,0	67,2	68,1	62,3
Set	51,5	59,0	61,7	67,0	68,5	68,2	49,9	69,6	64,6	47,3	54,8	71,1	65,0	61,1
Out	71,0	64,4	70,7	61,2	72,3	71,8	70,8	78,1	65,6	61,8	77,7	76,5	78,0	70,2
Nov	69,0	72,7	72,5	79,0	81,5	73,8	77,8	83,1	73,4	60,9	70,1	67,4	72,4	73,4
Dez	71,0	78,6	77,1	80,2	82,2	79,1	81,6	74,1	82,8	77,1	72,8	81,6	75,1	78,2
MÉDIA	-	73,1	75,2	72,9	76,7	75,0	74,9	74,7	74,1	69,6	70,2	74,9	76,9	73,5
MÁXIMA	-	84,2	83,9	81,6	84,8	83,9	86,1	83,4	82,8	86,3	83,3	81,6	85,9	80,6
MÍNIMA	-	57,3	59,4	59,4	59,2	66,0	49,9	61,4	64,6	47,3	54,8	61,7	65,0	61,1

Fonte: Canal Clima da UNESP.

De acordo com a Figura 13, a umidade relativa média do ar apresenta variações durante os meses, apresentando uma média menor no mês de setembro. A umidade relativa do ar, em condições de boa disponibilidade hídrica, é de grande importância para os estômatos, e consequentemente para a transpiração (Coelho et al., 2011). De acordo de Levy (1980), após estudos com folhas de limoeiro em condições semiáridas em pomar irrigado, constatou que os estômatos respondem efetivamente sob condições de alta demanda de evapotranspiração do ar, fazendo com que se mantenha níveis altos de água na folha, causando menos estresse hídrico, em plantas expostas a temperaturas elevadas e condições de seca.

Figura 13. Umidade Relativa do Ar Média em Sud Mennucci – SP.



Fonte: Canal Clima da UNESP.

5. CONCLUSÕES

As elevadas temperaturas e taxas de evapotranspiração no município de Sud Mennucci podem impor limitação ao desejado pegamento de flores e frutos dos citros, porém, podem ser mitigados combinando investimentos em sistemas de irrigação e época de indução floral, além de adequado manejo da água aplicada, possíveis pelo monitoramento agroclimático e estimativas da evapotranspiração da cultura.

Os valores de evapotranspiração da região de Sud Mennucci, onde o valor mínimo foi de 2 mm dia⁻¹, o valor médio de 3,8 mm dia⁻¹ e o valor máximo médio diário de 5,4 mm dia⁻¹. Para a precipitação, teve uma média anual de 1.156 mm, com janeiro e dezembro sendo os meses de maiores volumes de chuva histórico. A temperatura média anual foi de 24,7°C, a temperatura média máxima foi de 27,0°C e a temperatura média mínima foi de 20,9°C.

Portanto, o estudo do histórico climático de uma região é de suma importância para uma melhor definição de qual sistema e do manejo de irrigação para a região de estudo, sendo assim, estações agrometeorológicas automáticas, como as que compõem a RANP, são ferramentas de grande importância para essas tomadas de decisões e a melhor hora de irrigar.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, P. A. S.; HERNANDEZ, F. B. T. Balanço hídrico climatológico normal e sequencial do município de Pereira Barreto – SP, como auxílio para o planejamento da agricultura irrigada. *Irriga*, n. 3, v. 1, p. 530-545, 2021.
- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300p. (Irrigation and Drainage Paper, 56).
- ALMEIDA, H. A.; HERMENEGIDIO, G. M. S. **Comparação de dados meteorológicos obtidos por estações meteorológicas convencional e automática**. Revista Brasileira de Climatologia, v. 12, n. 1, 2013.
- AMENDOLA, E. C. **Temperatura de superfície e evapotranspiração atual dos citros irrigados por diferentes sistemas**. Tese (Mestrado em Sistemas de Produção) - Universidade Estadual Paulista - UNESP. Ilha Solteira, p. 57. 2018.
- ANDRADE, J. **Das estações meteorológicas às normais climatológicas. Apontamentos para aulas de Geografia Física**, p. 21. 2019.
- BOTEON, M.; GERALDINI, F.; PAGLIUCA, L.G. **Seca impacta na citricultura e limita ainda mais a rentabilidade de produtores. Citricultura atual, Cordeirópolis**, n.104, p.4-5, fevereiro, 2015. Disponível em: <https://gconci.com.br/Conteudo/Pdf/Revistas/104.pdf>. Acesso em: 13 de dezembro de 2022.
- BRUGNARA, E.C.; CASTILHOS, R.V.; SABIÃO, R.R. **Consequências da seca no Oeste Catarinense para cultura dos citros na safra 2020/21**. Agropecuária Catarinense, v.35, n.2, p.11-13, 2022.
- COELHO, E. F.; COELHO FILHO, M. A; MAGALHÃES, A. D. J.; OLIVEIRA, A. S. **Irrigação e fertirrigação na cultura dos citros**. Irrigação e fertirrigação em frutíferas e hortaliças, p. 415-439, 2011.
- COELHO, E.F.; COELHO FILHO, M.A.; SIMÕES, W.L.; COELHO, Y.S. **Irrigação em citros nas condições do nordeste do Brasil**. Laranja, v.27, n.2, p.297-320, 2006.
- CRUZ, A. C. R. **Consumo de água por cultura de citros cultivada em latossolo vermelho amarelo**. 2003. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11140/tde-20102003-153219/>. Acesso em: 13 de dezembro de 2022.
- CUNHA SOBRINHO, A. P. D.; MAGALHAES, A. D. J.; SOUZA, A. D. S.; PASSOS, O. S.; SOARES FILHO, W. D. S. **Cultura dos citros**. 2013.

JESUS JÚNIOR, W. C.; MORANDI, M. A. B.; CHRISTIANO, R. S. C.; YAMAMOTO, P. T. **Impacto potencial das mudanças climáticas sobre as principais doenças de citros no estado de São Paulo**. 2008.

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

EMBRAPA. **Sistema de Produção de Citros para o Nordeste**, 2003. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Citros/CitrosNordeste/clima.htm>. Acesso em: 17 de março de 2023.

CitrusBR. **Exportações brasileiras de suco de laranja – mundo**, 2023. Disponível em: [Exportações CitrusBR](#). Acesso em: 24 de fevereiro de 2024.

FAUVEL, J. M. P. **Evapotranspiração como apoio à eficiência do uso da água na agropecuária**, 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Agrônômica) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2023.

FERREIRA, R. O. **Mecanismos fisiológicos porta-enxertos de citros sob copa de laranja ‘pêra’ em condições de déficit hídrico**. Tese (Doutorado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Estadual de Feira de Santana. Feira de Santana, p. 12. 2019.

FERREIRA, V.; MENDES, A. G.; JÚNIOR, A. D. A., BASTOS, E. **Estações agrometeorológicas automáticas**. Teresina, p. 2. 2008.

FRANCO, R. A. M.; HERNANDEZ, F. B. T.; CASTRO TEIXEIRA, A. H. **Mapeamento da variação espacial e temporal do balanço de radiação e energia em diferentes tipos de uso e ocupação do solo**. Revista Brasileira de Cartografia, v. 68, 2016.

FUNDECITRUS - Fundo de Defesa da Citricultura. **Inventário de árvores e estimativa da safra de laranja do cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste Mineiro 2021/2022**. Araraquara, p.90-91. Disponível em: https://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/2021_07_30_Inventario_e_Estimativa_do_Cinturao_Citricola_2021-2022.pdf. Acesso em: 13 de dezembro de 2022.

FUNDECITRUS. **Inventário de árvores e estimativa da safra de laranja do cinturão citrícola de São Paulo e triângulo/sudoeste mineiro**. Fundecitrus, Araraquara, p. 48-50, 2023.

HERNANDEZ, F. B. T.; SOUZA, S. A. V.; ZOCOLER, J. L.; FRIZZONE, J. A. **Simulação e efeito de veranicos em culturas desenvolvidas na região de Palmeira d'Oeste, estado de São Paulo**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.23, n.1, p.21-30, 2003.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades e Estados: Sud Mennucci (SP). **IBGE**. Disponível em: [Sud Mennucci \(SP\) | Cidades e Estados | IBGE](#). Acesso em: 26 de fevereiro de 2024.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção brasileira de laranja em 2022. **IBGE**. Disponível em: [b1_laranja.xls \(embrapa.br\)](#). Acesso em: 15 de agosto de 2024.

KOBIYAMA, M., VESTENA, L. R. Aplicação do método de Penman Modificado no cálculo da evapotranspiração potencial para quatro estações meteorológicas do estado do Paraná. RECEN-Revista Ciências Exatas e Naturais, v. 8, n. 1, p. 83-97, 2006.

KOLLER, O. C. **Citricultura: 1. Laranja: tecnologia de produção, pós-colheita, industrialização e comercialização.** Porto Alegre: Cinco Continentes, 2006. Cap. 4, p.49-62.

LEVY, Y.; SYVERTSEN, J. P. **Water relations of citrus in climates with different evaporative demands.** In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS, 4., 1981, Tokyo, JP. Proceedings... Tokyo, JP: International Society of Citriculture. v. 2, p. 501-503. 1981.

LIMA, J. E. F. W.; FERREIRA, R. S. A.; CHRISTOFIDIS, D. **O uso da irrigação no Brasil. O estado das águas no Brasil.** Agência Nacional de Energia Elétrica. CD-ROM, 1999.

MAROUELLI, W. A.; de OLIVEIRA, A. S.; COELHO, E. F.; NOGUEIRA, L. C.; SOUSA, V. F. **Manejo da água de irrigação.** EMBRAPA. 2011.

MATTOS JÚNIOR, D.; NEGRI, J.D.; FIGUEREDO, J.O.; POMPEU JUNIOR, J. **Citros: principais informações e recomendações de cultivo.** Boletim técnico, v. 200, p. 9, 2005.

MELLO, R.; ARAÚJO, R. M. M.; CARVALHO, V. S. B; COSTA, L. **Acúmulo de graus/dias para a cultura de citros e análise de vento no município de Nova Iguaçu durante o ano de 2002.** 2002.

MOSS, G.I. **Influence of temperature and photoperiod on flower induction and inflorescence development in sweet orange (Citrus Sinensis L. Osbeck).** Journal of Horticultural Science, v.44, n.4, p.311-320, jan. 1969.

OLIVEIRA, D. A.; HERNANDEZ, F. B. T.; TEIXEIRA, A. H. C. **Balanço Hídrico Espacial na Região Noroeste Paulista em 2018.** In: Inovagri International Meeting, 5., 2019, Fortaleza. Anais eletrônicos... Fortaleza: INOVAGRI, 2019. Disponível em: https://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/fitossanidadeengenhariaruralesolos715/irrigacao5868/fontes_safer_np.doc.pdf. Acesso em: 24 fev. de 2024.

PARMEGIANI, A. L. V. **Identificação e evolução das áreas irrigadas por pivô central no Nolsão Sul-Mato-grossense expandido e seu impacto socioeconômico.** 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Agrônômica) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, 2022.

PASSOS, O. S. **50 anos de P&D em citros no Nordeste brasileiro.** In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 22., 2012, Bento Gonçalves. Anais... Bento Gonçalves: SBF, 2012.

PEDRO JUNIOR, M. J.; ALFONSI, R. R.; CAMARGO, M. B. P.; CHIAVEGATTO, O. M. D. P.; ORTOLANI, A. A.; BRUNINI, O. **Disponibilidade de radiação solar global para o Estado de São Paulo.** Campinas: Boletim Técnico, v. 123, p. 13. 1989.

ILSA. **Produção Brasileira de Citros**, 2022. Disponível em: [Produção Brasileira de Citros - ILSA \(ilsabrazil.com.br\)](https://ilsabrazil.com.br). Acesso em: 24 de fevereiro de 2024.

Fundecitrus. **Safra de Laranja 2023/24 do cinturão citrícola de SP e MG é estimada em 309,34 milhões de caixas**, 2023. Disponível em: < [Safra de laranja 2023/24 do cinturão citrícola de SP e MG é estimada em 309,34 milhões de caixas | Fundecitrus](#)>. Acesso em: 24 de fevereiro de 2024.

SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia dos citros**. In: Citros. 1 ed. Campinas - SP. Instituto Agrônomo/FUNDAG. 2005, v.1, p. 317 - 344.

SILVA, C. R.; JÚNIOR, J. A., SILVA, T. J. A.; FOLEGATTI, M. V.; SANTOS, R. A.; SOUZA, L. B. **Déficit hídrico em citros: informações para o manejo da irrigação**. Citrus Research & Technology, v. 27, n. 1, p. 0-0, 2020.

SILVA, Y. F. **Evapotranspiração na cultura de citros no Noroeste Paulista**. 2014. Trabalho de conclusão de curso (graduação) - Universidade Estadual Paulista - UNESP, Engenharia Agrônoma, 2014.

SILVA JUNIOR, J. S. **Evapotranspiração de referência como base para o manejo sustentável da irrigação no Noroeste Paulista**. 2017. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Estadual Paulista - UNESP. Botucatu. 2017.

SILVA JUNIOR, J. S.; HERNANDEZ, F. B. T.; SILVA, I. P. F.; REIS, L. S.; TEIXEIRA, A. D. C. **Estabelecimento dos meses mais críticos para a agricultura irrigada a partir do estudo do balanço hídrico**. Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas, p. 122-131. 2018.

UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. **Canal Clima UNESP Ilha Solteira**. Ilha Solteira - SP, 2023. Disponível em: <http://clima.feis.unesp.br>. Acesso em: 17 de março de 2023.

VELLAME, L.M. **Relações hídricas e frutificação de plantas cítricas jovens com redução de área molhada do solo**. Piracicaba, p. 128. 2010.

VIDAL, M. F. **Citricultura (Laranja)**. Caderno Setorial ETENE, Fortaleza: BNB, Ano 9, n.328, 13p, 2024. Disponível em: https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1946/1/2024_CDS_328.pdf. Acesso em: 21 de julho de 2024.

VIEIRA, D.B. **Irrigação de citros**. In: Citricultura Brasileira. 2º ed. v 2. Campinas: Fundação Cargill, p.519-554, 1991.