



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
PERNAMBUCO - *CAMPUS* BARREIROS
DEPARTAMENTO DE DESENVOLVIMENTO EDUCACIONAL
CURSO DE TECNOLOGIA EM AGROECOLOGIA

GABRIEL DA SILVA GOMES DE ANDRADE

**TECNOLOGIA DE IRRIGAÇÃO: VANTAGENS, IMPACTOS E PRINCIPAIS
MÉTODOS**

Barreiros/PE
2024

GABRIEL DA SILVA GOMES DE ANDRADE

**TECNOLOGIA DE IRRIGAÇÃO: VANTAGENS, IMPACTOS E PRINCIPAIS
MÉTODOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso Superior de Tecnologia em Agroecologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - *Campus* Barreiros, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Agroecologia.

Orientadora: Profa. Dra. Bianca Silva Tavares

Barreiros/PE
2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca do IFPE – Campus Barreiros

A553t Andrade, Gabriel da Silva Gomes de.
Tecnologia de irrigação: vantagens, impactos e principais
métodos / Gabriel da Silva Gomes de Andrade. -- 2024.
25f.

Orientadora: Profa. Dra. Bianca Silva Tavares
Trabalho de conclusão (Licenciatura em Química) – Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco.
Campus Ipojuca, 2024.

1. Agroecologia. 2. Recursos hídricos. 3. Sustentabilidade. 4.
Irrigação. 5. Irrigação agrícola. I. Tavares, Bianca Silva,
orientadora. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Pernambuco. III. Título

CDD 630.7

GABRIEL DA SILVA GOMES DE ANDRADE

**TECNOLOGIA DE IRRIGAÇÃO: VANTAGENS, IMPACTOS E PRINCIPAIS
MÉTODOS**

TCC defendido e aprovado. Barreiros/PE, 26 de agosto de 2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Bianca Silva Tavares
IFPE Orientadora – Presidente da Mesa

Prof. Dr. Rômulo Vinicius Cordeiro Conceição Souza
Avaliador interno - IFPE Campus Barreiros

Prof. Dr. Alexandre Nascimento dos Santos
Avaliador externo - IFAL Campus Maragogi

Barreiros/PE
2024

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, eu expresso minha total gratidão a Deus, sem ele eu não estaria aqui.

Agradeço à minha orientadora, a Prof^a Dr^a. Bianca Silva Tavares, por sua orientação, paciência e apoio incondicional ao longo de todo o processo.

Gostaria de expressar minha profunda gratidão a todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

Agradeço também aos professores e colegas do Campus Barreiros, que sempre estiveram dispostos a compartilhar conhecimentos e experiências, enriquecendo minha formação.

Um agradecimento especial à minha família, e a minha namorada que me apoiou emocionalmente, acreditando em meu potencial e sempre me incentivando a seguir em frente, mesmo nos momentos mais desafiadores.

Por fim, agradeço a todos os participantes da pesquisa, cuja colaboração foi essencial para a realização deste trabalho. Sem vocês, este projeto não seria possível.

Muito obrigado!

RESUMO

A irrigação é uma técnica fundamental para o desenvolvimento da agricultura, especialmente em regiões com pouca disponibilidade hídrica. O foco principal dessa técnica é fornecer água aos cultivos de forma controlada, garantindo assim a produtividade agrícola e a sustentabilidade dos recursos hídricos. Cada vez mais com as intensas alterações climáticas aliado ao crescimento na demanda por alimentos tem evidenciado a importância das práticas agrícolas eficientes e sustentáveis. Este trabalho de conclusão de curso tem como objetivo principal fazer uma revisão de literatura sobre a tecnologia da irrigação. Abordando os diferentes métodos de irrigação utilizados na agricultura, analisando suas vantagens e impactos. Serão abordados temas como a evolução histórica da irrigação, os principais sistemas existentes, além das inovações tecnológicas que têm contribuído para a melhoria da eficiência hídrica e sua utilização na agroecologia. Os métodos de irrigação podem ser agrupados de acordo com a forma de aplicação da água, destacando-se quatro métodos principais: irrigação por superfície, subterrânea, por aspersão e localizada. Essa técnica, se bem planejada e executada, possibilita diversas vantagens dentro delas: o aumento da produção; o aumento da eficiência no uso da água, tanto em quantidade quanto em qualidade e regularidade; aumentar a diversidade de culturas, contribuindo significativamente no fomento da produção agropecuária e, conseqüentemente, no próprio PIB do país. Com o aumento das áreas irrigadas surgem outras preocupações como a perda de nutrientes e a degradação dos recursos naturais principalmente ligados ao solo e à água. A irrigação, quando utilizada de forma correta, é uma ferramenta essencial para a agricultura pois não garante apenas a produtividade das culturas, mas também um futuro mais sustentável e seguro para a produção de alimentos.

Palavras-chave: agroecologia; recursos hídricos; sustentabilidade.

ABSTRACT

Irrigation is a fundamental technique for the development of agriculture, especially in regions with little water availability. The main focus of this technique is to supply water to crops in a controlled manner, thus ensuring agricultural productivity and the sustainability of water resources. Increasingly, intense climate change combined with the growth in demand for food has highlighted the importance of efficient and sustainable agricultural practices. This course conclusion work's main objective is to review the literature on irrigation technology. Addressing the different irrigation methods used in agriculture, analyzing their advantages and impacts. Topics such as the historical evolution of irrigation, the main existing systems will be covered, in addition to technological innovations that have contributed to improving water efficiency and its use in agroecology. Irrigation methods can be grouped according to the way water is applied, highlighting four main methods: surface, underground, sprinkler and localized irrigation. This technique, if well planned and executed, provides several advantages, including: increased production; increasing efficiency in the use of water, both in quantity, quality and regularity; increase the diversity of cultures, contributing significantly to the promotion of agricultural production and, consequently, the country's GDP. With the increase in irrigated areas, other concerns arise such as the loss of nutrients and the degradation of natural resources mainly linked to soil and water. Irrigation, when used correctly, is an essential tool for agriculture as it not only guarantees crop productivity, but also a more sustainable and secure future for food production.

Keywords: agroecology; water resources; Sustainability.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	7
2	IRRIGAÇÃO	8
3	VANTAGENS	9
4	IMPACTOS	10
5	MÉTODOS DE IRRIGAÇÃO.....	11
6	IRRIGAÇÃO POR SUPERFÍCIE.....	12
7	IRRIGAÇÃO SUBTERRÂNEA	14
8	IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO	15
9	IRRIGAÇÃO LOCALIZADA.....	16
10	IRRIGAÇÃO NA AGRICULTURA FAMILIAR	17
11	MANEJO DA IRRIGAÇÃO	18
12	CONSIDERAÇÕES FINAIS	19
	REFERÊNCIAS	20

1 INTRODUÇÃO

A irrigação é uma técnica fundamental para o desenvolvimento da agricultura, especialmente em regiões com pouca disponibilidade hídrica. O objetivo principal dessa técnica é fornecer água aos cultivos de forma controlada, garantindo assim a produtividade agrícola e a sustentabilidade dos recursos hídricos. Cada vez mais com as intensas alterações climáticas aliado ao crescimento na demanda por alimentos tem evidenciado a importância das práticas agrícolas eficientes e sustentáveis.

A irrigação contribui para uma gestão eficiente dos recursos hídricos pois permite que os agricultores controlem o suprimento de água para as plantas, independente das condições climáticas. Isso faz com que seja utilizado a quantidade certa de água evitando o desperdício, ajuda a garantir uma produção estável e consistente de alimentos mesmo em períodos de escassez hídrica.

Embora seja responsável por utilizar a maior parte dos recursos hídricos disponíveis, sistemas modernos de irrigação podem ser projetados para maximizar a eficiência no uso da água. Métodos como a irrigação localizada permitem um controle maior e distribuição precisa da água, reduzindo o desperdício e minimizando os possíveis impactos ambientais.

A irrigação desempenha um papel essencial na garantia da segurança alimentar, no aumento da produtividade agrícola, no manejo sustentável dos recursos hídricos, promovendo assim o desenvolvimento econômico e social das comunidades agrícolas em todo o mundo.

Este trabalho de conclusão de curso tem como objetivo principal fazer uma revisão de literatura sobre a tecnologia da irrigação. Abordando os diferentes métodos de irrigação utilizados na agricultura, analisando suas vantagens e impactos. Serão abordados temas como a evolução histórica da irrigação, os principais sistemas existentes, além das inovações tecnológicas que têm contribuído para a melhoria da eficiência hídrica e sua utilização na agroecologia.

2 IRRIGAÇÃO

A irrigação é uma técnica milenar que tem como finalidade disponibilizar água às plantas para que estas possam produzir de forma adequada. A técnica, ao longo dos séculos, vem sendo aprimorada, chegando aos dias de hoje a sistemas pontuais, onde a água é gotejada no momento, local e quantidade correta ao desenvolvimento das plantas (Braga, 2010, p. 3).

Os sistemas de irrigação são relevantes na agricultura, principalmente em regiões onde não é possível plantar determinados tipos de plantas sem o uso da irrigação. A prática da irrigação agrícola vem sendo valorizada entre os produtores pelo fato dessa técnica fornecer a demanda hídrica das culturas em períodos de seca, trazendo produtividade para culturas da agricultura familiar (Silva; Neves, 2020).

O Brasil está entre os dez países de maior área irrigada no mundo. De 1980 a 2017, a área irrigada do País cresceu exponencialmente, de 1,9 milhões de hectares para aproximadamente 6,7 milhões de hectares, conforme o Censo Agropecuário de 2017 (IBGE, 2020). O Sudeste respondeu por 40% da área total irrigada, seguido do Sul e Nordeste, com 25% e 19%, respectivamente. De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA, 2017), o setor privado foi responsável pela quase totalidade da área irrigada brasileira, com 97% de participação.

A necessidade hídrica de uma cultura, havendo disponibilidade de água no solo, é dependente das condições atmosféricas locais. Numa área vegetada, a mudança de estado físico da água e a consequente remoção do vapor das superfícies evaporantes (solo e planta) para a atmosfera denominam-se evapotranspiração, sendo função da radiação solar, velocidade do vento, temperatura e umidade do ar. A quantidade de água a ser aplicada por irrigação deve otimizar a evapotranspiração da cultura em condições de irrigação total ou suplementar. Além disso, o manejo de água pode ser requerido para atender a outras finalidades secundárias, como a lixiviação do excesso de sais para além do sistema radicular das culturas, a aplicação de fertilizantes e agroquímicos, a proteção das plantas contra geadas, o resfriamento do solo e das plantas e a germinação de sementes (Martin; Gilley, 1993, p. 284).

3 VANTAGENS

Dentre os potenciais benefícios da irrigação, pode-se destacar: aumento da produtividade da ordem de 2 a 3 vezes em relação à agricultura de sequeiro; redução do custo unitário de produção; utilização do solo durante todo o ano com até três safras ao ano; utilização intensiva de máquinas, implementos e mão-de-obra; aplicação de agroquímicos e fertilizantes por meio do mesmo equipamento da irrigação (quimigação); aumento na oferta e na regularidade de alimentos e outros produtos agrícolas; atenuação do fator sazonalidade climática e dos riscos de produção associados; preços mais favoráveis para o produtor rural; maior qualidade e padronização dos produtos agrícolas; abertura de novos mercados, inclusive no exterior; produção de sementes e de culturas nobres; elevação da renda do produtor rural; regularidade na oferta de empregos; modernização dos sistemas de produção, estimulando a introdução de novas tecnologias; plantio direto com sementes selecionadas; e maior viabilidade para criação de pólos agroindustriais (ANA, 201, p. 8)

A importância da irrigação pode ser resumida em algumas vantagens: maior eficiência no uso do solo com fertilizantes, segurança em períodos de secas, redução do consumo de energia, melhor produtividade das culturas, melhor qualidade do produto, tendo a possibilidade de fazer uma plantação com colheitas a longo prazo, minimizando os custos com a produção do investimento. Pode ser considerada também como vantagens socioeconômica, através dessas atividades há geração de empregos, aumento de renda para os pequenos produtores, e melhoria no desenvolvimento rural da região (Lopes Sobrinho et al., 2019, p. 1605).

A irrigação permite, ainda, evitar a erosão do solo, pois mantém a quantidade de água necessária para deixá-lo úmido o suficiente. Além disso, com disponibilidade hídrica, facilita a passagem de nutrientes do solo até a raiz da planta, (Broner, 1993 p. 2).

Redução das perdas de água por percolação profunda, escoamento superficial e, conseqüentemente, a erosão dos solos, manutenção da salinidade na zona radicular das plantas em limites aceitáveis por meio de lixiviação planejada e controlada de sais, redução de problemas de doenças de solo e da parte aérea, principalmente aquelas associadas a irrigações em excesso e/ou frequentes, redução

das perdas de fertilizantes na medida em que minimiza as perdas de água por escoamento superficial e lixiviação (Marouelli *et al.*, 2008, p. 15).

4 IMPACTOS

A Irrigação no Brasil, infelizmente, ainda não está sendo praticada com boa eficiência. Todavia, com a demanda crescente por água, pelos vários setores da sociedade, associada aos movimentos ecológicos que conscientiza a população sobre a importância do meio ambiente mais saudável (menos poluído), sem dúvida haverá pressão para que a irrigação seja conduzida com maior eficiência, de modo a causar o mínimo de impacto possível no meio ambiente, notadamente no que diz respeito disponibilidade qualidade da água para as múltiplas atividades (Bernardo, 2010, p. 13).

Com o aumento das áreas irrigadas surgem outras preocupações como a perda de nutrientes e a degradação dos recursos naturais principalmente ligados ao solo e à água. Tendo como foco a preocupação com a qualidade do meio ambiente, a água de irrigação utilizada na agricultura passa a ser um ponto importante, pois pode influenciar na contaminação tanto do solo como do lençol freático, o qual abastece de água as cidades e as residências no meio rural (Assouline, 2015, p. 3419).

A maioria das grandes áreas irrigadas mundiais sofre, em maior ou menor intensidade, os efeitos da salinização do solo. Muitas áreas que já foram grandes produtoras de alimentos tornaram-se terras salinizadas e improdutivas. Estimativa da FAO adverte que aproximadamente 50% dos 250 milhões de hectares irrigados no mundo já apresentam problemas de salinização e saturação do solo e que 10 milhões de hectares são abandonados anualmente em virtude desses problemas. A salinização do solo afeta a germinação, a densidade e o desenvolvimento vegetativo das culturas, reduzindo suas produtividades e, nos casos mais intensos, levam as plantas à morte (Bernardo, 1992, p. 7).

Com as irrigações sucessivas, o sal vai-se acumulando quando não é removido por lixiviação e drenagem. Na ausência de lixiviação e drenagem, o sal se acumula na superfície do solo devido ao fluxo ascendente de umidade decorrente da evapotranspiração, criando os chamados solos salinos. Pode-se afirmar que a salinização é subproduto da irrigação; por exemplo, cada lâmina de 100 mm de água de irrigação, com a concentração de sais de 0,5 g/l, conduz 500 kg/ha de sal à área

a ser irrigada. Quanto maior for a eficiência de aplicação da irrigação, menor será a lâmina de água aplicada e, como consequência, menor será a quantidade de sal conduzida para a área irrigada, bem como o volume de água percolado e drenado (Rodrigues, 1997, p. 6).

Um efeito colateral da irrigação também muito sério, é a contaminação de rios e córregos e da água subterrânea. O excesso de água aplicada à área irrigada, que não é evapotranspirada pelas culturas, retorna aos rios e córregos por meio do escoamento tanto superficial quanto subsuperficial ou vai para os depósitos subterrâneos, por percolação profunda, arrastando consigo sais solúveis, fertilizantes (N,P Nitratos), resíduos de defensivos e herbicidas, elementos tóxicos, sedimentos, etc. Sem dúvida, a contaminação dos recursos hídricos tem causado sérios problemas no suprimento de água potável, tanto no meio rural como nos centros urbanos (Foster, 2006 p 114).

O desperdício de água na irrigação, além de aumentar os custos de produção, acarreta custos ambientais pelo comprometimento da disponibilidade e da qualidade da água. Essa situação tem levado muitos projetos de irrigação, em todo o mundo, a uma condição de baixa sustentabilidade econômica e socioambiental (Cullen, 2004; Oliveira et al., 2006; Oster; Wichels, 2003 p 136).

Segundo Oster e Wichels (2003), a sustentabilidade de projetos de irrigação somente pode ser atingida por meio de ações efetivas tanto pelo agricultor quanto por órgãos públicos, visando a minimizar o desperdício de água durante sua captação, condução e aplicação à cultura, a degradação das águas superficiais e subterrâneas e, no caso das regiões áridas e semiáridas, os problemas de salinização, mesmo quando as irrigações são realizadas em excesso, prática comum em região com disponibilidade de água, as plantas são, muitas vezes, submetidas a condições de déficit hídrico, comprometendo o desempenho da cultura. Isso ocorre porque o agricultor tende a aplicar quantidades de água maiores do que o solo pode armazenar.

5 MÉTODOS DE IRRIGAÇÃO

Os métodos de irrigação podem ser agrupados de acordo com a forma de aplicação da água, destacando-se quatro métodos principais: irrigação por superfície, subterrânea, por aspersão e localizada.

No primeiro método a água é disposta na superfície do solo e seu nível é controlado para aproveitamento das plantas. No método subterrâneo (ou subsuperficial), a água é aplicada abaixo da superfície do solo, formando ou controlando o lençol freático, na região em que pode ser aproveitada pelas raízes das plantas. Na irrigação por aspersão, a água é aplicada sob pressão acima do solo, por meio de aspersores ou orifícios, na forma de uma chuva artificial. O método localizado (ou micro irrigação) consiste na aplicação em uma área bastante limitada, utilizando pequenos volumes de água, sob baixa pressão, com alta frequência. Existem diferentes sistemas para cada um desses métodos, como o sistema por inundação na irrigação superficial; o sistema de pivô central na irrigação por aspersão; e o sistema de gotejamento que ocorre nos métodos subterrâneo e localizado (ANA, 2017, p. 6).

Existem muitos métodos de irrigação, isto é, técnicas usadas para que a água chegue até as plantas. Os métodos podem ser classificados como superfície, aspersão e localizada, e dentro de cada um deles existem dois ou mais sistemas de irrigação que podem ser selecionados. Para isso é de extrema importância verificar o tipo de topografia, solo, cultura, clima que predomina a disponibilidade de água, os custos, entre outros (Marouelli, W. A.; Silva, W. L. C. 2012 p 20).

O interesse pela irrigação, no Brasil, emerge nas mais variadas condições de clima, solo, cultura e situações socioeconômicas. Não existe um sistema de irrigação ideal, capaz de atender satisfatoriamente todas as condições e aos interesses envolvidos. Em consequência, deve-se selecionar o sistema de solução mais adequado para as condições determinadas e os desejados. O processo de modelagem detalhada das tecnologias de seleção (cultura, solo e topografia), em função das exigências de irrigação, permite uma identificação de cada sistema de irrigação (Teixeira, 2021 p 2).

6 IRRIGAÇÃO POR SUPERFÍCIE

A irrigação por superfície, também conhecida como irrigação por gravidade, pois os agricultores deixam a água escoar sobre o solo, cobrindo-o total ou parcialmente, utilizando a ação da gravidade e possibilitando a infiltração durante essa movimentação e após o seu represamento. Esse tipo de sistema apresenta a maior

porcentagem de área irrigada no mundo em relação aos sistemas pressurizados (Dillehay 2005 p 17241).

A irrigação por superfície é atualmente utilizada intensamente em todo o mundo, especialmente em países e áreas menos desenvolvidas, onde a produção de arroz é a principal atividade agrícola, com Índia, China, Paquistão e Japão (Costa, 2006 p 261-288).

A irrigação por superfície surgiu após os povos antigos visualizarem os efeitos positivos da inundação de planícies ao longo dos rios, originando, assim, um método rústico que não necessitava de muitos detalhes técnicos a não ser o controle de canais que transportavam a água e irrigar as plantações em suas margens (Pereira, et al., 2010 p 296).

A quantidade de água infiltrada em cada local, depende das características de infiltração do solo, do tempo de permanência da água na superfície e da grandeza da área de infiltração. Apresenta uma série de inconvenientes, como baixa uniformidade de distribuição da água infiltrada ao longo do sulco, menor controle da quantidade de água aplicada, maior utilização de mão-de-obra, maior dificuldade na adubação e necessidade de sistematização do terreno (Coelho, et al 1994 p 2).

A média mundial de eficiência é em torno de 40 – 65%. Por ter uma maior vazão e menor uniformidade em relação aos outros sistemas, é o que apresenta maior potencial de salinização do solo. Normalmente são os de menor custo de implantação e os de maior custo de operação (Aloppi, 2003 p311-404).

Sistema de Inundação: A irrigação por inundação, como o próprio nome informa, é a aplicação de água em uma cultura de forma a alagar a área de cultivo, exigindo a sua adequação em bacias ou tabuleiros, principalmente na cultura do arroz, em regiões onde preponderam pequenas propriedades. O objetivo é aumentar artificialmente o nível natural do lençol freático. Isso permite maior disponibilidade de água na parte mais superficial do solo. Geralmente, a água é liberada em canais ou valas e depois distribuídas pela área, permitindo que as plantas absorvam a água conforme necessário. Este método é frequentemente utilizado em terrenos planos e é eficaz para culturas como algodão, arroz e pastagens (Scaloppi, 2003 p 311).

Sistema por Sulcos: O sistema de irrigação por sulco caracteriza-se pela distribuição da água nas linhas de plantio por meio de sulcos abertos no solo. Esse sistema necessita de um investimento menor para sua implantação em relação aos sistemas pressurizados (EX. Aspersão convencional e gotejamento). O sistema ainda

tem como vantagem não ser muito exigente em qualidade da água utilizada para irrigação, a única restrição é com relação a águas com elevada condutividade elétrica (CE), tendo em vista que as linhas laterais são os sulcos construídos diretamente no solo, podendo causar a salinização do solo (Coelho, 2014 p 45).

A irrigação por meio de sulcos não apresenta restrição a nenhuma cultura, porém é um sistema que demanda uma grande quantidade de água, sendo que tem uma eficiência de aplicação variando de 40 a 65%, ou seja, a cada 100 litros de água aplicados pelo sistema 30 litros são perdidos por percolação profunda. Isso é devido ao fato que a água deve percorrer todo o sulco, sendo que o volume em seu início é muito maior que o volume que chega em seu final. Logo, sulcos muito longos não são recomendados (Coelho et al., 2014 p 45).

7 IRRIGAÇÃO SUBTERRÂNEA

A irrigação subterrânea, também chamada de sub irrigação e drenagem controlada, é um método que consiste na aplicação de água diretamente na subsuperfície do solo, geralmente pela formação, manutenção e controle de um lençol de água artificial ou pelo controle de um natural, mantendo-o a uma profundidade conveniente. Por ascensão capilar, o lençol d'água, usualmente mantido a uma profundidade de 0,30 a 0,80 m, propicia a umidade necessária às raízes das plantas (Robbins; Vichesi, 2011 p 5).

Este método de irrigação só pode ser usado em condições muito especiais, sendo necessário que se atenda aos seguintes requisitos (Bernardo & Mantovani, 2008): (a) o terreno a ser irrigado deve ser plano e sua superfície uniforme; (b) deve haver uma camada permeável (areia, solo orgânico, ou solo argiloso estruturado) imediatamente abaixo da superfície do solo a fim de permitir rápido movimento lateral e vertical da água; (c) para reduzir as perdas de água por percolação, abaixo da camada permeável (aproximadamente a 1,5 m de profundidade) deve estar uma camada impermeável e o lençol de água natural; (d) deve haver um adequado suprimento de água livre de sais durante o período de irrigação e deve-se ter cuidado no manejo dessa água para evitar que o solo se torne salino; (e) o sistema de distribuição de água deve permitir que o nível do lençol d'água seja levantado e mantido a uma profundidade uniforme e que haja uma saída adequada da água de drenagem.

Geralmente a água é introduzida no solo por canais (ou drenos) abertos. A profundidade do nível da água é controlada por meio de comportas. Nas regiões úmidas, por ocasião das chuvas, deve-se aproveitar para lavar o perfil do solo e renovar a água do lençol freático. Isto é feito abrindo-se as comportas na época das chuvas (Bernardo & Mantovani 2008, p. 625).

Não existem áreas expressivas de culturas irrigadas por esse método no Brasil, a sua aplicação está limitada ao gotejamento enterrado na cultura da cana de açúcar, café, e algumas culturas anuais. Nos Estados Unidos em 2008, a irrigação subsuperficial contribuía com somente 340 mil hectares representando 1,5% da área irrigada total (USDA, 2008), sendo utilizada, majoritariamente, em áreas que possuem lençol freático elevado ou próximo da superfície do solo (USDA, 2008, p. 5).

O emprego da irrigação de subsuperfície em cultivos realizados em estufas ou ambientes protegidos, também chamada de subjugação requer o controle da irrigação de forma a colocar as raízes ou o meio crescimento (substrato) em contato direto com a solução nutritiva (USDA, 2008, p. 5).

8 IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO

A aplicação de água nos sistemas de irrigação por aspersão se faz pela divisão de um ou mais jatos de água em uma grande quantidade de pequenas gotas no ar, que caem sobre o solo na forma de uma chuva artificial. A passagem de água sob pressão através de orifícios de pequena dimensão é o que causa o fracionamento do jato (Albuquerque; Durães, 2008 p 5).

Os sistemas de irrigação por aspersão podem ser divididos basicamente em dois tipos:

Sistemas convencionais: O sistema de aspersão convencional é considerado o sistema básico de irrigação por aspersão, do qual derivam todos os demais. É classificado em portátil, semi portátil e fixo, dependendo do grau de movimentação em campo. É um método de irrigação que envolve tubos para distribuir água em uma área de cultivo. Isso ajuda a fornecer a quantidade de água para as plantas, promovendo um crescimento saudável e maximizando a eficiência no uso da água (Stone, L. F, 2023 p 10).

Sistemas mecanizados: são sistemas onde os aspersores ou sprays são montados em estruturas metálicas que se movem ao longo da área para efetuar a

irrigação. Estes sistemas podem se movimentar com o auxílio de um trator, ou de sistemas automatizados com movimentos linear ou circular, com a operação elétrica ou com a utilização da pressão existente na tubulação. Enquadram-se no sistema mecanizado, o pivô central, um dos mais conhecidos no Brasil, e o carretel enrolador (Drummond,2001 p 18).

PIVÔ CENTRAL: O sistema de pivô central é baseado em três etapas principais: a captação de água, seu transporte para a torre central e sua distribuição por aspersão na lavoura. A etapa da captação consiste no bombeamento de água de uma fonte hídrica, seja ela superficial; rios, lagos, represas ou subterrâneas; poços, lençol freático (Pennacchi, 2021 p 15).

CARRETEL ENROLADOR: A irrigação por carretel é um sistema que utiliza a tecnologia de um carretel de linha e uma bobina com mangueira em um canhão de irrigação. Ele trabalha com o movimento de aspersão que imita a chuva, ou seja, distribuindo água uniformemente pelo o espaço onde está colocado (Eduardo,2023 p 10).

9 IRRIGAÇÃO LOCALIZADA

Na irrigação localizada a água é aplicada sobre o solo em uma área restrita, preferencialmente debaixo da área sombreada pela copa da cultura ou perto do caule, buscando umedecer somente o volume de solo explorado pelo sistema radicular da planta. Esses sistemas utilizam pequenas vazões, quando comparados a outros sistemas de irrigação, devido ao emprego de emissores com diâmetros de saída reduzidos submetidos a baixas pressões. Em função do tipo de emissor utilizado, os sistemas de irrigação localizada podem ser classificados em dois:

Sistema por gotejamento: a água é aplicada no solo na forma de gotas com baixa vazão através de pequenos emissores denominados gotejadores.

Sistemas de microaspersão: estes sistemas utilizam microaspersores ou sprays, que aplicam a água na forma de jatos ou aerosol, preferencialmente, na área sombreada pela copa da planta. Esses sistemas possuem vazões e áreas de aplicação maiores que o gotejamento (Testezlaf, 2017, p. 19).

No sistema de irrigação localizada por gotejamento a água é aplicada diretamente entre o solo e a raiz da planta, contribuindo para o desenvolvimento das culturas, esse tipo de irrigação, colabora para otimizar a utilização dos recursos

hídricos, para a reduzir o aparecimento de doenças nas partes aéreas das culturas, favorecendo assim a redução no consumo de insumos químicos (Andrade et al., 2017 pg 19).

O sistema de microaspersão usa pequenos aspersores que jogam água em gotas como chuva, só que em uma pequena área em forma de círculo. O raio de ação do microaspersor varia conforme a vazão e a pressão na tubulação. Os microaspersores de maior vazão têm maior raio de alcance da água e os de menor vazão, menores raios de alcance. Aconselha-se usar microaspersores de vazão acima de 40 litros por hora (Calbo 2015 p 2).

Basicamente, o sistema de gotejamento compreende os gotejadores, tubulações, cabeçal de controle e conjunto motobomba. O cabeçal de controle prepara a água que será distribuída no sistema, no qual são instalados o sistema de filtragem, que visa reduzir o entupimento dos emissores, os manômetros e as válvulas de controle de pressão, que permitem maior controle da lâmina de irrigação (Albuquerque & Durães, 2008, p. 5).

Diferentemente do gotejamento que aplica a água na forma de gotas diretamente sobre o solo, na irrigação por microaspersão, os emissores operam em pequenos jatos que são lançados ao ar, percorrendo uma pequena distância antes de atingir o solo (TESTEZLAF, 2014 p 112).

10 IRRIGAÇÃO NA AGRICULTURA FAMILIAR

A agricultura familiar vem crescendo de forma exponencial com o passar dos anos, promovendo segurança alimentar, preservação ambiental e distribuição de renda. Os métodos e o manejo de irrigação são de suma importância para a otimização da produção em propriedades agrícolas familiares (Ferreira Coelho et al., 2014; p 1).

No Brasil, a agricultura familiar exerce um papel fundamental como principal fonte de abastecimento de alimentos do mercado. Os agricultores familiares têm necessidade de sistemas de produção satisfatórios à sua capacidade de investimento, ao tamanho de sua propriedade e ao tipo de mão-de-obra empregada. Um projeto de irrigação pode proporcionar incrementos significativos na produção agrícola e a

aplicação adequada de água na quantidade certa e no momento exato contribuem para um produto de melhor qualidade (Armando, 2002, p. 2).

As informações e recomendações mostram que, apesar do custo inicial de instalação de sistemas de irrigação convencional ser elevado para o pequeno agricultor, existem formas de adotar sistemas com menor custo, tornando-os mais acessíveis ao agricultor familiar. O uso do sistema Bubbler, Xique-xique, Irrigação por mangueira perfurada, são exemplos de alternativas que diminuem o custo de aquisição de um sistema de irrigação. Quando tomados os devidos cuidados no uso da água, os sistemas de irrigação de baixo custo apresentam os mesmos efeitos dos sistemas convencionais sobre a produção de culturas de ciclo curto e perenes em áreas de agricultura familiar do semiárido (Bernardo, 2008 p 625).

Os principais desafios para o produtor rural que deseja ter sua propriedade irrigada são o acesso à água – principalmente em locais como o semiárido sergipano – e a elevada salinidade e sodicidade do lençol freático. Além disso, tanto o acesso à energia elétrica de qualidade quanto o elevado custo para implantação dos sistemas tornam o procedimento muito caro para o produtor que pensa em fazer isso por conta própria (Bellandi, 2020, p. 4).

A existência de tecnologias de irrigação e o tempo disponível dos agricultores para esta operação pode levar os agricultores a preferirem sistemas fixos, mesmo que tenham custos mais elevados. Os sistemas que serão descritos a seguir são sistemas possíveis de serem usados em pequenas áreas de cultivo, envolvem sistemas fixos de baixa pressão, que podem ou não usar água aduzida da caixa elevada e média pressão, que carece de sistema de bombeamento (Silva, 2011 p 7).

11 MANEJO DA IRRIGAÇÃO

O manejo da irrigação consiste em fornecer o recurso hídrico às plantas na quantidade necessária e no momento correto, a fim de evitar o estresse hídrico, proporcionando assim a qualidade do produto agrícola (Marouelli et al., 201 p 13).

O desperdício de água na irrigação, além de aumentar os custos de produção, acarreta custos ambientais pelo comprometimento da disponibilidade e da qualidade da água. Essa situação tem levado muitos projetos de irrigação, em todo o mundo, a uma condição de baixa sustentabilidade econômica e socioambiental (Cullen, 2004. p 3).

As ações para melhorar a eficiência do uso de água na agricultura irrigada devem ser focadas nos níveis técnico, gerencial e institucional. Melhorias técnicas incluem a adoção de sistemas de irrigação mais avançados, como a aspersão e, principalmente, o gotejamento e a microaspersão, o uso conjunto de águas superficiais e subterrâneas, além do conceito de agricultura de precisão, incluindo estratégias para o monitoramento da demanda de água pelas plantas. Melhorias gerenciais, em nível da propriedade, incluem a adoção de estratégias de manejo de água com base na demanda da cultura e melhoria da manutenção de equipamentos (Rosegrant, 2002. p 28).

A racionalidade do uso de água de irrigação passa pela eficiência de distribuição da lâmina aplicada e pela programação bem planejada. A programação ou o manejo da irrigação é aplicar a água na quantidade e no momento requeridos pela cultura (Albuquerque, 2003. p 9)

Entretanto, a escolha do sistema de irrigação deve basear-se em análise técnico-econômica, levando em consideração o tipo de solo, topografia, clima, cultura, custo do equipamento e energia, qualidade de água disponível e mão-de-obra. Quando se trabalha com agricultura irrigada é importante estabelecer o momento certo de iniciar as irrigações e quanto de água aplicar a uma cultura. Estes são os princípios básicos do manejo “racional” da irrigação. Do mesmo modo, o conhecimento de solos, fisiologia da cultura, períodos críticos de consumo de água e seus reflexos na produtividade são essenciais para o bom manejo de aplicação de água (EMBRAPA, 2010, p. 1).

12 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização da irrigação é vital para o desenvolvimento agrícola e a segurança alimentar. Ela permite que os agricultores tenham um controle mais preciso sobre a disponibilidade de água, garantindo que as plantas recebam a umidade necessária para crescer e se desenvolver adequadamente, mesmo em períodos de seca. Isso resulta em colheitas mais abundantes e saudáveis, contribuindo para a sustentabilidade econômica das comunidades rurais.

Além disso, a irrigação ajuda a otimizar o uso dos recursos hídricos, podendo ser implementada de maneira eficiente com técnicas como irrigação por gotejamento

ou aspersão, que minimizam o desperdício de água. Essa abordagem não só promove uma produção agrícola mais resiliente, mas também auxilia na preservação dos ecossistemas locais e na adaptação às mudanças climáticas.

A irrigação, quando utilizada de forma correta, é uma ferramenta essencial para a agricultura pois não garante apenas a produtividade das culturas, mas também um futuro mais sustentável e seguro para a produção de alimentos.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, P. E. P. D.; DURÃES, F. O. M. Uso e manejo de irrigação. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 5p. >https://ciorganicos.com.br/wp-content/uploads/2013/09/Aspercao-Pesagro-manual33_completo. Disponível em: 19 de fev de 2024.
- ALBUQUERQUE, P.EP.de. planilha eletrônica para a programação em pivôs centrais. Sete Lagoas: Embrapa milho e sorgo, 2003. p 9. (Embrapa milho e sorgo. Circular técnica, 25). Disponível: <file:///C:/Users/Aluno/Downloads/Manejo-irrigação.pdf>. Acesso em: 25 de mar de 2024.
- ALOPPI, E. J. Sistemas de irrigação por superfície. In: MIRANDA, J. H. & PIRES, R. C. M. (Eds.) Série engenharia agrícola: irrigação. Jaboticabal, FUNEP, 2003. p. 311-404. Disponível em <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/253-IRRIGA%C3%87%C3%83O>. Acesso em 04 de mar de 2024.
- ANA. Agência Nacional de Águas. Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada. Brasília, 2017. 85p
- ANA, 2017. Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada. Brasília. Brasília: p. 6-7. Disponível em: [file:///C:/Users/Aluno/Downloads/Atlas% 20irriga% C3% A7% C3% A3o_2% 20ed ... pdf](file:///C:/Users/Aluno/Downloads/Atlas%20irriga%C3%A7%C3%A3o_2%20ed...pdf). Acesso: 04 de mar de 2024.
- ANDRADE, M. C. R.; SANTOS, J.M.A.; SILVA, P.M.R.; CAMPOS, N.M. Produção de tomate rasteiro por irrigação localizada, Revista Saberes Uni AGES, Paripiranga, Bahia, Brasil, v. 1, n. 5, p. 18-22, jan./abr. 2017. Disponível em: enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer – Jandaia-GO, v.17, n.34; p. 276 2020 . Acesso em: 19 jan. 2024
- ARMANDO, M. S.; BUENO, Y. M.; ALVES, E. R. da S.; CAVALCANTE, C. H. Agrofloresta para Agricultura Familiar. Brasília, DF: Circular técnica, 2002. P 11 .Disponível em: https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2023/TRABALHO__EV185_MD4_ID16739_TB6169_20062023182108.pdf. Acesso: 18 de mar de 2024.
- ASSOULINE, S., RUSSO, D., SILBER, A. & OR, D. 2015. Balancing water scarcity and quality for sustainable irrigated agriculture. Water Resources Research, v. 51, n. 5, p. 3419-3436. Disponível em: <http://urisantiago.br/multicienciaonline/adm/upload/v4/n7/7a850a12662efd99c83738a>

709dd9949. Acesso: 29 de jul de 2024.

BELLANDI, FARIAS Estabelecimentos com o uso da a griculturairrigadanoBrasil. CensoAgropecuário.Brasília.2020

Disponível:<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/26684-estabelecimentos-com-uso-de-agricultura-irrigada-crescem-em-mais-de-50-em-11-anos#:~:text=H%C3%A1%20diversos%20m%C3%A9todos%20de%20irriga%C3%A7%C3%A3o,aspers%C3%A3o%20convencional%20e%20a%20microaspers%C3%A3o>

anos#:~:text=H%C3%A1%20diversos%20m%C3%A9todos%20de%20irriga%C3%A7%C3%A3o,aspers%C3%A3o%20convencional%20e%20a%20microaspers%C3%A3o. Acesso: 02 de abri de 2024.

BERNARDO, A. Produção agrícola e uso da água. In: GOMES, M. A. F.; PESSOA, M. C. P. Y. Planejamento ambiental do espaço rural com ênfase para microbacias e educação ambiental. Brasília: Embrapa informações tecnológicas, 2010. p. 13-33. Disponível:<https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/2669/1/BRT-caracterizacaodademandadeaguaemsistemasdeirrigacaonabaciadocorregodososseg-o-darfe>. Acesso: 29 de jul de 2024.

BERNARDO, H.; SOARES, A.A; MANTOVANI, E.C. Manual de irrigação. 8.ed. Viçosa: Editora UFV, 2008.

625p. Disponível em:https://www.esalq.usp.br/departamentos/leb/disciplinas/Frizzone/LEB_1571/TEXTO_COMPLEMENTAR_1_-_METODOS_DE_IRRIGACAO.pdf. Acesso: 11 de mar de 2024.

BRAGA, M.B. CALGARO, M. Sistema de produção de melancia. Embrapa. ISSN 1807-0027 Versão Eletrônica. Embrapa semiárido. Brasília. p 3 2010. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Melancia/SistemaProducaoMelancia/irrigacao.htm>. Acesso: 01 abr de 2024.

BRONER, I. Irrigation scheduling. Fort Collins: Colorado State University Cooperative Extension, 1993. 2 p. (Crop Series, 4.708). MAROUELLI, W. A. Tensiômetros para o controle de irrigação em hortaliças. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2008. 15 p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 57).

Disponível;<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/55931/1/IRRIGACAO-e-FERTIRRIGACAO-cap5>. Acesso 06 de ago 2024.

CALBO, A. G.; SILVA, W. L. de C. Sistema irrigação para manejo de irrigação: fundamentos, aplicações e desenvolvimento. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças 2015.p2>Disponível em:<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/160611/1/Cartilha-Manejo-Irrigacao-2edicao>. Acesso: 19 fev 2024.

COELHO, E. F.; DA SILVA, A. J. P.; PARIZOTTO, I.; SILVA, T. S. M. Sistema e manejo de irrigação para agricultura familiar. Cruz das Almas, BA, 2014.

Página45. Disponível em:https://www.ufrb.edu.br/neas/images/mat_did/CURSO-1---SISTEMAS-E-MANEJO-DE-IRRIGAO-DE-BAIXO-CUSTO. Acesso: 11 de mar de 2024.

COSTA, R. N. T; SOUZA, F. de. Irrigação por superfície In: ROSA, M. de F.; GONDIM, R.S.; FIGUEIRÉDO, M.C.B. (Ed.) Gestão sustentável no Baixo Jaguaribe, Ceará. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2006. p. 261- 288. Disponível

em <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/168474/1/Agricultura-Irrigada>. Acesso em 04 de mar de 2024.

CULLEN, P. The journey to sustainable irrigation. In: IRRIGATION ASSOCIATION OF AUSTRALIA ANNUAL CONFERENCE, 2004, Adelaide. Proceedings... Sydney: Irrigation Association of Australia, 2004. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/55931/1/IRRIGACAO-e-FERTIRRIGACAO-cap5.pdf> . Acesso em: 18 de mar de 2024.

DILLEHAY T. D.; ERLING, JR, H. H.; ROSEN, J. Preceramic irrigation canals in Peruvian Andes. PNAS November 22, 2005 vol. 102 n. 47 pp 17241–17244. Disponível em: https://www2.feis.unesp.br/irrigacao/pdf/testezlaf_irrigacao_metodos_sistemas_aplicacoes_2017.pdf. Acesso: 04 de mar de 2024.

DRUMOND, L.C.D.; FERNANDES, A.L.T. Irrigação por aspersão em malha. Uberaba: Ed. Universidade de Uberaba, 2001. 18,19p.>https://www2.feis.unesp.br/irrigacao/pdf/testezlaf_irrigacao_metodos_sistemas_aplicacoes_2017. Disponível: 20 de fev de 2024.

EDUARDO. sistema de irrigação, enrolador central. cruzeiro do sul, 2023. 10,11 p. ><https://irrigat.com.br/quando-usar-irrigacao-por-carretel/>. Disponível: 26 de fev de 2024.

EMBRAPA. Sistema de Produção de Melancia. Brasília. Sistemas de Produção, 6 ISSN 1807-0027 Versão Eletrônica. Ago/2010 p 1. (Embrapa semiárido). Disponível: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Melancia/SistemaProducaoMelancia/irrigacao.htm#:~:text=Entretanto%2C%20a%20escolha%20do%20sistema,e%20m%C3%A3o%2Dde%2Dobra>. Acesso em: 24 de mar de 2024.

FERREIRA COELHO, Eugênio et al. Sistemas e Manejo de Irrigação de Baixo Custo para Agricultura Familiar. Cruz das Almas - BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2014. p 1. Disponível em: https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2023/TRABALHO__EV185_MD4_ID16739_TB6169_20062023182108.pdf. Acesso: 18 de mar de 2024.

FOSTER, S.; HIRATA, R.; GOMES, D.; D'ELIA, M.; PARIS, M. Proteção da qualidade da água subterrânea: um guia para empresas de abastecimento de água, órgãos municipais e agências ambientais. Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento/ Banco Mundial, 2006.114 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/218723/1/Gomes-Cenario-mundial-2020>. Acesso: 29 de jul de 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário 2017: resultados definitivos. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censoagropecuario/censo-agropecuario-2017>>. Acesso em: 10 jul. 2024.

LOPES SOBRINHO, O. P.YURI.J.E. CORREIA,R.C. COSTA, N.D.;CALGARO,M. A cultura da cana-de-açúcar (saccharum officinarum) e o manejo da irrigação. Revista

em Agronegócio e Meio Ambiente, Maringá (PR). v. 12, n.4, p. 1605-1625. 2019. Disponível em ><https://www.conhecer.org.br/enciclop/2020D/importancia>. Acesso em: 26 de fevereiro de 2024.

MARQUELLI, A. Tensiômetros para o controle de irrigação em hortaliças. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008. 15 p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 57). Disponível: <https://core.ac.uk/download/pdf/45512739.pdf>. Acesso: 25 de mar de 2024.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. (2012) Irrigação na cultura do pimentão. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (Circular Técnica Embrapa). V.10, n. 15, p. 20-25. 2012. Disponível em: <https://owl.tupa.unesp.br/recodaf/index.php/recodaf/article/view/13/24>. Acesso: 27 de fev de 2024.

MARQUELLI, W. P; et al. Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças: Manejo da água de irrigação. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, DF: Valdemício Ferreira de Sousa, et al., 2011. p 13. Disponível em: https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2023/TRABALHO__EV185_MD4_ID16739_TB6169_20062023182108.pdf. Acesso: 18 de mar de 2024.

MARTIN, D. L.; GILLEY, J. R. Irrigation water requirements. Washington, DC: USDA: Soil Conservation Service, 1993. 284 p. (National Engineering Handbook, Part 623). Disponível; <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/55931/1/IRRIGACAO-e-FERTIRRIGACAO-cap5>. Acesso, 06 ago de 2024.

OLIVEIRA, A. S.; COELHO, E. F.; FACCIOLI, G. G. Manejo básico da irrigação na produção de fruteiras. Brasília, DF: LK, 2006. 136 p.

OSTER, J. D.; WICHELS, D. Economic and agronomic strategies to achieve sustainable irrigation. Irrigation Science, New York, v. 22, p. 107-120, 2003. Disponível em; <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/55931/1/IRRIGACAO-e-FERTIRRIGACAO-cap5>. Acesso; 06 ago, 2024.

PEREIRA, L.S.; VALERO, J.A.J.; BUENDÍA, M.R.P.; MARTÍN-BENITO, J.M.T. El riego de sus tecnologías. Albacete: CREA-UCLM, 2010, 296p. Disponível em https://www.esalq.usp.br/departamentos/leb/disciplinas/Frizzone/LEB_1571/TEXTO_COMPLEMENTAR_1_-_METODOS_DE_IRRIGACAO. Acesso em 04 de mar de 2024.

PENNACCHI, J. sistema de irrigação, pivô central. 2021. 14 p. ><https://blog.aegro.com.br/pivo-central/>. Disponível: 20 de fev de 2024.

ROBBINS, J.W.D. VICHESI, B.E. Overview of irrigation systems. In: STETSOM, L.H.E.; MEXAM, B.Q. (Ed). Irrigation. Falls Church: Irrigation association, 2011. Cap. 2, p.5 – 21. Disponível em: <https://www.esalq.usp.br/departamentos/leb/disciplinas/Frizzone/LE>

B_1571/TEXTO_COMPLEMENTAR_1_-_METODOS_DE_IRRIGACAO.pdf. Acesso: 11 de mar de 2024.

RODRIGUES, G. S.; IRIAS, L. J. M. condições sobre os impactos ambientais da agricultura irrigada. Jaguariúna meio ambiente. Circular técnica. 6p. 1990. Disponível em:

https://www2.feis.unesp.br/irrigacao/imagens/winotec_2008/winotec2008_palestras/Impacto_ambiental_da_irrigacao_no_Brasil_Salassier_Bernardo_winotec2008. Acesso: 29 de jul de 2024.

ROSEGRANT, M. W.; CAI, X.; CLINE, S. A. Global water outlook to 2025: averting an impending crisis. Washington, DC: International Food Policy Research Institute: International Water Management Institute, 2002. 28 p. Disponível em:<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/55931/1/IRRIGACAO-e-FERTIRRIGACAO-cap5.pdf> . Acesso em: 18 de mar de 2024.

SCALOPPI, E.J. Irrigação por superfície. In: MIRANDA, J.H.; PIRES, C.R.M. Irrigação. (Série Engenharia Agrícola, 2). Piracicaba: FUNEP, 2003. p. 311-470. Disponível em: [file:///C:/Users/Aluno/Downloads/Atlas% 20irriga% C3% A7% C3% A3o_2% 20ed ... pdf](file:///C:/Users/Aluno/Downloads/Atlas%20irriga%C3%A7%C3%A3o_20ed...pdf). Acesso: 04 de mar de 2024.

SILVA, S.; NEVES, E. IMPORTÂNCIA DO MANEJO DA IRRIGAÇÃO. ENCICLOPEDIA BIOSFERA, [S. I.], v. 17, n. 34, 2020. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/2078>. Acesso em: 10 jul. 2024.

SILVA, A. J. P.; SILVA, V. P.; SÁ, T.; COELHO, E. F.; CARVALHO, A. J. A. Crescimento e produtividade de Alface irrigada por diferentes sistemas de irrigação de baixo custo utilizando captação de Água da Chuva.p 7 In: Anais do XXI Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem. Petrolina – PE. 2011. Disponível em:<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/133043/1/Cartilha-Manejo-Irrigacao-03-09-2015.pdf>. Acesso: 19 de mar de 2024.

STONE, L.F. Irrigação por aspersão. Brasília: Embrapa Informação e tecnologia, 2023. 10 p. ><https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/feijao/pre-producao/metodos-de-irrigacao/irrigacao-por-aspersao>. Disponível:20 de fev de 2024.

TEIXEIRA, C. L. Métodos de irrigação. Brasília. Métodos de segurança. Embrapa milho e sorgo. 2021 p. 2. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/producao/irrigacao/metodos>. Acesso: 30 de abr de 2024.

TESTEZLAF, R. Irrigação: métodos, sistemas e aplicações. Campinas, Unicamp/FEAGRI, 213 p. 19 e 20. 2017. Disponível em https://www2.feis.unesp.br/irrigacao/pdf/testezlaf_irrigacao_metodos_sistemas_aplicacoes_2017. Acesso em 19 fev. 2024.

TESTEZLAF, R.; DEUS, F. P., MESQUITA, M. Filtros de areia na irrigação localizada. Campinas, SP: Unicamp/Faculdade de Engenharia Agrícola, 2014. p112.

2017. Disponível em: https://www2.feis.unesp.br/irrigacao/pdf/testezlaf_irrigacao_meto dos_sistemas_aplicacoes_ 19 fev 2024.

USDA – UNITED STATE DEPARTMENT OF AGRICULTURE. The Census of Agriculture: 2008 Farm and Ranch Irrigation Survey. p. 5 Disponível em: http://www.agcensus.usda.gov/Surveys/Irrigation_Survey/index.asp. Acesso em 11 de mar de 2024.