



Etec Paulino Botelho

**Habilitação Profissional Técnica de Nível Médio de Técnico
em Eletrotécnica**

Airton Messias do Nascimento
João Ataíde de Campos
Lucas Emmanuel Gonçalves Botaro
Michele Cristina Vidal Da Silva Campos
Nicholas Guilherme dos Santos

HORTA SUSTENTÁVEL

HORTA SUSTENTÁVEL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à ETEC Paulino Botelho, como requisito parcial para a obtenção do título de Técnico em Eletrotécnica.

Orientador: Prof. Gabriel Luiz Bacha Junho

São Carlos
2025

Dedicamos este trabalho aos nossos familiares, aos nossos professores e aos nossos colegas de trabalhos de TCC sem o qual não teríamos como ter concluído esse projeto.

Passando pelo desconhecido com a ignorância se desfazendo com o passar dos dias aumentando a amizade com o conhecer no caminho do saber.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus que sempre esteve há frente em todas as decisões.

Ao Prof. Gabriel Luiz Bacha Junho, nosso orientador e amigo, que nos acompanhou.

Ao Prof. Celio que nos orientou e tirou todas às dúvidas.

Á Prof.^a Rafaela que nos orientou na parte da gramatica.

Aos professores que contribuíram para a conclusão do trabalho.

CAMPOS João Ataíde de, BOTARO Lucas Emmanuel Gonçalves, CAMPOS Michele Cristina Vidal Da Silva, SANTOS Nicholas Guilherme dos, NASCIMENTO Airton Messias do. **Horta Sustentável**. Irrigação através de sensor de umidade da terra 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico em Eletrotécnica) – Etec Paulino Botelho, São Carlos, 2025.

RESUMO

Com o sistema de irrigação atual, principalmente de tempo de seca, o desperdício de água é imensurável, então foi pensado no aproveitamento da água que iria para o lençol freático, redirecionando-a em um sistema inteligente para gerar energia. Utilizou-se um sistema com Arduino e duas bombas d'água, a primeira está puxando a água do lençol freático para o reservatório, e a segunda para irrigar a plantaçoão. Na parte de programação o arduino funciona como sistema automático de ligação das bombas, usando um sensor de umidade não deixando a plantaçoão sem água.

Palavras-chave: Arduino. Bomba D'água. Água. Horta. Sustentável. Automatização

CAMPOS João Ataíde de, BOTARO Lucas Emmanuel Gonçalves, CAMPOS Michele Cristina Vidal Da Silva, SANTOS Nicolas Guilherme dos, NASCIMENTO Airton Messias do. **Sustainable Garden**. 2025 (Eletrotécnica) – Etec Paulino Botelho, S. Carlos, 2025.

ABSTRACT

With the current irrigation system, especially during dry periods, water waste is immeasurable, so we thought about taking advantage of the water that would go to the water table and redirecting it to the smart system to generate energy. We will use an Arduino system with two water pumps, the first one is pulling water from the water table to the reservoir, and the second one is to irrigate the plantation. In the programming part, the Arduino works as an automatic system for turning on the pumps, using a humidity sensor to ensure that the plantation does not run out of water.

Keywords: Arduino. Water Pump. Water. Garden. Sustainable. Automatic

Sumário

1 - INTRODUÇÃO	9
1.1 - OBJETIVO	10
1.2 - JUSTIFICATIVA.....	11
2 - DESENVOLVIMENTO	12
2.1 - QUAL A ORIGEM DA IRRIGAÇÃO.....	13
3 - COMO CALCULAR A VAZÃO DE ÁGUA POR MINUTO	14
4 - AGRICULTURA É O SETOR QUE MAIS CONSOME ÁGUA.....	15
5 - TECNOLOGIAS DE IRRIGAÇÃO EFICIENTES.....	17
5.1 - MANEJO SUSTENTÁVEL DO SOLO	18
6 - AGRICULTURA DE PRECISÃO E MONITORAMENTO	18
7- METODOLOGIA	20
8 – O PROJETO EM CAMPO	21
9 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	22
10 - REFERÊNCIAS	23

1 - INTRODUÇÃO

O trabalho da “**Horta Sustentável**” foi escolhido pelo grupo com o intuito de reutilizar água e economizar energia, garantindo a economia, qualidade de vida e a praticidade do produtor rural.

Foi pensando na época de seca que foi desenvolvido o trabalho para economizar e reutilizar a água na irrigação da horta evitando o desperdício e sendo assim não perdendo o tempo de irrigação da plantação.

1.1 - OBJETIVO

O objetivo desse trabalho é mostrar o quão é eficiente gerar energia elétrica com baixo custo, visando a reutilização da água. Foi construída uma maquete para mostrar que é possível regar e criar uma horta com apenas 10 litros de água, com a queda d'água de 20 cm de altura, com uma vazão de $0,5\text{cm}^3$ por segundo gerando assim força mecânica que será convertida em energia elétrica alimentando o Arduino e um sistema inteligente de irrigação economizando tempo, dinheiro e mantendo um estilo de vida saudável.

1.2 - JUSTIFICATIVA

Depois de várias pesquisas, chegou-se ao consenso de que, uma horta autossustentável é uma forma de economia de tempo e dinheiro pois os recursos naturais serão reutilizados evitando os desperdícios dos recursos naturais.

Com o tempo mais hábil para que os produtos desenvolvam com a ajuda da tecnologia que existe a nosso favor.

Sem falar no tempo correto de irrigação e sem desperdício de água, pouca necessidade de equipamento, economia na mão de obra e produtos agrotóxicos que agredem o solo, sendo monitorado da melhor forma possível para que as nascentes não sejam agredidas com tais contaminantes.

Cada vez mais com a evolução da tecnologia nas nossas vidas ficará mais comum essa condição de cuidados naturais dos rios, nascentes e preservação da fauna e flora.

Assim teremos um caminhar para um futuro de um mundo melhor com a tecnologia a nosso favor.

2 - DESENVOLVIMENTO

Quando começou a irrigação na agricultura

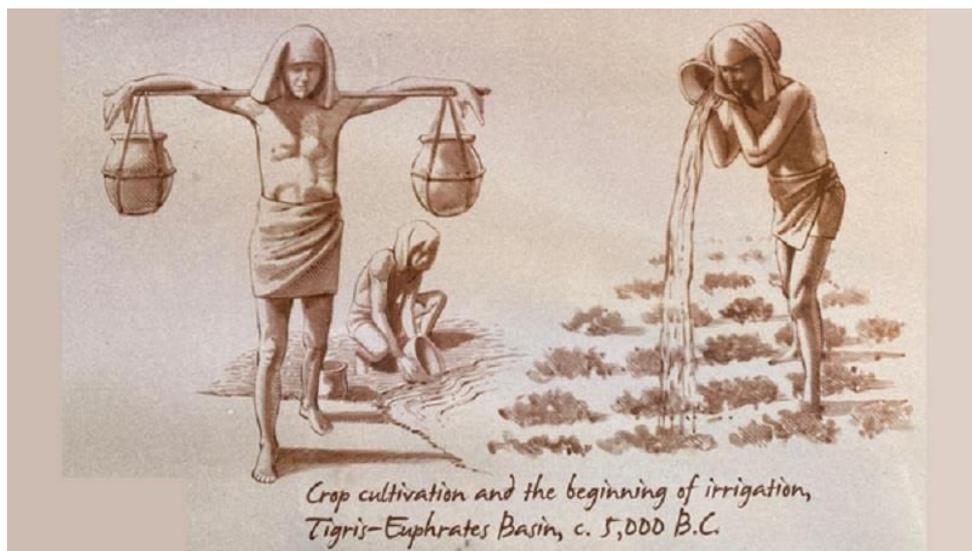
A irrigação nada mais é que a tecnologia que busca levar água às plantas para produzi-las de forma eficiente e adequada através da quantidade e frequência certa no devido momento.

Sua história remonta à antiguidade, com o começo da agricultura e está diretamente ligada ao começo da civilização. Hoje, ela é de extrema importância no manejo da agricultura.

O começo da irrigação como chamada de “molhação” na época de 6.000 a.C. no Egito e Mesopotâmia nas águas dos rios Nilo, Tigres e Eufrates, proveniente das enchentes para o campo que duravam entre 40 a 60 dias. Posteriormente, a água era drenada novamente para o rio e a partir disso era feito o cultivo em um solo úmido, rico em nutrientes e propícios para o rendimento da plantação.

Como a estação anual do Nilo era indefinida, foi criado um mediador de inundação denominado Nilômetro, sendo o princípio do manuseio da água.

Figura 1 Irrigação na época do Egito



Fonte 1 <https://aueirrigacao.com/?id=origem-da-irrigacao&in=298#:~:text=No%20ano%20de%203.100%20a.C.,h%C3%A1%20mais%20de%202000%20anos.>

2.1 - QUAL A ORIGEM DA IRRIGAÇÃO

No ano de 3.100 a.C. foi desenvolvido o primeiro projeto de irrigação pelo Faraó Menes no qual consistia em represas e canais com a finalidade de reutilizar as águas do rio Nilo em um lago novo. Já no México e na América do Sul, o seu desenvolvimento ocorreu pelas civilizações Maias e Incas há mais de 2000 anos.

No Brasil a irrigação teve início com a produção de arroz na década de 1900 no rio grande do sul. Atualmente o Brasil está entre os dez países com a maior área equipada para a irrigação do mundo.

Qual a importância da irrigação

A irrigação corresponde à prática agrícola que utiliza um conjunto de equipamentos e técnicas para suprir a deficiência total ou parcial de água para as plantas.

A irrigação é uma técnica fundamental para a agricultura, pois permite o fornecimento de água às plantas, o que é essencial para o seu crescimento e desenvolvimento.

A irrigação é importante Porque:

- Garante a produção agrícola mesmo em regiões com pouca água;
- Aumenta a produtividade e qualidade do produtor;
- Permite a produção em diferentes épocas do ano, inclusive na entressafra.

A necessidade da irrigação automatizada

A irrigação automatizada é necessária para otimizar o uso de água e energia, além de (economia), aumento na produtividade e ela também pode ser uma boa opção para quem viaja ou não tem tempo para regar as plantas.

A irrigação automatizada é um grande aliado para quem tem a comodidade de reduzir gastos e custos onerosos.

A necessidade de água em cada planta é diferente, além disso, outros fatores interferem na demanda, como clima, tipo de solo ou fase de crescimento da planta.

O que a tecnologia melhorou desde quando foi criada?

A irrigação passou por uma incrível transformação ao longo dos séculos. Nos primórdios da agricultura, dependia totalmente de métodos manuais como indução naturais, baldes e canais rudimentares, que demandavam muito esforço e desperdiçava água.

Com a revolução industrial surgiram as primeiras bombas mecânicas e sistemas de pressão, mas eficientes mais ainda limitados pelo alto consumo energético. Hoje vivemos uma verdadeira revolução tecnológica na irrigação (sensores inteligentes monitoram as plantações em tempo real),

Sistemas automáticos de gotejamento entregam água com precisão cirúrgica às raízes, e energias renováveis como a solar tornaram o processo mais sustentável.

Drones e satélites ajudam a otimizar o uso de água em grandes áreas, enquanto técnicas de reúso e dessalinização aplicam as fontes disponíveis.

O resultado é uma agricultura mais precisa, econômica e sustentável, que usa até 70% menos água que os métodos tradicionais enquanto aumenta a produtividade. Da enxada aos algoritmos, a irrigação moderna prova como a tecnologia pode transformar uma das práticas mais antigas da humanidade.

3 - COMO CALCULAR A VAZÃO DE ÁGUA POR MINUTO

Para calcular a vazão de água por minuto você precisa saber basicamente o volume de água que passa por um ponto em determinado tempo. A maneira mais simples é usando um recipiente de volume conhecido.

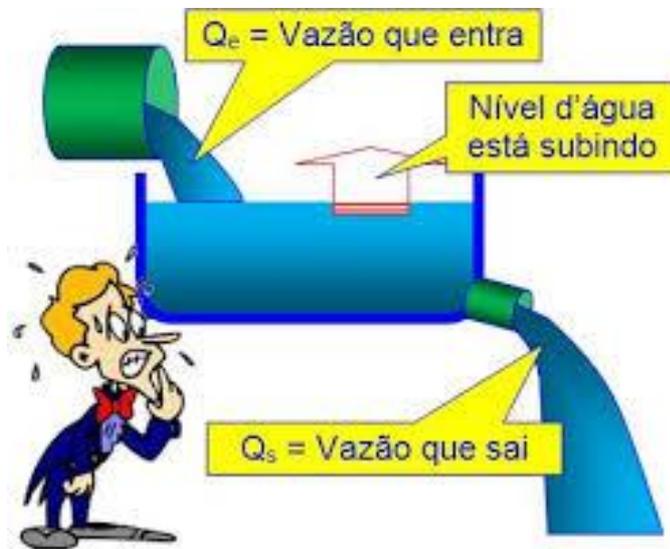
Por exemplo, se você encher uma balde de 10 litros em 20 segundos, primeiro converte o tempo para minutos (20 segundos são 0,333 minutos) e depois divide o volume pelo tempo. Nesse caso, 10 litros divididos por 0,333 minutos dá aproximadamente 30 litros por minutos.

Se você estiver trabalhando com tubulações, o cálculo envolve mais um passo. Primeiro, meça o diâmetro interno do tubo para calcular a área por onde a água passa.

Um tubo de 50mm de diâmetro tem raio de 25mm (ou 0,025mts), e a área é $3,14 \times (0,025)^2$, que dá cerca de $0,00196\text{m}^2$.

Depois você precisa medir a velocidade da água. Se a água percorrer 1 metro por segundo (ou 60 metros por minutos) multiplica essa velocidade pela área da água : $0,00196\text{m}^2 \times 60\text{m}/\text{min} = 0,1176\text{m}^3$ por minuto, que equivale a 117,6lts por minuto.

Figura2 Exemplo ilustrativo do Cálculo da vazão de água



Fonte : <https://www.ebanataw.com.br/roberto/chuvas/enchente.htm>

4 - AGRICULTURA É O SETOR QUE MAIS CONSOME ÁGUA

A agricultura, embora seja a base da produção de alimentos e uma indústria vital para a economia global, também é um dos setores que mais consomem água.

Com o aumento da conscientização sobre a economia de recursos hídricos, torna-se imperativo explorar métodos que consigam administrar o uso da água de forma responsável e sustentável.

Compreender a relação entre agricultura e consumo de água é essencial para desenvolver tais práticas mais sustentáveis.

A agricultura é o pilar da subsistência humana, com importância significativa para a economia global. No entanto, a dependência da água para irrigação, produção e processamento agrícola tem levado a um consumo desproporcional desse recurso cada dia mais limitado.

- **Mas quais são as razões por trás desse consumo na agricultura?**

O crescimento da população e a crescente demanda por alimentos que intensificaram uma certa pressão sobre os recursos hídricos. E, sucessivamente, o uso inadequado da água na agricultura pode levar à escassez hídrica, degradação do solo e impactos ambientais negativos. O que é bastante preocupante.

- **Sobre as razões, entre outras:**

Irrigação convencional e ineficiência: a irrigação convencional, embora seja amplamente utilizada, muitas vezes é ineficiente. A falta de tecnologias modernas de irrigação leva a perdas de água devido à evaporação e à aplicação excessiva.

Culturas sedentárias: algumas culturas têm uma demanda naturalmente alta por água. O cultivo dessas culturas em regiões experimentais pode agravar esse consumo excessivo de água.

Desperdício e manejo inadequado: práticas inadequadas e repetidas de manejo e desperdício de água durante o cultivo e o processamento levam a um consumo excessivo, desordenado.

Olhando para este cenário, depreende-se que com a implementação de tecnologias avançadas, práticas de manejo conscientes e seleção de culturas de modo adequado, será possível gerenciar a água de forma mais responsável.

Estratégias para administrar a água com responsabilidade na agricultura

Com a adoção de uma abordagem sustentável, haverá a garantia de um futuro no qual a agricultura seja capaz de atender às necessidades das gerações presentes e futuras, sem comprometer os recursos hídricos do nosso planeta.

Para isso, é necessário traçar e implementar estratégias eficientes para gerir o processo com responsabilidade, eficácia e efetividade, entre as quais:

5 - TECNOLOGIAS DE IRRIGAÇÃO EFICIENTES

Adotar sistemas de irrigação modernos, como gotejamento e aspersão controlada, a fim de reduzir significativamente o desperdício de água, fornecendo uma quantidade adequada de água diretamente às raízes das plantas.

Os sistemas de gotejamento modernos são projetados para fornecer água diretamente às raízes das plantas, evitando a evaporação e o desperdício de água. Alguns sistemas estão equipados com sensores de temperatura do solo e controladores, permitindo ajustes precisos com base nas necessidades reais das plantas.

Uso de sistemas de irrigação por aspersão de baixa pressão para aplicar água em forma de chuva artificial, minimizando a perda por evaporação e vento. O uso de bicos de baixa pressão assegura que a água seja distribuída de maneira uniforme, evitando excessos em determinadas áreas.

Adotar sistemas de fertirrigação, que envolve a aplicação simultânea de água e nutrientes diretamente na zona das raízes das plantas. Isso garante que os nutrientes sejam absorvidos de maneira eficiente, atendendo a necessidade de aplicação excessiva.

A automação desempenha um papel crescente na agricultura moderna. Esses sistemas podem controlar a dosagem de água e nutrientes com base em algoritmos que consideram fatores como umidade do solo, condições climáticas e estágio de crescimento das plantas. Isso garante uma administração precisa e oportuna dos recursos, atenuando o desperdício.

5.1 - MANEJO SUSTENTÁVEL DO SOLO

Práticas como a cobertura do solo e a rotação de culturas ajudam a melhorar a capacidade do solo de reter água, verificando a necessidade de irrigação frequente.

Planejar o plantio e a rotação de culturas de forma inteligente pode reduzir a demanda por água, pois algumas culturas requerem menos irrigação do que outras.

Cultivar plantas nativas também pode ser uma opção mais sustentável. Fazer uma escolha criteriosa do que será cultivado em uma determinada região, levando em consideração fatores como clima, solo, disponibilidade de água e outros elementos ambientais são medidas que otimizam a produção agrícola, minimizam o consumo de recursos, como água, e maximizam a eficiência do cultivo.

Compostagem e adubação orgânica são alternativas que podem melhorar a qualidade do solo e sua capacidade de retenção de água. Ao incorporar matéria orgânica ao solo, é possível reduzir a frequência de irrigação.

6 - AGRICULTURA DE PRECISÃO E MONITORAMENTO

A agricultura de precisão utiliza dados e monitoramento para otimizar a aplicação de água, fertilizantes e pesticidas, atendendo assim medidas contra o uso excessivo.

Sensores de umidade do solo e estações meteorológicas, por exemplo, embora não sejam dosadores em si, esses dispositivos são essenciais para monitorar as condições do solo e do clima. Com base nos dados coletados, os agricultores podem ajustar os padrões de irrigação e dosagem de fertilizantes de forma precisa.

Equipamentos de dosagem para fertilizantes e agroquímicos garantem a aplicação desses produtos na quantidade certa, evitando a contaminação do solo e da água. Esses dosadores podem ser controlados manualmente ou integrados a sistemas de automação.

A agricultura de precisão tem sido impulsionada pelo uso de sistemas de monitoramento remoto. Esses sistemas podem envolver o uso de drones domésticos com câmeras e sensores que fornecem informações específicas sobre o estado das

plantações. Com esses dados, pode-se identificar áreas que precisam de mais água ou nutrientes, permitindo intervenções específicas e evitando o uso excessivo.

Reuso de água

Implementar sistemas de reuso de água, como o tratamento de águas residuais para irrigação, pode reduzir a dependência de fontes de água fresca.

Em regiões onde a economia de água é um desafio, os sistemas de reuso de água podem ser implementados. Esses sistemas fazem a coleta e o tratamento da água de irrigação e reutilizam, atendendo a demanda por água fresca e minimizando o impacto ambiental.

Tecnologias de Agricultura Vertical

Uma agricultura vertical envolve o cultivo de plantas em graus instituídos, geralmente dentro de estruturas fechadas. Essa abordagem permite um controle extremamente preciso do ambiente, incluindo a dosagem de água e nutrientes.

Como resultado, a agricultura vertical pode ser uma maneira altamente eficiente de usar água e recursos.

7- METODOLOGIA

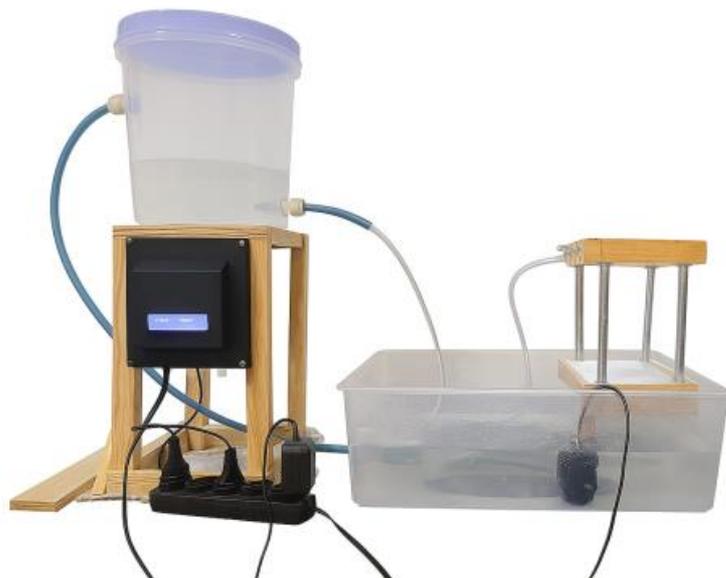
Foi utilizado um sistema de arduino com um sensor de umidade que controla a porcentagem da umidade do solo na plantação e foi utilizado um sistema de reutilização da água que vai para o lençol freático através de uma bomba que capta essa água e puxa para uma caixa d'água evitando o desperdício de água e foi utilizada uma roda d'água para gerar energia mantendo o sistema autossustentável.

Na maquete foi utilizado estruturas de madeiras para fazer a base de elevação na caixa d'água, foi utilizado mangueiras de conexão para fazer a irrigação da plantação e para fazer o retorno do armazenamento, o arduino ficou fixado na estrutura para melhor apresentação da maquete.

No sistema de comandos foi utilizado arduino, modulo relé, um sensor de umidade, visor de led, fios e conexões e foi acoplado dentro de duas caixas de impressão 3D.

Foi utilizada uma caixa acrílica para simular o lençol freático e na estrutura da irrigação foi usado estruturas de madeiras para sustentar a mangueiras de irrigação com furos específicos para irrigar em cima da plantação

Figura 3 Maquete Experimental Simulando O Sistema Em Funcionamento



Fonte : Do Proprio Autor

8 – O PROJETO EM CAMPO

O projeto na prática vai funcionar da seguinte forma:

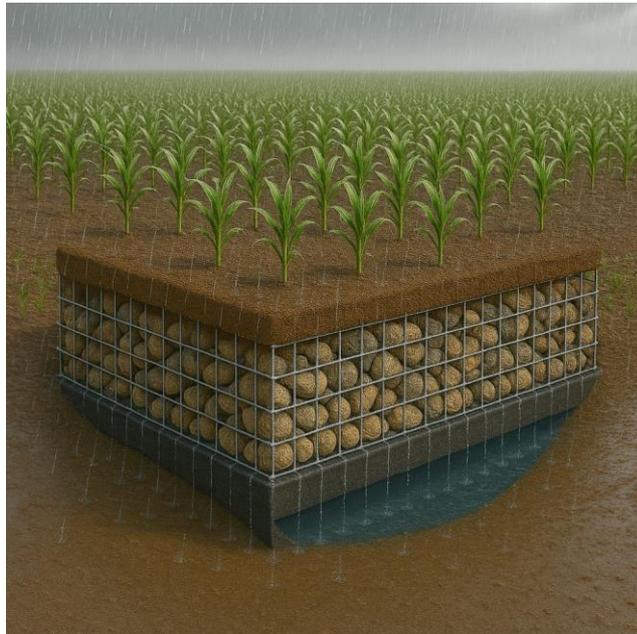
Primeiramente onde será implantado o sistema deverá ser retirada toda a terra para impermeabilizar o solo com uma lona, sendo assim a água que irá escorrer vai para uma bomba d'água que irá bombear essa água coletada para um reservatório de reuso que vai evitar o desperdício de água.

Após a impermeabilização do solo deverá ser utilizada uma camada de pedras para separar a terra da parte impermeabilizada sendo assim evitando que caia sujeira que venha obstruir as bombas de coleta de água.

Uma tela de arames irá ser instalada após a camada de pedra que irá segurar a terra que virá à seguir, essa parte é muito importante pois vai ajudar na estrutura da camada de terra e a sustentação da plantação.

E por fim a camada de terra que virá por cima sendo assim finalizando todo projeto.

Figura 4 Funcionamento do sistema em campo



Fonte : Do Proprio Autor

9 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A administração responsável da água na agricultura é essencial para garantir a sustentabilidade desse setor vital e para proteger os recursos hídricos para as gerações futuras.

À medida que a demanda por alimentos continua a aumentar, é imperativo que os agricultores adotem práticas sustentáveis que reduzam o consumo de água, minimizem os impactos ambientais e contribuam para a segurança alimentar global.

É notável que a combinação de tecnologias inovadoras, planejamento, políticas regulatórias, cuidado e conscientização permite que a agricultura cumpra seu papel fundamental de maneira mais equilibrada e responsável em relação aos recursos hídricos.

Neste sentido, a utilização inteligente de equipamentos de dosagem na agricultura está pavimentando o caminho para um futuro mais sustentável e eficiente.

A combinação de tecnologias avançadas, como sistemas de gotejamento inteligentes, sensores de temperatura do solo e automação, permite aos agricultores administrar os recursos hídricos de forma responsável, garantindo o crescimento saudável das culturas enquanto reduz o impacto ambiental.

No entanto, é importante lembrar que o sucesso dessas tecnologias depende de um entendimento profundo das necessidades das plantas, das condições climáticas locais e das características do solo.

A capacitação dos agricultores para operar e manter esses equipamentos também é crucial para alcançar os melhores resultados.

À medida que a agricultura continua a evoluir, a integração contínua de inovações e práticas desejosas é fundamental para enfrentar os desafios globais de segurança alimentar e recursos hídricos.

Com uma abordagem equilibrada e uma implementação estratégica dessas tecnologias, a agricultura pode se tornar um exemplo de responsabilidade ambiental e eficiência produtiva.

10 - REFERÊNCIAS

<https://aueirrigacao.com/?id=origem-da-irrigacao&in=298#:~:text=No%20ano%20de%203.100%20a.C.,h%C3%A1%20mais%20de%202000%20anos.>

<https://mkt-prominent.com/blog/agricultura-e-o-setor-que-mais-consome-agua-mas-como-gerir-com-responsabilidade>