**SÃO PAULO TECH SCHOOL**

**ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS**

Fundo preto com letras brancas

Descrição gerada automaticamente com confiança média

**Monitoramento do fluxo de água em reservatórios de irrigação agrícola**

**Grupo 3:**

Ana Karoline Gomes Bento Barrocal

Leonardo Sardinha Santana

Matheus Martinez

São Paulo

2024

Nicolly Santos de Sousa

Rennan de Souza Moura

Vinicius Gonçalves da Costa

**Sumário**

[Contexto 3](#_Toc179714199)

[A importância da água para a agricultura 3](#_Toc179714200)

[A importância da água para as plantas 3](#_Toc179714201)

[Agricultura 4](#_Toc179714202)

[Irrigação agrícola ou agricultura irrigada 6](#_Toc179714203)

[Sistemas de Irrigação 8](#_Toc179714204)

[Reservatórios de água Agrícola 9](#_Toc179714205)

[Tipos de reservatórios 10](#_Toc179714206)

[Aquecimento Global e o Estresse Hídrico 16](#_Toc179714207)

[Objetivo 18](#_Toc179714208)

[Justificativa 19](#_Toc179714209)

[Escopo 20](#_Toc179714210)

[Premissas: 21](#_Toc179714211)

[Restrições: 22](#_Toc179714212)

[Metodologias Utilizadas: 23](#_Toc179714213)

[Metodologia SCRUM 23](#_Toc179714214)

[Metodologia 5W2H 24](#_Toc179714215)

[Ferramentas Utilizadas 25](#_Toc179714216)

[Utilização do Trello 25](#_Toc179714217)

[Utilização do GitHub 26](#_Toc179714218)

[Descrição do projeto Visão geral: 27](#_Toc179714219)

[Motivação do projeto: 27](#_Toc179714220)

[Referências 33](#_Toc179714221)

# Contexto

## A importância da água para a agricultura

No século VI a.C., filósofos como Tales de Mileto buscavam a *“arché”* do universo, ou seja, a substância primordial que seria a origem de todas as coisas e transformações. Para Tales, essa substância fundamental era a água. Desde então, a ciência evoluiu, revelando que a matéria é composta por átomos, que, por sua vez, se dividem em partículas subatômicas. Apesar disso, a água, uma substância química formada por dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio (H₂O), permanece reconhecida como o princípio fundamental para a vida na Terra, em especial para as plantas.

## A importância da água para as plantas

As plantas são compostas em sua maior parte por água, podendo chegar a 70% a 95% de sua massa em algumas espécies[[1]](#footnote-1). Nesse sentido, a importância da água se estende por diversos processos biológicos que ocorrem dentro das plantas, desde a germinação até a produção de frutos.

A água desempenha um papel vital em diversas funções essenciais para a sobrevivência das plantas. Ela é fundamental no transporte de nutrientes, sendo absorvida pelas raízes e distribuída por toda a planta através do processo de transpiração. Durante esse processo, a evaporação da água pelos estômatos das folhas cria uma força de sucção, que move a água e os nutrientes necessários para o crescimento das plantas.

Na fotossíntese, a água atua como um reagente-chave, sendo decomposta para liberar oxigênio e fornecer hidrogênio para a síntese de glicose, o alimento da planta[[2]](#footnote-2). Além disso, a água é responsável pela turgidez das células vegetais, mantendo a rigidez das plantas e permitindo que as folhas fiquem estendidas para maximizar a captação de luz solar.

Por fim, a água também auxilia na regulação da temperatura interna das plantas. Sua alta capacidade calorífica impede que elas superaqueçam, e o processo de transpiração ajuda a dissipar o calor excessivo, mantendo as condições ideais para o funcionamento biológico.

## Agricultura

A palavra "agricultura" vem do latim e é composta pelos termos ***“agru”,*** que significa “terra cultivada ou cultivável”, e ***“colere"*** (cultura), que corresponde a "cultivo". Nesse sentido, a agricultura pode ser intendida como a prática do cultivo do solo com o objetivo de produzir alimentos e matérias-primas, sendo uma atividade econômica integrante do setor primário, um dos pilares da economia global.

O Dicionário Aurélio complementa ainda que a agriculturaé o cultivo do solo, por meio de procedimentos, métodos e técnicas próprias, que buscam produzir alimentos para o consumo humano. Técnicas essas, que se estendem desde o cultivo até a colheita de plantações.

Considerando as informações mencionadas anteriormente, a água é um recurso fundamental na agricultura, essencial para o crescimento saudável das plantas e a produção de alimentos. Sendo assim, sua disponibilidade e gestão adequada são cruciais, uma vez que a dependência de fatores climáticos e sazonais atrasa ou impede a produção eficiente de plantações. Dado esses fatores externos, surgem técnicas e ferramentas do manejo eficiente da água para alavancar os processos agrícolas como o uso de reservatórios e técnicas de irrigação agrícola.

No Brasil, a demanda hídrica na agricultura irrigada é significativa. Segundo dados do **Atlas Irrigação – 2ª Edição[[3]](#footnote-3)**, em 2019, o setor utilizou cerca de 29,7 trilhões de litros de água por ano. Esse elevado volume reflete a importância da irrigação para a agricultura nacional, especialmente em um país com variações regionais no clima e na disponibilidade de recursos hídricos.

Diagrama

Descrição gerada automaticamente

Fonte: Atlas Irrigação – 2ª Edição3

## Irrigação agrícola ou agricultura irrigada

A irrigação agrícola é uma prática que utiliza técnicas e equipamentos para suprir a falta de água nas plantas, de modo parcial ou total. Esse processo complementa a quantidade de água que não é fornecida naturalmente, visando garantir o crescimento adequado das culturas.

Na agricultura irrigada, são aplicados métodos específicos que permitem a distribuição controlada de água, assegurando a produção agrícola mesmo em períodos de escassez hídrica. No entanto, fornecer água por si só não garante uma colheita bem-sucedida. Para que a irrigação seja eficiente, é fundamental realizar um planejamento cuidadoso, além de monitorar e gerenciar o uso da água.

Aplicadas corretamente, de acordo com o Atlas Irrigação – 2ª Edição[[4]](#footnote-4), essas práticas atreladas a equipamentos e sistemas de monitoramento eficientes podem aumentar a produtividade de 2 a 3 vezes em relação à agricultura de sequeiro, além de reduzir o custo unitário de produção. Outro benefício significativo é a possibilidade de utilizar o solo durante todo o ano, permitindo a realização de até três safras anualmente.

**Agricultura de sequeiro:** tipo de cultivo que depende exclusivamente das chuvas para o fornecimento de água às plantas, sem a utilização de sistemas artificiais de irrigação. Essa prática é comum em regiões onde o clima é favorável, com precipitações suficientes para suprir as necessidades hídricas das culturas durante o ciclo de crescimento.

Na agricultura de sequeiro, o sucesso da produção está diretamente ligado à quantidade e à distribuição das chuvas. Como resultado, essa técnica é mais vulnerável às variações climáticas, como secas prolongadas ou chuvas irregulares, o que pode afetar o rendimento das lavouras.

**Interface gráfica do usuário, Aplicativo, Teams

Descrição gerada automaticamente**

Fonte: Atlas Irrigação – 2ª Edição [[5]](#footnote-5)

# Sistemas de Irrigação

Cada tipo de cultura tem suas necessidades hídricas específicas, que variam conforme as fases de crescimento e as condições climáticas da região. Nesse contexto, diversos métodos e sistemas de irrigação foram desenvolvidos para atender a diferentes necessidades. De acordo com o Embrapa[[6]](#footnote-6), no Brasil, se utilizam principalmente os sistemas de irrigação dos tipos: por superfície, aspersão, localizada e subirrigação.

# Reservatórios de água Agrícola

Um reservatório de água agrícola é uma estrutura projetada para armazenar água destinada ao uso na irrigação e em outras atividades agrícolas. Essas estruturas podem variar em tamanho e forma, desde pequenas cisternas até grandes represas, dependendo das necessidades da propriedade e da disponibilidade de recursos hídricos na região.

## Tipos de reservatórios

### Reservatório tipo taça ou cilindro

### Tudo Sobre Reservatórios Tipo Taça de Água da FortmetalReservatório Cilíndrico de Fundo Cônico apresenta ótima relação custo x benefício

Link imagens: [[7]](#footnote-7) [[8]](#footnote-8)

Os reservatórios em formato de taça ou cilindro são projetados especificamente para a preservação da água, protegendo-a contra contaminações provenientes do ar. Sua construção geralmente envolve materiais que minimizam a evaporação e a degradação da água armazenada. Apesar de suas vantagens em termos de qualidade da água, o custo elevado para aquisição e instalação limita seu uso a contextos em que a pureza da água é crucial, como no abastecimento de criações de animais de alto valor, garantindo a saúde e o bem-estar deles.

### Reservatório de metal circular



Link imagens: [[9]](#footnote-9)

Este tipo de reservatório é construído com chapas de ferro galvanizado, oferecendo resistência e durabilidade. A base de cimento proporciona nivelamento e sustentação, prevenindo deformações. Devido à sua robustez, é amplamente utilizado na criação de gados e equinos, pois suporta o impacto e as exigências das atividades rurais. A manutenção da qualidade da água também é uma vantagem, já que o material galvanizado reduz a corrosão e prolonga a vida útil do reservatório.

### Reservatórios de alvenaria



Link imagens: [[10]](#footnote-10)

Os reservatórios de alvenaria, feitos de cimento e tijolos, são projetados para armazenar grandes volumes de água. No entanto, sua construção exige cuidados rigorosos com a impermeabilização para evitar vazamentos e perdas de volume. A fragilidade estrutural dos reservatórios de alvenaria deve ser considerada, pois fatores como movimentações do solo e a pressão da água podem comprometer sua integridade. Apesar disso, quando bem construídos e mantidos, oferecem uma solução duradoura para o armazenamento de água em comunidades rurais.

### Reservatório de ferro-cimento



Link imagens:[[11]](#footnote-11)

Os reservatórios de ferro-cimento, com formato circular, combinam a resistência do ferro e a versatilidade do cimento. Semelhantes aos de alvenaria em capacidade e uso, apresentam um custo menor de implantação, tornando-os uma alternativa acessível para pequenos e médios produtores rurais. Sua construção é mais rápida, e a combinação de materiais oferece uma boa resistência a pressões internas e externas, ideal para o armazenamento seguro de água em diversas condições climáticas.

### Reservatório escavado no solo



Link imagens: [[12]](#footnote-12)

Este tipo de reservatório é bastante comum em áreas rurais e pode ter formatos circulares ou retangulares. Construídos com máquinas escavadeiras, eles oferecem um custo de implementação bastante baixo. Contudo, um dos principais desafios é a grande perda de volume devido à infiltração da água no solo, o que pode comprometer sua eficácia como fonte de água. A manutenção constante é necessária para mitigar essas perdas e garantir que o reservatório cumpra sua função de armazenamento.

### Reservatório impermeabilizado com lona



Link imagens: [[13]](#footnote-13)

Esta técnica de construção é semelhante ao reservatório escavado, mas com a adição de uma lona impermeabilizante que reveste o interior. Esse revestimento ajuda a evitar a infiltração da água no solo, aumentando a eficiência do armazenamento. Embora tenha um custo de implementação acessível, a durabilidade do reservatório pode ser um problema, pois a exposição solar e as variações climáticas podem degradar a lona ao longo do tempo. Portanto, a manutenção e a substituição periódica da lona são essenciais para garantir a funcionalidade do reservatório.

# Aquecimento Global e o Estresse Hídrico

O aquecimento global[[14]](#footnote-14) refere-se ao aumento gradual das temperaturas médias da Terra, causado principalmente pelo acúmulo de gases de efeito estufa na atmosfera, resultantes da atividade humana, como a queima de combustíveis fósseis, desmatamento e práticas agrícolas. Esse fenômeno tem implicações profundas, como alterações nos padrões climáticos, derretimento de geleiras, aumento do nível do mar e impactos em ecossistemas e sociedades, além de agravar eventos climáticos extremos e ameaçar a biodiversidade.

Essas mudanças climáticas afetam diretamente as plantações, comprometendo a segurança alimentar. O aumento das temperaturas altera os ciclos de crescimento das plantas, resultando em rendimentos reduzidos. Alterações nos padrões de precipitação podem provocar secas mais frequentes ou inundações, prejudicando a irrigação e a saúde do solo. O aumento do nível do mar também pode levar à salinização de terras agrícolas costeiras, tornando-as menos produtivas. Com o calor excessivo, pragas e doenças se proliferam, colocando ainda mais pressão sobre as culturas. Esses fatores, combinados, ameaçam a capacidade de produção agrícola e, consequentemente, a disponibilidade de alimentos.

Dentre os diversos fatores que interferem na produção das plantas, destaca-se o estresse hídrico, causado pela insuficiência de água no solo para atender à demanda das culturas. Esse déficit hídrico tem se agravado com as mudanças climáticas, como o aquecimento global, que provoca secas mais intensas e altera os padrões de precipitação, reduzindo a disponibilidade de água em regiões agrícolas. Com isso, a capacidade das plantas de absorver água e nutrientes pelas raízes é severamente afetada, prejudicando seu crescimento e desenvolvimento.

Além disso, o estresse hídrico é exacerbado por fatores como a compactação do solo, que reduz sua permeabilidade, dificultando a infiltração de água, e por condições de alta salinidade e pH inadequado, que interferem na absorção eficiente de nutrientes. A presença de pragas também pode intensificar o estresse das plantas, uma vez que danificam raízes e outros tecidos essenciais. Esse conjunto de adversidades pode comprometer drasticamente a produtividade agrícola, chegando a impactar até 65% da produção total[[15]](#footnote-15), causando perdas significativas para os agricultores.

Além disso, a falta de sistematização do terreno e práticas inadequadas de manejo podem acentuar esses problemas, afetando a eficiência da irrigação e resultando em perdas significativas na produção agrícola

# Objetivo

Dado a necessidade de um acompanhamento efetivo dos níveis de água nos reservatórios, o objetivo da Hydro Flow System é implementar um sistema web de monitoramento, criando uma plataforma dinâmica e no fluxo de logística que trará informações atualizadas sobre o nível da água através da implementação de um sensor de proximidade que será instalado nos reservatórios das empresas agrícolas, disponibilizando esses dados de forma compreensiva na plataforma para a tomada de decisões, consequentemente evitando perdas nas produções que podem chegar a até 65% segundo o Portal do Agronegócio[[16]](#footnote-16), devido ao estresse hídrico. Para ilustrar, o agronegócio brasileiro teve um superávit de US$ **148,58 bilhões** em 2023, caso não ocorresse uma boa administração dos níveis de água no reservatório, o valor poderia se reduzir a até US$ **52 bilhões.**

# Justificativa

O benefício de um sistema de monitoramento aumenta drasticamente o nível de produção. Com a utilização do nosso sistema, é possível elevar os níveis de produção em 65%, segundo o Portal do Agronegócio[[17]](#footnote-17). Por exemplo, se uma propriedade agrícola atualmente produz R$ 1000.000 por safra, a implementação do sistema pode aumentar esse valor para R$ 1500.000, resultando em um ganho adicional de R$ 500.000, desde que haja um planejamento adequado e o uso eficiente da água.

# Escopo

O HF system é um projeto que traz um software web projetado para coletar, armazenar e apresentar dados de fluxo de água em reservatórios para irrigação agrícola, utilizando sensores ultrassônicos HC-SR04. Com uma interface interativa desenvolvida em HTML, CSS e Javascript e um back-end em Node.js, o sistema permite que os produtores monitorem o uso da água em tempo real e acessem dados históricos. Os usuários recebem alertas sobre níveis críticos de água, facilitando a tomada de decisões e otimizando a irrigação.

Os reservatórios podem ser de diferentes tipos, adaptando-se às necessidades dos produtores. A instalação dos sensores é simples, com posicionamento na parte superior dos reservatórios e conexão a placas de desenvolvimento com Arduino. Dessa forma, o HF System não só melhora o monitoramento do uso da água, mas também contribui para práticas agrícolas mais sustentáveis e eficientes.

# Premissas:

* A instalação de um suporte para o sensor, que deve ter aproximadamente 20 cm de altura e 10 cm de largura, ficando a 50 cm sobre o reservatório, ficará sob a responsabilidade da organização que utilizará os serviços oferecidos.
* Ponto de energia para o funcionamento dos sensores, com acesso a tomadas 127v ou 220v, para alimentação dos computadores e sensores via conexão USB com os servidores.
* Máquina dedicada para o armazenamento dos dados, com, no mínimo, 8Gb de memória RAM, armazenamento de 256Gb, processador quadcore de 2,5GHz e sistema operacional Windows.
* O reservatório de água deve apresentar condições mínimas de estrutura que são elas: Materiais Resistentes para suportar pressão e corrosão, impermeabilidade, sem vazamentos, suporte Estrutural com fundações e paredes adequadas, manutenção regular: inspeções programadas, segurança, proteções contra acessos não autorizados.
* Dimensionamento correto das tubulações de ar em reservatórios de água (de acordo com a capacidade e tipo do reservatório).
* Forneceremos ao nosso cliente um Curso com 20 horas dando passo a passo sobre a utilização de nosso software.

## Restrições:

* Não haverá nenhuma automatização dos processos da organização agrícola.
* Somente os níveis de água no reservatório de irrigação serão monitorados.
* Os sensores devem ser utilizados apenas para os fins destinados, caso isso não ocorra, não arcaremos com mudanças na dashboard, dentre outros.

# Metodologias Utilizadas:

## Metodologia SCRUM

No projeto HF System, foi adotada a metodologia Scrum com uma dinâmica inovadora, a rotação semanal de papéis entre os membros da equipe, onde cada participante assumiu, em diferentes momentos, as funções de Product Owner (PO) e Scrum Master. Esse formato garantiu que todos experimentassem as responsabilidades de liderança e facilitação, promovendo uma visão ampla e colaborativa de todos os aspectos do projeto.

* **Product Owner (PO)**: A cada semana, um dos membros da equipe assumia a função de PO, definindo a visão do produto e priorizando o backlog com base nas necessidades dos stakeholders. Isso garantiu que diferentes perspectivas fossem consideradas na construção do produto, enriquecendo o alinhamento com os objetivos do cliente.
* **Scrum Master**: De maneira similar, outro integrante da equipe assumia semanalmente o papel de Scrum Master. O foco era facilitar a aplicação das práticas do Scrum, remover impedimentos e garantir que a equipe mantivesse a cadência necessária para a entrega dos incrementos. Essa rotação permitiu que todos se tornassem familiarizados com os desafios de remover bloqueios e manter a produtividade.

**2. Equipe:**

A equipe se manteve multidisciplinar e auto-organizada, composta por membros que possuíam as habilidades necessárias para entregar incrementos de valor. A rotação de papéis fortaleceu a sinergia e compreensão mútua entre todos, já que todos experimentaram as diferentes funções, aprimorando o senso de responsabilidade compartilhada e colaboração.

## Metodologia 5W2H

A metodologia 5W2H é uma abordagem eficaz para planejar e gerenciar o projeto HF System. Esta técnica ajuda a organizar as informações e estabelecer um entendimento claro dos objetivos, atividades e responsabilidades. A seguir está o 5W2H com base no projeto HF System:

Calendário

Descrição gerada automaticamente com confiança baixa

# Ferramentas Utilizadas

## Utilização do Trello

Para gerenciar as atividades do projeto HF System, adotamos o Trello como nossa ferramenta de organização. O Trello é uma plataforma visual baseada em quadros que nos permite acompanhar o progresso das tarefas de forma clara e intuitiva. Criamos listas para diferentes fases do projeto, como "Backlog", "Em andamento" e "Concluído", facilitando a visualização do status das atividades. Cada tarefa é representada por um cartão, onde podem ser adicionadas descrições, prazos, responsáveis e comentários. Essa organização ajuda a manter a equipe alinhada, permite priorizar atividades e garante que todos os membros estejam cientes do que precisa ser feito. Além disso, o Trello é uma ferramenta flexível que se adapta facilmente às mudanças de planejamento, proporcionando uma gestão dinâmica e eficaz do projeto. A seguir está o nosso Trello (foto retirada no dia 11/10/2024):

Interface gráfica do usuário

Descrição gerada automaticamente

## Utilização do GitHub

No projeto HF System, utilizamos o GitHub como nossa principal plataforma para controle de versão e colaboração. O GitHub permite que nossa equipe de desenvolvimento mantenha um repositório centralizado para o código-fonte, facilitando o gerenciamento de diferentes versões do software. A seguir está o nosso GitHub (foto retirada no dia 11/10/2024):[[18]](#endnote-1)

Tela de celular com aplicativo aberto

Descrição gerada automaticamente

# Descrição do projeto Visão geral:

Nosso projeto tem como objetivo desenvolver um sistema de monitoramento contínuo para o nível de água em reservatórios agrícolas, utilizando o sensor ultrassônico HC-SR04. A proposta visa solucionar problemas como o desperdício de água, falta de controle preciso e altos custos operacionais na agricultura. Ao automatizar o monitoramento dos níveis de água, pretendemos melhorar a eficiência no uso dos recursos hídricos, reduzir custos e promover a sustentabilidade no agronegócio.

## Motivação do projeto:

A motivação para este projeto vem da necessidade urgente de melhorar a gestão da água na agricultura, uma indústria que consome uma grande parcela dos recursos hídricos globais. A falta de monitoramento contínuo e preciso dos níveis de água em reservatórios agrícolas é um problema recorrente, que resulta em desperdícios e uso ineficiente da água. Além disso, a crescente preocupação com a sustentabilidade ambiental impulsiona a busca por soluções que possam equilibrar a produtividade agrícola com a conservação dos recursos naturais.

Com essa motivação, o projeto visa proporcionar uma ferramenta acessível e eficaz para agricultores, ajudando a reduzir desperdícios, custos e impactos ambientais negativos. Importância do projeto: uso ineficiente da água em ambientes agrícolas pode levar a desperdícios significativos, impactos negativos no meio ambiente e altos custos para os agricultores. Este projeto propõe uma solução tecnológica para otimizar o uso da água, contribuindo para práticas agrícolas mais sustentáveis e eficientes.

**Imagens do Projeto**

Nesta seção, apresentamos as imagens relevantes relacionadas ao projeto HF System. As imagens serão organizadas em formato de galeria, facilitando a visualização e compreensão do material apresentado.



<https://fortmetal.com.br/tudo-sobre-reservatorios-tipo-taca-de-agua-excelencia-em-armazenamento-e-distribuicao/>



<https://www.fazforte.com.br/blog/reservatorio-cilindrico-de-fundo-conico-apresenta-otima-relacao-custo-x-beneficio/>



<https://metalborgesreservatorios.com.br/produto/reservatorio-inloco>



<https://www.comprerural.com/veja-as-aplicacoes-dos-reservatorios-de-agua-no-campo/>



<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fm.youtube.com%2Fwatch%3Fv%3DlTOjQZMXWd8&psig=AOvVaw3pN9RDwZ92VLmbiGVCraSC&ust=1728266956495000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBQQjRxqFwoTCOCK-aHW-IgDFQAAAAAdAAAAABAJ>



<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.vetprofissional.com.br%2Fartigos%2Fvai-criar-tilapias-em-tanques-escavados-acerte-no-tipo-de-solo&psig=AOvVaw1FtWJSf8pG4SzaTeBKfKxq&ust=1728267148426000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBQQjRxqFwoTCPDrpoDX-IgDFQAAAAAdAAAAABAJ>



<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.recolastambiental.com.br%2Fblog%2Freservatorios%2Firrigacao-captacao-de-agua-tanque-escavado%2F&psig=AOvVaw0Z3e68CKPYyEN_ngqXoA4d&ust=1728267243308000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBQQjRxqFwoTCKCZ36zX-IgDFQAAAAAdAAAAABAP>

**Referências do Projeto**

A seguir, apresentamos as referências utilizadas para embasar o desenvolvimento do projeto HF System. Esta seção inclui artigos acadêmicos e outras fontes de informação que forneceram o suporte teórico e prático necessário para as decisões tomadas durante o projeto. As referências são organizadas de forma a permitir fácil acesso e consulta, contribuindo para a transparência e a credibilidade do trabalho realizado.

# Referências

1: [https://blogs.worldbank.org/en/opendata/chart-globally-70-freshwater-usedagriculture](https://blogs.worldbank.org/en/opendata/chart-globally-70-freshwater-used-agriculture)

2: [https://www.universityofcalifornia.edu/news/last-years-drought-cost-agindustry-more-1-billion-thousands-jobs-new-analysis-shows](https://www.universityofcalifornia.edu/news/last-years-drought-cost-ag-industry-more-1-billion-thousands-jobs-new-analysis-shows)

3: [https://www.sebrae-sc.com.br/observatorio/relatorio-deinteligencia/desperdicio-de-agua-no-agronegocio](https://www.sebrae-sc.com.br/observatorio/relatorio-de-inteligencia/desperdicio-de-agua-no-agronegocio)

4:<https://portal1.snirh.gov.br/ana/apps/storymaps/stories/a874e62f27544c6a986da1702a911c6b>

5:<https://veja.abril.com.br/coluna/mundo-agro/o-papel-da-irrigacao-para-eficiencia-produtiva-do-agro?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=eda_veja_audiencia_institucional&gad_source=1&gclid=CjwKCAjwl6-3BhBWEiwApN6_kg0ryVvXdhHZDVSIh49NSySJkxQzvB_XwIV-FHJ7Jq2qdbIVcmNGURoCECEQAvD_BwE>

6:<https://www.agrolink.com.br/colunistas/coluna/estresse-hidrico-na-lavoura--excesso-ou-falta-de-agua_452155.html#:~:text=A%20ado%C3%A7%C3%A3o%20de%20pr%C3%A1ticas%20de%20manejo%20na%20agricultura%20irrigada%20e,287%2D294%2C%201998>

7:<https://agrosmart.com.br/blog/efeitos-do-estresse-hidrico/>

8:<https://www.redeagro.agr.br/medidas-e-acoes-para-otimizar-o-consumo-de-agua-no-campo/#:~:text=Entre%20os%20principais%20motivos%20do%20desperd%C3%ADcio%20de%20%C3%A1gua%20no%20agroneg%C3%B3cio%20podemos%20destacar%20a%20presen%C3%A7a%20de%20sistemas%20de%20irriga%C3%A7%C3%A3o%20mal%20executados%20e%20a%20comum%20falta%20de%20controle%20do%20agricultor%20na%20quantidade%20utilizada%20nas%20lavouras%20e%20no%20processamento%20de%20seus%20produtos>

10. <https://www.portaldoagronegocio.com.br/agricultura/biologicos/noticias/bioestimulacao-de-plantas-solucao-promissora-para-os-desafios-climaticos-na-safra-2024-2025#google_vignette>

11. <https://proceedings.science/unicamp-pibic/pibic-2021/trabalhos/fotossintese-artificial-3?lang=pt-br>

12. <https://e-revista.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/view/16006>

13. <https://www.conhecer.org.br/download/AQUECIMENTO/Leitura%203.pdf>

14. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/513855>

1. https://www.passeidireto.com/arquivo/125306926/aula-02-composicao-e-funcao-dos-nutrientes-nas-plantas [↑](#footnote-ref-1)
2. https://www.sobiologia.com.br/conteudos/bioquimica/bioquimica14.php [↑](#footnote-ref-2)
3. https://portal1.snirh.gov.br/ana/apps/storymaps/stories/a874e62f27544c6a986da1702a911c6b [↑](#footnote-ref-3)
4. https://portal1.snirh.gov.br/ana/apps/storymaps/stories/a874e62f27544c6a986da1702a911c6b [↑](#footnote-ref-4)
5. https://portal1.snirh.gov.br/ana/apps/storymaps/stories/a874e62f27544c6a986da1702a911c6b [↑](#footnote-ref-5)
6. https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/producao/irrigacao/metodos [↑](#footnote-ref-6)
7. https://fortmetal.com.br/tudo-sobre-reservatorios-tipo-taca-de-agua-excelencia-em-armazenamento-e-distribuicao/ [↑](#footnote-ref-7)
8. https://www.fazforte.com.br/blog/reservatorio-cilindrico-de-fundo-conico-apresenta-otima-relacao-custo-x-beneficio/ [↑](#footnote-ref-8)
9. https://metalborgesreservatorios.com.br/produto/reservatorio-inloco [↑](#footnote-ref-9)
10. https://www.comprerural.com/veja-as-aplicacoes-dos-reservatorios-de-agua-no-campo/ [↑](#footnote-ref-10)
11. https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fm.youtube.com%2Fwatch%3Fv%3DlTOjQZMXWd8&psig=AOvVaw3pN9RDwZ92VLmbiGVCraSC&ust=1728266956495000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBQQjRxqFwoTCOCK-aHW-IgDFQAAAAAdAAAAABAJ [↑](#footnote-ref-11)
12. https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.vetprofissional.com.br%2Fartigos%2Fvai-criar-tilapias-em-tanques-escavados-acerte-no-tipo-de-solo&psig=AOvVaw1FtWJSf8pG4SzaTeBKfKxq&ust=1728267148426000&source [↑](#footnote-ref-12)
13. https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.recolastambiental.com.br%2Fblog%2Freservatorios%2Firrigacao-captacao-de-agua-tanque-escavado%2F&psig=AOvVaw0Z3e68CKPYyEN\_ngqXoA4d&ust=1728267243308000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBQQjRxqFwoTCKCZ36zX-IgDFQAAAAAdAAAAABAP [↑](#footnote-ref-13)
14. https://www.conhecer.org.br/download/AQUECIMENTO/Leitura%203.pdf [↑](#footnote-ref-14)
15. https://www.agrolink.com.br/noticias/tecnologia-ajuda-a-mitigar-estresse-hidrico\_495547.html [↑](#footnote-ref-15)
16. https://www.agrolink.com.br/noticias/tecnologia-ajuda-a-mitigar-estresse-hidrico\_495547.html [↑](#footnote-ref-16)
17. https://www.portaldoagronegocio.com.br/agricultura/biologicos/noticias/bioestimulacao-de-plantas-solucao-promissora-para-os-desafios-climaticos-na-safra-2024-2025#google\_vignette [↑](#footnote-ref-17)
18. [↑](#endnote-ref-1)