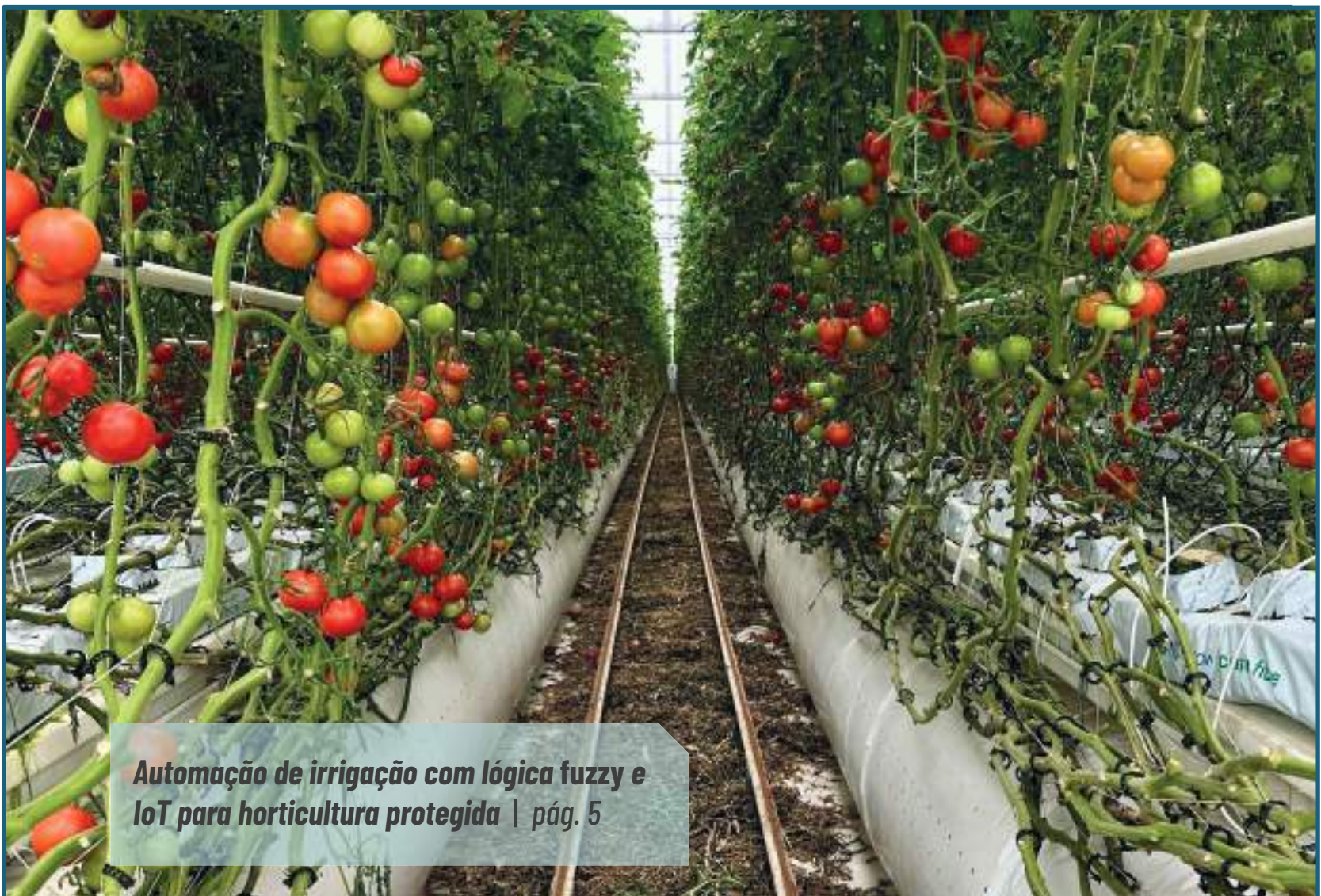




ITEM

Irrigação e Tecnologia Moderna

Novembro de 2025



Automação de irrigação com lógica fuzzy e IoT para horticultura protegida | pág. 5

Primórdios da Engenharia Agrícola no Brasil e os 50 anos de sua história em Lavras | pág. 30

50 anos de Embrapa Cerrados | pág. 49



Tecnologia para automatizar a gestão da água agrícola, com irrigação sob demanda

Nossas soluções em larga escala permitem que a eficiência do uso da água passe de 50% ou 60%, para 90% em áreas modernizadas.

Rubicon Water é uma empresa de Pesquisa e Desenvolvimento, com projetos instalados em 22 países, incluindo **Chile, Argentina, Costa Rica, México** e os mais importantes distritos de irrigação dos **Estados Unidos**.



rubiconwater.com



REVISTA DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM – Abid

Nº 129 - Novembro de 2025

ISSN 0102-115X

Presidente: Sílvia Carlos Ribeiro Viera Lima

Primeira vice-presidente: Maria Emília Borges Alves

Segundo vice-presidente: Raimundo Rodrigues Gomes Filho

Flávio Gonçalves de Oliveira, Luiz Fabiano Palaretti, João Batista Ribeiro da Silva Reis, Fúlvio Rodriguez Simão, Luís Fernando de Souza Magno Campeche, Priscila Silvério Sleutjes, Catariny Cabral Aleman, Lineu Neiva Rodrigues, Rodrigo Ribeiro Franco Vieira, Jane Maria de Carvalho Silveira, Eusímio Felisbino Fraga Júnior, Marconi Batista Teixeira, Gregório Guirado Faccioli, José Alves Júnior, Bruno Vicente Marques, Daniel Fonseca de Carvalho.

Consultora da Abid

Aline Trindade

E-mail: associados@abid.org.br

Tel: (31) 98555-8995

Empresas associadas à Abid

3v3 Tecnologia, Aprofir Brasil, Aprofir-MT, Asbranor, Bauer, Netafim, Rain Bird, Rota da Fruticultura (Ride-DF), Rivulis, Rubicon, Senniger.

Apoiadoras da Revista Item

Aprofir Brasil, Aprofir-MT, CSEI/Abimaq, Rota da Fruticultura (Ride-DF), Rubicon.

Conselho Editorial

Maria Emília Borges Alves, João Batista Ribeiro da Silva Reis, Fúlvio Rodriguez Simão, Everardo Chartuni Mantovani, Sílvia Carlos Ribeiro Viera Lima, Antônio Alfredo Teixeira Mendes, Fernando Antônio Rodriguez, Salassier Bernardo.

Comitê Técnico-Científico

Maria Emília Borges Alves, João Batista Ribeiro da Silva Reis, Fúlvio Rodriguez Simão, Gregório Guirado Faccioli, Flávio Gonçalves de Oliveira, Catariny Cabral Aleman, Raimundo Rodrigues Gomes Filho, Aline Trindade, Bruno Vicente Marques, Jane Maria de Carvalho Silveira, Marconi Batista Teixeira, Eusímio Felisbino Fraga Júnior, Daniel Fonseca de Carvalho.

Coordenação Técnica

João Batista Ribeiro da Silva Reis e Fúlvio Rodriguez Simão.

Contato

A/c Aline Trindade

associados@abid.org.br

CLNW 10/11, Bloco H, Loja 8, Mezanino Brise Cooffice,

Noroeste, CEP: 70.686-640, Brasília-DF

Editor executivo

João Batista Ribeiro da Silva Reis

Projeto gráfico e diagramação

Valéria Gedanken

Foto da capa

Banco de imagens Pexels

Revisão de texto

João Gustavo Borges Marques

Leia nesta edição

Editorial | 4

Destaque de capa | Implementação prática de um sistema automatizado de irrigação com lógica fuzzy e IoT para horticultura protegida | 5

Notícias | 16

Análise do impacto da MP nº 1.300/2025 na agricultura irrigada de Mato Grosso | 16

Depoimentos do curso de transientes hidráulicos | 18

Cursos previstos para 2026 | 21

XXXIV Conird, 9º Inovagri International Meeting e V SBS AgriS | 22

Programação conjunta | 23

Memorial | 30

Primórdios da Engenharia Agrícola no Brasil e os 50 anos de sua história em Lavras | 30

Embrapa Cerrados: a contribuição dos 50 anos de ciência para transformação da agricultura irrigada no Cerrado | 49

Artigo técnico-científico | Agricultura climaticamente inteligente: modelos aplicados à produção de hortifrúteis | 55

Artigo | Irrigação: a resposta de Mato Grosso à estiagem | 68

Colaboraram nesta edição | 70

Observações

Os artigos assinados são de responsabilidade de seus autores, não traduzindo, necessariamente, a opinião da Abid. A reprodução total ou parcial do conteúdo da revista pode ser feita desde que citada a fonte.

As cartas e notícias enviadas à revista ou aos seus responsáveis podem ou não ser publicadas. A redação se reserva o direito de editá-las, buscando não alterar seu teor e preservar a ideia geral do texto.

Este trabalho só se viabilizou graças à dedicação de muitos profissionais e ao apoio de instituições públicas e privadas.

EDITORIAL

Esta edição da Revista Item possui um caráter especial, uma vez que se apresenta uma seção histórica, com artigo que retrata a Engenharia Agrícola no Brasil e os 50 anos de sua história em Lavras e outro que tematiza a importância da Embrapa Cerrados – que completa 50 anos de existência – no cenário da agricultura irrigada nacional.

Na seção técnico-científica, apresentamos dois artigos: um que aborda a irrigação inteligente em ambiente protegido, com a aplicação da lógica *fuzzy* e da internet das coisas (IoT) na horticultura; e outro, que discute a aplicação de modelos de agricultura climaticamente inteligente voltados à produção de hortifrúti, com ênfase na contribuição dessa tecnologia para a eficiência hídrica, energética e nutricional.

O número 129 da Revista Item apresenta também um artigo que destaca a instituição do Programa Estadual de Irrigação e a criação da Política Estadual de Agricultura Irrigada pela Assembleia Legislativa do Estado de Mato Grosso, cujos processos contaram com a participação ativa da Associação dos Produtores de Feijão, Pulses, Grãos Especiais e Irrigantes de Mato Grosso (Aprofir), consolidando, assim, a irrigação mato-grossense como política de Estado.

Na seção de notícias, o presidente da Aprofir alerta sobre as consequências da Medida Provisória nº 1.300/2025, que pretende alterar as regras de concessão dos descontos de energia elétrica, impactando a agricultura irrigada local. Critica-se a falta de consideração aos critérios agrônômicos para tal medida, destacando que essa mudança pode aumentar os custos de produção e inviabilizar a irrigação noturna, essencial para a produtividade, dado o clima de Mato Grosso. Nesse aspecto, a Aprofir vem dialogando com o governo para a realização de ajustes tarifários regionais, a fim de atender às necessidades do setor.

Além disso, é com grande satisfação que a Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem (Abid) participa, nos dias 3, 4 e 5 de novembro, em Fortaleza-CE, do 34º Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem (Conird), em conjunto com o 9º Inovagri International Meeting e com o 5º Simpósio Brasileiro de Salinidade e Agricultura Sustentável no Semiárido Tropical (SBS AgriS), três eventos de extrema relevância para a agricultura irrigada nacional e internacional. A programação conta com palestras, mesas-redondas, minicursos, workshops, seminários, sessões orais e pôsteres de trabalhos científicos e também com lançamentos de livros e homenagens.

Também é importante citar o contínuo avanço da Abid em relação aos cursos que tem realizado, como demonstram os depoimentos contidos neste número, avanço esse também expresso na presente divulgação dos cursos planejados para 2026.

Com esta edição histórica, constatamos os importantes progressos na agricultura sustentável irrigada no Brasil, destacando-se, nesse cenário, o papel dos membros da nossa estimada Abid. Esperamos encontrar todos para a celebração desses feitos no nosso 34º Conird. Nos vemos em Fortaleza!



João Batista Ribeiro da Silva Reis
Diretor de Publicações



Fúlvio Rodriguez Simão
Subdiretor de Publicações

Implementação prática de um sistema automatizado de irrigação com lógica *fuzzy* e IoT para horticultura protegida

Practical implementation of an automated irrigation system using fuzzy logic and IoT for protected horticulture

Sergio Souza Novak | Adriano Soares de Oliveira Bailão | Hector Alexis Miranda | Marconi Batista Teixeira | Wilker Alves Moraes | Caíke da Rocha Damke

Resumo

A irrigação eficiente em ambientes protegidos demanda decisões que reflitam o estado hídrico do solo e a variabilidade microclimática diária. Neste trabalho, objetivou-se desenvolver e validar um sistema de irrigação automática baseado em lógica *fuzzy* e internet das coisas (na sigla em inglês, IoT, *internet of things*) para tomate-cereja, com foco na redução de drenagem, sem prejuízo do suprimento hídrico. A solução emprega dois microcontroladores ESP32, sensores de umidade do solo e um DHT11 (para temperatura/umidade do ar), todos integrados por uma interface de aplicação na nuvem em Python/Flask. Um controlador *fuzzy* do tipo Mamdani calcula, a cada hora, o tempo de acionamento da bomba (0-60 min). Em experimento controlado com 80 plantas e cinco volumes de substrato (3, 6, 9, 12 e 15 L), compararam-se três manejos: (I) 30 min contínuos/dia; (II) cinco irrigações diárias de 6 min; e (III) controlador *fuzzy*. A ANOVA indicou efeitos significativos de manejo, volume e bloco ($p < 0,01$) e ausência de interação manejo *versus* volume ($p \approx 0,35$). O controlador *fuzzy* reduziu a drenagem em aproximadamente 300 mL planta⁻¹ dia⁻¹ em comparação com 30 min/dia e em aproximadamente 200 mL planta⁻¹ dia⁻¹ em compara-

ção com 5×/dia, com economia estimada de aproximadamente 24 L dia⁻¹ no conjunto de 80 plantas. O sistema mostrou viabilidade prática, baixo custo relativo e potencial de adaptação a outras culturas.

Palavras-chave: API REST; ambiente protegido; eficiência hídrica; ESP32; gotejamento.

Abstract

Efficient irrigation in protected environments requires decisions that reflect soil water status and daily microclimatic variability. This study aimed to develop and validate an automatic irrigation system based on *fuzzy* logic and the internet of things (IoT) for cherry tomato, focusing on reducing drainage without compromising the water supply. The solution utilizes two ESP32 microcontrollers, soil moisture sensors, and a DHT11 (for air temperature/humidity), all orchestrated by a Python/Flask cloud application interface. A Mamdani *fuzzy* controller computes, hourly, the pump runtime (0-60 min). In a controlled trial with 80 plants and five substrate volumes (3, 6, 9, 12, and 15 L), three strategies were compared: (I) 30 continuous min/day; (II) five daily irrigations of 6 min; and (III) the *fuzzy* controller. ANOVA showed significant effects of method,

volume, and block ($p < 0.01$) and no method *versus* volume interaction ($p \approx 0.35$). The *fuzzy* approach reduced drainage by approximately 300 mL plant⁻¹ day⁻¹ against 30 min/day and by approximately 200 mL plant⁻¹ day⁻¹ against 5 times/day, yielding an estimated saving of approximately 24 L day⁻¹ for the 80-plant setup. The system proved feasible, relatively low-cost, and adaptable to other crops.

Keywords: REST API; protected environment; water-use efficiency; ESP32; drip irrigation.

1 Introdução

A automação da irrigação tem se tornado uma ferramenta essencial para otimizar o uso da água e garantir o desempenho produtivo de culturas em ambiente protegido. Em sistemas hortícolas, a variação das condições microclimáticas como temperatura, umidade e ventilação influencia diretamente a necessidade hídrica das plantas, exigindo soluções que ajustem a irrigação de forma dinâmica e precisa. O uso de tecnologias inteligentes de controle é uma tendência crescente para aumentar a eficiência hídrica e reduzir o desperdício de recursos naturais (García *et al.*, 2020).

Nos últimos anos, o avanço de microcontroladores de baixo custo, sensores acessíveis e conectividade por rede sem fio (Wi-Fi) permitiu o desenvolvimento de sistemas inteligentes de controle. Entre as abordagens mais promissoras, a lógica *fuzzy* se destaca por possibilitar decisões automatizadas com base em regras linguísticas, interpretáveis por técnicos e produtores e adaptáveis a diferentes condições de cultivo. Essa flexibilidade torna a lógica *fuzzy* particularmente eficiente em contextos de incerteza,

comuns em ambientes agrícolas, e permite integração direta com plataformas de internet das coisas (IoT, na sigla em inglês) voltadas ao monitoramento em tempo real (Ojha; Abraham; Snasel, 2019).

O sistema apresentado neste trabalho utiliza dois microcontroladores ESP32 com funções distintas: um dedicado à aquisição de dados; e outro, ao acionamento hidráulico. A comunicação entre os módulos ocorre por meio de uma API REST desenvolvida em Python/Flask, responsável por processar as informações dos sensores e definir o tempo de irrigação. O conjunto é composto por sensores anticorrosivos de umidade do solo e um sensor DHT11 para temperatura e umidade do ar, garantindo leituras contínuas e confiáveis. A bomba hidráulica e a válvula solenoide são controladas automaticamente, conforme o tempo de irrigação determinado pelo controlador *fuzzy* (Dong *et al.*, 2024).

Este trabalho deriva do artigo publicado na Revista Caderno Pedagógico (Novak *et al.*, 2025), no qual o sistema foi detalhado e validado experimentalmente. A presente versão tem como objetivo ampliar a divulgação dos resultados em um formato voltado à aplicação prática e à disseminação tecnológica, apresentando a arquitetura e o funcionamento do sistema de irrigação automatizado, baseado em lógica *fuzzy* e IoT.

2 Materiais e métodos

Nesta seção do artigo, serão apresentadas a arquitetura do sistema, abordando os componentes eletrônicos principais, os circuitos de leitura de dados ambientais e de acionamento da bomba hidráulica e as funções de pertinência e as regras da lógica *fuzzy* aplicadas ao contexto deste trabalho.

Na Figura 1, é possível observar o panorama do cultivo em vasos com linhas de gotejamento individuais por fileira, mostrando o espaçamento padronizado, a distribuição simétrica das unidades experimentais e o ramal principal de irrigação ao fundo, próximo ao conjunto de automação/quadros elétricos e reservatório. A configuração facilita a leitura dos sensores, a inspeção de vazão e a calibração do controlador *fuzzy*-IoT para ajuste do tempo de irrigação, conforme as condições do substrato e do microclima.

2.1 Arquitetura do sistema

No sistema de irrigação, foram utilizadas duas placas ESP32. Esse microcontrolador é amplamente empregado em automação e controle, inclusive em gotejamento com base em leituras de umidade do solo. Uma das placas realiza a leitura da umidade do solo, da temperatura do ar e da umidade do ar; a outra, idêntica, é responsável pelo acionamento do conjunto hidráulico.

A Figura 2 registra a montagem física geral do experimento (80 plantas em quatro filei-

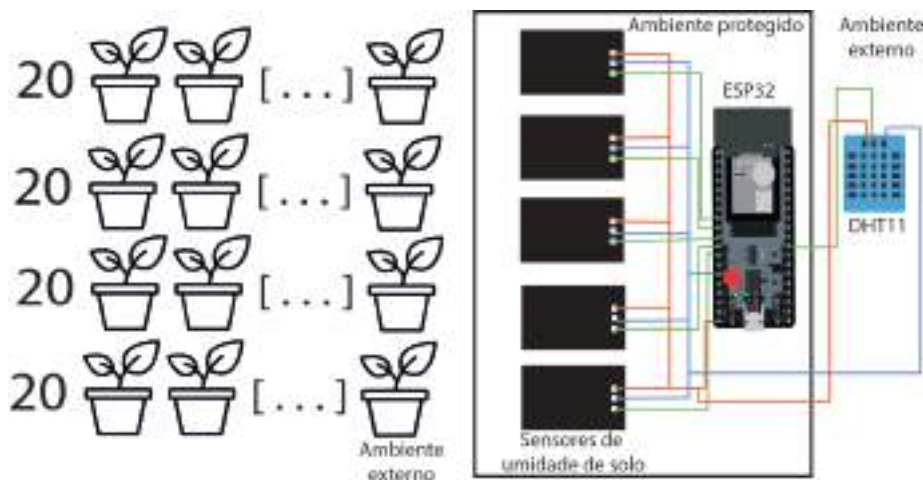
Figura 1 – Visão geral do arranjo experimental em ambiente protegido



Fonte: acervo dos autores.

ras; ambiente protegido; irrigação por gotejamento). Também está apresentada uma visão esquemática do sistema de aquisição (sensores) e do posicionamento do DHT11 externo, além da ligação ao microcontrolador ESP32.

Figura 2 – Sistema de irrigação (80 plantas; quatro fileiras; gotejamento; ambiente protegido) e esquema do experimento: disposição dos sensores de solo por fileira, DHT11 no ambiente externo e ESP32 no ambiente protegido



Fonte: adaptada de Novak et al. (2025).

Na Figura 3, é possível observar o conjunto de automação instalado em ambiente protegido, com painéis elétricos abertos exibindo os módulos de controle e potência. Observam-se: (I) microcontroladores ESP32 dedicados à aquisição (sensores) e ao acionamento; (II) módulos de relé e contatora para chaveamento seguro da bomba hidráulica; (III) fonte/transformador para alimentação de baixa tensão dos circuitos de comando e da válvula solenoide; (IV) organização de cabeamento para sensores de umidade do solo e DHT (temperatura/UR do ar); e (V) linha hidráulica em PVC, com manômetro na derivação de teste. No primeiro plano, o operador demonstra o acionamento do sistema; ao fundo, vasos de cultivo em ambiente protegido evidenciam o arranjo experimental de irrigação por gotejamento. O controlador *fuzzy* recebe dados ambientais em tempo quase real, calcula o tempo de irrigação e comanda a bomba/solenoide via API REST, garantindo a aplicação de lâmina conforme a condição do substrato e a redução de drenagem.

Figura 3 – Painel de controle e integração hidráulica do sistema de irrigação *fuzzy*-IoT



Fonte: acervo dos autores.

2.1.1 Componentes eletrônicos principais

Observam-se na Figura 4 os três componentes-chave da aquisição: (a) o ESP32 com wi-fi nativo; (b) o sensor anticorrosivo de umidade do solo; e (c) o DHT11, que mede a temperatura e a umidade do ar. Esses elementos aparecem ao longo do texto sempre que se descrevem a coleta de dados e a comunicação com o servidor.

Figura 4 – Componentes eletrônicos principais



Fonte: adaptada de Novak et al. (2025).

2.1.2 Circuito de leitura de dados ambientais

A leitura segue um caminho simples: sensores → ESP32 → API Flask. Os sensores de solo foram distribuídos por fileira para captar as diferenças dentro dos vasos, e o DHT11 permanece do lado de fora para captar a umidade e a temperatura do ar externo.

Foram alocados cinco sensores de umidade do solo (um por fileira, com um sensor adicional para a última planta) e um DHT11 externo ao ambiente protegido. As leituras são transmitidas a uma API Flask via HTTP para a persistência e o cálculo do tempo de irrigação.

Uma API Flask é uma ferramenta de desenvolvimento de sistemas, em linguagem de programação Python, desenvolvida usando o *framework* Flask, que permite criar aplicações web de forma simples e eficiente. Essa

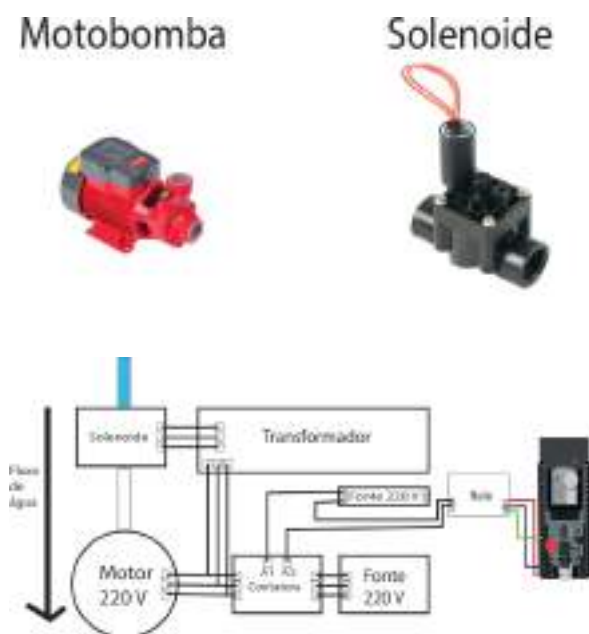
abordagem é amplamente utilizada para integrar sistemas, manipular dados e conectar aplicações web ou móveis a bancos de dados e outros serviços (Grinberg, 2018).

2.1.3 Circuito de acionamento da bomba hidráulica

O acionamento da bomba hidráulica começa quando a placa de acionamento consulta o servidor e recebe um tempo de irrigação. Com esse comando, o ESP32 energiza o relé de interface, que, por sua vez, aciona a contatora da bomba 220 V. A válvula solenoide 24 V CA (alimentada por transformador) permanece fechada quando a bomba está desligada, evitando fluxo por gravidade.

A Figura 5 mostra a conexão da bomba 220 V e da válvula solenoide 24 V CA com o relé de interface, a contatora e o transformador. O ESP32 atua como cliente magro, consultando periodicamente o servidor para acionar/desacionar o conjunto.

Figura 5 – Circuito de acionamento: bomba 220 V e válvula solenoide 24 V CA; relé de interface; contatora; transformador; ESP32



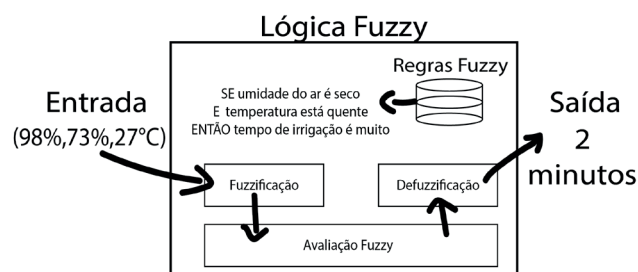
Fonte: adaptada de Novak et al. (2025).

2.2 Lógica *fuzzy*

Para transformar as leituras em uma decisão prática, empregou-se um controlador *fuzzy* do tipo Mamdani. O fluxo está representado na Figura 6: as entradas são fuzzificadas, avaliadas por um conjunto de regras, e, então, defuzzificadas, resultando no tempo de irrigação (0-60 min) a ser aplicado no próximo ciclo.

O processo de decisão segue o manejo de Mamdani. O diagrama de blocos do controlador, com as etapas de fuzzificação, de avaliação das regras e de defuzzificação, também é mostrado na Figura 6.

Figura 6 – Diagrama de blocos do controlador *fuzzy* (fuzzificação → avaliação → defuzzificação)

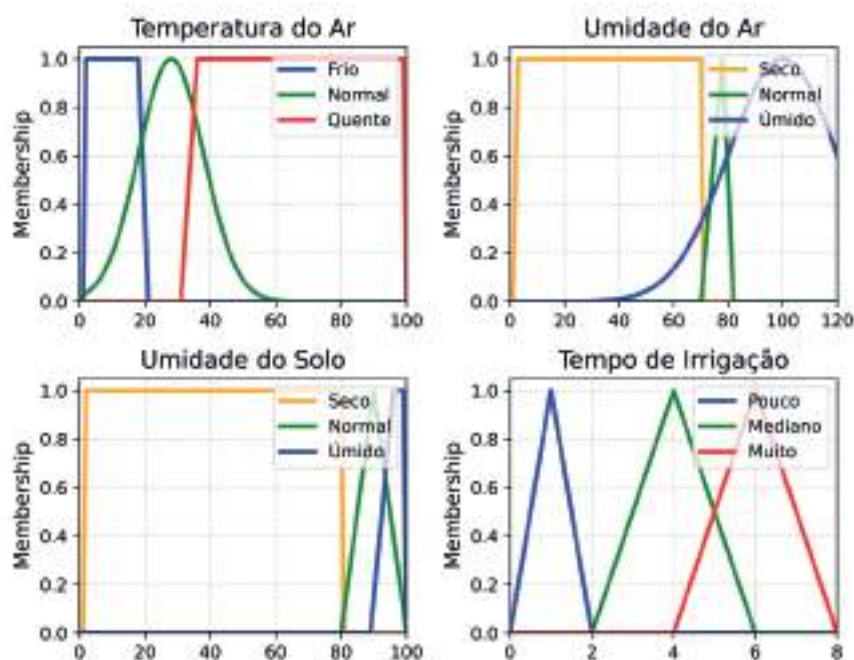


Fonte: adaptada de Novak et al. (2025).

2.2.1 Funções de pertinência

As funções de pertinência traduzem termos usados no manejo (por exemplo, solo seco/normal/úmido e ar seco/normal/úmido). A Figura 7 ilustra as curvas adotadas para cada variável. O Quadro 1, por sua vez, apresenta os parâmetros numéricos que permitem reproduzi-las. Em linhas gerais, o solo mais úmido leva a tempos menores, enquanto o ar seco, combinado a temperaturas altas, tende a aumentar o tempo recomendado.

Figura 7 – Funções de pertinência por variável: temperatura do ar; umidade do ar; umidade do solo; e tempo de irrigação



Fonte: adaptada de Novak et al. (2025).

Quadro 1 – Parâmetros das funções de pertinência

Variável	Classe	Função	Parâmetro	Intervalo
Temperatura do ar	Frio	Trapezoidal	$a=1, b=2, c=18, d=21$	[1, 21]
Temperatura do ar	Normal	Gaussiana	$\mu=28, \sigma=10$	$(-\infty, +\infty)$
Temperatura do ar	Quente	Trapezoidal	$a=31, b=36, c=99, d=100$	[31, 100]
Umidade do ar	Seco	Trapezoidal	$a=1, b=3, c=70, d=71$	[1, 71]
Umidade do ar	Normal	Triangular	$a=70, b=78, c=82$	[70, 82]
Umidade do ar	Úmido	Gaussiana	$\mu=100, \sigma=20$	$(-\infty, +\infty)$
Umidade do solo	Seco	Trapezoidal	$a=1, b=2, c=80, d=81$	[1, 81]
Umidade do solo	Normal	Triangular	$a=80, b=90, c=100$	[80, 100]
Umidade do solo	Úmido	Trapezoidal	$a=89, b=96, c=99, d=100$	[89, 100]
Tempo de irrigação	Pouco	Triangular	$a=0, b=1, c=2$	[1, 2]
Tempo de irrigação	Mediano	Triangular	$a=2, b=4, c=6$	[2, 6]
Tempo de irrigação	Muito	Triangular	$a=4, b=6, c=8$	[4, 8]

Fonte: adaptado de Novak et al. (2025).

2.2.2 Regras *fuzzy*

Com base nessas funções, foram definidas 27 regras do tipo “SE...ENTÃO”. Como exemplo: SE o solo e o ar estão secos e a temperatura está alta, ENTÃO o tempo recomendado é alto; em condições opostas (solo úmido, ar úmido e temperatura baixa), o tempo é pouco. A listagem completa encontra-se no Quadro 2.

Quadro 2 – Regras de irrigação baseadas nas condições climáticas (conjuntos *fuzzy*)

Nº	Temperatura	Umidade do ar	Umidade do solo	Tempo de irrigação
1	Frio	Seca	Seco	Mediano
2	Frio	Seca	Normal	Pouco
3	Frio	Seca	Úmido	Pouco
4	Frio	Normal	Seco	Pouco
5	Frio	Normal	Normal	Pouco
6	Frio	Normal	Úmido	Pouco
7	Frio	Úmido	Seco	Mediano
8	Frio	Úmido	Normal	Pouco
9	Frio	Úmido	Úmido	Pouco
10	Normal	Seca	Seco	Muito
11	Normal	Seca	Normal	Mediano
12	Normal	Seca	Úmido	Pouco
13	Normal	Normal	Seco	Muito
14	Normal	Normal	Normal	Pouco
15	Normal	Normal	Úmido	Pouco
16	Normal	Úmido	Seco	Mediano
17	Normal	Úmido	Normal	Pouco
18	Normal	Úmido	Úmido	Pouco
19	Quente	Seca	Seco	Muito
20	Quente	Seca	Normal	Muito
21	Quente	Seca	Úmido	Muito
22	Quente	Normal	Seco	Mediano
23	Quente	Normal	Normal	Mediano
24	Quente	Normal	Úmido	Mediano
25	Quente	Úmido	Seco	Mediano
26	Quente	Úmido	Normal	Pouco
27	Quente	Úmido	Úmido	Pouco

Fonte: adaptado de Novak et al. (2025).

2.3 Delineamento experimental

No experimento, utilizou-se um delineamento em blocos casualizados. O experimento foi dividido em blocos, de forma que cada fileira representa um bloco casualizado, e cada 4 vasos de mesmo volume corresponde a uma parcela experimental, sendo analisada a média dos parâmetros avaliados nas quatro plantas dentro da mesma parcela. O experimento foi realizado em esquema fatorial 5×3 , sendo 5 volumes de substrato (3 L, 6 L, 9 L, 12 L, 15 L) e 3 manejos de irrigação – irrigar uma vez ao dia (30 min); cinco vezes ao dia (6 min cada); e *fuzzy* (cálculo horário). Foram ainda utilizadas quatro repetições, totalizando 60 unidades experimentais.

Na Figura 8, é possível observar o setor de cultivo em vasos (tomate-cereja), com linhas de gotejamento ativas e espaçamento padronizado sobre ripas para drenagem. Observa-se a disposição em fileiras para facilitar a leitura de sensores e a inspeção de vazão, além do acesso ao ramal hidráulico e aos cabos de instrumentação ao fundo. A rotina operacional inclui checagem visual

de umidade do substrato, integridade dos emissores e ajuste do tempo de irrigação, calculado pelo controlador *fuzzy* conforme as condições do ambiente.

Figura 8 – Conjunto de plantas e linhas de gotejamento no ambiente protegido



Fonte: acervo dos autores.

2.4 Análise estatística

Para avaliar o desempenho, foram comparados os volumes de substrato e os manejos de irrigação quanto à drenagem. Primeiro, foi verificado o efeito de cada fator por ANOVA, através do teste F. Depois, quando significativo, foi feito teste de Tukey para identificar quais pares de médias entre os grupos são significativamente diferentes. Para isso, foi utilizada a linguagem de programação Python, com a biblioteca SciPy.

3 Resultados

Houve efeito significativo de manejo e de volume ($p < 0,01$) e ausência de interação relevante.

A análise de variância indicou efeito significativo do volume de substrato ($F=8,09$; $p=0,0001$; $gl=4$) e efeito significativo do manejo de irrigação ($F=17,92$; $p=0$; $gl=2$), apontando que tanto o volume quanto o manejo influenciam a drenagem. A interação volume $\times$ manejo não foi significativa ($F=1,15$; $p=0,3494$; $gl=8$), sugerindo que o efeito do manejo é, em geral, consistente entre os volumes. O erro residual apresentou $gl=44$.

3.1 Comparação entre volumes de substrato (Tukey HSD)

De acordo com os dados obtidos por Novak *et al.* (2025), o volume de 15 L difere de 3 L e de 9 L ($p < 0,05$), exibindo menor drenagem média. Nos demais pares, não houve diferença estatística, sinalizando que, nas condições do ensaio, volumes maiores tendem a reduzir o excedente de água.

Entre os volumes de substrato, apenas os contrastes que envolvem 15 L mostraram diferença estatisticamente significativa: 15 L apresentou menor drenagem que 3 L (diferença média = $-345,0 \text{ mL planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$; intervalo de confiança (IC95%) de $-591,23$

a $-98,81$; $p = 0,0020$) e menor drenagem que 9 L (diferença média = $-298,1 \text{ mL planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$; IC95% de $-544,32$ a $-51,90$; $p = 0,0102$). Para os demais pares – 3×6 L, 3×9 L, 3×12 L, 6×9 L, 6×12 L, 6×15 L, 9×12 L e 12×15 L –, não houve diferença estatisticamente significativa (todos $p > 0,05$), com intervalos de confiança abrangendo zero. Em síntese, o volume 15 L tende a reduzir a drenagem quando comparado a 3 L e 9 L, enquanto as outras comparações não indicam efeito consistente.

Para orientar o ajuste do controlador e das rotinas de irrigação, foram utilizadas as comparações entre volumes de substrato (cf. Quadro 3).

Quadro 3 – Comparações entre volumes de substratos e apontamentos de notas operacionais

Comparação	Diferença observada	Nota operacional
3 L × 6 L	Sem diferença operacional	Ajustes finos no tempo por ciclo costumam equalizar.
3 L × 9 L	Sem diferença operacional	Manter calibração do controlador e checagem de vazão.
3 L × 12 L	Sem diferença operacional	Priorizar inspeção de sensores e <i>setpoints</i> .
3 L × 15 L	15 L com menor drenagem	Volume maior amortiza picos e reduz excedentes.
6 L × 9 L	Sem diferença operacional	Verificar uniformidade de gotejadores.
6 L × 12 L	Sem diferença operacional	Ajustar tempo máximo por ciclo quando necessário.
6 L × 15 L	Sem diferença operacional	Benefício pode depender da fase fenológica e do manejo.
9 L × 12 L	Sem diferença operacional	Reforçar manutenção preventiva de sensores.
9 L × 15 L	15 L com menor drenagem	Boa opção quando a prioridade é reduzir excedentes.
12 L × 15 L	Sem diferença operacional	Avaliar custo-benefício para migrar para 15 L.

Fonte: elaborado pelos autores com base nos dados da pesquisa.

De forma prática, o volume de 15 L mostrou tendência de menor drenagem nas comparações com 3 L e 9 L, indicando maior amortecimento de picos e redução de excedentes. Nas demais combinações (3-12 L e 6-12 L), as diferenças são operacionalmente pouco relevantes quando o sistema está calibrado (*setpoints* do *fuzzy* ajustados, gotejadores com vazão aferida e sensores em boas condições). Assim, recomendam-se a priorização da calibração do controlador, a verificação periódica da vazão real e a inspeção dos sensores como medidas de maior impacto para reduzir drenagem, independentemente do volume escolhido.

3.2 Comparação entre manejos de irrigação (Tukey HSD)

No Quadro 4, é possível observar que o controle *fuzzy* apresentou drenagem me-

nor quando comparado às programações de 30 min/dia e 5×/dia ($p<0,05$). Entre os dois manejos de tempo fixo, não se observou diferença significativa, o que enfatiza a vantagem prática do *fuzzy*.

Novak *et al.* (2025) observaram que o controle *fuzzy* apresentou menor drenagem em relação ao manejo 1×/dia (contínuo), com diferença média de 300,39 mL planta⁻¹ dia⁻¹ (IC95% de 143,44 a 457,34; $p=0,0001$). Também foi inferior ao manejo 5×/dia (fracionado), com diferença média de 199,82 mL planta⁻¹ dia⁻¹ (IC95% de 42,87 a 356,77; $p=0,0092$). Já entre os manejos 1×/dia e 5×/dia não se observou diferença estatisticamente significativa (diferença média = -100,57 mL planta⁻¹ dia⁻¹; IC95% de -257,52 a 56,38; $p=0,2793$). Em síntese, o *fuzzy* tende a reduzir a drenagem, em comparação aos dois manejos convencionais.

Quadro 4 – Comparações entre manejos de irrigação e apontamentos de notas operacionais

Comparação	Diferença observada	Nota operacional
Fuzzy × 1×/dia (contínuo)	Fuzzy com menor drenagem	Diferença operacional grande; melhor equilíbrio entre suprimento e excedentes.
Fuzzy × 5×/dia (fracionado)	Fuzzy com menor drenagem	Diferença moderada; <i>fuzzy</i> adapta ciclos às condições do ambiente.
1×/dia × 5×/dia	Sem diferença operacional consistente	Ajuste de tempos/ciclos e checagem de vazão costumam equalizar.

Fonte: elaborado pelos autores com base nos dados da pesquisa.



Foto: banco de imagens Pexels.

O manejo com controlador *fuzzy* apresentou menor drenagem em relação aos dois esquemas convencionais (irrigação 1×/dia contínua e 5×/dia fracionada), indicando melhor ajuste do tempo de irrigação às condições do ambiente e do substrato. Entre os manejos convencionais 1×/dia e 5×/dia, a diferença operacional é pouco consistente, podendo ser minimizada com calibração de tempos/ciclos e verificação de vazão. Assim, quando a prioridade for reduzir excedentes, recomenda-se adotar o *fuzzy* e manter a rotina de calibração de *setpoints* e auditoria de vazão.

4 Considerações finais

A implementação de um controlador de irrigação com lógica *fuzzy* integrado a IoT, com destaque para arquitetura, componentes e diretrizes de uso em ambiente protegido, permitem que, na prática, o controlador ajuste o tempo de irrigação em função das leituras de solo e temperatura do ar, evitando, assim, acionamentos desnecessários e reduzindo excedentes. O controlador *fuzzy* reduziu a drenagem em aproximadamente 300 mL planta⁻¹ dia⁻¹ em comparação com 30 min/dia e em aproximadamente 200 mL planta⁻¹ dia⁻¹ em comparação com 5×/dia, com economia estimada de aproximadamente 24 L dia⁻¹ no conjunto de 80 plantas.

Referências

- DONG, Y.; WERLING, B.; CAO, Z.; LI, G. Implementation of an in-field IoT system for precision irrigation management. **Frontiers in Water**, v. 6, 1353597, 2024. Disponível em: <https://tinyurl.com/2sc5uadp>. Acesso em: 9 out. 2025.
- GARCÍA, L.; PARRA, L.; JIMENEZ, J. M.; LLORET, J.; LORENZ, P.; LORENZ, P. IoT-based smart irrigation systems: an overview on the recent trends on sensors and IoT systems for irrigation in precision agriculture. **Sensors**, v. 20, n. 4, 1042, 2020. Disponível em: <https://tinyurl.com/mwjwe797>. Acesso em: 9 out. 2025.
- GRINBERG, M. **Desenvolvimento web com flask: desenvolvendo aplicações web com Python**. Tradução de Lúcia A. Kinoshita. São Paulo: O'Reilly, 2018.
- NOVAK, S. S.; BAILÃO, A. de O.; TEIXEIRA, M. B.; MIRANDA, H. A.; DAMKE, C. da R.; NOVAK, R. de S.; SARDI, A. B. P.; BARROS, G. M.; DANTAS, V. D. Sistema de irrigação inteligente baseado em lógica *fuzzy* integrado com internet das coisas para a cultura do tomate-cereja. **Revista Caderno Pedagógico**, Curitiba, v. 22, n. 12, e20529, 2025. Disponível em: <https://tinyurl.com/4x86zm3d>. Acesso em: 9 out. 2025.
- OJHA, V.; ABRAHAM, A.; SNASEL, V. Heuristic design of fuzzy inference systems: a review of three decades of research. **Engineering Applications of Artificial Intelligence**, v. 85, p. 845-864, 2019. Disponível em: <https://tinyurl.com/rz7a6u8n>. Acesso em: 9 out. 2025.



Análise do impacto da MP nº 1.300/2025 na agricultura irrigada de Mato Grosso

“Vai encarecer a cesta básica e pesar no bolso do brasileiro”, alerta Hugo Garcia sobre medida provisória

Presidente da Aprofir defende diálogo com o Poder Executivo e afirma que a medida desconsidera aspectos agrônômicos e ambientais da produção irrigada

O presidente da Associação dos Produtores de Feijão, Pulses, Colheitas Especiais e Irrigantes de Mato Grosso (Aprofir), Hugo Henrique Garcia, fez um alerta no dia 7/10, durante coletiva de imprensa em Cuiabá, sobre os impactos da Medida Provisória nº 1.300/2025, que altera as regras para a concessão de descontos na tarifa de energia elétrica, a qual, entre seus vários usos, é também utilizada na irrigação.

Segundo ele, a proposta, que transfere às concessionárias a responsabilidade por definir os horários de fornecimento com tarifa reduzida, pode inviabilizar o uso noturno da irrigação, prática considerada essencial para a produtividade agrícola em estados de clima quente, como Mato Grosso.

“A planta produz melhor à noite, quando está aberta, com os estômatos funcionando, pronta para absorver água e nutrientes.

Durante o dia, sob calor intenso, a irrigação exige muito mais água e energia, o que aumenta custos, compromete o rendimento e ainda traz impacto ambiental”, explicou.

O dirigente criticou o fato de o setor produtivo não ter sido ouvido na elaboração da medida. Ele afirmou que, ao permitir que as distribuidoras determinem os horários do benefício, a MP abre espaço para que os descontos sejam aplicados nos períodos de maior geração solar, geralmente entre 10h e 16h, quando as condições de irrigação são as menos adequadas.

“Se isso acontecer, o irrigante vai ter que trabalhar justamente no horário mais quente, quando o consumo de água e energia é maior. Além de ineficiente para a planta, isso vai contra as boas práticas ambientais. A medida não tem critério agrônômico e foi feita sem diálogo com o setor”, criticou.

Impacto no preço dos alimentos

Hugo Garcia também destacou que o aumento nos custos de produção causado pela mudança terá reflexos diretos na cesta básica.

“Quanto mais cara for a energia, mais cara fica o feijão e, consequentemente, mais cara fica a cesta básica. Mato Grosso é o maior produtor de feijão irrigado do país. Se a produção aqui for inviabilizada, o preço dos alimentos sobe em todo o Brasil”, alertou o presidente da Aprofir.

De acordo com o diretor executivo da entidade, Afrânio Cesar Migliari, a irrigação é responsável não apenas por garantir a estabilidade da produção de grãos, mas também por sustentar cadeias produtivas de frutas, verduras, leite e até aquicultura.

“Até a criação de camarões será afetada, porque o sistema de aeração que oxigena os tanques precisa funcionar à noite. Isso mostra que a MP impacta muito além do campo”, afirmou.

Diálogo com o Poder Executivo

A Aprofir tem se articulado com parlamentares e ministérios para buscar ajustes na medida provisória antes que ela seja regulamentada. A proposta da entidade é que os horários de irrigação com desconto sejam definidos de forma regionalizada, levando em conta as condições climáticas, de solo e de produção de cada estado.

“Estamos em contato direto com o Ministério de Minas e Energia, o Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional e o Ministério da Agricultura e Pecuária, pedindo que o setor seja ouvido. Queremos nos

sentar à mesa e discutir uma solução técnica e equilibrada”, afirmou o presidente da Aprofir.

Garcia lembrou ainda que a entidade tem apresentado dados e diagnósticos elaborados em parceria com a Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) e com o Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (MIDR), os quais apontam a importância da irrigação noturna para a eficiência hídrica e energética da produção no estado.

“Não somos contra ajustes, mas é preciso que as decisões sejam baseadas em critérios técnicos, e não apenas energéticos. O setor de irrigação é vital para a produção agrícola e para a segurança alimentar do país. A energia é parte essencial dessa equação”, concluiu Hugo Garcia.



| Foto: Alex Pereira.

Depoimentos do curso de transientes hidráulicos, ministrado pela Abid em conjunto com o Inovagri, de 16 a 18 de agosto de 2025, em Campinas-SP



Eduarda Barreto

Estudante de graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa (UFV), de Viçosa-MG

Como estudante de Engenharia Agrícola, vejo neste curso uma oportunidade única e valiosa para a introdução aos estudos de transientes hidráulicos, bem como para aprender acerca do uso e das possibilidades do sistema UFC (conjunto de softwares utilizados para a simulação de transientes hidráulicos). Trata-se de um tema ainda pouco difundido, mas que considero ser de grande importância para minha formação.



Aline Volpi Porto Florindo

Engenheira projetista da Irrigaplan Sistemas de Irrigação, empresa com matriz em Leme-SP e filial em Linhares-ES

Participar do curso de transientes hidráulicos foi uma experiência enriquecedora. Aprendi a analisar e solucionar problemas relacionados às variações bruscas de pressão, algo essencial para garantir segurança, eficiência e durabilidade dos sistemas de irrigação e abastecimento em que atuamos.

Foto: CNA / Wenderson Araújo.



Marco Aurélio Holanda de Castro

Professor titular da Universidade Federal do Ceará (UFC) e ministrante do curso de transientes hidráulicos

Gostaria de parabenizar a Abid e o Instituto Inovagri pela promoção deste curso, pois se trata de um assunto extremamente importante, até então amplamente negligenciado pela área de irrigação no Brasil, e que tem gerado diversos prejuízos aos nossos projetos de irrigação. Parabéns por organizarem um curso dessa magnitude e relevância, contando com um público extremamente seletivo, formado por projetistas, empresas de equipamentos e materiais de irrigação, professores universitários e estudantes. A procura foi, de fato, surpreendente; a sala estava lotada.

A importância desse tema já foi claramente destacada. Os transientes hidráulicos são uma área comumente ignorada tanto nos cursos de graduação quanto de pós-graduação em Engenharia Agrônoma e Irrigação, mas é de fundamental importância para garantir a segurança e a produtividade dos nossos projetos de irrigação.

Acredito que, com este curso, estamos sendo pioneiros, especialmente a partir dos esforços iniciais de Rodrigo Vieira – diretor de treinamento da Abid –, que desde 2020 tem conduzido esse movimento. O primeiro curso foi realizado em Juazeiro-BA, em 2020, seguido por outros em Campinas-SP, em 2021, em Fortaleza-CE, em 2023, e em Botucatu-SP, em 2024. Além deste finalizado em Campinas-SP, teremos um novo curso, em Botucatu-SP, ainda em 2025, na Unesp, que é uma universidade pioneira nas Ciências Agrárias, em relação aos trabalhos com transientes hidráulicos. Aos poucos, estamos percebendo uma mudança de paradigma na maneira de abordar o problema de transientes hidráulicos.

Nessa perspectiva, esses cursos têm realmente feito a diferença na área de irrigação, auxiliando no cumprimento do principal papel da Abid: promover a evolução da agricultura irrigada.



Arlei Malheiro de Lima

Proprietário e CEO da empresa Hydro Lagom Irrigação, de São Gabriel da Palha-ES

Estudar os transientes hidráulicos é um pré-requisito para um bom projeto de irrigação; impossível não os considerar. Por isso o empenho de, mesmo num final de semana, estarmos dispostos a aprender com essas sumidades no assunto.

Já descobri que o aprendizado é um processo e espero que, em se cumprindo as etapas para o bom desenvolvimento de soluções em irrigação, consiga levar mais conhecimento técnico para os projetos, elevando, assim, o nível dos serviços prestados a nossos clientes.

Parabéns aos envolvidos no curso, precisamos cada vez mais difundir esse conhecimento!

O estudo dos transientes hidráulicos é essencial para assegurar a eficiência, a durabilidade e a segurança dos sistemas de irrigação. Ao controlar e prevenir os efeitos das variações de pressão hidráulica, protegemos os equipamentos, reduzimos os custos de manutenção e garantimos a continuidade do fornecimento de água para as culturas. Isso se traduz em maior confiabilidade operacional e em mais tranquilidade para os proprietários rurais e suas propriedades. O investimento neste curso resulta em projetos mais bem estruturados e soluções mais robustas, agregando qualidade na execução e na operação dos sistemas projetados.



Erico Barros Menezes

Sócio-diretor e responsável pelo setor comercial/de projetos da Asbranor Irrigação, empresa com matriz em Recife-PE e filiais em Petrolina-PE e São Miguel dos Campos-AL



Francisco Adriano de Carvalho Pereira

Professor titular da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), de Cruz das Almas-BA

O curso de transiente hidráulico permitiu aos participantes uma ampliação dos conhecimentos sobre esse fenômeno, suas fases de ocorrência e seus mecanismos de atenuação. Associado a essas informações, o uso do software UFC possibilita a simulação do fenômeno hidráulico e a quantificação de suas magnitudes, otimizando o processo de desenvolvimento de projetos de irrigação.

CURSOS PREVISTOS PARA 2026

Cursos presenciais	Local / Cidade	Data prevista
Formação de montadores de irrigação	Local a definir / Goiânia-GO	3 a 5 de fevereiro
Manutenção e avaliação de sistemas de irrigação	Local a definir / Monte Carmelo-MG	18 a 22 de maio
Dimensionamento de irrigação localizada com reúso	IAC / Campinas-SP	27 a 31 de julho
Formação de montadores de irrigação	IAC / Campinas-SP	16 a 18 de setembro
Curso básico de transientes hidráulicos	Unesp / Botucatu-SP	10 a 13 de novembro
Curso à distância (Lançamento oficial no Conird 2025)	Inscrições online (Fluxo contínuo)	
Projetos de irrigação localizada	https://inovagri.educadoragil.com.br/	

Fique atento ao nosso site oficial para mais informações sobre a nossa próxima missão técnica, que acontecerá durante os dias 28 de março e 5 de abril de 2026 e cujo destino será os Estados Unidos! Essa missão ocorrerá na cidade de Davis, no estado da Califórnia, contemplando a realização do curso 2026 Advanced School on Microirrigation for Crop Production, promovido pelo California Irrigation Institute. Mais informações sobre esse curso podem ser consultadas em: <https://caii.org/international-micro-irrigation-school/>.



XXXIV Conird, 9º Inovagri International Meeting e V SBS AgriS

O Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem (Conird), na sua 34ª edição, está de volta a Fortaleza em mais uma parceria com o Instituto Inovagri. Serão três eventos ocorrendo conjuntamente, sendo o 34º Conird, o 9º Inovagri International Meeting e o 5º Simpósio Brasileiro de Salinidade e Agricultura Sustentável no Semiárido Tropical (SBS AgriS), de 3 a 5 de novembro de 2025, no Centro de Eventos do Ceará (CEC).

O tema central desta edição é *Agricultura irrigada: gestão hídrica, tecnologia e resiliência ambiental*, que será abordado em mesas-redondas, workshops e minicursos, partilhando conhecimentos, experiências e opiniões de dezenas de palestrantes expoentes do setor.

A comissão organizadora espera a participação de 500 inscritos, entre técnicos, pesquisadores, professores, estudantes de graduação e pós-graduação, produtores rurais, gestores e empresários do setor; todos a fim

de compartilhar e avançar nos conhecimentos sobre a agricultura irrigada. Somado a isso, contamos com 450 trabalhos científicos submetidos, que trarão o que está sendo desenvolvido sobre o tema no ambiente acadêmico e nas instituições de pesquisa.

Os três eventos trarão discussões robustas e complementares ao contexto regional, nacional e internacional, abordando desde tecnologias que aprimoram a prática da irrigação e a resiliência dos sistemas irrigados até aspectos relativos à gestão e ao fortalecimento de políticas públicas para o desenvolvimento da agricultura irrigada no Brasil.

A realização do 34º Conird no estado do Ceará vem reforçar a parceria de longa data entre a Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem (Abid) e o Instituto Inovagri em prol da agricultura irrigada.

Nos vemos lá!

A programação a seguir apresentada teve sua última atualização no dia 30/10, podendo não corresponder à versão definitiva organizada para os dias de realização do evento. Para mais informações, confira o site: <https://inovagri.org.br/meeting-programacao/>.



PROGRAMAÇÃO CONJUNTA

Agricultura Irrigada: Gestão Hídrica, Tecnologia e Resiliência Ambiental

34º Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem (Conird) – Abid

9º Inovagri International Meeting – Inovagri

5º Simpósio Brasileiro de Salinidade e Agricultura Sustentável no Semiárido Tropical (SBS AgriS) – INCT AgriS

3/11 Segunda-feira	Auditório 1 (principal)	Auditório 2	Auditório 3	Foyer
08:00 – 08:30	Credenciamento			
08:30 – 10:00	Solenidade			
10:00 – 12:00	Palestra magna			
12:00 – 13:00	Almoço			
13:00 – 15:00	Mesa 1 – Conird/Inovagri	Mesa 1 – SBS		
15:00 – 15:15	Intervalo			
15:15 – 17:00	Reunião preparatória	Mesa 2 – SBS		
17:00 – 18:00	Sessão oral 1 – Conird/Inovagri	ST-I – SBS	ST-II – SBS	
18:00 – 19:00				Sessão de pôsteres I

4/11 Terça-feira	Auditório 1 (principal)	Auditório 2	Auditório 3	Foyer
08:00 – 10:00	Seminário (sessão 1)	Mesa 3 – SBS	Workshop 1	
10:00 – 10:15	Intervalo			
10:15 – 12:00	Mesa 2 – Conird/Inovagri	Mesa 4 – SBS		
12:00 – 13:00	Almoço			
13:00 – 15:00	Mesa 3 – Conird/Inovagri	Mesa 5 – SBS		
15:00 – 15:30	Intervalo			
15:30 – 16:30	Sessão oral 2 – Conird/Inovagri	ST-III – SBS	ST-IV – SBS	
16:30 – 17:30	Lançamento de livros/revista e homenagens – Conird/Inovagri	Lançamento de livros e homenagens – SBS	Minicurso 1	
17:30 – 18:30	Assembleia geral da Abid			Sessão de pôsteres II

5/11 Quarta-feira	Auditório 1 (principal)	Auditório 2	Auditório 3	Foyer
08:00 – 10:00	Seminário (sessão 2)	Mesa 6 – SBS	Workshop 2	
10:00 – 10:15	Intervalo			
10:15 – 12:00	Mesa 4 – Conird/Inovagri	Mesa 7 – SBS		
12:00 – 13:00	Almoço			
13:00 – 15:00	Mesa 5 – Conird/Inovagri	Mesa 8 – SBS		
15:00 – 15:30	Intervalo			
15:30 – 17:00		Minicurso 2		Sessão de pôsteres III
17:00 – 18:00	Solenidade de encerramento e premiação			

34º Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem (Conird) e 9º Inovagri International Meeting

3/11 (segunda-feira)

8h-8h30: Credenciamento

8h30-10h: Solenidade de abertura (atividade conjunta)

10h-12h: Palestra magna (atividade conjunta)

Durval Dourado Neto (Esalq/USP): O futuro da agricultura irrigada no Brasil: desafios e oportunidades para expansão sustentável

13h-15h: Mesa-redonda 1: Inteligência artificial e sensoriamento remoto na otimização da gestão hídrica

- Thiago Fontenelle (ANA): Geotecnologias no monitoramento da agricultura irrigada no Brasil
- David Lozano (Agroair Technology – Espanha): Comunidade de dados: inteligência coletiva para uma irrigação bem-sucedida
- Lineu Neiva Rodrigues (Embrapa Cerrados): Modelos preditivos e cenários futuros com vista ao planejamento e desenvolvimento sustentável da agricultura irrigada

- Michel Freire (3v3 Tecnologia): Uso da inteligência artificial no manejo da irrigação
- Eusímio Fraga Júnior (UFU) – Moderador

15h15-17h: Reunião temática preparatória para o Fórum Latino-Americano de Irrigação

17h-18h: Sessão com apresentações orais

18h-19h: Sessão de pôsteres I (atividade conjunta)

Coordenação: Geocleber Gomes de Sousa (Unilab), Alexsandro Oliveira da Silva (UFRPE), Ricardo Rodrigues de Andrade (IFCE) e Clayton Moura de Carvalho (Inovagri)

4/11 (terça-feira)

8h-10h: Seminário: Experiência da Califórnia na agricultura irrigada (sessão 1)

Fernando Braz Tangerino Hernandez (Unesp, Ilha Solteira) – Coordenador

- Daniele Zaccaria (UC Davis)
- Rick Snyder (UC Davis)

- Laura Foglia (UC Davis)
- Michael Cahn (UC ANR)
- Andre Biscaro (UC ANR)
- Douglas Amaral (UC ANR)
- Octavio Lagos (Universidad de Concepción)

8h-10h: Workshop: Estratégias de apoio para a irrigação (sessão 1)

- Maria Emília Borges Alves (Embrapa Cerrados)
- Raimundo Rodrigues Gomes (UFS)
- Flávio Gonçalves de Oliveira (UFMG)
- João Batista Ribeiro da Silva Reis (Epamig)
- Fúlvio Rodriguez Simão (Epamig)
- Luís Fernando de Souza Magno Campeche (IFSertãoPE)

10h15-12h: Mesa-redonda 2: Economia circular na agricultura irrigada: reúso de água e valoração dos recursos naturais

- Everardo Mantovani (UFV): Agricultura irrigada sustentável e sua interação com a economia circular
- Salomão Medeiros (IFPB): Viabilidade ambiental da fertirrigação utilizando efluentes domésticos tratados
- Milton Marques Fernandez (UFS): Valorização de recursos naturais na produção irrigada sustentável

Gregório Guirado Faccioli (UFS) – Moderador

13h-15h: Mesa-redonda 3: Agricultura irrigada e estratégias de mitigação na degradação do solo

- Afrânio Cesar Migliari (Aprofir): Sistemas agrícolas irrigados
- Luiz Antônio Lima (UFLA): A drenagem instalada com equipamentos georreferenciados
- Afonso Peche (IAC): Estratégias ecológicas para manejo de solos irrigados

Jane Silveira (Abid) – Moderadora

15h30-16h30: Sessão com apresentações orais

16h30-17h30: Lançamento de livros/revista e homenagens

16h30-18h30: Minicurso 1: Nova abordagem em dimensionamento de adutoras: riscos e soluções

- Rodrigo Vieira (Codevasf)
- Marco Aurélio (UFC)

17h30-18h30: Assembleia geral da Abid

17h30-18h30: Sessão de pôsteres II (atividade conjunta)

Coordenação: Geocleber Gomes de Sousa (UNILAB), Alexsandro Oliveira da Silva (UFRPE), Ricardo Rodrigues de Andrade (IFCE) e Clayton Moura de Carvalho (Inovagri)

5/11 (quarta-feira)

8h-10h: Seminário: Experiência da Califórnia na agricultura irrigada (sessão 2)

Fernando Braz Tangerino Hernandez (Unesp, Ilha Solteira) – Coordenador

- Daniele Zaccaria (UC Davis)
- Rick Snyder (UC Davis)
- Laura Foglia (UC Davis)
- Michael Cahn (UC ANR)
- Andre Biscaro (UC ANR)
- Douglas Amaral (UC ANR)
- Octavio Lagos (Universidad de Concepción)

8h-10h: Workshop: Estratégias de apoio para a irrigação (sessão 2)

- Catariny Cabral Aleman (UFV)
- Marconi Batista Teixeira (IFGoiano)
- José Alves Júnior (UFG)
- Bruno Vicente Marques (Inovagri)
- Daniel Fonseca de Carvalho (UFRRJ)

10h15-12h: Mesa-redonda 4: Preservação de sistemas hidráulicos: manutenção, segurança hídrica e prevenção de falhas

- Eric Rothberg (Rubicon Water): Tecnologias para redução de perdas em canais de irrigação

- Stocler Manoel de Andrade (Stocler Engenharia): "Off stream": aspectos constitutivos, segurança hídrica e operacional
 - Neurisangelo Cavalcante de Freitas (Cagece)
 - Rafael Chioda (Bermad)
- Luiz Fabiano Palaretti (Unesp, Jaboticabal) – Moderador

13h-15h: Mesa-redonda 5: Investimentos (públicos e privados) para expansão da irrigação

- Bernhard L. Kiep (CSEI/Abimaq): Visão da indústria de equipamentos
 - Luiz Roberto Barcelos (Abrafrutas): Relacionamento institucional
 - Moisés Schmidt (AIB): Visão do setor produtivo
 - João Ricardo Raiser (CBH): Interlocução do governo com o Comitê de Bacias
 - Fernando Santana (SRH): A experiência do Ceará em recursos hídricos
- Sílvio Carlos Ribeiro Vieira Lima (SDE-CE/Abid) – Moderador

15h30-16h30: Sessão de pôsteres III (atividade conjunta)

Coordenação: Geocleber Gomes de Sousa (Unilab), Alexsandro Oliveira da Silva (UFRPE), Ricardo Rodrigues de Andrade (IFCE) e Clayton Moura de Carvalho (Inovagri)

15h30-17h: Minicurso 2: A irrigação na gestão dos recursos hídricos

Priscila Silvério Sleutjes (Abid)

17h-18h: Solenidade de encerramento e premiação (atividade conjunta)

5º Simpósio Brasileiro de Salinidade e Agricultura Sustentável no Semiárido Tropical (SBS AgriS)

3/11 (segunda-feira)

8h-8h30: Credenciamento

8h30-10h: Solenidade de abertura (atividade conjunta)

10h-12h: Palestra magna (atividade conjunta)

Durval Dourado Neto (Esalq/USP): O futuro da agricultura irrigada no Brasil: desafios e oportunidades para expansão sustentável

13h-15h: Mesa-redonda 1: Sustentabilidade da agricultura no semiárido tropical: disponibilidade e uso eficiente dos recursos hídricos

- Francisco de Assis de Souza Filho (UFC): Recursos hídricos: disponibilidade e sustentabilidade das fontes hídricas em cenários de mudanças climáticas
- José Francismar de Medeiros (Ufersa): Uso eficiente da água e agricultura irrigada no semiárido brasileiro

Adunias dos Santos Teixeira (UFC) – Moderador

15h15-17h: Mesa-redonda 2: Agricultura bioassalina no semiárido tropical

- Claudivan Feitosa de Lacerda (UFC): Desafios e perspectivas para a agricultura bioassalina no semiárido brasileiro

Jorge Ferreira (US Salinity Laboratory/USDA) – Debatedor

Marcos Eric Barbosa Brito (UFS) – Moderador

17h-18h: Sessões temáticas com apresentações orais

- ST-I: Hidroponia e aquaponia com uso de águas salobras
Toshik Iarley da Silva (UFRB) – Coordenador
- ST-II: Respostas fisiológicas, moleculares e mecanismos de tolerância à salinidade e a outros estresses abióticos
Rosilene Oliveira Mesquita (UFC) – Coordenadora

18h-19h: Sessão de pôsteres I (atividade conjunta)

Coordenação: Geocleber Gomes de Sousa (Unilab), Alexsandro Oliveira da Silva (UFRPE), Ricardo Rodrigues de Andrade (IFCE) e Clayton Moura de Carvalho (Inovagri)

4/11 (terça-feira)

8h-10h: Mesa-redonda 3: Estratégias e tecnologias aplicáveis para o aproveitamento de águas salobras na produção agropecuária

- José Amilton Santos Júnior (UFRPE): Uso estratégico de águas salobras em cultivos hidropônicos
- Thiago Jardelino Dias (UFPB): Superando a salinidade: estratégias para cultivos de olerícolas com águas salinas
Welson Lima Simões (Embrapa Semiárido) – Moderador

10h15-12h: Mesa-redonda 4: Sustentabilidade dos recursos naturais no semiárido tropical: solos e carbono

- Ricardo Espíndola Romero (UFC): Classes de solo e suas potencialidades de uso no semiárido brasileiro
- Gabriel Nuto Nóbrega (UFC): Potencialidades e limitações para sequestro de carbono em solos do semiárido tropical
- Maria Cléa Brito de Figueirêdo (Embrapa Agroindústria Tropical): Pegada e mercado de carbono de produtos agrícolas do semiárido
Miguel Ferreira Neto (Ufersa) – Moderador

13h-15h: Mesa-redonda 5: Agricultura de sequeiro sustentável no semiárido brasileiro

- Marlos Alves Bezerra (Embrapa Agroindústria Tropical): Fruticultura de sequeiro no semiárido: desafios e potencialidades
- Thieres George Freire da Silva (UFRPE): Planejamento agrícola e tecnologias de manejo para espécies forrageiras sob sequeiro no semiárido brasileiro
Rafael de Souza Miranda (UFPI) – Moderador

15h30-16h30: Sessões temáticas com apresentações orais

- ST-III: Estratégias de utilização de recursos salinos (solo, água e plantas) em sistemas de produção
Maria Betânia Galvão dos Santos Freire (UFRPE) – Coordenadora
- ST-IV: Agricultura sustentável no semiárido tropical
Alberto Soares de Melo (UEPB) – Coordenador

16h30-17h30: Lançamento de livros e homenagens

Coordenação: Edivan Rodrigues de Souza (UFRPE) e Fernando Bezerra Lopes (UFC)

17h30-18h30: Sessão de pôsteres II (atividade conjunta)

Coordenação: Geocleber Gomes de Sousa (Unilab), Alexsandro Oliveira da Silva (UFRPE), Ricardo Rodrigues de Andrade (IFCE) e Clayton Moura de Carvalho (Inovagri)

5/11 (quarta-feira)

8h-10h: Mesa-redonda 6: Agricultura bioessalina: o papel das halófitas e halotolerantes na produção sustentável de alimentos e bioenergia

- César Serra Bonifácio Costa (Furg):
Salicornia: opção sustentável para a economia verde e azul
 - Luiz Guilherme Medeiros Pessoa (UFRPE):
Plantas halófitas e halotolerantes como estratégias de manejo para áreas afetadas por sais no semiárido brasileiro: da segurança alimentar à recuperação do solo e à necessidade de inovar
- Oriel Herrera Bonilla (UECE) – Moderador

10h15-12h: Mesa-redonda 7: Inovação e estratégias de comunicação

- Fuad Nogueira (Nutec): Nutec: transformando ideias em soluções inovadoras
 - Salomão de Sousa Medeiros (IFPB):
Comunicação para transformar a agricultura irrigada
- Raimundo Nonato Távora Costa (UFC) – Moderador

13h-15h: Mesa-redonda 8: As pesquisas em ciências agrárias e o desenvolvimento social e econômico do semiárido brasileiro

- Nildo da Silva Dias (Ufersa): Os impactos sociais e econômicos das pesquisas em ciências agrárias
 - Mirian Cristina Gomes Costa (UFC):
Financiamento de pesquisas agronômicas: um investimento sustentável sob a ótica da ciência do solo
- Vera Lúcia Antunes de Lima (UFCEG) – Moderadora

15h30-16h30: Sessão de pôsteres III (atividade conjunta)

Coordenação: Geocleber Gomes de Sousa (Unilab), Alexsandro Oliveira da Silva (UFRPE), Ricardo Rodrigues de Andrade (IFCE) e Clayton Moura de Carvalho (Inovagri)

17h-18h: Solenidade de encerramento e premiação (atividade conjunta)

Esta programação teve sua última atualização no dia 30/10, podendo não corresponder à versão definitiva organizada para os dias de realização do evento. Para mais informações, confira o site: <https://inovagri.org.br/meeting-programacao/>.





A GESTÃO AUTOMATIZADA DA AGRICULTURA IRRIGADA!

**SENSORIAMENTO,
AQUISIÇÃO E EXIBIÇÃO DE
DADOS EM TEMPO REAL**



**CONTROLE INTELIGENTE DE
RESERVATÓRIOS E DA
CAPTAÇÃO DE ÁGUA**



**FERTIRRIGAÇÃO DE PRECISÃO E
AUTOMAÇÃO PARA
IRRIGAÇÃO**



**TECNOLOGIA NACIONAL
DESENVOLVIDA PARA O
AGRICULTOR BRASILEIRO**



**www.3V3.com.br
85 4141-1997**



JUNTOS, COLHENDO OS MELHORES RESULTADOS

Primórdios da Engenharia Agrícola no Brasil e os 50 anos de sua história em Lavras

Paulo Roberto da Silva | Luiz Fernando Coutinho de Oliveira



Foto: arquivos da UFLA.

Introdução

O curso de graduação em Engenharia Agrícola teve início no Brasil em 1973. Havia sido criado em Iowa, nos Estados Unidos, em 1908, mais de sessenta anos depois do de Agronomia, que teve origem na Europa. A justificativa norte-americana para sua criação foi a falta de mão de obra para a exploração de suas imensas áreas agrícolas. No Brasil não foi diferente, embora seu surgimento tenha ocorrido mais de sessenta anos depois. Pela relevância da área na produção agrícola, os Estados Unidos criaram incentivos para a sua divulgação e expansão

na América Latina. A Universidade Nacional Agrária de La Molina, no Peru, foi a primeira a implantar esse curso. Foi dessa instituição que veio ao Brasil uma comissão especial para assessorar a Universidade Federal de Pelotas (UFPe), que, em 1973, criou o primeiro curso de Engenharia Agrícola no Brasil, sob o patrocínio do Instituto Interamericano de Cooperação Agrícola (IICA) e a Agência dos Estados Unidos para o Desenvolvimento Internacional (na sigla em inglês, USAID). Seguiram-se ao curso da UFPe o de Viçosa em 1974 e o de Lavras em 1975.

Origens da Engenharia Agrícola

Por que e como surgiu a profissão de engenheiro agrícola? A Ciência Agrônômica, que estuda os fatores da produção agrícola, somente começou a ter importância a partir das descobertas de Justus von Liebig, químico e inventor alemão, com a sua famosa lei do mínimo no fornecimento de nutrientes NPK – nitrogênio, fósforo e potássio – às plantas. Sua descoberta surgiu em meados do século XIX (1840), época que coincide com a criação dos primeiros cursos superiores de agricultura, notadamente o de Grignon (1829), na França. A queixa do setor produtivo e industrial agrícola se fundamentava no fato de que o curso de Engenharia Agrônômica, ou de Agronomia, estava voltado mais aos aspectos da biologia aplicada e à fitotecnia, em detrimento das ciências físicas e matemáticas exigidas pela engenharia na agricultura. Portanto, sentia-se a falta de um profissional que cuidasse da mecânica na agricultura, atuando na construção de estradas vicinais e pontes, na eletrificação rural, na armazenagem de produtos agrícolas, na irrigação e drenagem, entre outras atribuições (Stewart, 1979). Foi assim, com tais justificativas e com grandes extensões de terras agricultáveis e escassez de mão de obra, que a Universidade de Iowa criou o curso de Engenharia Agrícola, em resposta às crescentes demandas nos seus diferentes campos de atuação.

No Brasil não foi diferente, pois as demandas dos nossos agricultores eram semelhantes às dos produtores rurais norte-americanos. Aquelas razões ensejaram o desmembramento da Agronomia; no Brasil, a Engenharia Agrícola foi a quarta profissão a surgir de sua subdivisão: a primeira foi a Engenharia Florestal (1960), seguindo-se a Zootecnia (1966) e a Engenharia de Pesca

(1972). O currículo adotado foi o mesmo da Universidade Nacional Agrária de La Molina, de Peru, e não diferia muito do currículo mínimo que o Ministério da Educação (MEC) viria aprovar pouco mais de um ano depois.

O início da Engenharia Agrícola no Brasil e os programas de apoio do MEC

A criação do curso de Engenharia Agrícola no Brasil só foi possível devido aos estudos da Comissão Técnica de Ciência e Desenvolvimento Tecnológico – Programa Ponto Quatro/USAID/Brasil, cuja primeira reunião foi realizada em abril de 1966. Após várias reuniões (1968 em Washington, D.C.; 1969 no Rio de Janeiro; e 1971 em Washington, D.C.), foi constituída uma comissão mista especializada, entre Brasil e EUA, para elaborar um estudo aprofundado com vistas à instalação de um centro de ensino e pesquisa em Engenharia Agrícola, composta por dois brasileiros, dois norte-americanos e um membro da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (na sigla em inglês, FAO). Em 1972, após visitar todas as regiões do país, a comissão constatou o atraso em que se encontrava a Engenharia Agrícola no Brasil, que era tratada superficialmente pelos agrônomos. No relatório da comissão da USAID, intitulado “Study for agricultural engineering development in Brazil”, consta a menção à inexistência de sequer um local, com os mínimos requisitos, para a implantação de um centro de formação em Engenharia Agrícola, chegando-se, conforme Capdeville (1991), às seguintes conclusões sobre o estado da arte:

- Debilidade do ensino de Ciências da Engenharia nos cursos de Agronomia;
- Poucas pesquisas desenvolvidas nas áreas da Engenharia Agrícola;

- Inexistência de currículo próprio e cursos de Engenharia Agrícola no país;
- Falta de engenheiros agrícolas no país;
- Disciplinas dos cursos de Agronomia voltadas para a área biológica, e não da física;
- Falta de especialização docente na área; e
- Falta de embasamento de candidatos brasileiros aos cursos de mestrado e doutorado da área, nos Estados Unidos.

Com base nesse relatório, o MEC cuidou imediatamente de nomear uma comissão de especialistas para a implementação das recomendações técnicas e políticas realizadas pelos estudos advindos do Programa Ponto Quatro. Em 1973, a Comissão de Especialistas de Ensino (CECA/MEC) apresentou ao Conselho Federal de Educação (CFE/MEC) uma minuta de currículo mínimo para a Engenharia Agrícola, o qual foi aprovado pelo Parecer nº 2.307, de 28 de agosto de 1974, gerando a Resolução nº 31/1974. Simultaneamente, a CECA convidou algumas instituições de ensino interessadas no tema, comparecendo, entre poucas, a Universidade Federal de Viçosa (UFV) e da Escola Superior de Agricultura de Lavras (Esal/UFLA). Viçosa iniciou seu curso naquele mesmo ano (1974); Lavras, logo em seguida, em 1975.

A decisão da Esal decorreu do incentivo e do apoio financeiro que o MEC se propunha a disponibilizar; assim, foi possível concretizar aquele sonho, que, desde 1973, os professores do Departamento de Engenharia acalentavam. Concretamente, a política ministerial era bastante objetiva para a expansão da oferta dos cursos de Engenharia Agrícola nas regiões produtoras do país. Com esse

incentivo, a Engenharia Agrícola progrediu em curto espaço de tempo; em 1976, já havia alguns cursos disponíveis e planos para abertura de outros.

Logo nos primeiros dois anos de existência dos cursos de Engenharia Agrícola no Brasil, o MEC realizou uma avaliação do ensino nessa área, nomeando uma comissão mista de especialistas brasileiros e norte-americanos, dentro do Acordo MEC/AID 512-L090, composta pelos professores D. W. Henderson, da University of California/Davis; F. L. Herum, da Ohio State University; M. L. Esmay e R. H. Wilkinson, da Michigan State University; L. A. Balastreire, da Universidade de São Paulo; M. C. S. Leão, da Universidade Federal do Ceará; e P. J. Martin, da Universidade Federal de Viçosa. A comissão visitou várias regiões do Brasil, incluindo Lavras, no período de 1º de julho a 15 de agosto de 1976 e produziu um extenso relatório, intitulado “Report number 13: agricultural engineering survey team report”. Esse documento serviu como diretriz para as ações de expansão e financiamento do MEC, incluindo a abertura de novos cursos, o apoio aos existentes e o treinamento de docentes em cursos de doutorado nos EUA. Essas ações integravam os objetivos e as metas do programa internacional Programa de Educação Agrícola Superior (PEAS), do Acordo de Empréstimo AID-512-L090 entre o Ministério da Educação e a Agência dos Estados Unidos para o Desenvolvimento Internacional, intitulado MSU Brazil/MEC Project, como era chamado pela USAID. A agência americana financiou 7,5 milhões de dólares, em contrapartida de outros 45 milhões de dólares do governo brasileiro, representado pelo MEC, gestor do convênio.

Figura 1 – Capa do “Report number 13: agricultural engineering survey team Report”, do MSU Brazil/MEC Project (1976)



Fonte: acervo de Paulo Roberto da Silva.

É interessante notar que o Centro Nacional de Engenharia Agrícola (Cenea), vinculado ao Ministério da Agricultura (então MA) e localizado em Sorocaba-SP, na fazenda Ipanema, também foi visitado por aquela comissão especial do MEC. Embora fosse uma instituição de pesquisa e de ensaio técnicos de equipamentos, o centro desempenhava importante papel no cenário nacional. Lamentavelmente, foi fechado definitivamente pelo governo federal, em 1990. A Universidade Federal de Lavras (UFLA) recebeu parte de seu espólio – algumas aeronaves agrícolas do modelo Ipanema –, sendo que uma dessas aeronaves se encontra atualmente exposta no Departamento de Engenharia Agrícola e representa um grande marco da UFLA na consolidação da Engenharia Agrícola no Brasil. À época, criou-se o Centro de Treinamento em Aviação Agrícola para formação de pilotos agrícolas.

Ainda como parte da consolidação da Engenharia Agrícola no Brasil, o MEC e o MA, a Empresa Brasileira de Aeronáutica (Embraer) e a UFLA empenharam-se, junto ao Ministério do Trabalho e ao Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (Confea), para a regularização da profissão. Simultaneamente à formatura da primeira turma de engenheiros agrícolas, a profissão foi regulamentada pela Resolução Confea nº 256/1978, que discriminava as atribuições dos profissionais de Engenharia Agrícola.

O ensino agrícola superior na Universidade Federal de Lavras

A Escola Agrícola de Lavras (EAL), *cellula mater* da Universidade Federal de Lavras (UFLA), foi fundada em 1908 pelo Dr. Samuel Rhea Gammon, tendo como seu primeiro diretor Benjamim Harris Hunnicutt. Em 1938, passou a ser chamada de Escola Superior de Agricultura de Lavras (Esal), cuja federalização ocorreu em 1963. Em 1994, a instituição foi transformada pelo governo federal em universidade, tornando-se então a Universidade Federal de Lavras (UFLA). Escola ímpar no Brasil, pois inovou e revolucionou o ensino agrícola no país, com o novo conceito de formação agrícola superior. Esse novo conceito assimilou o modelo de ensino dos *land-grant colleges*, os centros de ensino agrícola superior norte-americanos, com a tríade de ensino, pesquisa e extensão, integrada à formação profissional da Agronomia.

Esse modelo contrariava frontalmente o academicismo francês então vigente no Brasil, com foco apenas na ciência, deixando-se a pesquisa e a prática da extensão rural, a divulgação e o repasse das novas tecnologias aos agricultores ao encargo do Ministério da Agri-

cultura e fora das escolas que eram alijadas dessas atividades. Aliás, o ensino agrícola brasileiro esteve vinculado ao Ministério da Agricultura até meados do século XX. No entanto, já em 1926, as inovações da EAL/Esal, com pioneirismo no Brasil, chamaram a atenção das autoridades do Ministério da Agricultura.

A instituição já havia publicado livros sobre a cultura do milho, realizando, já em 1915, a primeira exposição sobre o tema. Em 1922, promoveu a primeira exposição agrícola em seu *campus*, envolvendo fazendeiros, que ficaram impressionados com as demonstrações do primeiro trator Fordson importado, nunca visto antes em atividades de aração de terras, plantio, beneficiamento de grãos e ensilagem de milho e forrageiras.

Figura 2 – O primeiro trator de Minas Gerais, um Fordson, em demonstração de preparo de milho para ensilagem, na exposição agrícola de 1923, na Escola Agrícola de Lavras



Fonte: arquivos da UFLA.

Naquela primeira exposição agrícola foram também divulgados os resultados de pesquisas e experimentos genéticos de melhoramentos de culturas e rebanhos de gado de leite e de suínos das raças Landrace, Large White e Duroc-Jersey, os quais têm pouquíssima banha, são de rápido crescimento e apresentam carne de bastante vigor, rusticidade e elevada qualidade.

O pioneirismo e as diversas inovações apresentadas em Lavras, publicadas em livros e boletins de extensão dirigidos diretamente aos produtores rurais – e, ainda, o grande destaque para o novo modelo de ensino com a tríade de ensino, pesquisa e extensão –, foram também apresentados ao Ministério da Agricultura e impressionaram seus dirigentes. O diretor de Fomento Agrícola e Ensino daquele ministério, Arthur Torres Filho, acolheu as novas experiências da Escola Agrícola de Lavras e, de imediato, propôs uma reforma ampla e geral do ensino agrícola no Brasil, já em 1926, incorporando as inovações promovidas pela referida tríade (Torres Filho, 1926).

Assim, o modelo da Escola Agrícola de Lavras, que revolucionou a agricultura regional já em seus primeiros anos de atividade, teve ampla repercussão no país. As escolas, mesmo as mais antigas, como as da Bahia, de Pelotas e de Piracicaba, bem como a de Seropédica – futura Escola Nacional de Agronomia (NA) –, tiveram que adaptar seus currículos na década de 1930, quando então o Ministério da Agricultura promoveu, por decreto, a mudança nos conceitos do ensino agrícola superior, preconizados no livro de Arthur Torres Filho.

Em 1938, foi oficializado seu brasão, devidamente adaptado do brasão do College of Agricultural and Mechanic Arts, da Iowa State University, onde se graduou um de seus ex-diretores, John Wheelock. O brasão original, com seus ramos de trigo, foi ressignificado para o contexto de nosso país tropical, com ramos de café e seus grãos vermelhos. O lema do brasão (*“science with practice”*) foi traduzido, passando a ser “ciência e prática”, em clara alusão à tríade assimilada dos *land-grant colleges*.

Figura 3 – Brasão do College of Agricultural and Mechanic Arts, da Iowa State University, e brasões da Esal/UFLA



Fonte: arquivos da UFLA.

Figura 4 – Figuras históricas da criação da Esal/UFLA



Da esquerda para a direita: Samuel R. Gammon (o fundador), Benjamin H. Hunnicut (o realizador), John Wheelock (o consolidador) e Alysson Paolinelli (o dinamizador).

Fonte: arquivos da UFLA.

Com seus 117 anos de existência, a instituição está inserida em diferentes campos do saber, desafiando-se a estruturar novos cursos que sejam reconhecidos pela mesma qualidade que marcou sua história centenária. A UFLA possui atualmente dois *campi*, o primeiro em Lavras e o segundo em São Sebastião do Paraíso, também em Minas Gerais. No *campus* de Lavras, a UFLA possui as seguintes unidades acadêmicas:

- Escola de Ciências Agrárias de Lavras;
- Escola de Engenharia;
- Faculdade de Ciências da Saúde;
- Faculdade de Ciências Sociais Aplicadas;
- Faculdade de Filosofia, Ciências Humanas, Educação e Letras;
- Faculdade de Zootecnia e Medicina Veterinária;
- Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas; e
- Instituto de Ciências Naturais.

No *campus* de São Sebastião do Paraíso, a UFLA conta com o Instituto de Ciência, Tecnologia e Inovação.

Figura 5 – Os *campi* da UFLA



Campus da UFLA em Lavras.



Campus da UFLA em São Sebastião do Paraíso.
Fonte: acervo de Paulo Roberto da Silva.

Departamento de Engenharia Rural, Departamento de Engenharia, Escola de Engenharia

A partir de 1963, com a federalização da Esal, foram criados cinco departamentos didático-científicos, entre eles, o Departamento de Engenharia Rural (DER). O corpo docente de então era composto por apenas quatro professores (Alysson Paolinelli, David de Souza Andrade, José Octávio de Souza e Wilson Ferreira Gomes), pioneiros na federalização da antiga Esal.

Figura 6 – Prédio do antigo DER, no *campus* histórico da UFLA



Fonte: arquivos da UFLA.

O professor Alysson Paolinelli era responsável pela área de hidráulica agrícola. Na sequência, foram contratados os professores Jair Vieira (1966), Hércio Alves Andrade (1970) e Antônio Marciano da Silva (1972). Naquele período, a Esal assinou um convênio com o Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS), ficando o DER responsável pelo projeto de irrigação e drenagem em duas áreas inundáveis, nos municípios de Careçu e São Sebastião da Bela Vista, no sul de Minas. O projeto visava ao aproveitamento das várzeas, marginais ao rio Sapucaí, para a produção, principalmente, do arroz inundado e também ao controle das cheias que ocasionavam inundações frequentes das áreas urbanas das cidades na referida região. Nesse convênio, os professores do DER envolvidos com a área de hidráulica, hidrologia, irrigação e drenagem desenvolve-

ram trabalhos de diagnóstico, elaboração de projetos e acompanhamento na execução, o que projetou o DER para além das fronteiras do estado mineiro.

Em 1975, sob direção do professor Jair Vieira, foi criado o curso de Engenharia Agrícola, ano em que a instituição recebeu o V Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. Logo a seguir, nos anos 1980, o DER firmou convênio com o Cenea, a Embraer e o MEC para sediar o Centro de Treinamento para Formação de Pilotos Agrícolas. Em 1982, o Departamento de Engenharia Rural passou a se chamar Departamento de Engenharia (DEG).

O Centro de Treinamento para Formação de Pilotos Agrícolas em Lavras, em convênio com o Cenea, a Embraer e o MEC, foi pioneiro nas universidades. A Figura 7 mostra um

dos aviões agrícolas Ipanema n. Série 023, no Departamento de Engenharia Agrícola.

Figura 7 – Avião agrícola Ipanem a n. Série 023



Fonte: arquivos da UFLA.

O setor de irrigação e drenagem era o mais desenvolvido no departamento. A partir de então, foi denominado de Departamento de Hidráulica e Irrigação e Drenagem e, mais tarde, com a transformação da Esal em UFLA, em 1994, passou a se chamar Setor de Engenharia de Água e Solo. Naquele pe-

ríodo, novos professores foram contratados para o setor, que estava crescendo dentro da instituição: Eli Ferreira (1976), Cláudio Gouvêa Botelho (1978), Paulo Henrique Além (1978), Manoel Alves de Faria (1978) e Elio Lemos da Silva (1979).

Figura 8 – Prédios do Departamento de Engenharia, antes e hoje



Prédio do DER no campus da UFLA na década de 1970 e o atual prédio do DEG no campus da UFLA.

Fonte: acervo de Paulo Roberto da Silva.

Em 2018, o antigo DEG foi dividido em quatro novos departamentos, a saber: Departamento de Engenharia, Departamento de Automática, Departamento de Engenharia

Agrícola e Departamento de Recursos Hídricos e Saneamento. Com a criação da Escola de Engenharia em 2020, houve uma reestruturação organizacional, sendo cria-

dos os Departamentos de Automática, Engenharia, Engenharia Ambiental, Engenharia Agrícola, Recursos Hídricos e Engenharia Química e Materiais, ofertando oito cursos de graduação (Bacharelado Interdisciplinar em Inovação, Ciência e Tecnologia; Engenharia Agrícola; Engenharia Ambiental e Sanitária; Engenharia Civil; Engenharia de Controle e Automação; Engenharia de Materiais; Engenharia Mecânica; e Engenharia Química) e cinco programas de pós-graduação de diferentes áreas da Engenharia, como: Engenharia Agrícola; Engenharia Ambiental; Engenharia de Sistemas e Automação; Recursos Hídricos; e Tecnologia e Inovações Ambientais.

A graduação em Engenharia Agrícola da UFLA

O curso de graduação de Engenharia Agrícola da UFLA teve a sua primeira turma ingressada no segundo semestre de 1975. A Escola de Lavras sempre acompanhou os avanços da Engenharia Agrícola, com destaque para a importação de tratores na década de 1920 e, em 1947, para a criação do Centro de Ensaios e Treinamento de Engenharia Rural, na fazenda Ipanema, em Sorocaba-SP. Tal feito, à época, representou um dos maiores progressos da área, possibilitando o treinamento técnico de profissionais, incluindo os ensaios de máquinas e as práticas de conservação de solo. Mais tarde, na década de 1980, já como Centro Nacional de Engenharia Agrícola (Cenea), recepcionou a Escola de Lavras, firmando convênios de cooperação.

Antes, porém, ainda na década de 1960, a Escola de Lavras mantinha convênio com o Ministério da Agricultura para a ministração de cursos para operadores de máquinas agrícolas associados aos serviços das patrulhas mecanizadas. Essas foram atividades desenvolvidas pela instituição que caracterizavam seu

interesse na área de Engenharia Agrícola. Em 1965, foi criada a Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola (SBEA) (Carvalho, 2025), à qual se filiaram de imediato seus docentes. A SBEA definiu logo a seguir, em 1967, os parâmetros e o conteúdo para a área de conhecimento da Engenharia Agrícola.

Embora o curso de Lavras tenha sido implantado em 1975, as tratativas para a sua criação remontam ao ano de 1972, quando se iniciaram as discussões internas para a elaboração do projeto que seria submetido à aprovação do MEC. O Departamento de Engenharia da Esal/UFLA, recém-instalado no novo *campus*, ocupando desde 1970 dois amplos prédios, já estava em plena expansão e qualificação de seu corpo docente, com vistas à criação do curso de Engenharia Agrícola. Diante de tantos fatores favoráveis, o departamento acelerou o sonho de efetivamente inaugurar o novo curso. Coincidentemente, o próprio MEC convocou, em maio de 1974, uma reunião nacional no antigo Departamento de Assuntos Universitários, hoje Secretaria de Educação Superior, para discutir a viabilidade da criação de alguns cursos de Engenharia Agrícola no país. Nessa época, o projeto de criação do curso em Lavras já estava elaborado, com base na experiência norte-americana, recomendada pela American Society of Agricultural Engineering (ASAE), como também com base no currículo do curso de Pelotas e, ainda, nas recomendações da SBEA.

Nos registros do antigo Departamento de Engenharia Rural da Esal, consta a sugestão do professor Ivan Geraldo de Andrade, em outubro de 1972, para a criação do curso de Engenharia Agrícola, seguindo-se informações sobre contatos mantidos com a ASAE. Desse modo, foi nomeada, em fevereiro de 1973, uma comissão para elaboração do pro-

jeto, composta pelos professores Jair Vieira e Paulo Roberto da Silva. O projeto final foi apresentado em reunião departamental em 10 de junho de 1974, obtendo a autorização do MEC pelo Parecer nº 4877/1975 e implantado no ano seguinte. O curso foi reconhecido pelo MEC por meio da Portaria nº 1.072, de 29 de outubro de 1979. Assim, iniciou-se o curso, com o primeiro exame de seleção para ingresso (vestibular) no segundo semestre letivo de 1975.

Figura 9 – Professores Paulo Roberto da Silva e Jair Vieira na comemoração dos 50 anos do curso de Engenharia Agrícola da UFLA



Fonte: UFLA (2025a).

Em 2025, nas festividades de celebração dos 117 anos da Universidade Federal de Lavras, foi realizada uma sessão solene de comemoração dos 50 anos de criação do curso de Engenharia Agrícola, com a participação dos ex-chefes do departamento, ex-coordenadores de curso, professores aposentados e ativos, egressos e discentes do curso de graduação. A primeira turma do curso se formou em 1979, e, até o presente momento, a Esal/UFLA colocou no mercado de trabalho 1.180 engenheiros agrícolas, atuando na docência, na pesquisa, no serviço público e privado e como autônomos.



Foto: Ewerton Carvalho, do acervo da UFLA.

Figura 10 – Participantes da comemoração dos 50 anos da Engenharia Agrícola da UFLA



Fonte: UFLA (2025a).

A atual matriz curricular do curso de Engenharia Agrícola da UFLA busca preparar os futuros engenheiros para a solução de problemas que afetam o desenvolvimento do agronegócio, na busca do aumento de produtividade, da diminuição de custos e da preservação e conservação dos recursos naturais envolvidos. Durante o curso, o estudante aprende a projetar e desenvolver sistemas de suporte à produção, atuando nas seguintes áreas: planejamento de sistemas de irrigação e drenagem; projeto e desenvolvimento de máquinas e equipamentos agrícolas; projeto de construções agrícolas e instalações e ambiência para animais; planejamento de sistemas de automação e controle; planejamento e gerenciamento de produções agrícolas; monitoramento meteorológico, previsão de safras agrícolas e zoneamento agroclimático; levantamentos topográficos para obras e para divisões de terra, uso de sensoriamento remoto e fotografias aéreas no planejamento agrícola e no monitoramento ambiental; planejamento de sistemas de secagem e conservação de produtos após a colheita, bem como seu processamento e desenvolvimento de embalagens adequa-

das; planejamento de sistemas de energização rural, uso racional de energia, sistemas alternativos de geração de energia; e, mais recentemente, uso do laser na agricultura.

O curso possui uma forte característica ambiental, principalmente no que tange ao uso adequado dos recursos hídricos e do solo, atuando na conservação da qualidade da água e do solo, bem como no manejo e no tratamento de resíduos líquidos e sólidos gerados pelos processos agrícolas. Enfim, o profissional de Engenharia Agrícola formado pela UFLA possui uma sólida base de engenharia, com aplicação focada na solução dos problemas técnicos e ambientais do agronegócio brasileiro. É, portanto, um profissional apto ao desempenho de atividades de planejamento, projeção e execução de obras e tarefas no âmbito de sua especialidade, tendo suas atribuições profissionais regulamentadas pelo Confea.

De 1975 até o presente, decorridos 50 anos desde sua fundação, o curso tem experimentado muitos progressos, destacados pelas constantes avaliações externas a que tem se submetido. O curso de Lavras passou ainda pela reforma dos currículos

mínimos de 1984 e, por fim, pela extinção do currículo mínimo obrigatório. Em razão desse enfoque, o curso tem obtido, nas últimas avaliações, a nota máxima pelo MEC, sendo reconhecido pela excelência do corpo docente e da infraestrutura e pela relevância da pesquisa e da extensão realizadas. Um dos marcos relativos à avaliação da qualidade da educação superior foi o Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (Enade) de 2008, em que o curso da UFLA obteve a pontuação mais alta do país em Engenharia Agrícola. No processo de renovação de reconhecimento, realizado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), vinculado ao Ministério da Educação, o curso de Engenharia Agrícola recebeu o conceito máximo, sendo a portaria que oficializa o resultado publicada na semana de celebração dos 50 anos do curso, no início de setembro de 2025.

Hoje, o desafio do curso de graduação de Engenharia Agrícola é integrar-se completamente à nova concepção do projeto pedagógico da UFLA. O projeto atende plenamente as diretrizes nacionais para a formação de recursos humanos da área tecnológica, com metodologias de ensino já consagradas, que valorizam o aprender a aprender, e focadas no aluno, isto é, no futuro profissional. Nesse sentido, a atualização do projeto pedagógico do curso – prevista para este ano de 2025 – representa um grande avanço, uma vez que objetiva formar melhores profissionais de Engenharia Agrícola, buscando, de forma sustentável e competitiva, sempre visando à harmonia social, econômica e ambiental, o melhor uso das fontes de energia na produção agropecuária, a otimização do uso do solo e dos recursos hídricos, as construções

para fins rural e agroindustrial, a redução de perdas de produtos agrícolas, a otimização das operações agrícolas e o gerenciamento e o desenvolvimento de soluções de problemas que afetam os sistemas de produção.

A pós-graduação em Engenharia Agrícola e Recursos Hídricos da UFLA

Nos meados do século XX, destacavam-se os cursos de pós-graduação da Escola de Lavras pela excelência que desde então já apresentavam, com índices de qualificação docente de 76%, contra 32% da média nacional, e, ainda, pelo ótimo desempenho dos programas de pesquisas, com inúmeros convênios com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), que cedia seus doutores para orientação de doutorandos e de mestrandos. A instituição se destacava também pela integração com os órgãos estaduais de pesquisas; por essas razões, o MEC inseriu a Esal/UFLA no Programa Nacional de Pós-Graduação (PNPG). Assim, abriram-se as portas para a planejada expansão da pós-graduação, com objetivo de transformar a escola em universidade. Foi nesse contexto de ascensão da pós-graduação da Escola de Lavras que, em 1978, surgiu à instituição uma forte oposição de uma escola paulista, a qual enviou carta ao MEC solicitando a proibição da criação de cursos de pós-graduação em Lavras. Felizmente, o MEC rebateu as críticas infundadas, apresentando relatórios sobre o alto desempenho da Esal/UFLA nos rankings de avaliação do próprio ministério (Silva, 2020).

Em 1979, foi elaborado um plano de treinamento em nível de pós-graduação dos docentes do DER, o que elevou a qualificação dos professores. Devido à elevada demanda de recursos humanos na área da Engenharia

Agrícola, o DER passou a oferecer cursos de pós-graduação *lato sensu* em nível de aperfeiçoamento e especialização. Foi a partir de então que o DER passou a se destacar na área da aviação agrícola, instalando o Centro de Treinamento de Pilotos Agrícolas. Entre 1981 e 1983, foram oferecidos 30 cursos com 135 horas de duração, com aulas presenciais, somadas a duas semanas de estágio na área de irrigação e drenagem. A maioria dos alunos era vinculada ao Sistema Brasileiro de Assistência Técnica e Extensão Rural (Sisbrater) e atuavam no Programa Nacional de Aproveitamento Racional de Várzeas Irrigáveis (Provárzeas) e no Programa de Financiamento de Equipamentos de Irrigação (Profir). Em 1986 e 1987, foram ofertados dois cursos de especialização presencial na área de irrigação e drenagem, com carga horária de 670 e 810 horas, respectivamente, atendendo 46 técnicos do Sisbrater.

Como consequência natural do desenvolvimento e das experiências desses referidos cursos, os professores da área de hidráulica, irrigação e drenagem propuseram ao departamento o projeto de criação do programa de pós-graduação *stricto sensu* em Engenharia Agrícola, em nível de mestrado, com área de concentração em irrigação e drenagem. Então, o Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos (PPGRH) teve início no ano de 1990, com recomendação do grupo técnico consultivo da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). A primeira turma foi constituída por cinco discentes, sendo admitidos no ano seguinte mais dois alunos. Vale ressaltar que três desses discentes eram egressos da graduação da Engenharia Agrícola da UFLA (Dilson Neander Botelho Alves, Luiz Fernando Coutinho de Oliveira e Márcio Antônio Vilas Boas). Esse grupo foi mantido, sem nenhuma entrada, até que as primeiras

dissertações fossem defendidas. Essa estratégia foi seguida em função da aposentadoria de alguns docentes do DEG e de outros professores que estavam cursando ou iriam se licenciar para o doutorado. As primeiras dissertações foram defendidas nos anos de 1992 e 1993.

No ano de 1994, o Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (PPGEA) foi credenciado pelo Conselho Federal de Educação e pela CAPES, sendo a ele atribuído o conceito “A” pela Divisão de Acompanhamento e Avaliação dos Cursos de Pós-Graduação, da CAPES. Na sequência, novas áreas de concentração para o nível de mestrado foram incorporadas ao PPGEA, sendo elas: construções rurais e ambiência (2001), máquinas e automação agrícola (2003) e processamento de produtos agrícolas (2007).

No campo da educação continuada, o setor de Engenharia de Água e Solo do DEG passou a ofertar, a partir de 1999, um curso *lato sensu* denominado “Sistemas pressurizados de irrigação: engenharia e manejo”. Em seguida, em 2002, a CAPES aprovou, no PPGEA, o doutorado na área de concentração em irrigação e drenagem, obtendo nota 5, a qual foi mantida até o ano de 2004. Com a incorporação do doutorado, o programa recebeu nota 4 na avaliação trienal de 2001-2003.

Como parte das comemorações dos 117 anos da UFLA, foi realizado um evento de comemoração dos 50 anos de criação da pós-graduação na instituição, ano em que o PPGEA/PPGRH comemorou 35 anos de criação. A ocasião foi marcada por reflexões sobre a trajetória construída ao longo de meio século, por reencontros e, sobretudo, pelo reconhecimento das contribuições de docentes, discentes, servidores e colaboradores terceirizados na trajetória dos programas de pós-graduação da instituição.

Figura 11 – Evento de comemoração dos 50 anos dos programas de pós-graduação da UFLA



Fonte: UFLA (2025b).

Atualmente, o PPGEA possui as seguintes áreas de concentração em nível de mestrado e doutorado: construções, ambiência e tratamento de resíduos; instrumentação; máquinas e mecanização agrícola; processamento de produtos agrícolas; e sensoria-mento remoto e geoprocessamento.

Com a abertura dos novos cursos de graduação nas áreas das Engenharias, principalmente Engenharia Ambiental e Sanitária e Engenharia Civil, foi criado o Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas. Esse programa, que engloba os anteriores do PPGEA, foi aprovado nas instâncias superiores da UFLA e pela CAPES, tendo início no ano de 2010, com a área de concentração única em recursos hídricos em sistemas agrícolas, contando com três linhas de pesquisa: engenharia e manejo de sistemas de irrigação; hidrologia; e saneamento ambiental.

Com o objetivo de aprimorar a inserção profissional dos egressos da UFLA, o nome do programa foi alterado em 2019 para Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos (PPGRH) pela Resolução do Conselho Universitário (CUNI) nº 22, de 2019. Foi man-

tida uma área de concentração única em recursos hídricos em sistemas agrícolas e com alterações em duas linhas de pesquisa: a primeira – em engenharia e manejo de sistemas de irrigação – teve sua nomenclatura alterada para irrigação e drenagem, com o objetivo de retratar fiel e amplamente o campo do conhecimento abordado; e a segunda linha – em saneamento ambiental – teve a oferta do curso de mestrado encerrada em 2019, e, de doutorado, em 2020, o que é justificado pelo início das atividades, em 2019, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental.

O Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos (PPGRH) da UFLA está inserido na área de avaliação Ciências Agrárias I da CAPES (tendo obtido nota 5), na área básica de Engenharia de Água e Solo. Atualmente, está estruturado com a área de concentração única em recursos hídricos em sistemas agrícolas e as linhas de pesquisa em hidrologia e em irrigação e drenagem. O PPGRH (UFLA, 2025c) tem como objetivo geral a formação de mestres e doutores, por meio do ensino qualificado e da pesquisa de alto nível na área de concentração em recursos hídricos em sistemas agrícolas.

O programa busca propiciar a formação de mestres e doutores com perfil profissional alinhado com o uso racional dos recursos hídricos, com vistas ao desenvolvimento sustentável. No nível de mestrado, objetiva-se a formação acadêmica com foco no método científico, na área de recursos hídricos e na sustentabilidade ambiental. Por sua vez, no nível de doutorado, objetiva-se a formação avançada na área de recursos hídricos e o desenvolvimento de projetos de tese inovadores e que contribuam para o progresso da Engenharia de Água e Solo.

Institucionalmente, o programa atende as demandas da área de recursos hídricos na ministração de disciplinas para os cursos de graduação e pós-graduação, no desenvolvimento dos núcleos de estudo em irrigação, hidráulica e hidrologia e no desenvolvimento de ações de pesquisa, extensão e inovação. Suas ações primam pela gestão ambiental preconizada pela UFLA, pela área de Ciências Agrárias I e pelas demandas na área de recursos hídricos apresentadas pela sociedade.

O PPGRH conta com uma sólida infraestrutura de pesquisa, resultado da atuação do Grupo de Pesquisa em Engenharia de Água e Solo (GPEAS) desde o início da década de 1980. O Departamento de Recursos Hídricos (DRH), no qual está lotado o programa, possui uma robusta infraestrutura física onde estão alocados os laboratórios didáticos/pedagógicos e de pesquisa (análise de águas, hidráulica, hidrologia florestal, irrigação, física do solo, hidrologia computacional), que são amplamente instrumentados, resultado de quase 40 anos de atuação em pesquisa e ensino.

Ressalta-se que o GPEAS possui equipamentos relevantes (absorção atômica, medidor ultrassônico de vazão, extrator de Richards, medidor de índice de área foliar, simulador de chuvas, inversor de frequência, entre outros) e áreas experimentais de hidrologia florestal, monitoramento hidrológico e irrigação. O programa conta ainda com infraestrutura para os experimentos de casas de vegetação, do Centro de Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia (CDTT) e do Centro de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Agropecuária (CDCT – Fazenda Muquém).

Figura 12 – Laboratório de Irrigação, do DRH



| Fonte: acervo de Paulo Roberto da Silva.

As atividades do PPGRH têm impacto direto na Universidade Federal de Lavras, que, desde 2016, foi contemplada com o certificado Blue University, em reconhecimento pela gestão das águas, e, em 2020, foi classificada no GreenMetric for Universities como a 2ª universidade mais sustentável da América Latina, com destaque para os sistemas autossuficientes de abastecimento de água e tratamento de esgoto. No âmbito regional, a UFLA tem se destacado na gestão de recursos hídricos nos comitês de bacia hidrográfica do Alto Rio Grande (GD1), Vertentes do Rio Grande (GD2) e do Entorno do Reservatório de Furnas (GD3). Órgãos de governo têm se associado à universidade, como o Ministério Público, a Prefeitura Municipal de Lavras e as de outros municípios da região. No âmbito nacional, ganha destaque a atuação do PPGRH em demandas de gestão de recursos hídricos do Comitê da Bacia Hidrográfica (CBH) do Rio Grande e da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Também é notória sua participação em: avaliação de produtos comerciais utilizados em sistemas de irrigação, tais como aspersores, microaspersores, gotejadores, bombas hidráulicas; avaliação de cenários exploratórios de mudanças climáticas e de cenários de uso do solo em grandes bacias

hidrográficas, notadamente as do rio Grande e Tocantins-Araguaia; e desenvolvimento de softwares e equipamentos na área de recursos hídricos.

As ações internacionais do programa também se expressam nos intercâmbios realizados pelos discentes do programa, que participaram de programas de bolsas-sanduíche, desenvolvendo parte de seus trabalhos de pesquisa em universidades americanas e europeias, além da formação de mestres e doutores em países da América do Sul e no continente africano.

A linha de pesquisa em irrigação e drenagem vem sendo desenvolvida desde a década de 1980. Foi o principal sustentáculo do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, tendo sido a primeira área de concentração do programa nos dois níveis de oferta (mestrado e doutorado). O programa aborda, de forma mais incisiva, as questões ambientais, tais como a sustentabilidade das áreas agrícolas e os desafios para a agricultura moderna. Por sua vez, a linha de pesquisa em hidrologia tem fundamentado sua atuação em estudos sobre os processos hidrológicos em bacias hidrográficas, abordando monitoramento, análises qualitativas e quantitativas, modelagem hidrológica, gestão de recursos hídricos, avaliação de cenários climáticos e de uso do solo, hidrologia do solo, análise numérica e sensoriamento remoto aplicado aos recursos hídricos.

Desde o início das atividades em 1990, houve a conclusão de 170 dissertações de mestrado e 68 teses de doutorado. Destes, 100 mestres e 25 doutores foram formados no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Após o desmembramento, que se deu em 2012, foram formados, no Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, 88 mestres e 70 doutores.

Finalmente, é importante frisar que a Engenharia Agrícola encontrou campo fértil na UFLA, não bastasse a vocação inicial, alicerçada na tríade de ensino, pesquisa e extensão, trazida dos *land-grant colleges*, que revolucionou e influenciou o governo a modificar o ensino agrícola superior brasileiro. Na década de 1930, a Universidade Federal de Lavras teve atuação destacada no Ministério da Educação; nos anos de 1960, também teve participação durante a transferência do ensino agrícola para o MEC, que o rejeitava; em seguida, a partir de 1975, colocou seus docentes à disposição do MEC, em tempo integral, para a gestão da educação superior em nosso país. Participou, ainda, de modo marcante, da criação, da avaliação e da consolidação da Engenharia Agrícola nos âmbitos local e nacional. Na esfera internacional, é detentora de várias honrarias e certificações nas áreas de gestão de águas, sustentabilidade hídrica e tratamento de esgotos. As avaliações das agências governamentais de educação, alinhadas à sua tradição intelectual e à sua importância histórica para a área, também destacam a UFLA como uma instituição brasileira de excelência em Engenharia Agrícola.

Referências

CAPDEVILLE, G. O ensino superior agrícola no Brasil. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, Brasília, v. 72, n. 172, p. 229-261, 1º dez. 1991. Disponível em: <https://tinyurl.com/vyja5jss>. Acesso em: 24 set. 2025.

CARVALHO, M. A. de. **Um pouco de história (1975-2025): Engenharia Agrícola UFLA**. Lavras: DEA/UFLA, 2025.

SILVA, P. R. da. Lavras na Educação Nacional – a ESAL/UFLA, suas inovações, crise de 1963, atuação e influências no MEC. *Revista do Patrimônio Cultural de Lavras*, Lavras, ano 1, n. 1, p. 357-380, 2020. Disponível em: <https://tinyurl.com/msb8pjyu>. Acesso em: 1 out. 2025.

STEWART, R. E. **Seven decades that changed America: a history of the American Society of Agricultural Engineers, 1907-1977**. Michigan: ASAE, 1979.

TORRES FILHO, A. **O ensino agrícola no Brasil: seu estado atual e a necessidade de sua reforma**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1926.

UFLA – Universidade Federal de Lavras. Graduação cinquentenária: cursos de Engenharia Agrícola e Zootecnia celebram seus 50 anos. *Portal UFLA*, Lavras, 12 set. 2025a. Notícias. Institucional. Disponível em: <https://tinyurl.com/233erdat>. Acesso em: 1 out. 2025.

UFLA – Universidade Federal de Lavras. UFLA comemora cinco décadas de Pós-Graduação com mais de 13 mil formados em mestrado e doutorado. *Portal UFLA*, Lavras, 10 set. 2025b. Notícias. Institucional. Disponível em: <https://tinyurl.com/mpv4pcad>. Acesso em: 1 out. 2025.

UFLA – Universidade Federal de Lavras. Pró-Reitoria de Pós-Graduação. Escola de Engenharia. **Projeto pedagógico**: programas de pós-graduação *stricto sensu* em recursos hídricos. Lavras: PPGRH/PRPG/UFLA, 2025c. Disponível em: <https://tinyurl.com/4u9emhw5>. Acesso em: 24 set. 2025.



Foto: arquivos da UFLA.

IRRIGAÇÃO INTELIGENTE POR UM MUNDO VERDE

Com mais de noventa anos de liderança global em carretéis, tratamento de resíduos e tecnologia de pivôs centrais, comprometemo-nos com a **sustentabilidade** e **eficiência**. Integramos soluções de energia solar em projetos **Turn Key** e planos de assinatura pós-vendas para oferecer uma experiência completa ao produtor. Transforme sua irrigação com a **Bauer!**

**BAUER***POR UM MUNDO VERDE***IRRIGAÇÃO****AUTOMAÇÃO****CONECTIVIDADE****GESTÃO HÍDRICA****ACESSÓRIOS****TRAT. RESÍDUOS****ENERGIA SOLAR****PÓS VENDAS****SEGURANÇA****PROJETOS**

Embrapa Cerrados: a contribuição dos 50 anos de ciência para transformação da agricultura irrigada no Cerrado

Maria Emília Borges Alves | Juliana Miura

“Muitas pessoas deixam de ganhar o sustento da própria terra para ganhar um salário de fome na capital. Estamos vendo, com esse exemplo, que muitos produtores estão deixando de ir embora para poder investir em suas próprias terras. Isso traz esperança, renovação e dignidade.”

O depoimento de Débora Domingues, ex-prefeita de São João D'Aliança-GO, sintetiza o impacto que a ciência pode ter na vida das famílias agricultoras. Ela se refere aos resultados obtidos pelo projeto Fruticultura Irrigada do Vão do Paranã, iniciado em 2024, que leva sistemas de irrigação e capacitação em manejo da água a agricultores assentados em três municípios goianos. Em dois anos, o número de famílias atendidas passou de 10 para 100, com meta de alcançar 300 famílias até 2027.

Edgar dos Santos e Luciana de Neves também mostram entusiasmo com a fruticultura irrigada. “Sempre foi nosso sonho morar e viver do que produzimos na propriedade. Vimos no projeto essa oportunidade de gerar renda e emprego. Não é bom só para nós, mas também para o município e a região”, conta Luciana, agricultora do município de Flores de Goiás. Esse é o poder transformador da pesquisa agropecuária brasileira.

Na região central do Brasil, a Embrapa Cerrados tem assumido, há 50 anos, o desafio de produzir alimentos em uma região onde, na década de 1970, só havia uma agricultura de subsistência pouco tecnificada. Entre os muitos avanços científicos conquistados, a irrigação se destaca como uma tecnologia decisiva para a segurança alimentar e o desenvolvimento sustentável do país (cf. Figura 1).

Figura 1 – Primeiras pesquisas em irrigação desenvolvidas na Embrapa Cerrados, entre 1975 e 1980



| Fonte: acervo da Embrapa Cerrados.

Irrigação: ciência a favor da vida e da produção

Desde a Antiguidade, a irrigação foi essencial para reduzir riscos climáticos, estabilizar a produção de alimentos e, assim, garantir a segurança alimentar nas regiões onde a escassez de água é fator limitante à produção agropecuária. Hoje, em tempos de mudanças climáticas, seu papel é ainda mais crucial.

No Cerrado, a tecnologia se tornou ainda mais estratégica: viabilizou culturas que não se desenvolveriam em sequeiro, como café, trigo, frutas, e, entre elas, mais recentemente, uvas para vinhos de alta qualidade. Além disso, o cultivo de até três safras anuais só foi possível com a oferta de água regular para os plantios. Com isso, a economia local e o desenvolvimento regional foram alavancados, mudança que aconteceu no oeste da Bahia e está acontecendo no Vale do Rio Paranã, em Goiás.

Meio século de pesquisa dedicada à água

O primeiro registro da história da irrigação na Embrapa Cerrados data de 1976, na primeira circular técnica desse centro de pesquisa, com a produção do pesquisador Ady Raul da Silva, intitulada *A cultura do trigo irrigada nos cerrados do Brasil Central*. A partir daí, dezenas de cientistas, técnicos, assistentes e analistas se dedicaram a desenvolver métodos, equipamentos e estratégias de manejo da água, os quais mudaram a face da agricultura nacional.

No início da década de 1980, os pesquisadores Euzébio Medrado da Silva, Juscelino Antônio de Azevedo e Morethson Resende desenvolveram e testaram o método do tubo janelado, tecnologia capaz de controlar melhor a quantidade de água aplicada em sistemas de irrigação por superfície (cf. Figura 2).

Figura 2 – Pesquisas desenvolvidas com o método de irrigação por tubos janelados, no início da década de 1980



Fonte: acervo da Embrapa Cerrados.

Sobre sua contribuição, Silva, pesquisador aposentado da Embrapa Cerrados, lembra que concentrou sua pesquisa no desenvolvimento e na adaptação de técnicas de manejo da água aplicáveis a culturas como trigo, cevada e café. Entre seus trabalhos, sobressaiu-se a adoção de tensiômetros no manejo do café irrigado por pivô central e por gotejamento no oeste baiano. Essa tecnologia possibilitou o monitoramento da umidade do solo para a tomada de decisões operacionais precisas no campo. O resultado permitiu a implementação de métodos racionais de irrigação, com redução de pelo menos 20% da água aplicada nas lavouras de café, fortalecendo a sustentabilidade técnica, hídrica e econômica da cafeicultura regional.

Azevedo destaca a importância dos tensiômetros, juntamente com as estações meteorológicas, para a eficácia do manejo da irrigação, capazes de determinar o momento e

a quantidade de água a ser aplicada. “Irigar sem desperdício de água deve ser o principal objetivo de um bom agricultor irrigante”, defende o também pesquisador aposentado da Embrapa Cerrados.

Com a chegada dos métodos de irrigação pressurizada (cf. Figura 3) – pivô central, aspersão e gotejamento –, as pesquisas avançaram ainda mais. Azevedo lembra que o método por aspersão se tornou o mais recomendado para o Cerrado, por ter condições de atender grandes áreas com eficiência. O pivô central, explica Azevedo, alcança eficiência em torno de 85% e exige mínima mão de obra – uma única pessoa é capaz de cuidar de até quatro equipamentos, o que abrange mais de 450 hectares. No entanto, para frutas e hortaliças, a opção é pelos métodos de gotejamento e microaspersão, que permitem irrigações localizadas, com eficiência acima de 90%.

Figura 3 – Avaliação de experimento de irrigação da cultura da cana-de-açúcar, em 2013



Fonte: Fabiano Bastos / Embrapa Cerrados.

Aumento da equipe e do impacto das pesquisas

No final dos anos 1980 e início dos anos 1990, outros pesquisadores – Jorge Cesar dos Anjos Antonini, Joaquim Bartolomeu Rassini, Antônio Eduardo Guimarães dos Reis, Antônio Fernando Guerra e Sebastião Francisco Figuerêdo – integraram-se à equipe da Embrapa Cerrados. Tempos depois, foi a vez dos pesquisadores Jorge Enoch Furquim Werneck Lima, em 2001; Lineu Neiva Rodrigues, em 2002; Omar Cruz Rocha, em 2004; Vinícius Bof Bufon, em 2010; e Maria Emília Borges Alves, em 2019.

Guerra e Rocha deram continuidade às pesquisas com café; dessa vez, focadas no desenvolvimento do estresse hídrico controlado, com o apoio do Consórcio Pesquisa Café. Essa estratégia proporciona a sincronização

do desenvolvimento das gemas florais do café e uma floração abundante e uniforme.

Associada a outras práticas culturais, a tecnologia de irrigação permite a obtenção de até 85% de cerejas do café no momento da colheita, resultando em substancial ganho em qualidade do café e em uma economia de mais de 30% de água e energia usadas na irrigação (cf. Figura 4). Tal economia se mostra ainda mais importante ao se considerar que ela ocorre exatamente no momento em que outras culturas competem por esses insumos.

Considerando-se “recém-chegada” à Embrapa Cerrados, Maria Emília Borges Alves, uma das autoras deste artigo, sabe que o conhecimento produzido pelos colegas que a antecederam e a troca com os que estão na ativa fortalecem sua trajetória. Seus trabalhos têm foco na irrigação de cultivos anuais – mais especificamente, em gotejamento subsuperficial e estudos sob a ótica do risco climático.

Figura 4 – Cultura do café irrigada por pivô central em estudo sobre o desenvolvimento do estresse hídrico controlado visando à sincronização do desenvolvimento das gemas florais do café, em 2010



Fonte: Clarissa Lima / Embrapa Cerrados.

Ao longo desses 50 anos, vários cultivos passaram a ser objeto de estudos da Embrapa Cerrados. Foram estabelecidas recomendações para o manejo da água para cultivos anuais e perenes, como trigo, mandioca, maracujá, café, cevada, soja, cana-de-açúcar, palmeiras como o dendê, a macaúba e, mais recentemente, o açaí, entre outros.

Integração de saberes e novas fronteiras

Ao longo das décadas, as pesquisas da Embrapa Cerrados receberam contribuições de outras áreas de conhecimento – como a física do solo, a agrometeorologia, a modelagem e o geoprocessamento. A integração desses outros conhecimentos fortaleceu a capacidade de compreender o Cerrado em suas múltiplas escalas – das parcelas agrícolas às grandes bacias hidrográficas.

Não se pode deixar de mencionar a área de recursos hídricos, cujas pesquisas na Embrapa Cerrados começaram no final dos anos 1990, ganhando maior ênfase com a incorporação dos pesquisadores Jorge Enoch Furquim Werneck Lima, Lineu Neiva Rodrigues e Eduardo Cyrino de Oliveira-Filho à equipe, nos anos de 2001, 2002 e 2002, respectivamente.

Os trabalhos para a gestão de recursos hídricos confirmaram com números o título de “berço das águas do Brasil” atribuído ao Cerrado, uma vez que o bioma contribui para a formação de doze grandes regiões hidrográficas brasileiras.

Mais recentemente, os estudos têm evoluído, voltando-se para a utilização de sensores (de umidade do solo e de variáveis meteorológicas) e para o desenvolvimento de softwares e aplicativos que facilitem o ma-

nejo da irrigação, buscando fornecer ainda mais segurança ao agricultor.

O pesquisador Lineu Neiva Rodrigues tem se dedicado ao desenvolvimento de ferramentas computacionais para proporcionar aumento da produtividade com o uso da água, com geração de dados e informações para subsidiar o planejamento do uso dos recursos hídricos e fortalecer políticas públicas. O pesquisador acredita que os produtos tecnológicos, como softwares e plataformas de conhecimento, são um legado para a sociedade e sua expectativa é de que todo esse material acumulado contribua para o desenvolvimento sustentável da agricultura irrigada no Cerrado.

Impactos para o Brasil e para o mundo

Antes desacreditado, onde quase nada se produzia, hoje, o Cerrado concentra mais de 40% da área irrigada no país e responde por cerca de 60% da produção agrícola nacional. Em parte, o segundo número é reflexo do primeiro. As toneladas de alimentos levadas do Planalto Central brasileiro para outras regiões do Brasil, e mesmo para outros países, só se tornaram possíveis com o uso adequado da água.

A lição é clara: a agricultura irrigada não é simplesmente a agricultura de sequeiro com adição de água, como ensina o pesquisador Juscelino Antônio de Azevedo. É ciência aplicada, resultado de cinco décadas de pesquisa, inovação e dedicação de centenas de profissionais que ajudaram a transformar o Cerrado em um pilar da segurança alimentar do país.



**Você
arriscaria
sua irrigação?**

NORTÈNE

*Protegendo mais e
produzindo melhor
com responsabilidade.*



*A escolha de quem
entende do assunto!*



Fale conosco

Artur Simão Lemos | Bruno Dourado Rodrigues | Marconi Batista Teixeira | Lucas Loram Lourenço |
Fabia Barbosa da Silva | Fabiano Guimarães Silva

Resumo

A intensificação das mudanças climáticas tem provocado desafios expressivos à produção agrícola global, sobretudo na cadeia de hortaliças e frutas, exigindo novas estratégias de manejo e inovação tecnológica para assegurar a sustentabilidade produtiva e a segurança alimentar. Este trabalho teve como objetivo discutir a aplicação de modelos de agricultura climaticamente inteligente voltados à produção de hortifrútis, analisando sistemas hidropônicos, aeropônicos, semi-hidropônicos, cultivos protegidos e cultivos em ambientes controlados, com ênfase em sua contribuição para eficiência hídrica, energética e nutricional. A metodologia consistiu em revisão bibliográfica sistemática, baseada em artigos científicos, relatórios técnicos e documentos institucionais nacionais e internacionais, publicados entre 1996 e 2025, selecionados por relevância científica e aderência ao tema. Os resultados apontaram que a hidroponia, principalmente nas modalidades NFT e DFT, apresenta elevado potencial de economia de água, além de garantir qualidade uniforme da produção; a aeroponia destacou-se pela multiplicação eficiente de mudas e minitubérculos, aliando sanidade e baixo uso de insumos; os sistemas semi-hidropônicos evidenciaram viabilidade para culturas de maior porte, como tomate e pimentão, favorecendo a condução vertical e a estabili-

dade do ciclo produtivo; o cultivo protegido demonstrou maior resiliência a estresses abióticos e bióticos, enquanto os ambientes totalmente controlados e a agricultura vertical representaram alternativas para intensificação produtiva em espaços urbanos, reduzindo perdas logísticas e aproximando a produção do consumidor final. Conclui-se que a integração dessas tecnologias em diferentes escalas produtivas fortalece a adaptação do setor hortifrutícola às mudanças climáticas, amplia a eficiência no uso de recursos naturais e consolida novos arranjos sustentáveis de produção e abastecimento.

Palavras-chave: sustentabilidade agrícola; eficiência hídrica; cultivo protegido; agricultura vertical; segurança alimentar.

Abstract

The intensification of climate change has posed significant challenges to global agricultural production, particularly in the fruit and vegetable chain, requiring new management strategies and technological innovation to ensure productive sustainability and food security. This study aimed to discuss the application of climate-smart agriculture models for fruit and vegetable production, analyzing hydroponic, aeroponic, semi-hydroponic, protected cultivation, and controlled environment systems, with an emphasis on their contribution to water,

energy, and nutritional efficiency. The methodology consisted of a systematic literature review based on scientific articles, technical reports, and national and international institutional documents published between 1996 and 2025, selected for their scientific relevance and adherence to the topic. The results indicated that hydroponics, particularly in its NFT and DFT modalities, demonstrated significant potential for water savings and ensured uniform production quality. Aeroponics stood out for its efficient multiplication of seedlings and mini-tubers, combining plant health and low input use. Semi-hydroponic systems demonstrated viability for larger crops, such as tomatoes and peppers, favoring vertical cultivation and stable production cycles. Protected cultivation demonstrated greater resilience to abiotic and biotic stresses, while fully controlled environments and vertical farming represented alternatives for production intensification in urban spaces, reducing logistical losses and bringing production closer to the end consumer. The conclusion is that the integration of these technologies at different production scales strengthens the fruit and vegetable sector's adaptation to climate change, increases the efficiency of natural resource use, and consolidates new sustainable production and supply arrangements.

Keywords: agricultural sustainability; water efficiency; protected cultivation; vertical farming; food security.

1 Introdução

A intensificação das adversidades climáticas tem gerado impactos diretos na resiliência produtiva dos sistemas agroalimentares, comprometendo a segurança alimentar

global. Nessa perspectiva, a agricultura climaticamente inteligente (ACI) consolida-se como uma abordagem fundamentada em três pilares principais: aumento sustentável da produtividade; resiliência dos cultivos frente às adversidades climáticas; e redução das emissões de gases de efeito estufa. Suas principais linhas de atuação envolvem, a partir de conhecimentos e soluções tecnológicos, o uso inteligente de recursos controlados voltados para melhor manejo do clima, da água e do solo, e, consequentemente, da eficiência do carbono, dos nutrientes e da energia, fatores fundamentais para o desenvolvimento vegetal.

Nesse contexto, a agricultura em ambiente protegido (uso de estufas e casas de vegetação) e a agricultura em ambiente controlado (uso de fábricas de plantas e fazendas verticais) ganharam relevância global nas últimas décadas. A agricultura em ambiente protegido e controlado pode apresentar diferentes níveis de tecnificação, desde a utilização de coberturas plásticas – para proporcionar efeito guarda-chuva – até a utilização de diodos emissores de luz (LEDs) que fornecem um espectro fotossinteticamente ativo (PAR), o qual compreende a faixa de luz entre 400 e 700 nanômetros, sendo efetivamente utilizada pelas plantas para a fotossíntese.

2 Modelos de ACI aplicados à produção de hortifrútiis

A adoção de sistemas de alta tecnologia para a produção de hortaliças em ambiente controlado vem se popularizando em todo mundo, sendo implementados de forma incremental, em etapas específicas do ciclo produtivo (como na fase de produção de mudas e propágulos) ou até mesmo de forma disruptiva, em terraços de prédios nos cen-

tros urbanos (Tunio *et al.*, 2020). Somente em 2021, startups do segmento de agricultura em ambiente controlado arrecadaram mais de US\$ 1,6 bilhão globalmente através de 70 negócios, o que representou um aumento de 86% em relação ao capital total levantado em 2020 (Ehmke; Zuckerberg, 2022). Além disso, é projetada uma taxa de crescimento anual composta (na sigla em inglês, CAGR) de aproximadamente 10% a 20% até 2030 (Tamanna, 2025).

2.1 Caracterização técnica dos sistemas hidropônicos

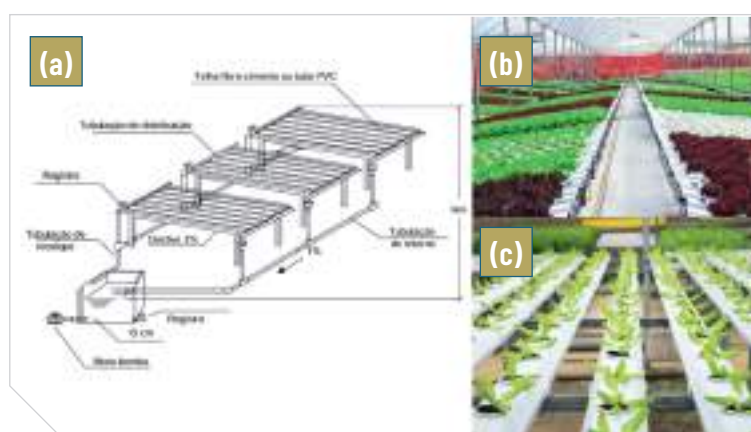
A hidroponia constitui um sistema de cultivo vegetal baseado na substituição do solo por soluções nutritivas balanceadas, permitindo a absorção direta de água e nutrientes pelas raízes. Inserida no escopo dos cultivos climaticamente inteligentes, essa técnica promove maior controle das variáveis fisiológicas das plantas, otimizando o ciclo de desenvolvimento e a qualidade da produção. Zhang *et al.* (2025) relatam que a hidroponia proporciona ganhos expressivos de eficiência hídrica ao empregar sistemas hidráulicos de recirculação, possibilitando economias

superiores a 90% em relação aos métodos convencionais de campo aberto.

Entre as configurações técnicas mais consolidadas, o sistema NFT (em inglês, *nutrient film technique*) promove o escoamento contínuo de uma lâmina fina de solução nutritiva sobre as raízes, garantindo oxigenação adequada e absorção eficiente de nutrientes, favorecendo o desenvolvimento uniforme das plantas. Esse sistema é recomendado para folhosas de crescimento rápido em regiões com temperaturas amenas. Outra variação é o sistema DFT (em inglês, *deep flow technique*), ou *floating raft*, no qual as raízes permanecem imersas em lâminas mais profundas da solução, garantindo maior tamponamento térmico e estabilidade nutricional; esse sistema é indicado para folhosas em regiões de clima quente (Erekalo *et al.*, 2025).

A estrutura do sistema hidropônico NFT é exemplificada conforme mostrado na Figura 1a, que detalha o esquema técnico com canais inclinados e recirculação da solução nutritiva. O cultivo em larga escala, visível na Figura 1b, demonstra a aplicação em estufas comerciais, enquanto a Figura 1c destaca o estágio inicial de desenvolvimento das mudas nos perfis de cultivo.

Figura 1 – (a) Esquema técnico com canais inclinados, motobomba e recirculação da solução nutritiva; (b) estufa com cultivo em larga escala; e (c) detalhe das mudas nos perfis de cultivo

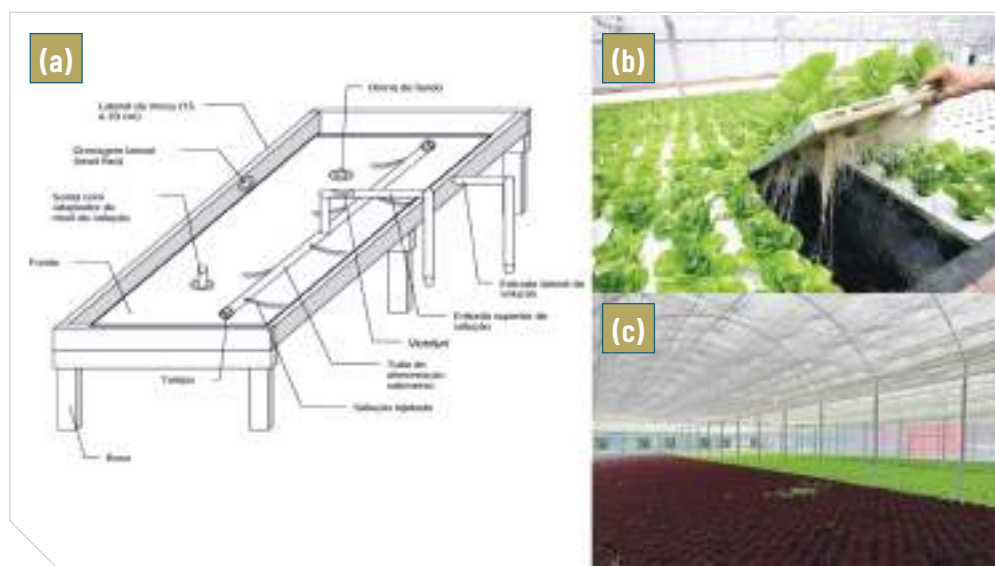


Fonte: (a) Faquin, Furtini Neto e Vilela (1996); (b) Hidrogood (2025) e (c) Foodnerdy (2025).

O sistema NFT promove uma circulação contínua de solução nutritiva, permitindo oxigenação adequada e absorção eficiente de nutrientes pelas raízes. A disposição em canais inclinados facilita o escoamento e a recirculação da solução, contribuindo para o desenvolvimento uniforme das plantas e melhor aproveitamento do espaço produtivo em ambientes protegidos.

Por sua vez, o funcionamento do sistema hidropônico DFT é apresentado na Figura 2a, com ênfase na mesa de cultivo e seus mecanismos de drenagem. A Figura 2b mostra a adaptação das raízes ao ambiente de solução contínua e a Figura 2c evidencia o cultivo protegido de alfaces em alta densidade produtiva.

Figura 2 – (a) Esquema técnico da mesa de cultivo com detalhes de drenagem e injeção da solução nutritiva; (b) vista superior de alfaces com raízes imersas na solução em sistema flutuante; e (c) cultivo comercial em estufa protegida com alta densidade de produção



Fonte: (a) Faquin, Furtini Neto e Vilela (1996); (b) Globo Rural (2023); e (c) Souza (2021).

A técnica DFT permite maior estabilidade térmica e hídrica ao manter as raízes imersas em uma lâmina profunda de solução nutritiva. A flutuação das plantas sobre placas isolantes contribui para reduzir oscilações ambientais, sendo indicada para espécies sensíveis ao calor e com elevado consumo de água, como alfaces e outras folhosas.

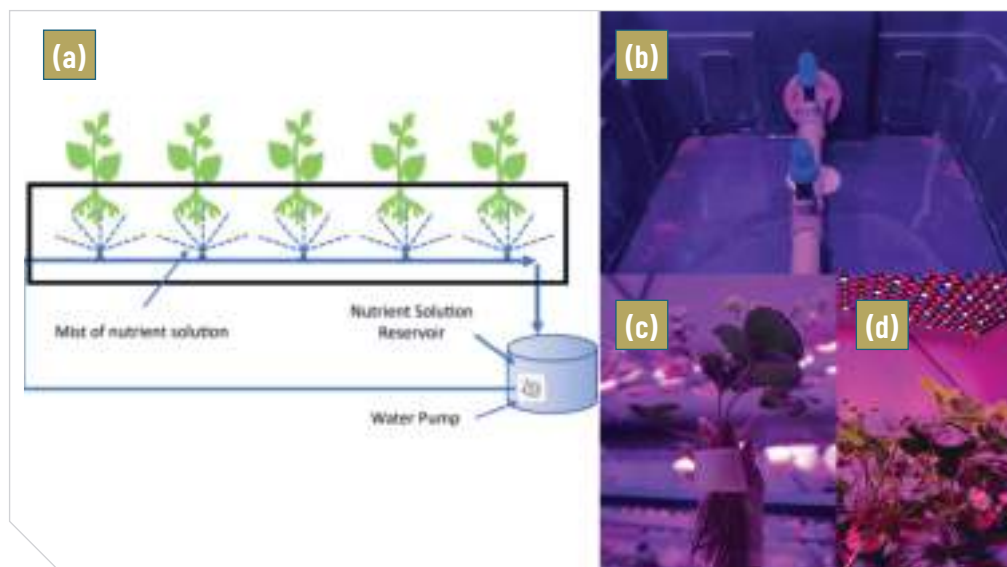
Já a aeroponia é um sistema de maior sofisticação tecnológica, baseado na suspensão radicular em câmaras escuras, onde as raízes são expostas a névoas finas de solução nutritiva. Essa técnica potencializa a aeração radicular, reduz drasticamente o consumo

de água e elimina a necessidade de substrato. Como uma técnica de cultivo de plantas de maior sofisticação tecnológica, promove um crescimento mais rápido da cultura. Por outro lado, Monzini e Orsini (2025) apontam que, apesar de sua alta eficiência, a aeroponia exige infraestrutura mais complexa e gestão intensiva de variáveis operacionais.

A técnica aeropônica é ilustrada na Figura 3a, em que se observa o princípio de nebulização das raízes suspensas. A Figura 3b mostra os bicos nebulizadores conectados ao reservatório, enquanto a Figura 3c apresenta o desenvolvimento do sistema radicu-

lar sem uso de substrato. A Figura 3d ilustra o cultivo aeropônico realizado sob iluminação artificial com LEDs de espectro fotossinteticamente ativo.

Figura 3 – (a) Diagrama do funcionamento com raízes suspensas e névoa nutritiva; (b) reservatório com bicos nebulizadores; (c) planta com sistema radicular desenvolvido sem substrato; e (d) cultivo sob iluminação LED de espectro fotossintético



Fonte: (a) Niu e Masabni (2021); e (b), (c) e (d) LEAV (2025).

A aeroponia proporciona elevado nível de controle sobre as condições de cultivo, otimizando a disponibilidade de oxigênio e nutrientes. A ausência de substrato e a aplicação por nebulização resultam em plantas com crescimento acelerado, alta produtividade e baixo consumo de recursos, sendo uma alternativa eficiente para cultivos intensivos e produção de mudas.

Já o sistema semi-hidropônico, fundamentado no uso de substratos inertes como perlita, vermiculita e fibra de coco, é amplamente utilizado em culturas de maior porte vegetativo. Silva *et al.* (2024) descrevem que essa modalidade proporciona suporte fisi-

co adequado às plantas, sendo amplamente empregada em tomates, pimentões e flores de corte. Essa técnica se destaca pela capacidade de retenção de umidade na zona radicular, o que permite intervalos de irrigação mais espaçados e, consequentemente, uma eficiência energética maior.

A aplicação de sistemas semi-hidropônicos em ambiente protegido pode ser observada na Figura 4a, que mostra o cultivo de tomates em vasos com substrato. A Figura 4b apresenta uma produção de morangos associada ao uso de iluminação suplementar em casas de vegetação.



Foto: CNA / Wenderson Araújo.

Figura 4 – (a) Cultivo de tomate em vasos com substrato sob ambiente protegido com manejo de poda e condução vertical; e (b) cultivo de morango sob sistema semi-hidropônico com iluminação suplementar por LEDs



Fonte: (a) e (b) LEAV (2025).

A utilização de substratos inertes em sistemas semi-hidropônicos oferece sustentação física às plantas e retenção hídrica eficiente, com menor necessidade de irrigações frequentes. Esse modelo é especialmente adequado para culturas perenes e de maior porte, permitindo condução vertical, manejo facilitado e produção em larga escala sob estufas.

2.2 Sistemas de cultivo protegido

A adoção de sistemas de cultivo protegido constitui uma estratégia consolidada no contexto da agricultura climaticamente

inteligente por sua capacidade de criar microclimas mais resilientes às oscilações climáticas locais. O cultivo em ambientes protegidos consiste na utilização de barreiras físicas (estufas, casas de vegetação, túneis, *mulching*) para maior estabilidade do microclima interno, frente a estresses abióticos – como chuvas torrenciais – e bióticos – como a entrada e disseminação de pragas e doenças (Monzini; Orsini, 2025).

O manejo de plantas sob ambientes protegidos com suplementação luminosa é apresentado na Figura 5a. Já a Figura 5b mostra o cultivo conduzido em casas de vegetação com controle parcial de variáveis climáticas.



Foto: Zoner Photo Studio X.

Figura 5 – (a) Plantas em frutificação sob iluminação suplementar por LEDs de espectro azul e vermelho; e (b) manejo e condução das plantas em casas de vegetação com controle parcial de microclima



Fonte: (a) e (b) LEAV (2025).

O cultivo em estufas com suplementação luminosa permite otimizar o fotoperíodo e a intensidade da luz, estimulando a fotossíntese. A combinação de condução vertical com controle ambiental parcial assegura maior uniformidade produtiva e qualidade de frutos e folhas produzidos.

2.3 Sistemas de cultivo controlado

Os sistemas de cultivo controlado representam o estágio mais avançado das tecnologias de agricultura climaticamente inteligente, caracterizando-se pelo domínio total das variáveis ambientais que influenciam os processos fisiológicos das plantas. No cultivo protegido, a luz é primordialmente natural e as condições externas ainda influenciam nas condições microclimáticas internas. A sincronia entre essas variáveis viabiliza as condições ideais para a fotossíntese, garantindo alto desempenho agrônômico, mesmo sob condições edafoclimáticas adversas (Mmbando, 2025).

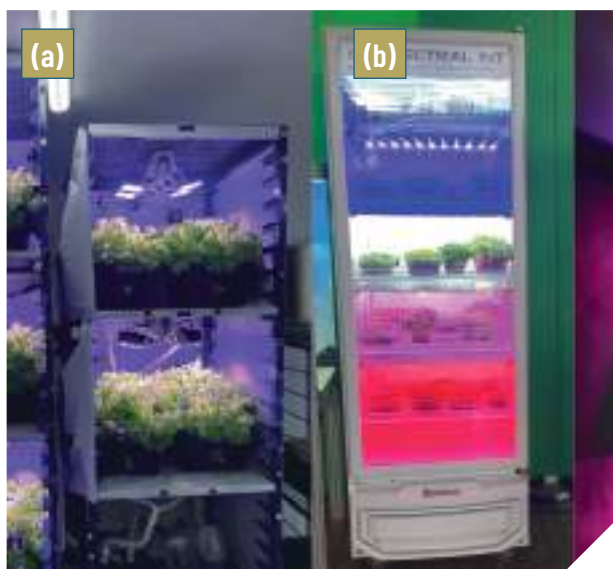
A iluminação artificial por LEDs constitui outra dimensão tecnológica dos sistemas de cultivo controlado, permitindo a modulação espectral conforme o estágio fenológico das culturas. As combinações específicas de luz azul e vermelha aumentaram a taxa de assimilação de carbono e a densidade de biomassa em culturas de ciclo curto. Gemtou, Isakhanyan e Fountas (2025) reforçam que o uso de LEDs favorece o controle preciso da fotomorfogênese, promovendo plantas com arquitetura desejável para cultivos de alta densidade.

Nesse cenário, a agricultura vertical desponta como alternativa modular que otimiza o espaço disponível, permitindo a produção em centros urbanos, integrando-se a terraços de prédios e áreas subutilizadas. Wang, Wang e Huang (2025) analisaram fazendas verticais instaladas em ambientes urbanos e verificaram uma significativa redução da área necessária por quilo produzido. A disposição vertical das camadas produtivas, associada a sistemas de irrigação de precisão

e controle ambiental, amplia a produção por metro cúbico e reduz a distância entre o local de produção e o consumo, favorecendo a segurança alimentar descentralizada.

A produção intensiva em sistemas controlados está representada na Figura 6a, que mostra estruturas modulares com múltiplas bandejas iluminadas por LEDs. A Figura 6b apresenta uma minicâmara automatizada de cultivo, com controle digital da luminosidade e das condições ambientais internas.

Figura 6 – (a) Estrutura modular com múltiplas bandejas e iluminação LED para produção intensiva de hortaliças; e (b) minicâmara de cultivo automatizada com controle de espectro luminoso



Fonte: (a) e (b) LEAV (2025).

Ambientes totalmente controlados permitem produzir hortaliças em sistemas modulares com alta densidade, eliminando interferências externas e promovendo ciclos contínuos de cultivo. A iluminação por LEDs ajustáveis e a automação integrada garantem estabilidade fisiológica e previsibilidade na colheita, o que é ideal para aplicações urbanas e comerciais.

3 Implementação de estratégias de ACI em ambientes de cultivo controlado

A implementação de estratégias de ACI em ambientes de cultivo controlado representa um avanço significativo na modernização dos sistemas produtivos, uma vez que integra soluções tecnológicas de alta precisão com o manejo eficiente dos fatores ambientais que influenciam diretamente o desenvolvimento vegetal. Esses ambientes permitem o controle rigoroso de variáveis como temperatura, umidade relativa, luminosidade, fotoperíodo e concentração de dióxido de carbono, viabilizando condições ideais para a expressão do potencial genético das culturas, mesmo em regiões com elevada variabilidade climática (Mmbando, 2025).

3.1 Aeroponia aplicada à multiplicação de batata-semente em ambientes tropicais e subtropicais

A produção de batata-semente em regiões tropicais e subtropicais enfrenta limitações agrônomicas, associadas à elevada incidência de patógenos de solo, à variabilidade térmica e à baixa eficiência na multiplicação de minitubérculos (Tunio *et al.*, 2020). A aeroponia, por sua natureza de cultivo sem substrato, emerge como uma alternativa de alta performance por permitir controle ambiental rigoroso e sanidade fitossanitária elevada (Tang *et al.*, 2024), além de apresentar taxas superiores de multiplicação vegetativa, com registros de até 250 minitubérculos por planta (Sawicka; Umachandran; Pszczółkowski, 2021).

A eficiência produtiva da aeroponia está associada à sua capacidade de reduzir sig-

nificativamente o uso de insumos agrícolas, como água e fertilizantes (Tunio *et al.*, 2020), ao mesmo tempo em que praticamente elimina a necessidade de defensivos agrícolas, devido ao ambiente isolado e controlado em que as plantas se desenvolvem (Tang *et al.*, 2024). O manejo direcionado do tamanho dos tubérculos é viabilizado pela precisão no fornecimento de nutrientes e pelo controle das condições ambientais, o que contribui diretamente para a padronização da produção (Calori *et al.*, 2017).

A técnica aeropônica aplicada à produção de batata-semente é evidenciada na Figura 7, com a formação de minitubérculos em raízes suspensas.

Figura 7 – Formação de minitubérculos em raízes suspensas e nebulizadas dentro de câmara escura



Fonte: LEAV (2025).

O cultivo aeropônico de batata-semente permite alto rendimento na multiplicação de minitubérculos, com elevada sanidade vegetal. A homogeneidade no ambiente de produção e a eliminação de solo reduzem o risco de contaminação, favorecendo a obtenção de material propagativo e com qualidade superior.

3.2 Técnicas espectrais e morfológicas aplicadas à fenotipagem em ambientes controlados

Os laboratórios de fenotipagem de plantas cultivadas em ambiente controlado utilizam estruturas de alto controle ambiental, como câmaras de crescimento e estufas, as quais permitem um controle preciso de variáveis como temperatura, umidade e luz. A modelagem através dos LEDs oferece controle da intensidade, da qualidade e do fotoperíodo, induzindo respostas fisiológicas controladas. Tais ambientes são cruciais para simular diferentes cenários climáticos durante o ano inteiro, estabilizando as condições para a pesquisa e o melhoramento genético, o que seria inviável em campo aberto, dadas suas múltiplas combinações de estresse (Langstroff *et al.*, 2022).

As novas técnicas de fenotipagem, que incluem o uso de imagens espectroscópicas e termográficas, possibilitam determinar o impacto de estresses bióticos e abióticos sobre as plantas antes mesmo do aparecimento de sintomas visuais. Complementando-se com estudos e modelagem do genoma, o conhecimento do fenótipo permite a predição do desempenho das plantas sob as mais variadas condições ambientais, contribuindo para o desenvolvimento de cultivares adaptáveis às futuras condições climáticas (Angidi *et al.*, 2025).

Ambientes controlados para fenotipagem vegetal são retratados na Figura 8a, com destaque para a automação, a iluminação LED e a irrigação ajustável. A Figura 8b mostra o crescimento uniforme das plantas em um ambiente climatizado com condições estáveis.

Figura 8 – (a) Câmara com LEDs, controle climático e irrigação automatizada; e (b) plantas em desenvolvimento sob iluminação ajustável e condições ambientais estáveis



Fonte: (a) e (b) LAAC (2024).

Os laboratórios de fenotipagem controlada favorecem a avaliação de genótipos sob estresses simulados, com aplicação de tecnologias de imagem e sensores. A estabilidade das variáveis ambientais permite análises comparativas precisas, contribuindo para o desenvolvimento de cultivares mais adaptadas às condições climáticas futuras.

3.3. Agricultura urbana como resposta ao desperdício de alimentos

A cadeia de hortaliças desempenha papel central na segurança alimentar, sendo responsável pelo fornecimento de alimentos frescos e nutritivos. No entanto, no Brasil, as perdas ao longo dessa cadeia ainda são significativas, ocorrendo desde a colheita até a distribuição em centrais de abastecimento e mercados. Esses entraves logísticos eviden-

ciam a necessidade de modelos de produção mais próxima dos centros urbanos, reduzindo perdas, emissões e custos associados ao transporte. Nesse contexto, o uso de ambientes controlados e cultivos protegidos surge como uma alternativa viável, promovendo o abastecimento local e maior estabilidade no fornecimento de alimentos perecíveis (Monzini; Orsini, 2025).

Embora hortas urbanas tradicionais contribuam para o acesso a alimentos frescos, elas enfrentam limitações estruturais, como dependência de solo fértil e de clima adequado, além de maior vulnerabilidade a pragas e contaminação. Em contraste, fazendas urbanas inteligentes, baseadas em agricultura vertical e cultivo protegido, oferecem sistemas produtivos intensivos, independentes do clima e altamente eficientes no uso do espaço urbano. Integradas a terraços, galpões

ou ambientes internos, essas soluções permitem produção contínua ao longo do ano, reduzindo a sazonalidade, otimizando os recursos e contribuindo diretamente para a segurança alimentar em áreas densamente povoadas (Vieira; Panagopoulos, 2024).

A agricultura urbana tecnificada está representada na Figura 9a, com uma casa de vegetação instalada sobre o topo de um edifício em zona urbana. A Figura 9b apresenta os sistemas verticais e horizontais de cultivo protegidos com LEDs e técnicas hidropônicas aplicadas à produção local de hortaliças.

Figura 9 – (a) Estufa instalada sobre edifício urbano; e (b) cultivo vertical e horizontal de hortaliças em ambiente controlado, com uso de LEDs e sistemas hidropônicos



| Fonte: (a) e (b) BeGreen (2025).

O uso de estruturas urbanas para a produção de hortaliças aproxima o cultivo do consumidor final, reduz as perdas logísticas e melhora a eficiência da cadeia de abastecimento. A integração de sistemas verticais e protegidos em áreas metropolitanas amplia a oferta de alimentos frescos, mesmo em regiões com pouca disponibilidade de solo agrícola.

4 Considerações finais

A adoção de modelos de agricultura climaticamente inteligente aplicados à produção de hortifrúti representa uma resposta tecnológica e estratégica às crescentes adversidades impostas pelas mudanças climáticas. A utilização de sistemas e técnicas de cultivo pro-

tegido e controlado – como estufas, fábricas de plantas, agricultura vertical, hidroponia e aeroponia – tem possibilitado não apenas a mitigação dos impactos ambientais, mas também o aumento da eficiência hídrica, energética e nutricional das culturas.

O uso intensivo de tecnologias em ambientes controlados tem ampliado a fronteira agrícola para áreas urbanas e regiões com limitações edafoclimáticas, consolidando novos arranjos produtivos sustentáveis. A integração de sensores, inteligência artificial, automação e iluminação artificial, combinada à capacidade de fenotipagem, proporciona avanços significativos na pesquisa, na produtividade e na eficiência do setor agrícola.

Referências

- ANGIDI, S.; MADANKAR, K.; TEHSEEN, M. M.; BHATLA, A. Advanced high-throughput phenotyping techniques for managing abiotic stress in agricultural crops – a comprehensive review. **Crops**, v. 5, n. 2, 8, 2025. Disponível em: <https://tinyurl.com/3myp9vd2>. Acesso em: 13 set. 2025.
- BEGREEN. **Fazendas urbanas inteligentes: produção de hortaliças em ambiente controlado**. [S. l.]: BeGreen, 2025. Disponível em: <https://begreen.com.br/fazenda/ifofood/>. Acesso em: 13 set. 2025.
- CALORI, A. H.; FACTOR, T. L.; FELTRAN, J. C.; WATANABE, E. Y.; MORAES, C. C. de; PURQUERIO, L. F. V. Electrical conductivity of the nutrient solution and plant density in aeroponic production of seed potato under tropical conditions (winter/spring). **Bragantia**, Campinas, v. 76, n. 1, p. 23-32, 2017. Disponível em: <https://tinyurl.com/mrbmzccu>. Acesso em: 13 set. 2025.
- EHMKE, T.; ZUCKERBERG, K. S. **Vertical farms must trim costs, hone business models to achieve profitability**. Denver: CoBank – Knowledge Exchange Division, nov. 2022. Disponível em: <https://www.cobank.com>. Acesso em: 13 set. 2025.
- EREKALO, K. T.; GEMTOU, M.; KORNELIS, M.; PEDERSEN, S. M.; CHRISTENSEN, T.; DENVER, S. Understanding the behavioral factors influencing farmers' future adoption of climate-smart agriculture: a multi-group analysis. **Journal of Cleaner Production**, v. 510, 145632, jun. 2025. Disponível em: <https://tinyurl.com/mr2v7cfb>. Acesso em: 17 set. 2025.
- FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A. E.; VILELA, L. A. A. **Produção de alface em hidroponia**. Lavras: UFLA, 1996.
- FOODNERDY. Hydroponics: how it works. **FoodNerdy Blog**, 25 set. 2025. Disponível em: <https://foodnerdy.com/blog/hydroponics-how-it-works/>. Acesso em: 25 set. 2025.
- GEMTOU, M.; ISAKHANYAN, G.; FOUNTAS, S. Advancing climate-smart agriculture: integrating technology, behavioural insights and policy for a sustainable future. **Smart Agricultural Technology**, v. 11, 100861, 2025. Disponível em: <https://tinyurl.com/yc4uwpwn>. Acesso em: 18 set. 2025.
- GLOBO RURAL. Verdureira investe na produção de hortaliças em piscinas. **Globo Rural**, São Paulo, 28 out. 2023. Hortifrúti. Disponível em: <https://tinyurl.com/4ma9tbxz>. Acesso em: 13 set. 2025.
- HIDROGOOD. **Sistemas hidropônicos comerciais: soluções para produção em larga escala**. Valinhos: Hidrogood Tecnologia Agrícola, 2025. Disponível em: <https://www.hidrogood.com.br>. Acesso em: 13 set. 2025.
- LAAC – Laboratório de Agricultura em Ambiente Controlado. **Fenotipagem espectral de plantas em ambientes controlados**. Viçosa: LAAC/UFV, 2024. Documento institucional interno.
- LANGSTROFF, A.; HEUERMANN, M. C.; STAHL, A.; JUNKER, A. Opportunities and limits of controlled-environment plant phenotyping for climate response traits. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 135, p. 1-16, 2022. Disponível em: <https://tinyurl.com/32bexmvd>. Acesso em: 13 set. 2025.
- LEAV – Laboratório de Estudos Avançados em Agricultura Vertical. **Relatório técnico de cultivo em aeroponia: sistemas e aplicações**. Rio Verde: LEAV/IF Goiano, 2025. Documento institucional interno.
- MMBANDO, G. S. Harnessing artificial intelligence and remote sensing in climate-smart agriculture: the current strategies needed for enhancing global food security. **Cogent Food & Agriculture**, v. 11, n. 1, 2454354, 2025. Disponível em: <https://tinyurl.com/4ta6e2vf>. Acesso em: 18 set. 2025.
- MONZINI, J.; ORSINI, F. **Understanding commercial urban agriculture: an overview**. Roma: FAO, 2025. (Directions in Investment, n. 12). Disponível em: <https://tinyurl.com/4d5edew3>. Acesso em: 12 set. 2025.
- NIU, G.; MASABNI, J. Hydroponics. In: KOZAI, T.; NIU, G.; MASABNI, J. (ed.). **Plant factory basics, applications and advances**. [S. l.]: Academic Press, 2021. p. 153-166. Disponível em: <https://tinyurl.com/55p9s3hb>. Acesso em: 13 set. 2025.
- SAWICKA, B.; UMACHANDRAN, K.; PSZCZÓŁKOWSKI, P. Innovative potato production technology and its influence on quality of tubers. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON EMERGING

TECHNOLOGIES FOR INTELLIGENT SYSTEMS, 4 dez. 2021, [s. l.]. **Anais [...]**. [S. l.]: JFP Publishers; ICETIS, 2021. p. 174-195. Disponível em: <https://tinyurl.com/2a2rnyrc>. Acesso em: 18 set. 2025.

SILVA, I. R.; CAMPOS, A. A. A.; MOREIRA, L. C.; BARRAL, D. M.; ANDRADE, G. F. P. de; GUIMARÃES, A. G.; SILVA, I. M. da; TANNURE, M. P.; PINTO, N. A. V. D.; COSTA, M. R. da; ZANUNCIO, J. C. Características agronômicas e qualidade pós-colheita de morango em sistema de cultivo semi-hidropônico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 59, e03384, 2024. Disponível em: <https://tinyurl.com/mvnvdwk5>. Acesso em: 15 set. 2025.

SOUZA, J. de. Os benefícios que a hidroponia pode trazer ao meio ambiente e ao bolso do produtor. **Revista AuE Irrigação Digital**, ano 2, n. 20, 2021. Disponível em: <https://tinyurl.com/7c25k68s>. Acesso em: 13 set. 2025.

TAMANNA, Y. **Agritech report 2026: market data & innovation insights**. [S. l.]: StartUs Insights, 30 jul. 2025. Disponível em: <https://tinyurl.com/y722wnam>. Acesso em: 10 set. 2025.

TANG, L.; SYED, A.-U.-A.; OTHO, A. R.; JUNEJO, A. R.; TUNIO, M. H.; HAO, L.; ALI, M. N. H. A.; BROHI, S. A.; OTHO, S. A.; CHANNA, J. A. Intelligent rapid asexual propagation technology — a novel aeroponics propagation approach. **Agronomy**, v. 14, n. 10, 2289, 2024. Disponível em: <https://tinyurl.com/mrx3jrt8>. Acesso em: 13 set. 2025.

TUNIO, M. H.; GAO, J.; SHAIKH, S. A.; LAKHIAR, I. A.; QURESHI, W. A.; SOLANGI, K. A.; CHANDIO, F. A. Potato production in aeroponics: an emerging food growing system in sustainable agriculture for food security. **Chilean Journal of Agricultural Research**, Chillán, v. 80, n. 1, p. 118-132, mar. 2020. Disponível em: <https://tinyurl.com/y4nekruw>. Acesso em: 12 set. 2025.

VIEIRA, T. A.; PANAGOPOULOS, T. Urban agriculture in Brazil: possibilities and challenges for Santarém, eastern Amazonia. **Land Use Policy**, v. 139, 107082, 2024. Disponível em: <https://tinyurl.com/4k739xu4>. Acesso em: 13 set. 2025.

WANG, Y.-J.; WANG, N.; HUANG, G. Q. Driving mechanism for farmers' acceptance of climate-smart agriculture. **Journal of Cleaner Production**, v. 501, 145299, 2025. Disponível em: <https://tinyurl.com/yc3r7chv>. Acesso em: 18 set. 2025.

ZHANG, B.; TALIHATI, B.; FAN, H.; SUN, Y.; WANG, Y. A dynamic carbon flow traceability framework for integrated energy systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 518, 145878, 2025. Disponível em: <https://tinyurl.com/4dujvkex>. Acesso em: 20 set. 2025.

ARTIGO | Irrigação: a resposta de Mato Grosso à estiagem

Hugo Garcia

Nos períodos de seca, quando as temperaturas elevadas comprometem o solo e as poucas chuvas isoladas reduzem a umidade, colocando em risco a produção agrícola, são cada vez mais urgentes as soluções estruturais voltadas para Mato Grosso, para que o estado continue sendo referência no agronegócio e, ao mesmo tempo, garanta a segurança alimentar e o sustento de milhares de famílias. Nesse contexto, a irrigação se consolida como a principal aliada do produtor rural.

Áreas irrigadas representam a diferença entre perder uma safra inteira ou assegurar colheitas regulares, mesmo em períodos de estiagem ou chuvas irregulares e espaçadas. Com a irrigação, o agricultor consegue manter a produtividade e a qualidade das lavouras, reduzindo os impactos da falta de chuva e garantindo previsibilidade para planejar sua atividade agrícola. Essa segurança produtiva não só protege os investimentos feitos no campo, como também fortalece toda a cadeia de abastecimento, do pequeno comércio às indústrias de transformação.

Outro ponto essencial é que a irrigação abre espaço para a diversificação das culturas. Em propriedades irrigadas, é possível produzir hortaliças, frutas e sementes especiais durante todo o ano, agregando valor e ampliando as oportunidades de renda. Para a agricultura familiar, esse benefício é ainda mais significativo: com sistemas adequados de irrigação, pequenos agricultores deixam de depender exclusivamente do re-

gime de chuvas e passam a ter mais estabilidade, ampliando a oferta de alimentos frescos e de qualidade para a população.

Nesse aspecto, a instituição do Programa Estadual de Irrigação e a criação da Política Estadual de Agricultura Irrigada pela Assembleia Legislativa de Mato Grosso – uma lei de minha autoria enquanto deputado estadual em exercício – foram um passo fundamental para consolidar a irrigação como política de Estado. Essa lei – Lei nº 12.717/2024 – estabelece diretrizes claras para ampliar áreas irrigadas, promover o uso racional da água e estimular a modernização dos sistemas produtivos. A Associação dos Produtores de Feijão, Pulses, Colheitas Especiais e Irrigantes de Mato Grosso (Aprofir) participou ativamente desse debate e segue acompanhando sua implementação, pois acreditamos que somente com arcabouço legal sólido e políticas públicas permanentes será possível expandir os benefícios da irrigação a todos os produtores.

No entanto, para que a lei se traduza em resultados concretos, é preciso enfrentar entraves históricos, os quais ainda limitam a expansão da agricultura irrigada no nosso estado. Entre eles, destacam-se o alto custo e a falta de estrutura de redes de energia elétrica, impactando diretamente a operação de bombas e sistemas, e a burocracia relacionada à outorga de uso da água, que se mostra morosa e complexa, especialmente para o pequeno produtor que não dispõe de assistência técnica especializada.

São barreiras que acabam excluindo justamente quem mais precisa da irrigação para se manter no campo.

Na Aprofir, temos trabalhado de forma permanente para enfrentar esses gargalos. Nosso objetivo é propor soluções junto ao poder público e a nossos parceiros institucionais, buscando alternativas que garantam tarifas de energia mais compatíveis com a realidade do setor e promovam processos de outorga mais simplificados e acessíveis. Também defendemos a ampliação de linhas de crédito e programas de capacitação para que agricultores familiares tenham condições reais de adotar a irrigação como instrumento de fortalecimento econômico e social.

Garantir a expansão das áreas irrigadas em Mato Grosso não é apenas uma questão técnica, mas uma necessidade estratégica. Trata-se de investimento em resiliência diante das mudanças climáticas, de segurança alimentar para a sociedade e de oportunidades de crescimento para os pequenos agricultores. A irrigação, portanto, não deve ser vista apenas como um recurso tecnológico de produção agrícola, mas como uma política pública de inclusão e desenvolvimento, capaz de transformar a realidade do campo e oferecer um futuro mais seguro para todos.



Foto: CNA / Wenderson Araújo.

Colaboraram nesta edição

ADRIANO SOARES DE OLIVEIRA BAILÃO

Cientista da computação, doutor em Ciências Exatas e Tecnológicas pela Universidade Federal de Goiás (UFG) e mestre em Ciência da Computação pela Universidade de Brasília (UnB). Professor e pesquisador do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano (IF Goiano), Campus Rio Verde.
bailao.adriano@ifgoiano.edu.br

ARTUR SIMÃO LEMOS

Agrônomo, mestrando em Ciências Agrárias pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano (IF Goiano), Campus Rio Verde, e graduado em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV).
artursimaolemos01@gmail.com

BRUNO DOURADO RODRIGUES

Agrônomo, mestrando em Ciências Agrárias pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano (IF Goiano), Campus Rio Verde, e graduado em Agronomia pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT).
brunodover01@gmail.com

CAÍKE DA ROCHA DAMKE

Matemático, doutorando em Ciências Agrárias pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano (IF Goiano), Campus Rio Verde, e mestre em Matemática pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Professor do ensino básico, técnico e tecnológico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano (IF Goiano), Campus Rio Verde.
caike.damke@ifgoiano.edu.br

FABIA BARBOSA DA SILVA

Bióloga, doutora em Fisiologia e Bioquímica das Plantas pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo (Esalq/USP) e mestre em Ciências Agrárias pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano (IF Goiano), Campus Rio Verde. Professora visitante no Programa de Pós-Graduação em Agroquímica do IF Goiano.
abiabarbosabiologa@gmail.com

FABIANO GUIMARÃES SILVA

Agrônomo, doutor em Fitotecnia pela Universidade Federal de Lavras (UFLA) e mestre em Fisiologia Vegetal pela mesma instituição. Professor titular do ensino básico técnico e tecnológico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano (IF Goiano), Campus Rio Verde, do qual também faz parte dos Programas de Pós-Graduação em Agroquímica e em Ciências Agrárias, além do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia e Biodiversidade da Rede Centro-Oeste de Pós-Graduação, Pesquisa e Inovação.
fabiano.silva@ifgoiano.edu.br

HECTOR ALEXIS MIRANDA

Engenheiro agrícola, doutor em Irrigação e Drenagem pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp Botucatu) e mestre em Energia na Agricultura pela mesma instituição. Foi professor, pesquisador e extensionista na Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, na Venezuela. Bacharelado em Ciência da Computação pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano (IF Goiano), Campus Rio Verde.
hector.alexis@estudante.ifgoiano.edu.br

HUGO HENRIQUE GARCIA

Engenheiro agrônomo, graduado em Agronomia pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR). Presidente da Associação dos Produtores de Feijão, Pulses, Colheitas Especiais e Irrigantes de Mato Grosso (Aprofir), deputado estadual em Mato Grosso e, desde 2005, produtor rural.
presidente@aprofir.org.br

JULIANA MIURA

Jornalista, mestra em Multimídia pela Universidade do Porto (UP) e especialista em Gestão da Comunicação nas Organizações pela Universidade Católica de Brasília (UCB). Analista da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Cerrados).
juliana.miura@embrapa.br

LUCAS LORAM LOURENÇO

Biólogo, doutor em Biotecnologia e Biodiversidade pela Universidade Federal de Goiás (UFG) e mestre em Biodiversidade e Conservação pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano (IF Goiano), Campus Rio Verde. Pós-doutorando pela Universidade Federal de Lavras (UFLA) e professor no Centro Universitário UniBRAS – Rio Verde.
lucas.loram@outlook.com

LUIZ FERNANDO COUTINHO DE OLIVEIRA

Engenheiro agrícola, doutor em Irrigação e Drenagem pela Universidade Federal de Viçosa (UFV) e mestre na mesma área pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Professor titular do Departamento de Recursos Hídricos da UFLA.
coutinho@ufla.br

MARCONI BATISTA TEIXEIRA

Engenheiro agrônomo, doutor em Engenharia Agrícola pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo (Esalq/USP) e mestre em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Professor titular do ensino básico, técnico e tecnológico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano (IF Goiano), Campus Rio Verde, do qual também faz parte do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias.
marconi.teixeira@ifgoiano.edu.br

MARIA EMÍLIA BORGES ALVES

Engenheira agrícola, doutora em Meteorologia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa (UFV) e mestra em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Pesquisadora da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Cerrados) e vice-presidente da Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem (Abid).
maria.emilia@embrapa.br

PAULO ROBERTO DA SILVA

Agrônomo de formação, mestre em Engenharia Hidráulica e Meio Ambiente pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC/USP) e especialista em Avaliação da Educação Superior pela Universidade de Brasília (UnB) e pela Cátedra Unesco. Professor aposentado da Escola de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Lavras (Esal/UFLA) e ex-pró-reitor da Pró-Reitoria de Pós-Graduação da mesma instituição.
paulosilvadf@gmail.com

SERGIO SOUZA NOVAK

Cientista da computação, mestrando em Ciências Agrárias pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano (IF Goiano), Campus Rio Verde, e bacharel em Ciência da Computação pela mesma instituição. Professor do curso de informática na Diretoria Municipal da Juventude da Prefeitura Municipal de Rio Verde.
sergiosouzanovak@gmail.com

WILKER ALVES MORAIS

Engenheiro ambiental, doutor e mestre em Agronomia pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano (IF Goiano), Campus Rio Verde. Pesquisador do Laboratório de Hidráulica e Irrigação da mesma instituição, docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias do IF Goiano, Campus Rio Verde, e professor do ensino básico, técnico e tecnológico do IF Goiano, Campus Cristalina.
wilker.moraes@ifgoiano.edu.br

EM QUALQUER CULTIVO,
PRODUZA MAIS COM MENOS



CITROS

A photograph of a citrus orchard with rows of trees bearing ripe, orange-colored fruit. The trees are lush green, and the ground is covered with dry leaves and some fallen fruit.

CANA

A photograph of a sugarcane field with rows of tall, green stalks. The field is illuminated by warm, golden light, suggesting a sunrise or sunset.

CAFÉ

A photograph of a coffee plantation with rows of young coffee plants. The plants are green and arranged in neat rows, with a dirt path running through the center.

HF

A photograph of a horticulture field with rows of young plants. The plants are green and arranged in neat rows, with a dirt path running through the center.

GRÃOS

A photograph of a grain field with rows of young plants. The plants are green and arranged in neat rows, with a dirt path running through the center.



A ABIMAQ

A Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos (ABIMAQ), há mais de 80 anos como entidade representativa do setor, tem como objetivo atuar em favor do fortalecimento da Indústria Nacional. Mobiliza este setor por meio de ações junto às instâncias políticas e econômicas, estimula o comércio e a cooperação internacionais e contribui para aprimorar seu desempenho em termos de tecnologia, capacitação de recursos humanos e modernização gerencial.

A ABIMAQ representa atualmente mais de 9.000 empresas dos mais diferentes segmentos fabricantes de bens de capital mecânicos, cujo desempenho tem impacto direto sobre os demais setores produtivos nacionais e possui mais de 1.600 empresas associadas.



CSEI

Câmara Setorial de Equipamentos de Irrigação

Conheça a CSEI

Criada em 1994, a CSEI é uma das 40 Câmaras Setoriais da ABIMAQ e congrega indústrias que detêm tecnologia na fabricação de equipamentos destinados à irrigação convencional, localizada e mecanizada. Atua em diversos fóruns buscando o desenvolvimento de políticas e ações que promovam e fomentem a agricultura irrigada no Brasil.

Acesse: www.abimaq.org.br



Associação dos Produtores de Feijão, Pulses, Grãos Especiais e Irrigadores de Mato Grosso



REPRESENTAÇÃO

A voz e a representação de seus associados em pautas públicas e privadas.



PROJETOS E EVENTOS

Execução de Projetos e Promoção de Eventos que criem valor para os associados



ARTICULAÇÃO

Articulação em pautas legislativa e administrativa



A APROFIR-MT valoriza a agricultura irrigada e promove ações para o desenvolvimento de:

- Feijão
- Grãos Especiais
- Pulses
- Irrigação

APROFIR-MT é associada ao:



Atua em pesquisa, desenvolvimento das culturas, apoio à gestão das associadas e outras atividades de acordo com o seu Estatuto.

contato@aprofir.org.br
WWW.APROFIR.ORG.BR
+55 (65) 3359.7485

Mais informações:
Escaneie-me!

