

## GESTÃO DE DADOS PARA AMBIENTE CONFINADO DE CULTURAS AGRÍCOLAS

Emili Everz Golombiési (UEPG) E-mail: [emilieverz043@gmail.com](mailto:emilieverz043@gmail.com)

Maria Salete Marcon Gomes Vaz (UEPG) E-mail: [salete@uepg.br](mailto:salete@uepg.br)

Rosane Falate (UEPG) E-mail: [rfalate@uepg.br](mailto:rfalate@uepg.br)

**Resumo:** O Brasil é o quarto maior exportador de grãos em escala mundial, contudo as lavouras sofrem muitas perdas relativas às mudanças climáticas, como, por exemplo, aquelas causadas pelo fenômeno La Niña. O ambiente confinado transforma essa visão e diminui problemas relacionados ao clima, contudo estes ambientes dependem de diversos fatores para sua eficácia. Com isso, este trabalho propõe analisar uma possível base de conhecimento que dará início a instalação de protótipos de sistemas para coletar e armazenar todos os dados necessários para o plantio de grãos em ambiente confinado, para posteriormente poderem ser utilizados juntamente com atuadores e garantir maior produtividade e qualidade dos grãos.

**Palavras-chave:** ambiente confinado, plantio de grãos, gestão de dados, banco de dados, sensores e atuadores.

## DATA MANAGEMENT FOR CONFINED ENVIRONMENT OF AGRICULTURAL CROPS

**Abstract:** Brazil is the fourth largest grain exporter on a world scale, however, crops suffer many losses related to climate changes, such as those caused by the La Niña phenomenon. The confined environment transforms this vision and reduces problems related to climate, however those environments depend on several factors for their effectiveness. Considering that, this work proposes to analyze a possible knowledge base that will start the installation of prototypes of systems to collect and store all the necessary data for the planting of grains in a confined environment, so that they can later be used together with actuators and guarantee greater productivity and grain quality.

**Key-Words:** confined environment, grain planting, data management, database, sensors and actuators.

### ○ 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores exportadores de grãos do mundo e para isto, conta com um processo de classificação de grãos extremamente rigoroso criado pelo MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Mais especificamente, estão estabelecidas normas que devem ser seguidas para efetuar a classificação dos grãos em relação aos defeitos contidos em amostras destes.

A agricultura brasileira é a quarta maior produtora de cereal, com volume de 239 milhões de toneladas (7,8% da produção mundial). O País é também o maior exportador de grãos em valor, com receita de US\$ 37 bilhões, equivalente a 22,2% das exportações globais segundo Wernneck et al. (2021).

Chelala et al. (2022) apresentaram algumas dificuldades no plantio de grãos, dentre as principais, destaca-se a instabilidade do clima. O clima é uma das poucas variáveis que os produtores não podem controlar nas lavouras, do modo como é atualmente, mas podem se preparar. Guimarães et al. (2017) apresentaram dados sobre o fenômeno La Niña, que provoca o resfriamento do Oceano Pacífico, o que permite prever que vai trazer impactos, pelo menos, até o verão de 2022. No Brasil, esse evento deve provocar chuva acima da média no centro-norte e abaixo na região sul. Já no Sudeste, os períodos de veranicos, que é quando ocorre a estiagem acompanhada de muito calor e baixa umidade relativa do ar, serão intensificados.

A primeira safra da soja e milho já tem sido impactada pela falta de água na região sul e os produtores estão em alerta pela indicação de manutenção do tempo seco. No caso da cana-de-açúcar, há a probabilidade da estiagem atingir parte do centro-sul, maior

região produtora, preocupando todo o setor. No caso do arroz e trigo, o La Ninã não deve interferir na produção.

Ao analisar os possíveis problemas causados pela imprevisibilidade do clima, pode-se compreender a necessidade de se pensar em um ambiente confinado para o plantio de grãos, García-Parra et al. (2020) apresentaram vantagens em se usar casas de vegetação, considerado por ele como ambientes confinados e controlados para plantio. Dentre suas vantagens estão:

- Cultivo fora de época;
- Proteção às pragas;
- Economia na irrigação;
- Aumento de qualidade;
- Redução de agrotóxicos;
- Sustentabilidade.

Para que todos esses requisitos sejam garantidos, é necessária a coleta, por meio de sensores, e gestão de dados para o plantio de grãos em ambiente confinado. É preciso garantir temperatura e umidade ambientes ideais para cada tipo de grão; o índice de umidade do solo, com irrigação mantida segundo a necessidade de cada planta; uma constante remineralização do solo; também é necessário definir e quantificar a quantidade de luz e o melhor comprimento de onda para o crescimento de cada grão. Inevitavelmente deverão ser utilizados agrotóxicos, contudo, espera-se uma possível uma redução em seu depósito. Atuadores também farão parte da cadeia de plantio de grãos em ambiente confinado, para controle dessas variáveis.

Com todos os requisitos apresentados, prototipados e analisados, será possível inserir a agricultura a um novo patamar tecnológico, onde os grãos possuirão maior qualidade e serão produzidos em maior quantidade, podendo ser produzidos mais vezes durante o ano e garantindo menores perdas.

## ○ **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

Para os fins desta pesquisa, a NR33 (NR33, 2022) define espaço confinado como:

○ “...qualquer área ou ambiente não projetado para ocupação humana contínua, que possua meios limitados de entrada e saída, cuja ventilação existente é insuficiente para remover contaminantes ou onde possa existir a deficiência ou enriquecimento de oxigênio.”

Essa norma ainda define que todos os projetos instalados em ambientes confinados devem ter seus equipamentos fixos (sejam de comunicação ou trabalho) sinalizados e de fácil acesso. Também apresenta que são necessárias prevenções a incêndio, alagamento, soterramento, engolfamento, incêndio, choques elétricos, eletricidade estática, queimaduras, quedas, escorregamentos, impactos, esmagamentos, amputações e outros que possam afetar a segurança e saúde dos trabalhadores.

Para trabalhar com culturas agrícolas em ambientes confinados é necessário o uso de sensores e atuadores para diminuir o tráfego de pessoas dentro da instalação, garantindo sua segurança e maior qualidade produtiva.

Sensores e atuadores podem ter respectivamente seus dados e ações controlados através de microcontroladores. Dos vários tipos de placas microcontroladoras usadas em IoT (*Internet of Things* ou Internet das Coisas), os mais comuns e simples de serem utilizados são os ESPs, Arduínos e Raspberry Pi (Oliveira, 2021).

Segundo Kerschbaumer (2018) microcontroladores são “circuitos integrados que possuem em seu interior todos os componentes necessários ao seu funcionamento

dependendo unicamente da fonte de alimentação externa”. Os microcontroladores são utilizados em praticamente todos os dispositivos eletrônicos digitais, como termômetros, irrigômetros e na maioria dos circuitos que utilizam atuadores.

Para coleta de dados de um sistema microcontrolador por ESPs ou arduínos, a forma mais rápida é utilizando a saída serial da interface do Arduino IDE, que é uma aplicação de plataforma cruzada, escrita em funções de C e C ++. Ela é usada para escrever e fazer upload de programas em placas compatíveis com Arduino, mas também, com a ajuda de núcleos de terceiros, em outras placas de desenvolvimento de fornecedores. É possível também ser modelado um software mais robusto ligado a IoT (*Internet of Things* ou Internet das Coisas), contudo, para este trabalho isso não é necessário.

Para comparação, análise e gestão desses dados, são necessárias algumas ferramentas, como banco dados para armazenar, podendo ser montado através do SQLite, que é uma biblioteca em linguagem C que implementa um banco de dados SQL embutido; também é necessário que haja controle dos dados e determinação de sua veracidade, e as plataformas mais usuais e conhecidas para esse fim são Excell e PoweBI.

Considerando questões de transporte e alterações nos protótipos, orienta-se, dentre as placas microcontroladoras, utilizar o módulo ESP8266 NodeMCU, pois é uma placa de desenvolvimento dotada de uma estrutura que pode ser utilizada na criação de uma infinidade de projetos de automação diferentes. O que torna este módulo tão especial é a capacidade de conectar-se a uma rede WiFi em virtude da presença do chip ESP8266. Já

Uma outra orientação, seria seguir com a placa microcontroladora Arduino UNO possui excelente custo-benefício, quantidade de porta (entrada/saída) suficiente para a criação de protótipos com vários sensores e módulos conectados. O microcontrolador da placa Uno é o ATmega328P, com clock de 16MHz, 14 pinos de I/O, sendo 6 analógicos e 6 com função PWM (*Pulse Width Modulation* - Modulação por Largura de Pulso).

Dependendo da necessidade de aplicação diversas outras placas microcontroladoras podem ser utilizadas, contudo, o fato de tanto aquela com o ESP8266 quanto com o Arduino UNO apresentarem saída serial simples e de fácil compreensão, e tamanho reduzido, permite maior utilização de espaço pelo restante do sistema, principalmente considerando o fato de estar trabalhando com ambiente confinado, onde segurança e espaço são extremamente importantes.

### ○ 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Quando se trata de culturas agrícolas, existem diversos fatores que interferem em sua produção, para que as culturas possam ser mantidas em ambientes confinados, é necessário monitorar e, se for o caso, controlar sobre os parâmetros mais importantes que as afetam.

Para que a gestão de dados para ambiente confinado de culturas agrícolas possa ser implementada de maneira satisfatória se faz necessário uma prototipação de sensores e atuadores que irão capturar esses dados. Segundo CONAB (2019) as safras produzidas no Brasil podem variar de três a seis meses entre seu plantio e sua colheita, com isso pode-se definir que é necessário que haja, no mínimo, trinta dias de dados coletados para haver uma amostra razoável para posterior comparação.

Os protótipos devem ser testados para garantir seu grau de confiabilidade, para isso, além dos dados coletados na porta serial de saída do microcontrolador, deve-se coletar dados de equipamentos já determinados como confiáveis e que serão substituídos, no caso de êxito do protótipo. Os dados dos protótipos e dos equipamentos devem ser coletados e devem ser provenientes de sensores que estão próximos uns aos outros, no mesmo momento e pelo mesmo período.

Após os dados terem sido coletados é necessário que haja uma comparação entre os valores base apresentados por cada um dos equipamentos, para isso haverá consulta no banco de dados que registrou esses dados, e será feita a comparação, através de gráficos de dispersão, que são mais confiáveis por adotarem medidas extremamente pontuais.

Para primeira análise foi desenvolvido um circuito para coleta de dados de temperatura e umidade ambiente, utilizando o sensor DHT11, como apresentado na figura 1. O DHT11 possui 4 terminais. O primeiro (VCC) é o terminal de alimentação, que conforme *datasheet* do fabricante pode ser entre 3 V e 5,5 V. O segundo (DATA) é o pino de comunicação de dados, e será através dele que o valor da temperatura e umidade serão comunicados. O terceiro (NC) é um pino vazio, e o último (GND) é o terminal de terra do sensor. Esse sensor custou R\$3,36, o resistor de 3,9 k $\Omega$ , R\$ 0,05 e a placa NODEMCU ESP8266 R\$16,38.

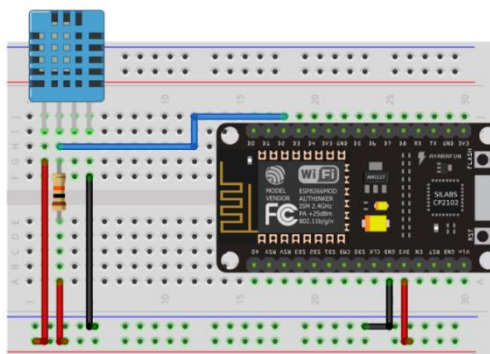


Figura 1. Esquemático de ligação dos componentes.

O circuito é conectado ao sistema do Arduino IDE para receber o código que irá realizar a captura dos dados de temperatura e umidade. Os dados são capturados através da porta serial, que apresenta os dados a cada hora, de acordo com a programação, e então são armazenados em uma planilha de dados para serem analisados. O sensor DHT11 possui faixa de medida de umidade relativa entre 20 e 90 % e de temperatura entre 0 e 50 °C, com erro de  $\pm 3\%$  para a umidade relativa e de  $\pm 0,5$  °C para a temperatura.

Durante a coleta de dados, para que seja feita a caracterização do sensor DHT11, foram coletados 119 horas de dados consecutivos, através do termômetro-higrômetro digital modelo HTC-1 da Underbody, para medição de umidade do ar com relógio digital, que custou R\$34,22, figura 2. Em relação à temperatura o equipamento apresenta precisão de uma casa decimal e erro de  $\pm 0,2$  °C, já em relação a umidade as medidas são sem casas decimais e com erro de  $\pm 2\%$ .



Figura 2. Termômetro Higrômetro da Underbody.

Após o levantamento dos dados é necessário que haja uma comparação entre os valores base apresentados por cada um dos equipamentos, para isso haverá consulta no banco de

dados que registrou esses dados e será feita a comparação, através de gráficos de dispersão.

#### ○ 4. RESULTADO E DISCUSSÕES

A figura 3 apresenta o gráfico de comparação entre os valores apresentados pelo circuito do DHT11 e pelo HTC-1, em azul e em laranja, respectivamente, para as medidas de umidade relativa do ar. É possível observar que os dados coletados e armazenados pelo sistema apresentam resultados satisfatórios quando comparados aos valores do termômetro-hidrômetro disponível no mercado.

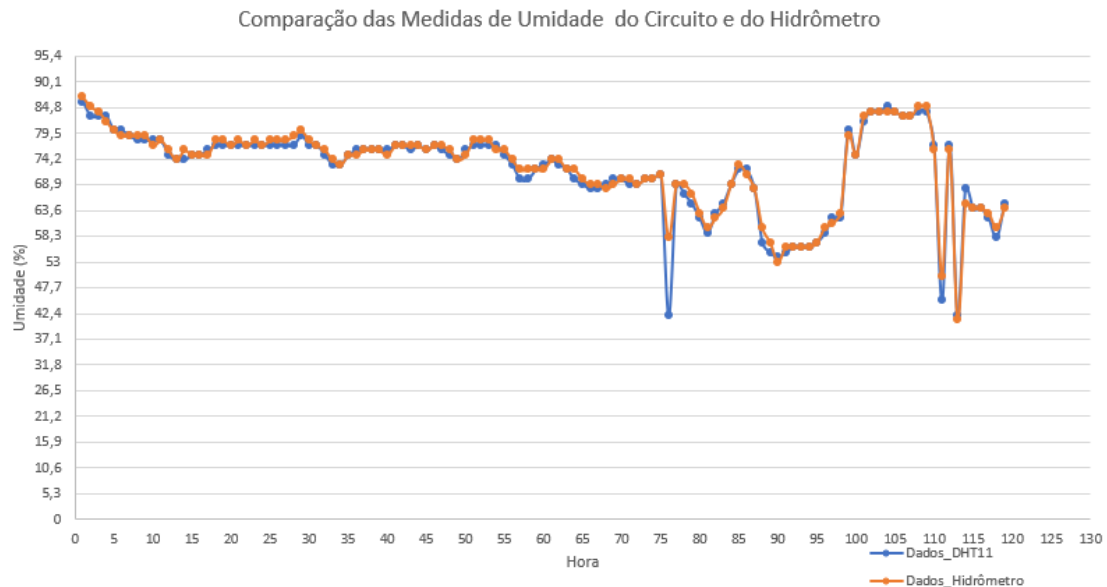


Figura 3. Gráfico de comparação das medidas de umidade do circuito e do hidrômetro.

Na figura 4 está o gráfico de comparação das medidas de temperatura apresentadas pelo circuito do DHT11 e pelo HTC-1. Novamente é possível verificar que há pouca discrepância entre os dados.

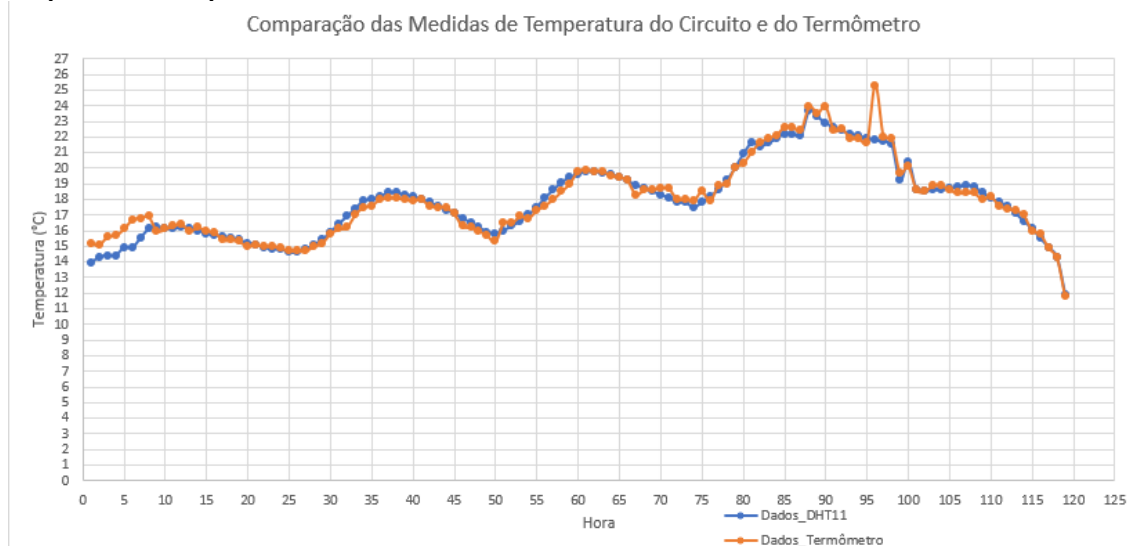


Figura 4. Gráfico de comparação das medidas de temperatura do circuito e do termômetro.

Com isso, comprova-se a eficácia do circuito ou do protótipo apresentado para coleta de dados, mostrando pouca variação em relação ao termômetro-hidrômetro que está no mercado para coleta de dados.

O ESP8266 possui 13 portas digitais, o que permite adicionar nesse sistema mais sensores DHT11, ampliando o controle de uma área maior de culturas agrícolas. Essas portas também podem ser usadas para controlar atuadores, como ventiladores, para diminuir ou aumentar a temperatura; umidificadores, para o caso de a umidade do ar estar muito baixa; e desumidificadores, para o caso de a umidade do ar estar muito elevada.

## **5. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS DE TRABALHOS FUTUROS**

O Brasil, mesmo sendo uma potência no que se refere à disponibilidade de água em seu território, vem encontrando problemas com a escassez hídrica. Com a gestão de dados para o plantio de grãos em ambiente confinado, torna-se possível que haja menor desperdício de água, e menor utilização de agrotóxicos que são nocivos à saúde.

O setor do agronegócio tem-se adequadamente às inovações tecnológicas que muitos outros setores já usufruem. A agricultura digital, por exemplo, faz parte de uma revolução que tem transformado a forma com que o produtor lida com o campo.

O uso de computadores, dispositivos e sensores estão cada vez mais presentes no meio rural. E, com as empresas tech atentas à evolução do agro, o surgimento de programas com interfaces mais didáticas e simples tem ajudado até mesmo quem não se dava bem com a gestão de dados do seu negócio.

A agricultura convencional vem dando espaço para um manejo mais preciso e eficiente. Com isso, o melhor aproveitamento dos recursos e a sustentabilidade na produção agregam tanto benefícios como valores para os empreendedores do campo. Algumas pesquisas foram elencadas como de grande importância e embasamento para continuidade deste trabalho.

Sandoval et al. (2018) apresenta maneiras de se utilizar sensores e atuadores de forma a controlar a dosagem variável utilizando sistemas mecatrônicos para acionamento e controle dos dispensadores de fertilizante, substituindo os sistemas mecânicos tradicionais, afirmando que os sistemas mecatrônicos permitem uma mudança contínua e em tempo real da taxa de aplicação. Seu sistema é baseado em microcontroladores como unidade de processamento e controle, além de motores de corrente contínua com encoders para acionar os dispensadores.

Ruiz-Ayala et al. (2018) apresenta o desenvolvimento de um sistema para monitoramento sem fio de variáveis climáticas. O projeto foi feito a partir de microcontroladores Microchip, que realizam a aquisição, armazenamento e transmissão sem fio de sinais digitais. Da mesma forma, o microcontrolador utiliza um relógio em tempo real para saber a data e hora de aquisição das amostras. Ainda concluiu que os microcontroladores continuam sendo dispositivos adequados para implementar sistemas de aquisição de dados.

Por fim, dentre os principais trabalhos elencados está o de Gómez-Meza et al. (2021) que também demonstra o uso de coletas de dados com o microcontrolador ESP32 ligado à nuvem para realizar o processamento de dados. O protótipo projetado para aquisição de dados utiliza módulos sensores e a configuração do protocolo de comunicação MQTT.

Segundo nota apresentada pelo G1 (2022) o Brasil volta ao mapa da fome das nações unidas, informando:

*“São 61 milhões de brasileiros que enfrentaram dificuldades para se alimentar entre 2019 e 2021; 15 milhões deles passaram fome. A pesquisa faz uma média do que aconteceu durante três anos. Entre 2014 e 2016 eram menos de 4 milhões em insegurança alimentar grave.”*

Com isso é possível prever que com uma produção de grãos em maior quantidade e qualidade, os grãos poderão se tornar mais acessíveis às pessoas diminuindo o índice de fome no país.

Um dos grandes benefícios de colocar a gestão de dados em ação durante a produção é que ela tem o poder de adicionar tudo em um só local, além de criar um enorme número de informações. Com isso, a acessibilidade a todos esses dados é facilitada, podendo ser utilizada de modo a criar laços com atuadores e otimizar o processo de plantio de grãos.

O plantio confinado permite que o sistema possua uma produção mais limpa, em razão do controle maior de pragas. Assim, reduzindo a utilização de agrotóxicos. O cultivo protegido tem um papel essencial no uso de agrotóxicos, já que há uma crescente insatisfação da população referente ao uso de produtos químicos nas plantações.

A alta demanda externa pelos grãos tem favorecido produtores que buscam na exportação os benefícios da alta do dólar para aumentar a margem de lucro. No mercado interno, a procura por esses alimentos também está aquecida, fazendo com que os preços se elevem para o consumidor final.

Para esta pesquisa, o custo total do protótipo ou do circuito foi de R\$ 19,79, enquanto o termômetro-hidrômetro modelo HTC-1 da Underbody custou R\$ 34,22, já sendo sua primeira vantagem, ou seja, mesmo utilizando mais sensores DHT11, ligados ao ESP8266, o valor ainda será menor que o equipamento comercial e apresentará a utilidade de automatizar os processos de controle de temperatura e umidade ambiente em uma área maior que um único termômetro-hidrômetro seria capaz de atuar.

Com a inserção de um ambiente confinado de produção de grãos será possível que mesmo com alta demanda interna e externa pelos grãos, o produtor continue recebendo lucros e o preço para o consumidor final apresente uma queda, fator de importância dado o fato do Brasil se apresentar novamente no mapa da fome.

Esta pesquisa é mais um passo rumo ao aumento de tecnologias no ramo agrícola, abrindo um enorme escopo de projetos que podem ser realizados baseados nesta. Assim, como perspectivas de trabalhos futuros é possível citar:

- Gestão de dados para plantio de grãos em ambiente confinado;
- Gestão de dados para plantio de grãos em ambiente confinado subterrâneo;
- Sistema de irrigação controlado para grãos em ambiente confinado;
- Sistema de remineralização automatizado do solo para ambiente confinado;
- Sistema de luzes artificiais para plantio de grãos em ambiente confinado;
- Sistema de controle de temperatura e umidade para plantio de grãos em ambiente confinado.

## ○ REFERÊNCIAS

**CHELALA, Claudia et al.** *Os obstáculos para a produção de grãos na Amazônia: o caso do estado do Amapá.* Revista de Economia e Sociologia Rural, [S.L.], v. 60, n. 2, p. 20-35, jun. 2022. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9479.2021.249653>.

**CONAB.** *Calendário de Plantio e Colheita de Grãos no Brasil.* Brasil: O Observatório Agrícola, 2019. 75 p.

**G1.** *Brasil volta ao Mapa da Fome das Nações Unidas.* 2022. Disponível em: <https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2022/07/06/brasil-volta-ao-mapa-da-fome-das-nacoes-unidas.ghtml>. Acesso em: 19 ago. 2022.

**GARCÍA-PARRA, Miguel Ángel et al.** *Análise do crescimento e desempenho morfofisiológico de três cultivares de quinoa colombiana cultivadas em casa de vegetação.* Revista de Ciências Agroveterinárias, Lages, v. 19, n. 1, p. 13-19, mar. 2020.

**GÓMEZ-MEZA, Javier Steve et al.** *Diseño de un prototipo IoT para el monitoreo de material particulado en espacios reducidos utilizando ESP32 con servidor hospedado en la nube.* Sinergia

Acadêmica, [S.L.], v. 4, n. 3, p. 1-18, 15 jul. 2021. Editorial Tecnocientífica Americana And Sinergia Acadêmica. <http://dx.doi.org/10.51736/sa.v4i3.58>.

**KERSCHBAUMER, Ricardo.** *Engenharia de controle e Automação: microcontroladores*. Luzerna: Ifc - Instituto Federal Catarinense, 2018. 181 p.

**NR33:** *Segurança e Saúde no Trabalho em Espaços Confinados*. Brasil. Portaria MTE n.º 202, de 22/12/2006, com alterações Alterações/Atualizações em Portaria MTE n.º 1.409, 29 de agosto de 2012, de 31/08/12; Portaria SEPRT n.º 915, de 30 de julho de 2019, de 31/07/19; e Portaria MTP n.º 1690, de 15 de junho de 2022 24/06/22. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/norma-regulamentadora-no-33-nr-33>. Acesso em: 19 ago. 2022.

**OLIVEIRA, Sérgio de.** *Internet das Coisas com ESP8266, Arduino e Raspberry Pi*. São Paulo : Novatec Editora LTDA. 2ª edição, 2021. 312 p.

**RUIZ-AYALA, Daniel Camilo et al.** *Monitoreo de variables meteorológicas a través de un sistema inalámbrico de adquisición de datos*. Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, [S.L.], v. 8, n. 2, p. 333-341, 1 jun. 2018. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. <http://dx.doi.org/10.19053/20278306.v8.n2.2018.7971>.

**SANDOVAL, Julio Torres et al.** *Sistema mecatrónico para el control de los dosificadores de fertilizante y pesticida granulados de una sembradora-fertilizadora*. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, [S.L.], v. 2, n. 21, p. 4355-4369, 11 set. 2018. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. <http://dx.doi.org/10.29312/remexca.v0i21.1536>.

**WERNNECK, Guilherme Soares et al.** *Grão de soja ardido, queimado e fermentado: Alterações das frações proteicas, lipídicas e compostos fenólicos e suas consequências na dieta animal*. Research, Society And Development Journal. Vargem Grande Paulista, p. 10-17. jul. 2021.