

# Uma Plataforma Inteligente para Pesagem Automatizada de Animais Utilizando IoT e Microcontroladores

Pedro Ivo<sup>1</sup>, Sebastião Coutinho<sup>1</sup>, Aryelson Gonçalves<sup>1</sup>, Ismael Marinho<sup>1</sup>, Antonio Paulino<sup>1</sup>,  
Guilherme Silva<sup>1</sup>, Danyllo Albuquerque<sup>1</sup>, Emanuel Filho<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal da Paraíba (IFPB)  
Laboratório de Inovação em Software (LIS)

{ivo.leite, goncalves.aryelson, marinho.ismael, antonio.roberto,  
guilherme.silva.1, danyllo.albuquerque, emanuel.filho}@ifpb.edu.br

**Abstract.** *This study presents an innovative platform for automated animal weighing based on the Internet of Things (IoT), microcontrollers, and intelligent sensors. The developed system enables real-time data capture and analysis, eliminating the need for manual intervention in the weighing process. Additionally, the integration with RFID allows for individual animal identification, providing traceability and improved nutritional and health control. The results demonstrated high weighing accuracy, reduced animal stress, and greater operational efficiency for rural producers. The developed web platform enables remote monitoring and data-driven decision-making, optimizing resources and reducing costs. This research contributes to the modernization of livestock farming and reinforces the potential of IoT and automation in the agricultural sector, aligning with the principles of Industry 4.0.*

**Resumo.** *Este estudo apresenta uma plataforma inovadora para pesagem automatizada de animais, baseada em Internet das Coisas (IoT), microcontroladores e sensores inteligentes. O sistema desenvolvido permite a captura e análise de dados em tempo real, eliminando a necessidade de intervenção manual no processo de pesagem. Além disso, a integração com RFID possibilita a identificação individual dos animais, proporcionando rastreabilidade e melhor controle nutricional e sanitário. Os resultados obtidos demonstraram alta precisão na pesagem, redução do estresse dos animais e maior eficiência operacional para os produtores rurais. A plataforma web desenvolvida possibilita monitoramento remoto e tomada de decisão baseada em dados, otimizando recursos e reduzindo custos. A pesquisa contribui para a modernização da pecuária e reforça o potencial da IoT e da automação no setor agropecuário, alinhando-se às diretrizes da Indústria 4.0.*

## 1. Introdução

A modernização do setor agropecuário tem sido impulsionada pelo avanço das tecnologias digitais, permitindo maior eficiência na gestão de rebanhos e na automação de processos [Quintam and de Assunção 2023]. Entre os desafios enfrentados pelos produtores rurais, a pesagem manual de animais continua sendo uma atividade essencial, porém morosa, imprecisa e muitas vezes estressante para os animais [Medeiros 2020]. Métodos tradicionais exigem a movimentação frequente do rebanho para áreas específicas de pesagem, o que pode resultar em erros de medição, riscos à saúde dos animais e maior demanda por mão de obra.

Nesse contexto, a aplicação da Internet das Coisas (IoT) e microcontroladores surge como uma solução promissora para a automação da pesagem animal, otimizando o processo e reduzindo a necessidade de intervenção humana [de Oliveira 2021]. O uso de sensores inteligentes e sistemas de identificação por RFID possibilita a coleta precisa e contínua de dados,

fornecendo aos produtores informações detalhadas sobre o desenvolvimento do rebanho e auxiliando na tomada de decisão baseada em dados [Bruno et al. 2022].

O presente estudo propõe a plataforma InteliCampo, um sistema inovador que combina sensores de carga, microcontroladores e conectividade IoT para realizar a pesagem automatizada de animais. A solução permite a captura de dados em tempo real, possibilitando o monitoramento remoto via plataforma web. Dessa forma, o InteliCampo reduz o estresse dos animais, melhora a precisão da pesagem e otimiza os recursos operacionais, alinhando-se às diretrizes da Indústria 4.0 para o setor agropecuário.

Os principais objetivos desta pesquisa são: desenvolver um sistema automatizado de pesagem animal, integrar a plataforma com uma interface web para monitoramento remoto, validar a precisão e eficiência da solução e avaliar os impactos da automação na gestão agropecuária. Com isso, busca-se contribuir para a modernização e sustentabilidade da pecuária, oferecendo uma alternativa viável para pequenos e médios produtores.

O artigo está estruturado da seguinte forma: após esta introdução, a Seção 2 apresenta a os principais conceitos associados a esse estudo. Na Seção 3, são discutidos trabalhos relacionados, contextualizando esta pesquisa dentro do panorama acadêmico atual. A Seção 4 detalha a metodologia adotada para a construção e operação da plataforma InteliCampo. Em seguida, a Seção 5 apresenta as contribuições esperadas, destacando os impactos potenciais para a pesquisa e a indústria. Por fim, a Seção 6 traz as considerações finais e aponta possíveis direções para estudos futuros.

## **2. Fundamentação**

A Internet das Coisas (IoT), microcontroladores, sensores inteligentes e identificação por RFID são tecnologias fundamentais para a automação da pesagem de animais, trazendo maior precisão, eficiência operacional e bem-estar ao rebanho [Costa et al. 2018]. A IoT permite a conexão de dispositivos inteligentes à internet, possibilitando a coleta, processamento e transmissão de dados em tempo real, o que tem sido amplamente aplicado na agropecuária para monitoramento de rebanhos, controle climático e automação de processos operacionais [Gokhale et al. 2018][Júnior et al. 2022].

Os microcontroladores desempenham um papel central nessa automação, pois são responsáveis pelo processamento e controle do sistema de pesagem. Quando integrados a sensores de carga, esses dispositivos permitem a medição automática do peso dos animais, convertendo a força aplicada sobre uma superfície em sinais elétricos que são processados e enviados para uma plataforma digital de gestão agropecuária [de Souza ASSIS et al. 2024]. Essa abordagem reduz erros de medição e otimiza a tomada de decisão baseada em dados.

Além disso, a identificação por RFID (Radio Frequency Identification) melhora o rastreamento e monitoramento individual dos animais, permitindo um acompanhamento preciso do peso e desenvolvimento de cada indivíduo ao longo do tempo [Costa et al. 2014]. Isso favorece um manejo nutricional e sanitário mais eficiente, garantindo que cada animal receba o tratamento adequado conforme suas necessidades.

A combinação dessas tecnologias na pesagem automatizada resulta em diversos benefícios para a pecuária. A redução do estresse dos animais durante o processo de pesagem, a melhora na confiabilidade dos dados e a otimização do uso de recursos são algumas das vantagens observadas. Além disso, a conectividade IoT possibilita o monitoramento remoto da produção, permitindo que os produtores tenham maior controle sobre o rebanho e possam tomar decisões mais estratégicas para aumentar a produtividade e reduzir custos.

### 3. Trabalhos Relacionados

A modernização da agropecuária tem sido impulsionada pelo avanço das tecnologias digitais, especialmente com o uso de Internet das Coisas (IoT), microcontroladores e sensores inteligentes [Quintam and de Assunção 2023]. Vários estudos têm explorado a automação de diferentes processos dentro da pecuária e da agricultura, trazendo benefícios como eficiência operacional, redução de custos e melhoria no bem-estar animal.

Muniz (2022) desenvolveu uma balança automatizada para pesagem de gado em movimento, utilizando ESP32 e RFID para transmissão de dados via LoRa. Esse sistema possibilitou a pesagem sem necessidade de confinamento dos animais, reduzindo o estresse e otimizando o manejo [Muniz et al. 2022]. De forma semelhante, Felipe e Vitor (2019) propuseram um sistema de identificação e pesagem individual baseado em microcontroladores, permitindo o registro automático do peso dos animais sem depender de conexão com a internet [Felipe and Vitor 2019].

Outros estudos destacam a aplicação de IoT em processos agropecuários além da pesagem. Por exemplo, Almeida (2023) desenvolveu um alimentador automatizado, controlado remotamente por meio de uma plataforma online, demonstrando o potencial da IoT para otimização do manejo alimentar [Almeida 2023]. Da mesma forma, Dourado (2022) projetou um sistema inteligente de irrigação, capaz de monitorar e controlar a distribuição de água com base em sensores conectados a um microcontrolador. Embora focado na gestão de cultivos, esse estudo reforça a viabilidade da automação para diferentes aplicações agrícolas [Dourado 2022]. Além disso, pesquisas sobre monitoramento ambiental evidenciam o papel dos sensores na pecuária. O trabalho de Kormann (2021) implementou um protótipo de monitoramento de gases do solo, utilizando um sistema baseado em Arduino, demonstrando como sensores podem capturar informações críticas para o manejo sustentável do ambiente rural [Kormann 2021].

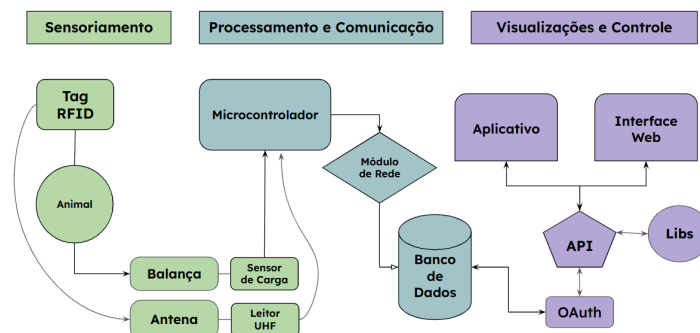
O presente estudo diferencia-se dessas abordagens ao integrar pesagem automatizada, identificação RFID e IoT, permitindo não apenas a captura do peso dos animais em tempo real, mas também o armazenamento remoto dos dados e seu acesso via plataforma web. Essa solução proporciona gestão eficiente do rebanho, rastreabilidade e tomada de decisão baseada em dados, alinhando-se aos princípios da Indústria 4.0 e promovendo uma pecuária mais inteligente e sustentável.

### 4. Proposta da Plataforma

O InteliCampo é uma plataforma projetada para automatizar a pesagem de animais por meio da integração de sensores inteligentes, microcontroladores e tecnologias de Internet das Coisas (IoT). A solução visa reduzir o estresse dos animais, aumentar a precisão das medições e permitir o monitoramento remoto dos dados em tempo real. Diferente dos métodos convencionais, que exigem contenção e intervenção manual para a pesagem, o InteliCampo permite a captura automática das informações e a vinculação dos pesos ao histórico individual de cada animal, promovendo uma gestão mais eficiente do rebanho.

#### 4.1. Arquitetura da Plataforma

A arquitetura da plataforma InteliCampo foi concebida para garantir precisão, eficiência e acessibilidade na automação da pesagem de animais. Estruturada em três camadas principais — sensoriamento, processamento e visualização —, cada uma desempenha um papel essencial na captura, análise e disponibilização das informações coletadas. A implementação dessas camadas foi baseada em tecnologias de Internet das Coisas (IoT), computação em nuvem e sistemas embarcados, promovendo um fluxo contínuo de dados e automação inteligente.



**Figura 1. Arquitetura da Plataforma.**

**Camada de Sensoriamento.** Esta camada é responsável pela aquisição dos dados de peso e identificação dos animais no momento da pesagem. Para isso, são utilizados sensores de carga de alta precisão (células de carga), que capturam a força exercida pelo animal sobre a superfície da plataforma de pesagem e convertem essa informação em um sinal elétrico proporcional ao peso. O sinal analógico gerado pelo sensor é amplificado por um módulo HX711, um conversor analógico-digital (ADC) especializado para medição de cargas.

Além da captura do peso, essa camada incorpora um sistema de identificação por RFID (do inglês, *Radio Frequency Identification*), utilizando tags e leitores de frequência ultra-alta (UHF). Cada animal recebe uma tag RFID passiva, que ao se aproximar do leitor, transmite um código único de identificação. Esse código é processado em conjunto com a medição do peso, permitindo a vinculação automática das informações ao animal correspondente no banco de dados.

O processamento inicial dos sinais de pesagem e identificação ocorre em um microcontrolador ESP32, que executa a filtragem dos dados, realiza cálculos de calibração e padroniza as informações antes da transmissão para a camada de processamento. Essa abordagem minimiza ruídos e interferências, garantindo a confiabilidade dos dados coletados.

*Artefatos e Tecnologias Utilizadas:* Células de carga (Load Cells) para medição de peso, Módulo HX711 para conversão analógica-digital, RFID UHF para identificação individual dos animais e Microcontrolador ESP32 para processamento e transmissão inicial dos dados.

**Camada de Processamento e Comunicação.** Esta camada tem a função de agregar, armazenar e disponibilizar os dados capturados pela camada de sensoriamento. O ESP32, além de atuar no processamento inicial, transmite os dados coletados por meio de Wi-Fi ou LoRaWAN (Long Range Wide Area Network), dependendo da infraestrutura disponível na fazenda.

Para garantir alta disponibilidade e segurança dos dados, a plataforma utiliza uma arquitetura baseada em computação em nuvem. O servidor de aplicação, hospedado em um servidor, recebe os dados e os armazena em um banco de dados relacional PostgreSQL. Esse banco é estruturado para permitir consultas rápidas e cruzamento de informações, facilitando a análise da evolução dos animais ao longo do tempo.

O processamento de eventos em tempo real é realizado com o auxílio do Apache Kafka, permitindo que os dados sejam transmitidos e analisados de forma contínua, reduzindo a latência entre a coleta e a disponibilização das informações. O sistema também inclui web services RESTful para permitir a comunicação com a camada de visualização e integração com outros sistemas agropecuários.

*Artefatos e Tecnologias Utilizadas:* ESP32 para comunicação inicial dos dados, Wi-Fi ou LoRaWAN para transmissão sem fio dos dados, Serviços de nuvem para hospedagem do servidor de aplicação, Banco de dados PostgreSQL para armazenamento estruturado das informações, Apache Kafka para transmissão contínua e análise em tempo real e Web services RESTful para integração e comunicação entre camadas.

**Camada de Visualização e Controle.** Esta camada disponibiliza os dados coletados em uma interface gráfica intuitiva, acessível por meio de computadores, tablets e dispositivos móveis. A interface foi desenvolvida como um dashboard responsivo, permitindo aos produtores rurais acessar informações como histórico de pesagens, relatórios de crescimento, estatísticas de alimentação e alertas sanitários.

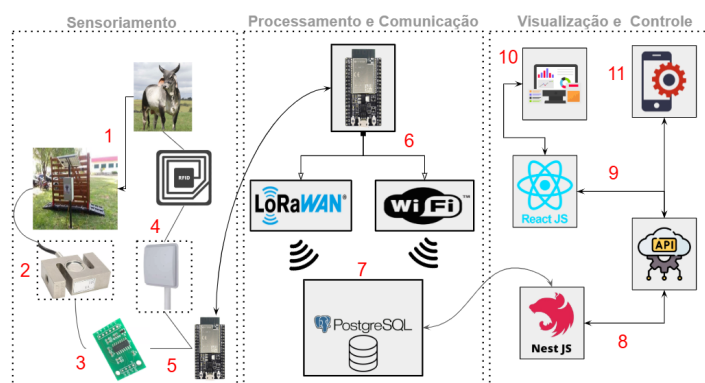
A aplicação web foi desenvolvida utilizando React.js para a interface do usuário, garantindo uma navegação fluida e interativa. No backend, o framework Django foi utilizado para gerenciar as requisições dos usuários, autenticação e exibição dos dados em tempo real. Além disso, a plataforma suporta integração com APIs de gestão agropecuária, possibilitando a interconexão com outros sistemas utilizados pelos produtores.

Um dos diferenciais da plataforma é a capacidade de gerar relatórios personalizados e gráficos interativos, permitindo uma análise visual da evolução do rebanho. As informações são apresentadas em painéis dinâmicos, que podem ser filtrados por animal, período ou lote específico, facilitando a tomada de decisões estratégicas.

*Artefatos e Tecnologias Utilizadas:* React.js para o frontend da aplicação web, Django Framework para desenvolvimento do backend, Gráficos interativos (D3.js, Chart.js) para visualização dos dados, Integração via API para comunicação com outros sistemas agropecuários e Autenticação OAuth2 para segurança e controle de acesso.

## 4.2. Funcionamento da Plataforma

O funcionamento do InteliCampo segue um fluxo de operação bem estruturado, garantindo a eficiência na aquisição, processamento e análise dos dados de pesagem. O sistema foi desenvolvido para proporcionar autonomia e precisão, reduzindo a necessidade de intervenção manual e otimizando a gestão nutricional e sanitária do rebanho.



**Figura 2. Funcionamento da Plataforma.**

O processo inicia-se quando o animal sobe na plataforma de pesagem (1), ativando as células de carga (2), que registram automaticamente o peso com alta precisão. O módulo HX711 converte o sinal analógico gerado pelos sensores em um valor digital, garantindo medições estáveis e confiáveis (3). Simultaneamente, o sistema RFID identifica o animal (4), associando a pesagem ao seu histórico individual armazenado no banco de dados. Essa

identificação ocorre por meio de tags eletrônicas previamente implantadas no animal, permitindo a rastreabilidade completa e eliminando a necessidade de anotações manuais (5).

Após a captura dos dados, o microcontrolador ESP32 processa as informações, realizando calibração e ajustes antes da transmissão. A comunicação ocorre via Wi-Fi ou LoRaWAN (6), dependendo das condições da infraestrutura do ambiente rural. Os dados são enviados para um servidor em nuvem, onde ficam armazenados e são processados por meio de um banco de dados PostgreSQL (7). A partir do banco de dados, as informações são consumidas por uma API RESTful (8), que permite a recuperação e manipulação dos dados de maneira eficiente e segura. Essa API facilita a integração com outras aplicações agropecuárias e permite que diferentes módulos do sistema acessem as informações em tempo real.

Os dados processados pela API podem ser transmitidos via HTTP (9) para as visões da plataforma, que incluem dashboards interativos acessíveis via web (10) e dispositivos móveis (11). Essa interface intuitiva permite que os produtores rurais consultem registros de pesagem, acompanhem tendências de crescimento dos animais e gerem relatórios detalhados para otimizar a gestão nutricional e sanitária do rebanho. Além disso, a visualização dos dados é dinâmica, possibilitando análises comparativas e ajustes estratégicos no manejo dos animais, promovendo maior eficiência e tomada de decisão baseada em dados.

A arquitetura modular e escalável do InteliCampo possibilita sua aplicação em diferentes contextos da pecuária, desde pequenas propriedades até grandes fazendas comerciais. O sistema pode ser expandido para incluir sensores ambientais, que monitoram temperatura, umidade e qualidade do solo, permitindo uma visão ainda mais abrangente do ambiente de criação. Além disso, futuras atualizações podem incorporar modelos de aprendizado de máquina, possibilitando a análise preditiva de crescimento, saúde e bem-estar animal.

Dessa forma, o InteliCampo não apenas automatiza o processo de pesagem, mas também se estabelece como uma ferramenta robusta e inovadora para modernizar a gestão agropecuária. Alinhada às diretrizes da Indústria 4.0, a plataforma integra tecnologia e sustentabilidade, oferecendo aos produtores maior controle sobre a produção, otimização de recursos e melhoria na produtividade do setor agropecuário.

## 5. Contribuições e Implicações

O desenvolvimento da plataforma InteliCampo representa uma contribuição significativa para a modernização da agropecuária, integrando tecnologias IoT, microcontroladores e sensores inteligentes para otimizar a pesagem e o monitoramento de rebanhos. As implicações deste trabalho abrangem tanto o meio acadêmico quanto o setor industrial, fornecendo avanços conceituais e práticos que podem ser explorados em futuras pesquisas e aplicações comerciais.

**Contribuições Acadêmicas.** Do ponto de vista acadêmico, este estudo amplia a literatura sobre a aplicação de Internet das Coisas (IoT) e automação no setor agropecuário, demonstrando como a integração dessas tecnologias pode transformar processos tradicionais em sistemas mais eficientes e inteligentes. Diferente de trabalhos anteriores, que focam apenas na automação da pesagem ou na identificação de animais separadamente, o InteliCampo propõe um modelo integrado que combina pesagem automática, identificação RFID e armazenamento de dados na nuvem, permitindo um monitoramento mais abrangente e confiável do rebanho.

Além disso, a arquitetura modular da plataforma permite que futuros pesquisadores explorem novos modelos de análise de dados e predição de crescimento animal, utilizando técnicas de inteligência artificial e aprendizado de máquina. Esse potencial abre oportunidades para investigações mais avançadas sobre o impacto da automação no manejo pecuário,

otimizando processos de nutrição, sanidade e produtividade animal.

**Implicações para o Setor Industrial.** No contexto industrial, o InteliCampo pode ser aplicada em diversas escalas, desde pequenos produtores rurais até grandes fazendas comerciais, promovendo uma pecuária mais eficiente, sustentável e competitiva. O sistema reduz a necessidade de intervenção humana na pesagem dos animais, minimizando erros operacionais e custos com mão de obra, além de melhorar o bem-estar animal ao evitar o estresse causado pelo confinamento para pesagem. Outro impacto significativo é a possibilidade de integração da plataforma com sistemas de rastreamento e gestão agropecuária, permitindo um controle mais preciso da alimentação, saúde e crescimento do rebanho. Isso pode beneficiar indústrias de carne e laticínios, garantindo padronização da produção, rastreabilidade dos animais e otimização da cadeia produtiva.

A conectividade IoT viabiliza ainda um modelo de monitoramento remoto, onde os produtores podem acessar os dados da pesagem em tempo real por meio de dispositivos móveis e sistemas na nuvem. Essa funcionalidade abre caminho para a adoção de modelos preditivos e análises avançadas, possibilitando ajustes estratégicos na produção e aumento da rentabilidade do setor.

**Impacto Econômico e Sustentável.** Além das melhorias operacionais e industriais, a adoção do InteliCampo pode gerar impactos econômicos positivos, reduzindo perdas financeiras por erros de pesagem e permitindo um manejo mais eficiente dos insumos agropecuários. O uso de tecnologias de baixo custo, como ESP32 e sensores de carga, torna o sistema acessível para pequenos e médios produtores, democratizando o acesso à automação agropecuária.

No aspecto ambiental, a melhoria na precisão da pesagem e no controle nutricional dos animais pode levar a uma utilização mais eficiente dos recursos naturais, reduzindo o desperdício de ração e minimizando impactos ambientais associados ao setor pecuário. Essas práticas alinhadas à Indústria 4.0 contribuem para uma produção mais sustentável, com uso otimizado da tecnologia e redução da pegada de carbono na agropecuária.

## 6. Considerações Finais

Este trabalho teve como objetivo principal a concepção e implementação do InteliCampo, uma plataforma inovadora para pesagem automatizada de animais baseada em Internet das Coisas (IoT), microcontroladores e sensores inteligentes. A proposta buscou solucionar desafios comuns da pecuária tradicional, como imprecisão na pesagem, alto custo operacional e estresse dos animais, oferecendo um sistema mais eficiente, acessível e tecnológico.

A principal contribuição deste estudo reside na integração entre pesagem automática, identificação RFID e armazenamento de dados em nuvem, permitindo o monitoramento remoto e a análise preditiva da evolução dos animais. Além disso, a arquitetura modular do sistema possibilita sua escalabilidade para diferentes perfis de produtores rurais, desde pequenos até grandes criadores, promovendo sustentabilidade e eficiência na gestão agropecuária.

Os achados deste estudo indicam que a automação da pesagem animal pode otimizar a produtividade e reduzir custos, facilitando a gestão do rebanho e permitindo um manejo mais estratégico e baseado em dados. O uso de sensores de carga em conjunto com RFID e IoT demonstrou ser uma abordagem viável para garantir maior precisão na pesagem e rastreamento individual dos animais, diferenciando-se de soluções existentes que tratam esses processos separadamente.

Apesar dos avanços alcançados, há direções promissoras para trabalhos futuros. Pesquisas adicionais podem explorar a integração com inteligência artificial e aprendizado de máquina, permitindo a predição do crescimento dos animais com base nos dados coletados.

Além disso, a inclusão de sensores ambientais pode fornecer informações complementares para o bem-estar animal e otimização nutricional. A validação da plataforma em ambientes produtivos reais, com testes em diferentes condições de manejo, também se apresenta como uma etapa essencial para garantir a robustez e confiabilidade do sistema.

## Referências

- Almeida, W. A. d. (2023). Projeto e implementação de arquitetura iot básica aplicada a um alimentador de animais'. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Lavras, Curso de Engenharia de Controle e Automação.
- Bruno, D. R., Bruno, L. A. S. D., Osório, F. S., and Teixeira, M. A. (2022). Sistema de monitoramento de animais (sensor pet): uma abordagem envolvendo técnicas de iot. *Interface Tecnológica*, 19(2):843–854.
- Costa, C. L., Oliveira, L., and Móta, L. M. (2018). Internet das coisas (iot): um estudo exploratório em agronegócios internet of things (iot): na exploratory study in agribusiness. *VI Simpósio da Cienc. do Agronegócio*.
- Costa, E. G. D., Klein, A. Z., and Vieira, L. M. (2014). Análise da utilização de tecnologias da informação móveis e sem fio (tims) na cadeia bovina: um estudo de caso no estado de goiás. *READ. Revista Eletrônica de Administração (Porto Alegre)*, 20:140–169.
- de Oliveira, S. (2021). *Internet das Coisas com ESP8266, Arduino e Raspberry Pi 2a edição: Atualizado para ESP32*. Novatec Editora.
- de Souza ASSIS, R. N., TEIXEIRA, W. C., ABRITTA, C. d. C. A., and PICCININI, M. A. (2024). Automação de baixo custo para pequenas e médias fazendas: Uma abordagem para otimizar a produção de grãos e leite. *Caderno de Estudos em Engenharia Elétrica*, 6(2).
- Dourado, V. d. C. (2022). Aplicação de rede lora para monitoramento de indicadores na agricultura em empresa de tecnologia. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Rondonópolis, Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas.
- Felipe, P. and Vitor, C. (2019). Sistema de identificação e pesagem individual de animais utilizando microcontroladores.
- Gokhale, P., Bhat, O., and Bhat, S. (2018). Introduction to iot. *International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology*, 5(1):41–44.
- Júnior, R. S. d. O., da Silva, R. C., Santos, M. S., Albuquerque, D. W., Almeida, H. O., and Santos, D. F. (2022). An extensible and secure architecture based on microservices. In *2022 IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE)*, pages 01–02. IEEE.
- Kormann, R. (2021). Desenvolvimento de um protótipo arduino para monitoramento de gases no solo. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Curitibanos, Curso de Agronomia.
- Medeiros, S. R. d. (2020). Ponderações sobre a pesagem de bovinos. *Scot Consultoria*.
- Muniz, C. V. d. L. et al. (2022). Balança de pesagem em movimento para gado utilizando esp32 para aplicações iot (silvano. io).
- Quintam, C. P. R. and de Assunção, G. M. (2023). Panorama do agronegócio exportador brasileiro. *RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar-ISSN 2675-6218*, 4(7):e473642–e473642.