

INSTITUTO FEDERAL
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
Bahia

Campus
Vitória da Conquista



COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA ELÉTRICA - **COEEL**

PROJETO FINAL DE CURSO - PFC

Sistema de identificação de bovinos com RFID

HELI NERES SILVA

Vitória da Conquista-BA
18 de dezembro de 2023

HELI NERES SILVA

Sistema de identificação de bovinos com RFID

Projeto Final de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Elétrica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, *campus* Vitória da Conquista, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr. Wilton Lacerda Silva

Vitória da Conquista-BA
18 de dezembro de 2023

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELO SISTEMA DE BIBLIOTECAS DO IFBA, COM OS
DADOS FORNECIDOS PELO(A) AUTOR(A)

S586 Silva, Heli Neres

Sistema de identificação de bovinos com RFID: /
Heli Neres Silva; orientador Wilton Lacerda Silva --
Vitória da Conquista : IFBA, 2023.

51 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação -
Bacharelado em Engenharia Elétric) -- Instituto
Federal da Bahia, 2023.

1. RFID. 2. pecuária. 3. identificação eletrônica.
I. Silva, Wilton Lacerda, orient. II. TÍTULO.

CDD/CDU

SISTEMA DE IDENTIFICAÇÃO DE BOVINOS COM RFID

HELI NERES SILVA

Apresente Monografia, apresentada em sessão realizada em 18 de dezembro de 2023, foi avaliada como adequada para a obtenção do Grau de Engenheiro Eletricista, julgada aprovada em sua forma final pela Coordenação do Curso de Engenharia Elétrica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Campus Vitória da Conquista.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Wilton Lacerda Silva (Orientador)..... IFBA
Prof. Dr. Alberto dos Santos Rebouças..... IFBA
Prof. Esp. Clodoaldo Gomes Messias..... IFBA

Vitória da Conquista - Bahia -Brasil
Dezembro, 2023.

Documento assinado digitalmente
 **WILTON LACERDA SILVA**
Data: 05/02/2024 22:27:28-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Documento assinado digitalmente
 **CLODOALDO GOMES MESSIAS**
Data: 07/02/2024 08:05:23-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Documento assinado digitalmente
 **ALBERTO DOS SANTOS REBOUCAS**
Data: 15/02/2024 14:47:13-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Não Entre em Pânico.

Douglas Adams

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado saúde, força e inteligência para superar todas as dificuldades ao longo da minha vida.

Aos meus pais, Valdomiro e Eliete, pelo amor, incentivo e apoio durante toda minha jornada.

Aos meus tios, em especial Valtembergue, que me permitiu realizar esse projeto.

Ao meu orientador Wilton Lacerda Silva, pelo suporte e apoio para a realização deste trabalho.

Ao meus amigos, em especial Victor Emanuel, que me acompanhou e ajudou durante toda minha jornada nesse curso.

RESUMO

A qualidade sanitária da carne é um fator de extrema importância para a pecuária, em especial o setor de exportação. Para tal, a implementação de sistemas de registros mais eficientes são necessários. A tecnologia de RFID tem sido desenvolvida ao longo das últimas décadas e se apresenta cada vez mais eficiente e comercial no dia-a-dia da sociedade moderna. Dessa forma, este trabalho propõe a utilização de um sistema de RFID associado à pesagem animal na pecuária para possibilitar o acompanhamento individual de cada bovino. Foi construído um protótipo que se mostrou funcional e viável financeiramente.

Palavras-chave: RFID, pecuária, identificação eletrônica

ABSTRACT

The sanitary quality of meat is a matter of utmost importance for livestock farming, particularly in the export sector. Therefore, the implementation of more efficient record-keeping systems is necessary. RFID technology has been developed over the last few decades and is becoming increasingly efficient and prevalent in the daily lives of modern society. Thus, this study proposes the use of an RFID system combined with animal weighing in livestock farming to enable individual tracking of each cattle. A prototype was built, proving to be functional and financially viable.

Keywords: RFID, livestock farming, electronic identification

Lista de Figuras

2.1	Evolução do rebanho de bovinos nas regiões do Brasil entre 1985 e 2016	5
2.2	Funcionamento do sistema de identificação por radiofrequência. . .	7
2.3	Brinco auricular RFID.	8
2.4	Bolus intra-ruminal.	8
2.5	Tag RFID subcutânea.	8
2.6	Representação da onda emitida pela antena linear.	9
2.7	Representação da onda emitida pela antena circular.	9
3.1	Placa ESP32 ESP-WROOM-32 DEVKit V1 30 Pinos.	14
3.2	Módulo RTC.	15
3.3	Módulo LCD 16x2 I2C.	16
3.4	Módulo YPD-R200.	17
3.5	Brinco auricular utilizado.	18
3.6	Encoder Rotativo KY-040.	18
3.7	Strain Gauge aplicado a um metal.	19
3.8	Módulo HX711.	20
3.9	<i>Powerbank</i> utilizada.	20
4.1	Diagrama de blocos do módulo da balança.	21
4.2	Diagrama de blocos do leitor.	22
4.3	Protótipo do Leitor Montado.	22
4.4	Visão geral do sistema.	23
4.5	Fluxograma com a lógica de funcionamento do módulo da balança. .	24
4.6	Fluxograma com a lógica de funcionamento do leitor.	25
4.7	Fluxograma com a lógica de funcionamento da função de Leitura Individual.	27
4.8	Fluxograma com a lógica de funcionamento da função de Pesagem .	27
4.9	Fluxograma com a lógica de funcionamento da função de Cadastro de Animal Novo.	28

4.10 Fluxograma com a lógica de funcionamento da função de Cadastro de Saída de Animal.	28
4.11 Fluxograma com a lógica de funcionamento da função Atualizar Base Web.	30
4.12 Página inicial do site listando animais pesados.	31

Lista de Tabelas

3.1	Formato do <i>frame</i> de informações utilizado pelo chip R200.	17
4.1	Custos para a produção do protótipo.	32

Glossário: Símbolos e Siglas

Notação	Descrição	Páginas
COEEL	<i>Coordenação do Curso de Engenharia Elétrica do IFBA campus Vitória da Conquista</i>	i
EPC	Electronic Product Code	8
GPIO	General Purpose Input/Output	22
GPRS	General Packet Radio Services	11
GSM	Global System for Mobile Communications	11
IoT	Internet of Things	14
OIE	Organização Mundial de Saúde Animal	5
RFID	Radiofrequency Identification	1, 6, 7, 23, 33
TID	Transponder Identification Number	8

Sumário

Folha de Rosto	ii
Ficha Catalográfica	iii
Folha de Aprovação	iv
Resumo	vii
Abstract	viii
Lista de Figuras	ix
Lista de Tabelas	xi
Glossário: Símbolos e Siglas	xii
1 Introdução	1
1.1 Objetivo Geral	2
1.1.1 Objetivos Específicos	2
1.2 Justificativa	2
2 Referencial Teórico	4
2.1 Pecuária	4
2.2 RFID	6
2.2.1 Componentes de um sistema RFID	6
2.2.1.1 Tag	6
2.2.1.2 Leitor	8
2.2.1.3 Antena	9
2.2.2 Funcionamento do sistema RFID	10
2.3 Trabalhos Relacionados	10
2.3.1 Identificação eletrônica de animais por rádio-freqüência (RFID): perspectivas de uso na pecuária de corte	10

2.3.2	Leitora RFID automática com multiconectividade para pecuária de precisão	11
3	Metodologia	13
3.1	Tecnologias e linguagens utilizadas no desenvolvimento do protótipo	13
3.1.1	Micropython	13
3.1.2	Firestore	13
3.1.3	ESP32	14
3.1.4	Módulo Real Time Clock	15
3.1.5	Módulo LCD 16x2 I2C	15
3.1.6	Módulo YPD-R200	16
3.1.7	Tag RFID	17
3.1.8	Encoder KY-040	17
3.1.9	Célula de Carga	18
3.1.10	Módulo HX711	19
3.1.11	Alimentação	19
4	Resultados	21
4.1	Montagem do Protótipo	21
4.2	Funcionamento do sistema	22
4.2.1	Balança	23
4.2.2	Leitor	25
4.2.2.1	Leitura Individual	26
4.2.2.2	Pesagem	26
4.2.2.3	Cadastro de Animal Novo	29
4.2.2.4	Cadastro de Saída de Animal	29
4.2.2.5	Atualizar Base Web	29
4.2.3	Site	30
4.3	Custos de produção	31
4.4	Teste	31
5	Considerações Finais e Trabalhos Futuros	33
	REFERÊNCIAS	35

Capítulo 1

Introdução

A garantia da qualidade sanitária da carne desempenha um papel crucial para que os produtores nacionais possam entrar no mercado global. Por esse motivo, a identificação confiável dos animais e a obtenção de informações geradas durante a produção, além de facilitarem a gestão das atividades rurais, permitem a diferenciação do produto para o mercado internacional. O primeiro passo nesse sentido é a identificação dos animais.

A necessidade de implementar um sistema de Identificação e Registro (I&R) tem aumentado significativamente (WISMANS, 1999). De acordo com (LAMBOOIJ et al., 1999), a importância funcional do I&R está relacionada aos aspectos econômicos da automação e ao bem-estar animal. O rastreamento de informações e a prevenção de doenças podem ser aprimorados com a introdução de um novo sistema funcional de I&R, o que também é essencial para um sistema integrado de controle de qualidade.

Os métodos tradicionais de identificação, como brincos, colares, tatuagens, marcação a fogo ou a ferro elétrico, resultam em uma identificação prática de cada animal do rebanho (LOPES, 1997). No entanto, esses sistemas apresentam dificuldades de visualização à distância, exigem contenção do animal, enfrentam problemas na leitura devido ao desgaste dos caracteres, sujeira e erros de transcrição, além da possibilidade de duplicação de números, ou seja, dois animais com a mesma identificação.

A identificação eletrônica do rebanho, conhecida como Identificação por Radiofrequência (RFID, do inglês Radiofrequency Identification Devices), oferece várias vantagens no gerenciamento da propriedade. Esse sistema é considerado

muito superior à identificação visual com números. As principais vantagens incluem a redução dos custos de mão de obra (ARTMANN, 1993) e uma diminuição na taxa de leitura incorreta de 6% para 0,1% (GEERS et al., 1997). Os três tipos mais comuns de RFID são as tags injetáveis subcutâneas, os brincos eletrônicos e os dispositivos em forma de cápsula (bolus) para administração intra-ruminal, que são feitos de material cerâmico.

1.1 Objetivo Geral

O principal objetivo deste trabalho é utilizar a identificação por rádio frequência na criação de animais. A partir disso, pretende-se registrar procedimentos realizados e o ganho de peso dos animais, a princípio. Dessa forma, permitindo que um acompanhamento individualizado seja feito para potencializar a evolução de cada animal. O manejo de bovinos será o foco principal deste trabalho, entretanto, a tecnologia pode ser aplicada a uma gama diversa de espécies animais.

1.1.1 Objetivos Específicos

- 1) Realizar revisão bibliográfica sobre a tecnologia RFID e a sua utilização na bovinocultura;
- 2) Definir e fazer orçamento dos equipamentos RFID a serem utilizados e testar o seu funcionamento após a compra;
- 3) Elaborar um sistema de gestão de dados visando a estruturação das informações coletadas;
- 4) Delinear estratégias de posicionamento dos dispositivos em busca da identificação total dos animais em trânsito;
- 5) Implantar o sistema de RFID em uma propriedade rural, coletar os dados obtidos e analisar a eficácia do sistema.

1.2 Justificativa

A identificação de gado por meio da tecnologia RFID (Identificação por Radiofrequência) tem se destacado como uma solução promissora na pecuária mo-

derna. Este trabalho tem como objetivo apresentar uma análise sobre a utilidade e as vantagens do uso do RFID na identificação de gado, com enfoque na praticidade, no aumento da automatização do registro de dados e no acompanhamento a longo prazo dos animais.

A utilização do RFID na identificação de gado traz consigo inúmeras vantagens práticas. Ao substituir os métodos tradicionais de identificação, como tatuagens ou brincos numerados, o RFID oferece uma forma mais eficiente e precisa de rastrear e monitorar os animais. Com tags RFID fixadas aos animais, a identificação pode ser realizada de forma rápida e não invasiva, resultando em menor estresse para o gado e facilitando o manejo diário.

Uma das principais vantagens da identificação de gado com RFID é o aumento da automatização do registro de dados. Com a leitura automática das tags RFID, é possível coletar informações precisas sobre cada animal, como histórico de saúde, vacinas, pesagens e movimentações dentro da propriedade. Isso elimina a necessidade de registros manuais suscetíveis a erros e agiliza o processo de obtenção de informações cruciais para a gestão da criação. Além disso, o uso do RFID permite o acompanhamento a longo prazo dos animais, proporcionando dados valiosos para tomadas de decisões estratégicas. Com o registro contínuo de informações sobre o desempenho individual dos animais, como ganho de peso, consumo de alimentos e comportamento, os produtores podem identificar padrões e tendências, otimizando a seleção genética, o manejo nutricional e a gestão do rebanho.

Neste contexto, com conhecimento sobre os benefícios da identificação de gado com RFID, fornecendo uma base analítica para a adoção dessa tecnologia na pecuária ao explorar a praticidade, a automatização do registro de dados e o acompanhamento a longo prazo dos animais, busca-se destacar as vantagens e impactos positivos que o uso do RFID pode trazer para a eficiência e a produtividade dos sistemas de criação de gado.

Capítulo 2

Referencial Teórico

2.1 Pecuária

O Brasil ostenta o título de maior rebanho comercial global, com aproximadamente 222 milhões de cabeças, destacando-se como o principal exportador em volume e o terceiro em receita (SANTOS et al., 2018). No Brasil, cerca de 33,5 milhões de empregos são gerados por conta do agronegócio; destes, cerca de sete milhões são frutos da pecuária, onde cada emprego direto pode gerar até três indiretos. Com isso, é possível observar que a pecuária é um setor de grande importância na economia brasileira (CABRAL; TOLEDO; GALATI, 2011).

Segundo (NASCIMENTO; FILHO; DIAS, 2016), em 1534 diversas raças de bovinos foram trazidas para o Brasil da Espanha e Portugal. Com o passar dos anos, e através dos cruzamentos destes animais, diversas raças novas se formaram, mais adaptadas às condições dos pastos brasileiros.

A maior parte dos rebanhos se desenvolveram nas regiões centro-oeste e norte, enquanto nas demais regiões o tamanho do rebanho se manteve, como pode ser observado na Figura 2.1. A necessidade de grandes espaços para criação de animais gerou uma necessidade de expansão dessa atividade para o interior, fazendo com que a produção pecuária se tornasse um importante papel no processo de colonização das regiões Centro-Oeste e Norte, visto que as terras do Centro-Sul têm sido ocupadas com arrendamento para culturas mais rentáveis, e a pecuária se deslocasse para novas fronteiras (TEIXEIRA; HESPANHOL, 2014).

Resultados do Censo Agropecuário revelam uma mudança histórica: pela pri-

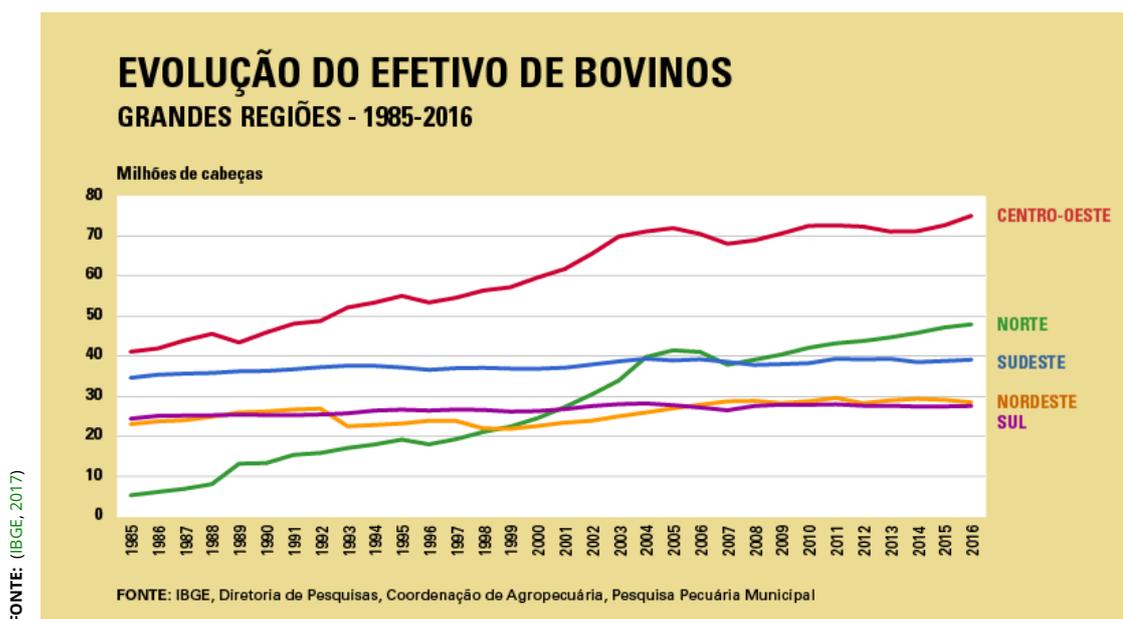


Figura 2.1 – Evolução do rebanho de bovinos nas regiões do Brasil entre 1985 e 2016

meira vez em quase um século, observou-se uma redução na extensão de pastagens, coincidindo com um aumento notável na produtividade média da pecuária nacional (SANTOS et al., 2018).

Para manter o aumento da produtividade sem a necessidade da criação de novos pastos é necessária a utilização de tecnologias e a obtenção de certificados internacionais de forma a agregar valor à carne produzida.

Segundo (PAULA et al., 2015), para aprimorar o rebanho e aumentar a produtividade animal é fundamental que se obtenha informações como origem, variação e provável progresso desses animais.

Para que se tenha um aumento na produtividade, é importante ter um maior ganho de peso do rebanho, um menor número de mortalidades, crescentes taxas de natalidade e diminuição no tempo das idades de abate (GOMES; FEIJÓ; CHIARI, 2017).

Um importante marco para a pecuária nacional foi a obtenção da certificação de país livre de febre aftosa com vacinação, conforme os critérios estabelecidos pela Organização Mundial de Saúde Animal (OIE). O próximo passo é a retirada da vacinação do rebanho para a obtenção do certificado de país livre de febre aftosa sem vacinação (SANTOS et al., 2018).

Para tal, o acompanhamento rigoroso da saúde do animal se faz necessário.

Para o combate à febre aftosa, o acompanhamento da temperatura dos bovinos é crucial pois o primeiro sintoma é a febre alta (NETO, 2010). Para tal, a utilização do termômetro retal e aprisionamento dos animais no brete (estrutura de contenção para bovinos) se torna inviável em grandes rebanhos. Uma alternativa já em uso é a Identificação por Radiofrequência (RFID), na qual um transponder RFID fixado ao animal permite, além da sua identificação, medir parâmetros corporais, como a temperatura.

2.2 RFID

A Identificação por Radiofrequência (RFID) é uma tecnologia que já vem sendo estudada a décadas. Entretanto, apenas recentemente, devido a sua redução de custos e o aumento de suas capacidades, o mercado tem observado o que essa tecnologia pode oferecer (WEINSTEIN, 2005).

De forma geral, a premissa do sistema RFID é que itens sejam marcados com *tags*, essas contêm transponders que emitem mensagens que podem ser lidas por leitores especializados, geralmente um número de identificação; algumas *tags* também possuem memória gravável, o que permite que dados possam ser escritos pelos leitores para serem lidos em locais diferentes.

2.2.1 Componentes de um sistema RFID

Três elementos compõem esse sistema: *tag*, leitor e antena; cada um possui função própria nessa estrutura. A Figura 2.2 ilustra o sistema.

2.2.1.1 Tag

O primeiro, a *tag* ou transponder (do inglês *transmitter* e *responder*), tem função de identificar um item ao qual esteja anexada, podendo armazenar informações sobre o que está sendo identificado. Quanto à fonte de energia, segundo (QUEIROZ; ARAÚJO; HORTA, 2014), elas podem ser de três tipos:

- ▶ Passivas: utilizam a energia gerada pelo campo magnético do leitor para energizar seu chip. Não utilizam bateria e possuem baixo custo de produção;

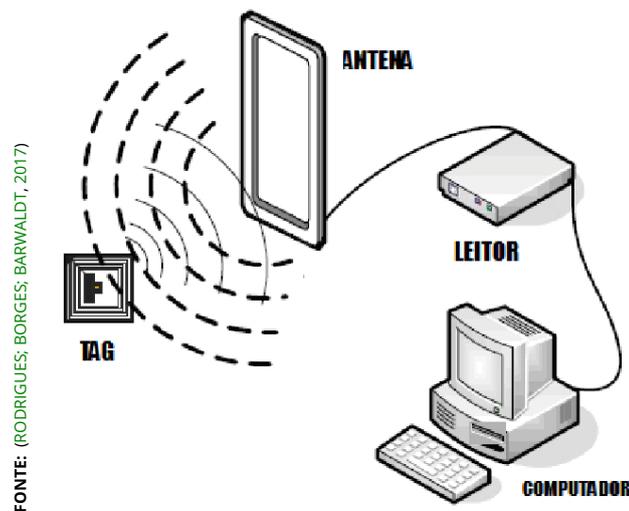


Figura 2.2 – Funcionamento do sistema de identificação por radiofrequência.

- ▶ Ativas: possuem fonte de energia própria para os circuitos internos e o circuito de transmissão, de forma a não depender da energia do leitor o que, por consequência, aumenta o alcance de leitura. Devido a essas características, apresentam alto custo de produção;
- ▶ Semi-passivas: é uma mescla das anteriores. Possuem baterias auxiliares para alimentar os circuitos internos, porém o circuito de transmissão é alimentado pela energia do leitor. Pode garantir um aumento de alcance de operação.

Os transponders podem ser construídos em diferentes formatos, desde cartões a adesivos. Para o uso na pecuária os formatos mais utilizados são o brinco auricular, apenas para identificar o animal, o bolus intra-ruminal (Figura 2.4), capsula de cerâmica inserida em um dos estômagos do bovino, e o implante subcutâneo (Figura 2.5). Estes dois últimos, além da identificação, permitem o monitoramento da temperatura corporal.

Os transponders **RFID** de segunda geração são compostos por uma antena e um circuito integrado, estes possuem quatro tipos de memória:

- ▶ RFU: também chamada de Memória Reservado, esse banco de memória guarda a senha de acesso, caso se deseje limitar a leitura e escrita da *tag*, e outra senha utilizada para desativar a *tag*, inutilizando-a completamente;

- ▶ EPC: este bloco guarda o código EPC, um código de identificação único que pode ser reescrito pelo usuário se necessário;
- ▶ TID: o código TID registrado aqui pelo fabricante consiste no número identificador do fabricante, o tipo do circuito integrado e um número de série. Este bloco não pode ser reescrito;
- ▶ USER: alguns circuitos integrados possuem essa extensão de memória, permitindo ao usuário registrar mais informações dentro da tag; geralmente esse banco possui 512 bits, podendo chegar a 8K bytes em tags com alta memória.



FONTE: SmartX

Figura 2.3 – Brinco auricular RFID.



FONTE: PecPlus

Figura 2.4 – Bolus intra-ruminal.



FONTE: AgriExpo

Figura 2.5 – Tag RFID subcutânea.

2.2.1.2 Leitor

Por sua vez, o leitor é responsável por decodificar as informações recebidas da tag e encaminhá-la para sistemas externos de processamento e gestão de dados, além de lidar com acessos múltiplos, corrigir erros, entre outras funções de gestão do sistema. Como as tags possuem tamanho e complexidade reduzida os

mecanismos de gestão e controle do sistema deve ser incorporados ao leitor (GOMES, 2007).

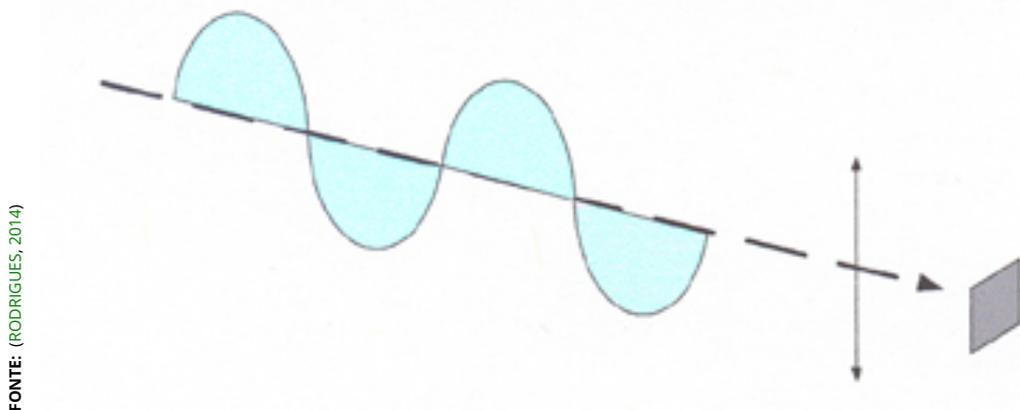


Figura 2.6 – Representação da onda emitida pela antena linear.

2.2.1.3 Antena

Finalmente, as antenas são responsáveis por estabelecer e manter a comunicação entre o leitor e a *tag*, além da obtenção das informações contidas nesta última. A emissão de sinais pela antena pode ser realizada por dois modos: polarização linear e circular. Na primeira, a onda eletromagnética é emitida em um único plano, seja ele horizontal ou vertical, como pode ser observado na Figura 2.6; dessa forma a *tag* só pode ser lida em uma posição (DOMDOUZIS; KUMAR; ANUMBA, 2007). Já a polarização circular consiste na emissão de ondas em dois sentidos, como pode ser observado na Figura 2.7, criando um efeito circular e permitindo a leitura da *tag* várias posições. Para ambos os casos, a *tag* paralela à onda é a posição de menos efetividade de leitura (RODRIGUES, 2014).

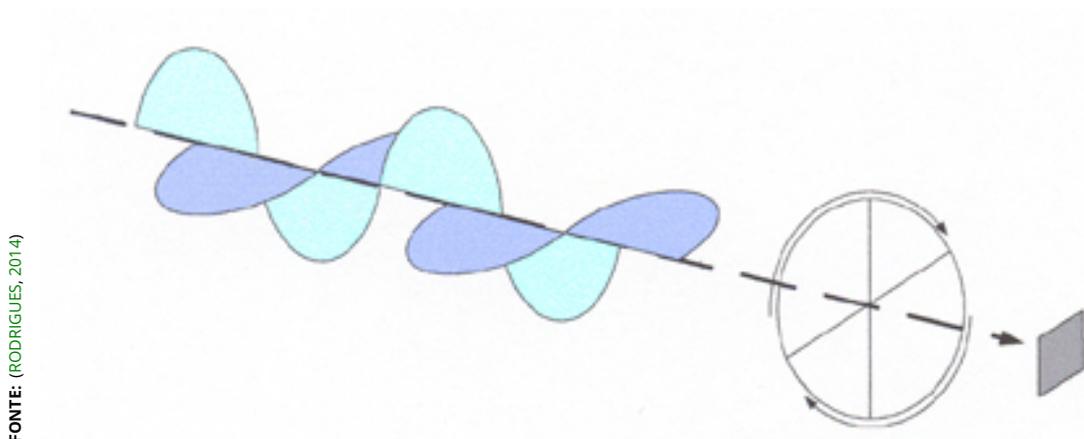


Figura 2.7 – Representação da onda emitida pela antena circular.

2.2.2 Funcionamento do sistema RFID

Como já mencionado, o sistema RFID é composto por *tag*, antena e leitor. Ondas de rádio são emitidas pela antena em busca de *tags* no seu campo de leitura; uma vez que a *tag* capta o sinal ela emite outro sinal com suas informações que, por sua vez, é captado pela antena e decodificado pelo leitor e disponibilizados de forma digital.

Certos aspectos demandam atenção a fim de otimizar o desempenho do sistema RFID, como os protocolos de comunicação. Diversos protocolos existem para diferentes faixas de frequência e tipos de *tags*. É importante que o leitor e a *tag* tenham o mesmo protocolo para que os sinais enviados possam ser compreendidos pela outra parte e para que o alcance de operação do sistema seja otimizado. Além disso, a potência do sinal fornecida pela antena e sua frequência afetam diretamente o alcance de leitura.

2.3 Trabalhos Relacionados

A seguir serão apresentados os resumos de duas publicações consideradas relevantes para o presente trabalho, com visões de épocas diferentes, demonstrando que o interesse pela tecnologia continua em alta apesar dos anos.

2.3.1 Identificação eletrônica de animais por rádio-freqüência (RFID): perspectivas de uso na pecuária de corte

No presente trabalho, os autores (MACHADO; NANTES, 2004) apresentam a tecnologia RFID e suas possibilidades de uso em diversas etapas da cadeia de produção bovina. Os autores apresentam a identificação animal como uma prática de extrema importância na pecuária em todas as escalas de produção. São apresentadas diferentes formas de identificação animal; estas são então comparadas à identificação eletrônica, por RFID.

É importante notar que o trabalho data do ano de 2004, mas apesar disso os autores consideram viável a identificação através de brincos e *microchips*, sendo

um diferencial importante para pecuaristas que produzem para o setor de exportação.

Além disso, os autores também sugerem a gravação de dados no transponder e em arquivos de computadores, de forma a gerar uma ferramenta poderosa para o rastreamento de informações e armazenamento de dados da produção. Outra característica destacada é a possibilidade de reaproveitamento dos transponders, o que ajuda a diluir o custo do investimento nessa tecnologia.

Os autores concluem dizendo que dificuldades na tecnologia de RFID ainda precisam ser transpostas, com a realização de estudos para o seu desenvolvimento, mas que a tecnologia tem potencial para transformar o setor produtivo.

2.3.2 Leitora RFID automática com multiconectividade para pecuária de precisão

Neste trabalho, os autores ([SANTOS et al., 2023](#)) desenvolveram uma leitora RFID com foco na detecção de febre animal para a prevenção da febre aftosa. A proposta, segundo os autores, surge da necessidade de obtenção de certificados internacionais, com o Brasil recebendo o certificado de país livre da febre aftosa com vacinação nos próximos anos, de forma a valorizar a pecuária nacional.

Para tal, os autores desenvolveram uma leitora RFID capaz de detectar a presença de um animal, com um sensor de presença, e ler a sua *tag* e temperatura, registrando as variações de temperatura corporal nos animais. Essas informações podem ser enviadas através de Wi-Fi ou [GSM/GPRS](#) para diversos servidores ou Planilhas Google. Além disso, foi adicionado um painel solar para aumentar a autonomia do sistema.

Foram realizados testes de leitura com cinco animais que possuíam bolus intraruminal. Testes com duas antenas diferentes foram realizados, mas apenas o bolus de um animal foi lido em ambos os testes. Para validação do funcionamento, foi realizado um teste interrompendo o feixe do sensor de presença e aproximando um transponder subcutâneo a 10 centímetros da antena, que foi lido com sucesso. Também foram testadas as tecnologias de transmissão que funcionaram conforme esperado, com todas as informações sendo recebidas. No teste de autonomia de bateria foi estimada uma autonomia de 8,5 dias. O custo total de produção da leitora foi de U\$ 150,99, cerca de 50% do valor da leitora RFID mais

barata encontrada no mercado (U\$ 389,00).

Concluíram os autores que a leitora funcionou adequadamente de forma autônoma, coletando e transmitindo dados, sendo um produto final com custo acessível e comercializável, sem similares no mercado. É sugerida a utilização de uma antena com maior potência, para melhor transmissão, e melhor relação sinal/ruído, para uma otimizar a recepção, de forma a aumentar o alcance de leitura e otimizar o funcionamento do sistema.

Capítulo 3

Metodologia

3.1 Tecnologias e linguagens utilizadas no desenvolvimento do protótipo

3.1.1 Micropython

Micropython é uma implementação da linguagem Python desenvolvida para microcontroladores em 2013 por Damien George, e tem sua compatibilidade e sintaxe baseada na versão 3.5 do Python. O Micropython implementa diversas funcionalidades do Python e inclui bibliotecas de funções e classes voltadas para as limitações do mercado de microcontroladores (IONESCU; ENESCU, 2020).

3.1.2 Firestore

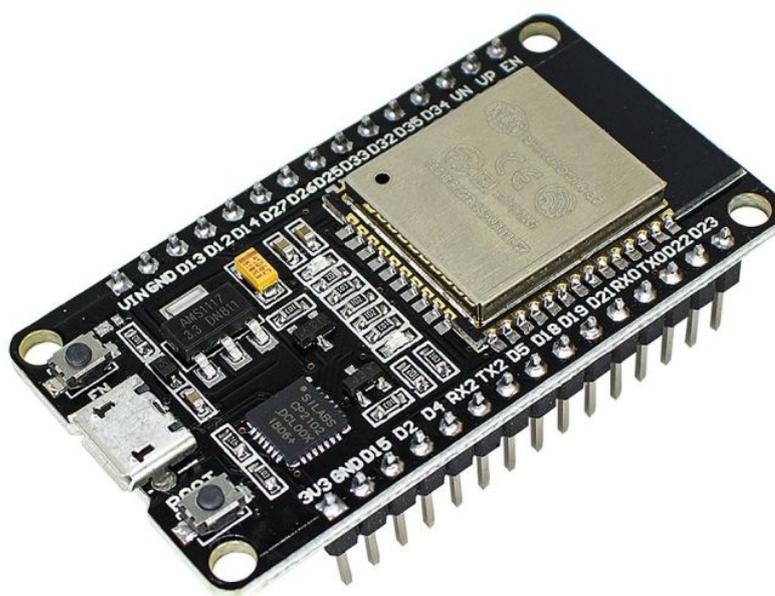
(KESAVAN et al., 2023) define o Firestore do Google como um banco de dados NoSQL sem servidor com capacidade de notificação em tempo real. O Firestore armazena dados com a estrutura de coleções e documentos. As coleções servem como contêineres para documentos, agrupando-os. Os documentos, por sua vez, armazenam dentro de si tanto subcoleções quanto campos, nos quais os dados são registrados.

Embora o Firestore restrinja o fluxo de dados e o tamanho do banco de dados no modelo gratuito, ele atende de maneira satisfatória a este projeto, dado o volume reduzido de dados enviados, evitando ultrapassar as limitações do Fires-

tore. A extensa documentação também facilitou significativamente o processo de desenvolvimento do sistema.

3.1.3 ESP32

O chip ESP32 possui um microcontrolador dual-core de 32 bits, além de Wi-Fi 802.11 b/g/n e Bluetooth dual mode versão 4.2 incorporados. Além disso, estão disponíveis 36 pinos GPIO, 512 kBytes de memória SRAM, 16 canais PWM, interfaces SPI, I2C, I2S, UART, CAN e Ethernet, sensor de toque e temperatura (MAIER; SHARP; VAGAPOV, 2017).



FONTE: Saravati

Figura 3.1 – Placa ESP32 ESP-WROOM-32 DEVKit V1 30 Pinos.

O ESP32 tem crescido em popularidade nos últimos anos, principalmente em aplicações de IoT, entre outros fatores, por conta da sua conectividade nativa (BA-BIUCH; FOLTÝNEK; SMUTNÝ, 2019). O chip tem sido desenvolvido pela empresa Espressif System, que oferece diversas versões na forma de ESP32 Development Kit, de kits de desenvolvimento que facilitam a comunicação e gravação de programas, além de sensores ou displays já anexados à placa de desenvolvimento.

Geralmente o chip e o kit de desenvolvimento são ambos chamados de ESP32; para facilitar o entendimento, no restante deste trabalho ESP32 será referência ao kit de desenvolvimento. A Figura 3.1 mostra a versão do kit de desenvolvimento utilizada no desenvolvimento deste trabalho.

O ESP32 por padrão vem pronto para ser programado na linguagem C/C++, mas pode ter seu firmware substituído pelo do Micropython, permitindo que o microcontrolador aceite esse tipo de linguagem.

3.1.4 Módulo Real Time Clock

O módulo em questão, é utilizado para fornecer com precisão data e hora, para o microcontrolador nesse caso. É composto pelo circuito integrado 1307, o qual fornece informações de segundos, minutos e horas no formato de 12 e 24 horas, dia da semana, do mês e do ano(OLIVEIRA, 2015).

A contagem do módulo continua mesmo após o desligamento da alimentação externa pois a mesma possui uma bateria de 3V, como pode ser observado na Figura 3.2. Ao final de cada mês, a data é automaticamente ajustada para acomodar meses com menos de 31 dias, incorporando também as correções para anos bissextos até o ano de 2100.

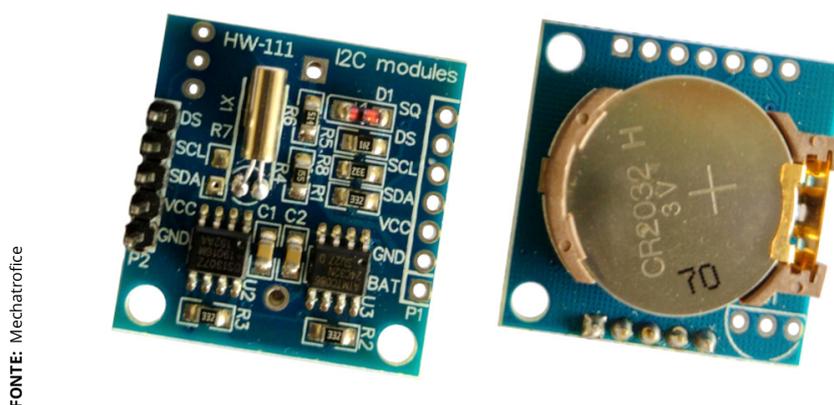


Figura 3.2 – Módulo RTC.

3.1.5 Módulo LCD 16x2 I2C

O módulo LCD 16x2 I2C é um dispositivo que possibilita a apresentação de diversas informações, como valores de sensores ou mesmo palavras, em seu display.

Este módulo possui um display com duas colunas e 16 caracteres cada, permitindo a exibição de até 32 caracteres. O protocolo de comunicação empregado para a transmissão de dados entre o dispositivo e o microcontrolador é o protocolo I2C através de um módulo adaptador, o que reduz a quantidade de pinos necessário à comunicação de dezesseis para apenas quatro, como pode ser observado na Figura 3.3.



Figura 3.3 – Módulo LCD 16x2 I2C.

3.1.6 Módulo YPD-R200

Este módulo, produzido pela Shenzhen Yuanode Communications Co. Ltd., utiliza o chip R200 e possibilita a leitura e gravação dos campos de memória dos transponders. É compatível com o protocolo de comunicação ISO18000-6C e EPC Classe 1 Geração 2, opera com frequências entre 840 e 960 MHz e suporta antenas com sensibilidade entre -10 dBm e -69 dBm; deve ser conectado a uma antena externa. Possui uma saída micro-usb e suporte a comunicação via UART, como pode ser visto na Figura 3.4. Durante os testes, foi obtida uma distância de leitura de cerca de 70 centímetros com a utilização da antena cerâmica de 3 dBi.

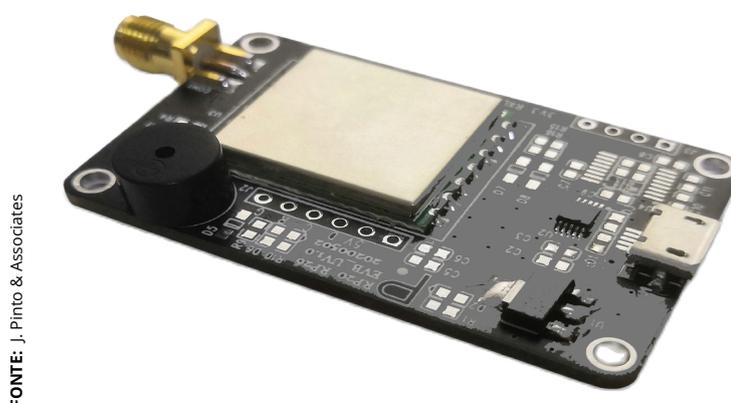
A comunicação com este módulo foi realizada de forma direta, enviando e recebendo bytes, para tal foi desenvolvida uma biblioteca com algumas funções

para facilitar essa comunicação; o código da biblioteca se encontra no Apêndice ???. Os *frames*, conjuntos de bytes, tem uma estrutura definida para a comunicação com o R200, como mostrado na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Formato do frame de informações utilizado pelo chip R200.

Header	Type	Command	PL(MSB)	PL(LSB)	Parameter	Checksum	End
AA	00	07	00	01	01	09	DD

FONTE: Elaboração Própria



FONTE: J. Pinto & Associates

Figura 3.4 – Módulo YPD-R200.

3.1.7 Tag RFID

Para a identificação dos animais foram utilizadas *tags* do tipo brinco auricular. O brinco adquirido possui o chip NXP UCODE 8, que utiliza o protocolo de comunicação ISO/IEC 18000-63 e EPC (Electronic Product Code) Gen 2 V2; ele possui memória EPC e de usuário em um banco apenas com 128 bits, memória TID (Transponder Identification Number) com 96 bits dos quais 48 são o número serial e 32 bits de memória reservada. O brinco possui um revestimento emborrachado, o que aumenta a sua resistência, e têm um formato curvado (Figura 3.5), de forma a auxiliar a sua leitura caso esteja perpendicular à antena do leitor.

3.1.8 Encoder KY-040

Para a interação do usuário com o leitor foi utilizado um encoder rotativo KY-040, como está ilustrado na Figura 3.6, uma ferramenta amplamente empregada

FONTE: Elaboração Própria



Figura 3.5 – Brinco auricular utilizado.

para medir movimentos rotacionais, desempenha um papel fundamental na conversão de deslocamentos angulares em pulsos elétricos de onda quadrada. Esse dispositivo é notável por sua capacidade de gerar uma quantidade precisa de pulsos por rotação, apresentando, neste contexto específico, uma resolução de 20 pulsos por volta.

FONTE: Maker Hero



Figura 3.6 – Encoder Rotativo KY-040.

3.1.9 Célula de Carga

Parte fundamental das balanças eletrônicas, as células de carga são equipamentos capazes de medir a força aplicada sobre si, que pode ser utilizada para determinar o peso de um objeto. Esses sensores são compostos apenas por dois elementos, uma barra metálica e Strain Gauges, ou Extensômetros em português.

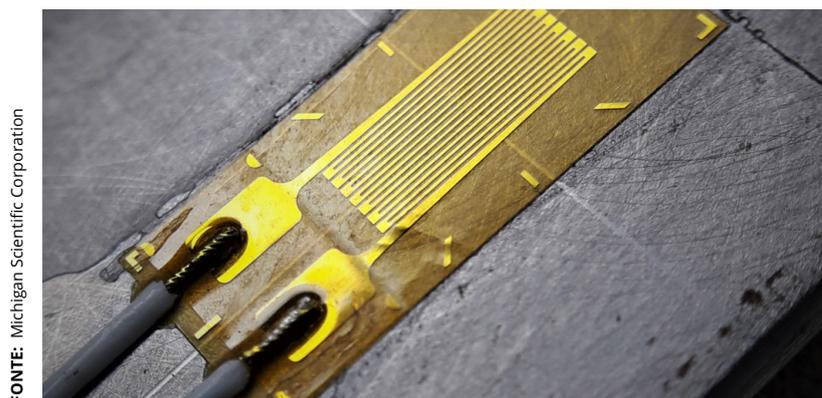


Figura 3.7 – *Strain Gauge aplicado a um metal.*

Extensômetros são sensores capazes de medir a deformação de uma superfície variando a sua resistência de forma proporcional. Seu funcionamento é simples, uma fina fita metálica é aplicada sobre uma superfície (Figura 3.7), havendo deformação na superfície a fita metálica sofre a mesma deformação, o que muda a sua resistência elétrica. Como esses sensores possuem resistências pequenas, é necessária a utilização de artifícios para permitir uma leitura mais precisa. Um circuito com os sensores pode ser montado formando a ponte de Wheatstone, o que permite que o sinal da leitura seja amplificado para a obtenção de uma maior precisão. O módulo HX711 é justamente um amplificador para esse tipo de leitura.

3.1.10 Módulo HX711

O módulo conversor e amplificador HX711, com resolução de 24 bits, amplifica sinais de dispositivos sensíveis, como células de carga. Sua função é estabelecer a interface entre essas células e o microcontrolador. Essa interligação é essencial para garantir uma medição precisa e detalhada das cargas envolvidas. A resolução de 24 bits oferece uma precisão notável, capturando nuances minuciosas nos dados de carga.

3.1.11 Alimentação

A fonte de energia do sistema é um *powerbank* alimentado por quatro baterias de 3,7 V do tipo 18650 com 2200 mAh cada, fornecendo uma saída de 5 V para o sistema (Figura 3.9).

FONTE: Maker Hero



Figura 3.8 – Módulo HX711.

FONTE: Casa da Robótica



Figura 3.9 – Powerbank utilizada.

Capítulo 4

Resultados

4.1 Montagem do Protótipo

Foram montados dois módulos separados, o primeiro sendo o próprio leitor e o segundo, anexado à balança, responsável por enviar o peso via Bluetooth para o leitor. Os códigos elaborados estão disponíveis em <<https://github.com/HeliNeres/identificacao-animal-rfid>>

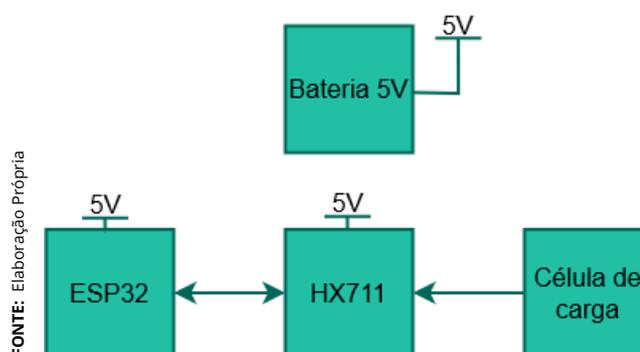


Figura 4.1 – Diagrama de blocos do módulo da balança.

O módulo de pesagem é composto pelo módulo HX711, a célula de carga da balança e o ESP32. O módulo HX711 lê o valor da célula de carga e envia ao ESP32 um valor absoluto, que é convertido em um valor de peso. Sua alimentação é feita pela bateria interna da balança, de 5V, alimentando o ESP32, e este alimentado o HX711 com 3.3V, fornecido pelo regulador de tensão do ESP32; o diagrama de blocos do circuito é ilustrado na Figura 4.1. Foi instalado no interior da balança existente na propriedade.

Já o módulo do sensor possui mais componentes. O ESP32 é alimentado pelo

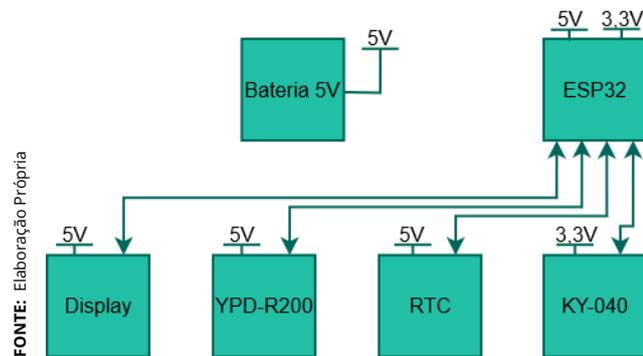


Figura 4.2 – Diagrama de blocos do leitor.

powerbank com uma tensão de 5V que também alimenta o display, o módulo YPD-R200 e o RTC. O encoder é alimentado por 3.3V oriundos do regulador de tensão do ESP32; o diagrama de blocos do circuito do leitor é ilustrado na Figura 4.2. Ademais, todos os componentes estão conectados aos pinos **GPIO** do ESP32.



Figura 4.3 – Protótipo do Leitor Montado.

A estrutura do protótipo foi construída em madeira, de forma a facilitar possíveis remodelagens e modificações na estrutura. A antena foi posicionada à frente, em cima foram posicionados o display e o encoder e na lateral esquerda um botão de liga-desliga. O restante do circuito e a alimentação foram alocados no interior da estrutura.

4.2 Funcionamento do sistema

O protótipo foi elaborado buscando atender algumas necessidades específicas de uma propriedade rural. Primeiramente, a utilização deveria ser simples;

para isso foram elaboradas algumas funções base e utiliza-se apenas o encoder como forma de interagir com o leitor. Outro ponto a ser levado em consideração é a disponibilidade de conexão com a internet; por esse motivo a comunicação com o servidor é feita através de uma função exclusiva e também é utilizada uma bateria, tornando o dispositivo móvel. A sua mobilidade oferece algumas vantagens: a possibilidade da utilização do dispositivo em diferentes locais, até mesmo diferentes propriedades; a possibilidade da sua utilização em ambiente sem acesso à internet e posterior *upload* dos dados. Em contra partida, há a necessidade de carregar a bateria do aparelho de tempos em tempos.

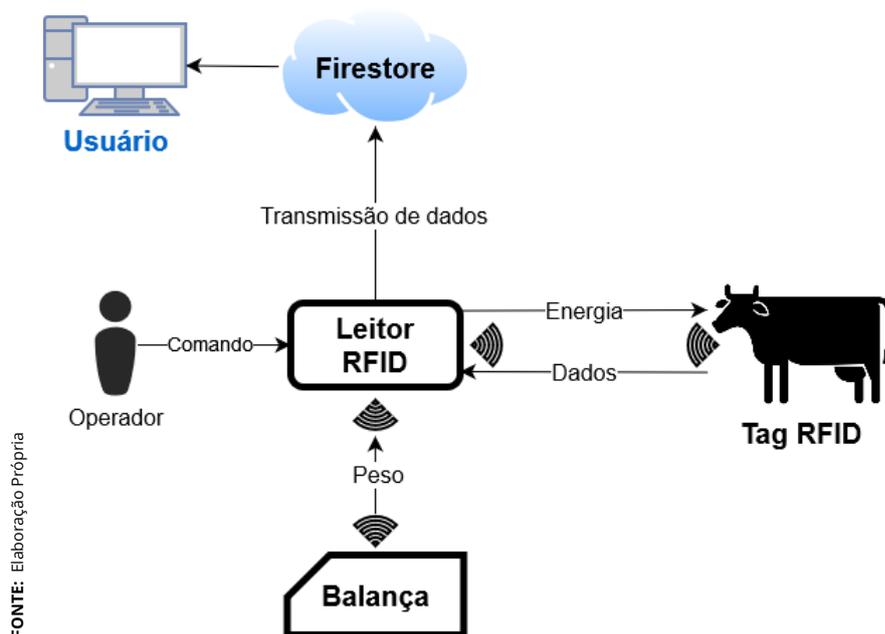


Figura 4.4 - Visão geral do sistema.

O funcionamento do sistema tem como base a periodicidade da pesagem do rebanho. Na propriedade em questão a pesagem é realizada mensalmente. Para a realização de alguma operação, o usuário ligará o sistema e selecionará a opção desejada. A Figura 4.4 apresenta uma visão geral do sistema em questão. Após ligado, o leitor poderá detectar os animais identificado com brincos RFID, se comunicar com o ESP32 presente na balança para solicitar o peso e enviar os dados recebidos para a base de dados Firestore.

4.2.1 Balança

O fluxograma da Figura 4.5 apresenta a lógica de programação do ESP32 conectado à balança, definindo a sequência de ações que o sistema toma de acordo

com as situações encontradas.

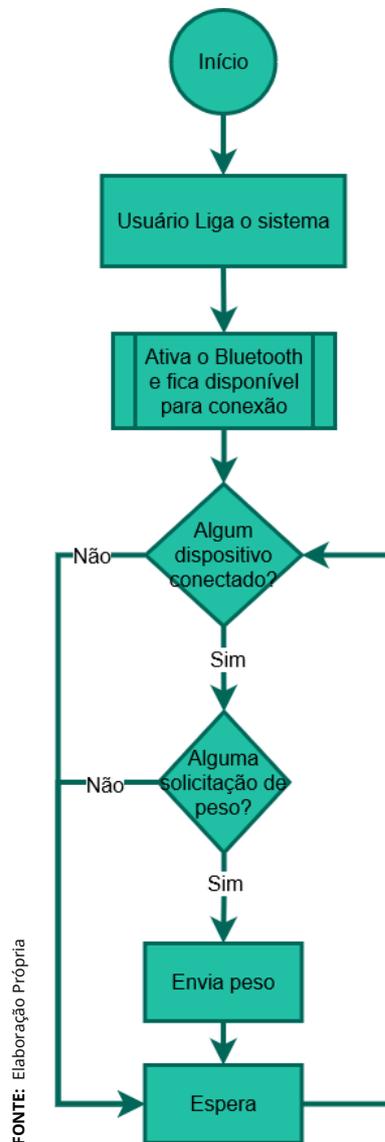


Figura 4.5 – Fluxograma com a lógica de funcionamento do módulo da balança.

A programação que atende a essa lógica pode ser encontrada no Apêndice ??.

Após a ativação da balança, este módulo é energizado e prontamente inicia o Bluetooth no modo Periférico, aguardando a conexão de outro dispositivo. Quando há uma requisição de peso por parte do outro dispositivo, o módulo HX711 é ativado, lendo o valor da célula de carga. O peso é então calculado e transmitido, após o que o dispositivo retorna ao estado de espera. Este procedimento estabelece uma eficiente comunicação entre os módulos, proporcionando uma resposta rápida e precisa à solicitação de peso.

4.2.2 Leitor

O fluxograma da Figura 4.6 apresenta a lógica de programação do ESP32 presente no leitor, demonstrando o funcionamento do sistema e os modos de operação disponíveis.

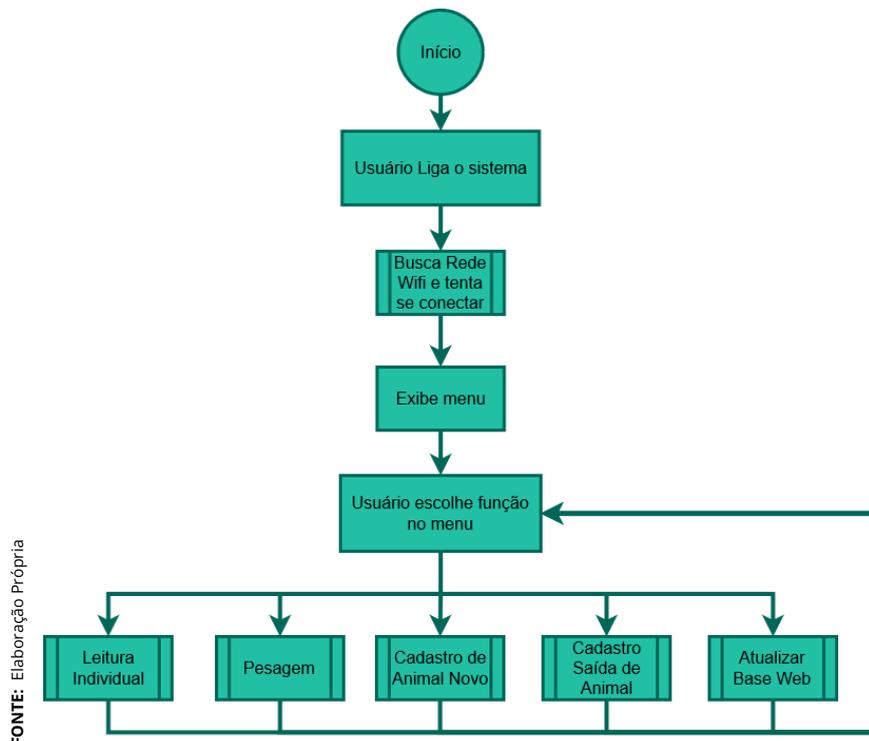


Figura 4.6 – Fluxograma com a lógica de funcionamento do leitor.

A programação que atende a essa lógica pode ser encontrada nos Apêndices ?? e ??.

Logo que o sistema é ligado o leitor tenta se conectar à rede Wifi cadastrada, é exibido no display se a conexão foi bem sucedida ou não e o menu é acessado. Por conta do tamanho do display (Figura 3.3) apenas uma função é exibida na tela por vez, quando o usuário gira o encoder outras funções são exibidas; caso o *push-button* central do encoder seja pressionado, a função exibida na tela será executada.

Cinco funções foram desenvolvidas: Leitura Individual, Pesagem, Cadastro de Animal Novo, Cadastro de saída de Animal e Atualizar Base Web. Suas lógicas de funcionamento serão explicada a seguir.

4.2.2.1 Leitura Individual

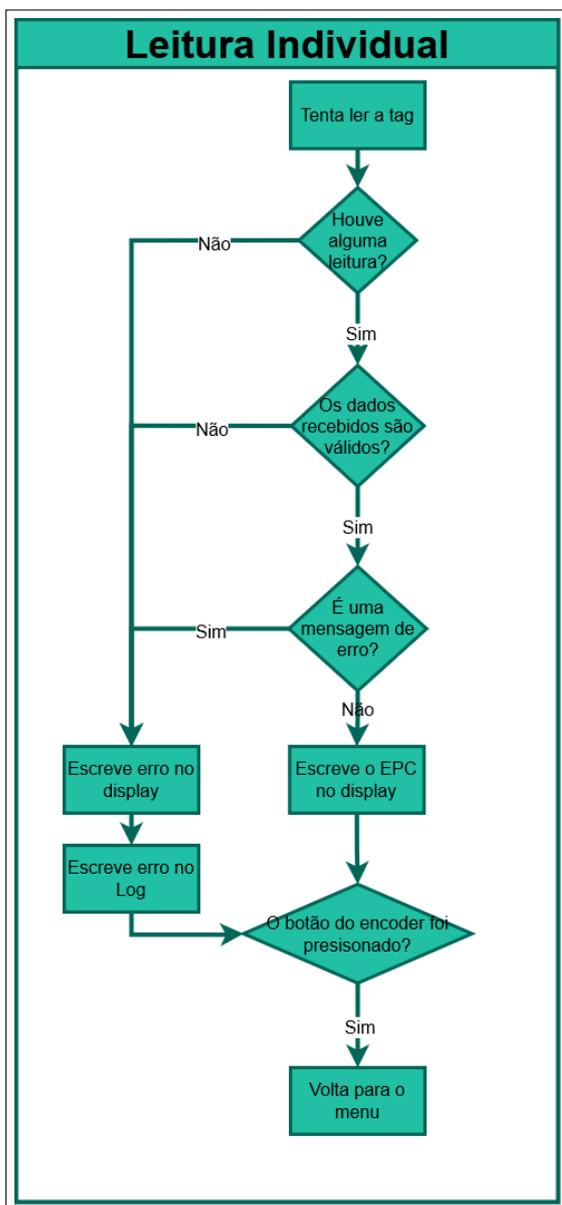
O fluxograma da Figura 4.7 apresenta a lógica de programação da função de Leitura Individual, demonstrando seu funcionamento e as tomadas de decisão de acordo com as situações.

Sendo essa função selecionada pelo usuário no menu o ESP32 segue a lógica do fluxograma da Figura 4.7. É enviada uma solicitação para que o módulo YPD-R200 seja ativado e leia *tags* disponíveis; caso haja alguma leitura realizada a verificação dos dados será realizada, caso contrário é exibido no display que ocorreu um erro de leitura e é registrado num arquivo de Log a falha na operação de leitura. Com a condição anterior tendo sido atendida, segue-se a verificação dos dados recebidos; caso a verificação encontre falha nos dados o erro de leitura é exibido e registrado no Log. No caso dos dados serem válidos ainda há a possibilidade de ser uma mensagem de erro do YPD-R200. Sendo essa a situação, segue-se o mesmo procedimento para os erros anteriores. Caso contrário, o valor do EPC lido é exibido no display até que o botão do encoder seja pressionado.

4.2.2.2 Pesagem

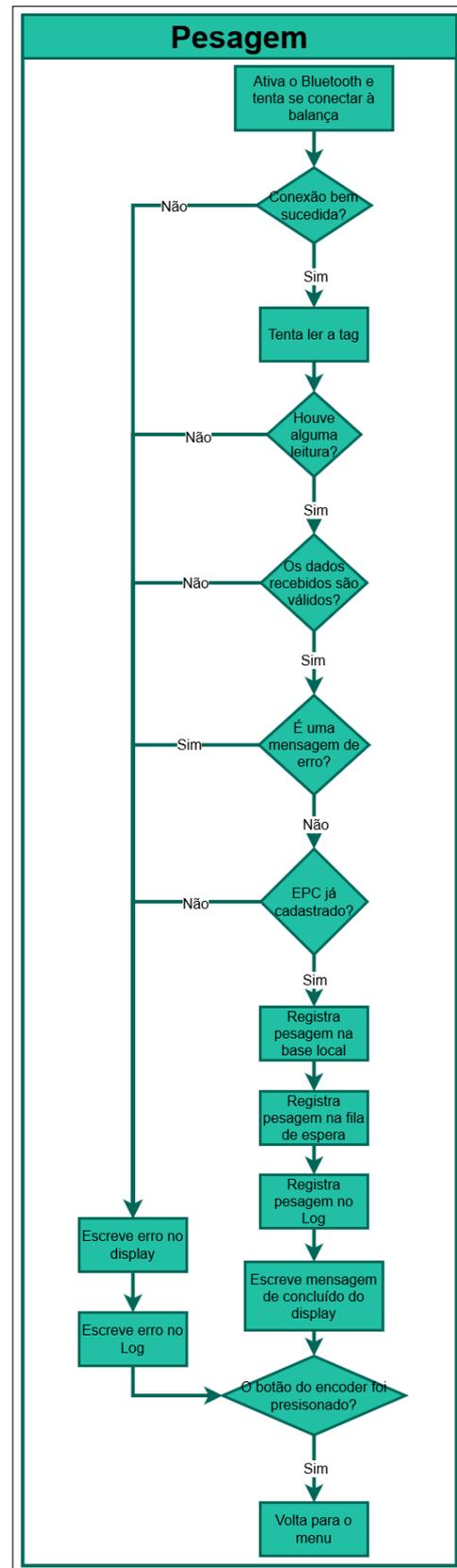
O fluxograma da Figura 4.8 apresenta a lógica de programação da função de Leitura Individual, demonstrando seu funcionamento e as tomadas de decisão de acordo com as situações.

Quando a função de pesagem é acionada, inicialmente o Wifi é desativado e só então o Bluetooth é Ativado no modo de Central, buscando o dispositivo da balança para se conectar. No caso da conexão ser mal sucedida uma mensagem é exibida no display e volta-se ao menu. Sendo bem sucedida a conexão há uma tentativa de ler a tag do animal. Aqui segue-se o mesmo procedimento da função anterior, verifica-se a validade e o conteúdo das mensagens recebidas do YPD-R200, exibe-se e registra-se o erro em caso de falha; em uma leitura bem sucedida ocorre uma checagem na base de dados local, se a tag lida for de um animal não cadastrado a pesagem não é realizada e o erro é exibido e registrado. Sendo o animal já cadastrado, a pesagem é realizada e registrada na base local, na fila de espera e no log. Por fim é exibida uma mensagem indicando o sucesso da operação até que o botão seja pressionado.



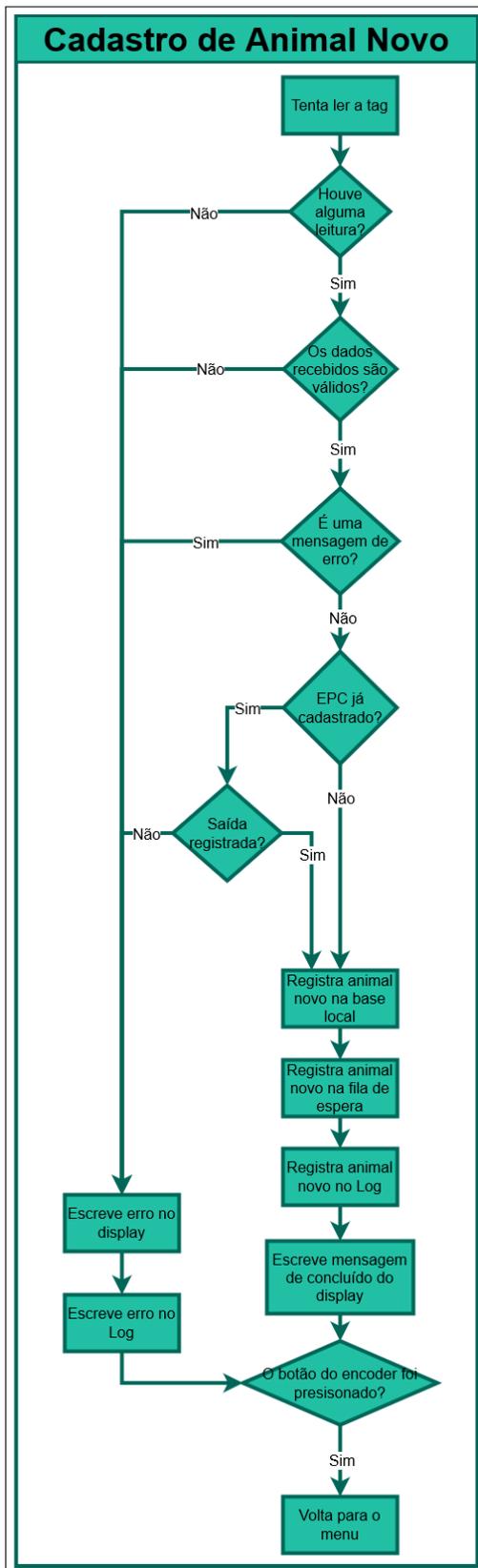
FONTE: Elaboração Própria

Figura 4.7 – Fluxograma com a lógica de funcionamento da função de Leitura Individual.



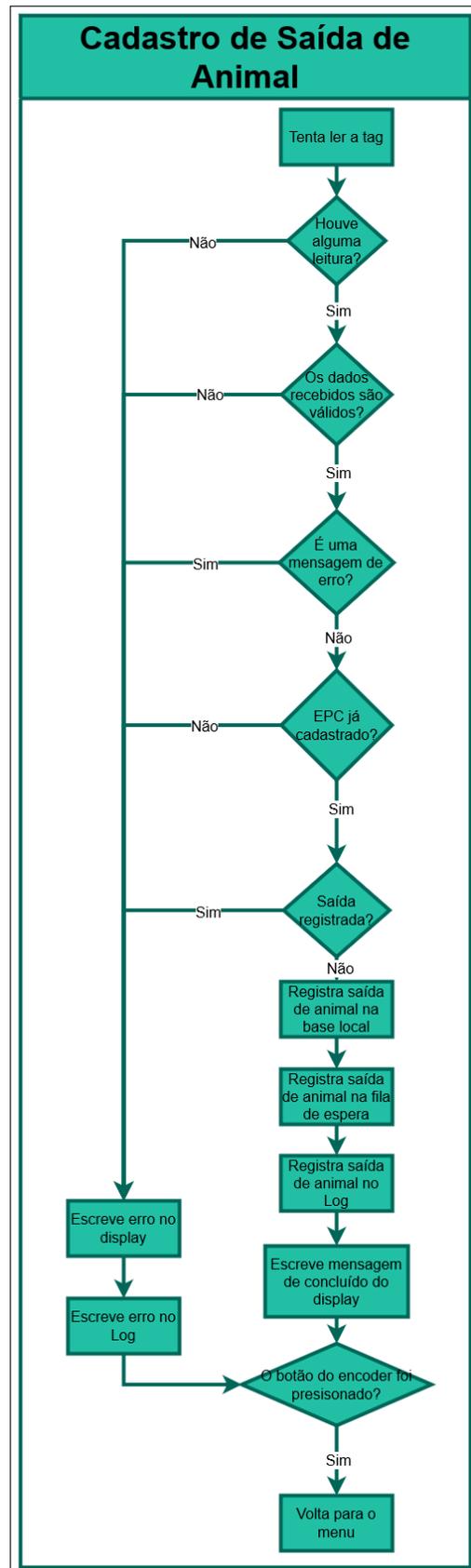
FONTE: Elaboração Própria

Figura 4.8 – Fluxograma com a lógica de funcionamento da função de Pesagem



Fonte: Elaboração Própria

Figura 4.9 – Fluxograma com a lógica de funcionamento da função de Cadastro de Animal Novo.



Fonte: Elaboração Própria

Figura 4.10 – Fluxograma com a lógica de funcionamento da função de Cadastro de Saída de Animal.

4.2.2.3 Cadastro de Animal Novo

Para a função de Cadastro de Animal Novo, com fluxograma da lógica na Figura 4.9, o início é o mesmo da função de leitura, solicita-se a leitura, valida-se o resultado e exibe-se uma mensagem caso ocorra algum erro, em seguida é registrado o log. Caso a leitura seja válida, é verificado se a *tag* já foi cadastrada, se não segue-se o cadastro, se sim é verificado se há registro de saída. Caso não haja saída registrada significa que a *tag* está em uso por outro animal e o procedimento de erro é executado. Se houver saída registrada então aquela *tag* está sendo reutilizada de um animal anterior, e o cadastro é realizado registrando o animal na base local, na fila de espera e o log do cadastro é também registrado. Por fim, uma mensagem indica o sucesso do cadastro.

4.2.2.4 Cadastro de Saída de Animal

Semelhante á função anterior, o registro de saída, por sua vez, registra a saída de um animal da propriedade, seja por venda ou abate. Como pode ser observado na Figura 4.10, seu funcionamento é bastante semelhante à função de Cadastro de Animal Novo diferenciando-se apenas na verificação da base de dados. Neste caso, para que haja a saída o animal precisa primeiro ter sido cadastrado. Portanto, o registro ocorrerá apenas se o código de identificação estiver cadastrado no sistema e não possuir registro de saída atual.

4.2.2.5 Atualizar Base Web

Por fim, a função apresentada no fluxograma de Figura 4.11 é responsável por atualizar a base de dado do Firestore com as operação realizadas na fazenda. Ao ser selecionada o Bluetooth é desativado e o Wifi ativado, para evitar problemas de interferência. Também é verificado se há conexão com alguma rede e se há acesso à internet; em negativa, o erro é exibido no display e registrado no log; em afirmativa, é feita o login no Firestore, para que o dispositivo seja autorizado, e as ocorrências registradas na lista de espera são enviadas à base de dados online. Concluído esse processo, a lista de espera é limpa e é registrado no log a atualização. Por fim, a mensagem exibida no display indica a execução bem sucedida.

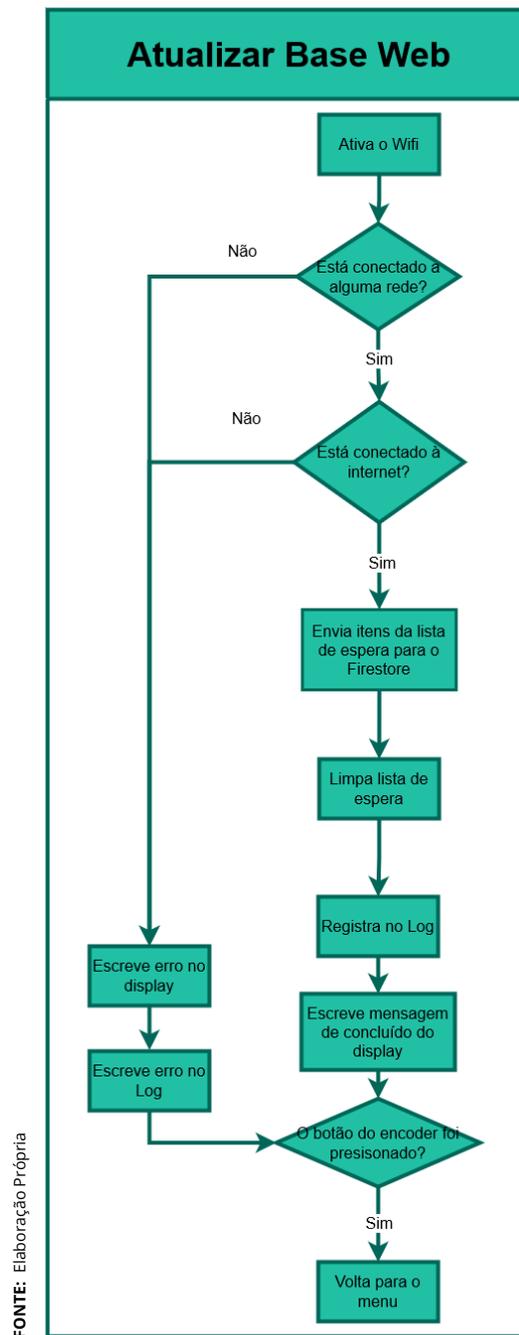


Figura 4.11 – Fluxograma com a lógica de funcionamento da função Atualizar Base Web.

4.2.3 Site

Para a visualização dos dados coletados, foi desenvolvido uma página web. Através desta é possível visualizar as informações de cada animal, o histórico do seu peso e adicionar observações individuais.

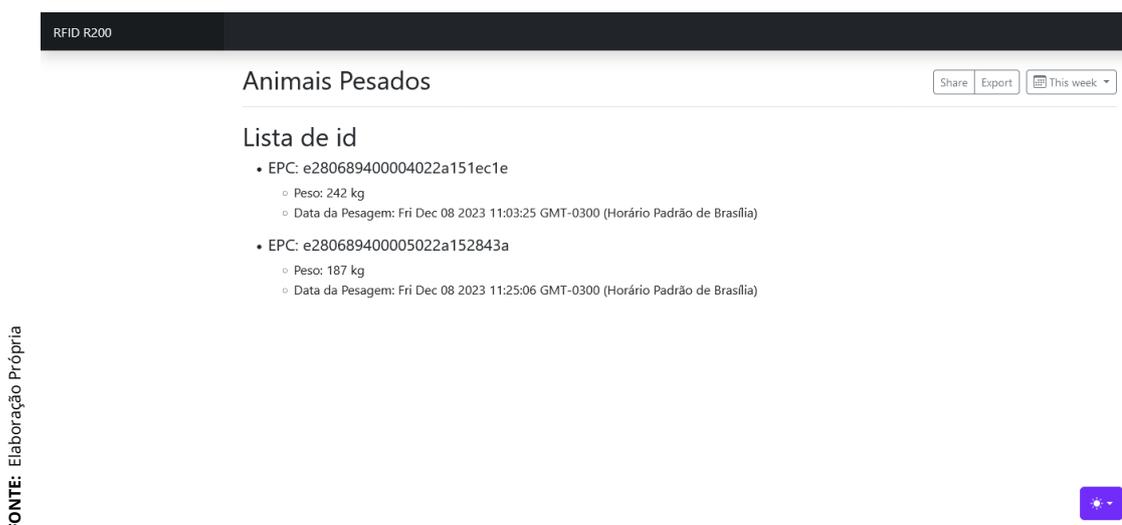


Figura 4.12 – Página inicial do site listando animais pesados.

4.3 Custos de produção

Como pode ser observado na Tabela 4.1, o preço total de implementação do sistema foi de R\$ 1123,19, considerando o preço das *tags*. Se considerarmos apenas o preço do leitor e o módulo da balança o valor cai para R\$ 571,17, um preço extremamente competitivo em relação a outros leitores disponíveis no mercado.

Um exemplo de concorrente seria o Leitor AT01 da AnimallTag, que custa R\$ 1.000,00, e oferece memória para 100 leituras e distância de leitura de 35 cm. Ele também oferece acesso ao banco de dados da AnimallTag.

4.4 Teste

Foi realizado o cadastro e pesagem de alguns animais na Fazenda Boa Vista, localizada no município de Caatiba com 112 hectares de extensão; a propriedade tem como atividades principais a pecuária e a agricultura, primariamente milho e banana. O módulo da balança funcionou de forma adequada após a calibragem, capturando o peso e o enviando ao leitor; este, por sua vez, foi capaz de identificar os brincos nos animais, estabelecer comunicação com a balança e enviar os dados coletados dos animais registrados ao banco de dado Firestore.

Tabela 4.1 – Custos para a produção do protótipo.

Item	Descrição	Quantidade	Preço
1	Módulo YPD-R200 e antena cerâmica de 3dBi	1	R\$ 348,65
2	ESP32-DevKitC-32	2	R\$ 70,70
3	Encoder / Decoder Rotativo KY-040	1	R\$ 11,99
4	Módulo Relógio RTC DS1307 e Bateria	1	R\$ 11,99
5	Display LCD Azul 16x2 com Módulo I2C	1	R\$ 51,90
6	Case Power Bank USB para 4 Baterias 18650	1	R\$ 17,99
8	Bateria 3,7V 18650 de Lítio Recarregável	4	R\$ 47,96
8	Modulo Hx711 ADC 24 Bits	1	R\$ 9,99
9	Brincos RFID	100	R\$ 552,02
Total			R\$ 1123,19

FONTE: Elaboração Própria

Capítulo 5

Considerações Finais e Trabalhos Futuros

Este trabalho propõe a utilização de um sistema eletrônico com identificação através de *tags* RFID e um registro automatizado do peso dos animais. Tal sistema pretende fornecer um acompanhamento individual do peso de cada animal.

Foi realizada uma revisão bibliográfica da tecnologia RFID utilizada, a sua utilização na pecuária ao longo de anos e o impacto positivo que a coleta de informações com o auxílio dessa tecnologia pode ter na criação de bovinos.

O protótipo desenvolvido foi capaz de ler os transponders utilizados a uma distância máxima de cerca de 70 centímetros, sendo suficiente para identificação dos bovinos no procedimento de pesagem. Além disso, o dispositivo foi capaz de armazenar e enviar os dados coletados para um banco de dados Firestore. Para a visualização dessas informações foi desenvolvido um site capaz de ser comunicar com o banco de dados e exibir as informações de cada animal.

Outrossim, a mobilidade do leitor possibilita uma flexibilidade maior para a sua utilização, tanto por permitir o seu funcionamento em ambientes afastados, quanto por prover ao usuário mais facilidade para o posicionamento do mesmo afim de obter uma leitura adequada das *tags* RFID.

Como apenas uma medição foi realizada não é possível afirmar quais os impactos dessas informações na criação de bovinos. Entretanto, pode-se esperar que a identificação de doenças que causem redução de peso possam ser identificadas com mais antecedência e que o sistema forneça uma melhor visualização

dos dados; e, dessa forma, resultar em ganhos, principalmente financeiros, para o produtor e dono do rebanho.

Além disso, como mostra a Tabela 4.1, o preço de construção do protótipo se mostra competitivo com relação a seus concorrentes. O custo do sistema pode ser ainda mais diluído com o reaproveitamento dos transponders.

As próximas etapas desse trabalho se referem ao aperfeiçoamento do protótipo construído e a implementação de novas funções para a coleta de mais dados e automatização de outras etapas do processo de bovinocultura. Entre os novos entendimentos estão:

- ▶ Modelagem de uma case para o leitor e sua impressão em 3D, visando uma melhor apresentação do equipamento e um design mais ergonômico;
- ▶ Implementação de funções para registro de vacinas e outro procedimentos rotineiros realizados com os animais;
- ▶ Desenvolvimento de um aplicativo para celular, afim de facilitar a interação com o leitor e possibilitar a visualização dos dados num aparelho móvel com mais facilidade;
- ▶ Coleta de dados de um período considerável e análise dos efeitos do sistema na produção.

REFERÊNCIAS

- ARTMANN, R. Requirements for control systems in automated dairy farms. In: *Proceedings of XXV CIOSTA-CIGR V Congress, Wageningen, The Netherlands*. [S.l.: s.n.], 1993. p. 295–306. (Citado na página 2.)
- BABIUCH, M.; FOLTÝNEK, P.; SMUTNÝ, P. Using the esp32 microcontroller for data processing. In: IEEE. *2019 20th International Carpathian Control Conference (ICCC)*. [S.l.], 2019. p. 1–6. (Citado na página 14.)
- CABRAL, L.; TOLEDO, C.; GALATI, R. Oportunidades e entraves para a pecuária de corte brasileira. *SIMPÓSIO DE BOVINOS*, UFMT Cuiabá, v. 1, 2011. (Citado na página 4.)
- DOMDOUZIS, K.; KUMAR, B.; ANUMBA, C. Radio-frequency identification (rfid) applications: A brief introduction. *Advanced Engineering Informatics*, Elsevier, v. 21, n. 4, p. 350–355, 2007. (Citado na página 9.)
- GEERS, R. et al. *Electronic identification, monitoring and tracking of animals*. [S.l.]: CAB international, 1997. (Citado na página 2.)
- GOMES, H. M. C. *Construção de um sistema de RFID com fins de localização especiais*. Tese (Doutorado) — Universidade de Aveiro (Portugal), 2007. (Citado na página 9.)
- GOMES, R. da C.; FEIJÓ, G. L. D.; CHIARI, L. Evolução e qualidade da pecuária brasileira. *EMBRAPA, Nota Técnica. Campo Grande*, 2017. (Citado na página 5.)
- IBGE. *Rebanho de bovinos tem maior expansão da série histórica*. 2017. Agência IBGE Notícias. <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/16994-rebanho-de-bovinos-tem-maior-expansao-da-serie-historica>>. (Citado na página 5.)
- IONESCU, V. M.; ENESCU, F. M. Investigating the performance of micropython and c on esp32 and stm32 microcontrollers. In: *2020 IEEE 26th International Symposium for Design and Technology in Electronic Packaging (SIITME)*. [S.l.: s.n.], 2020. p. 234–237. (Citado na página 13.)
- KESAVAN, R. et al. Firestore: The nosql serverless database for the application developer. 2023. (Citado na página 13.)

- LAMBOOIJ, E. et al. Electronic identification with passive transponders in veal calves. *Computers and electronics in agriculture*, Elsevier, v. 24, n. 1-2, p. 81–90, 1999. (Citado na página 1.)
- LOPES, M. A. *Informática aplicada à bovinocultura*. [S.l.]: FUNEP, 1997. (Citado na página 1.)
- MACHADO, J. G. de C.; NANTES, J. F. D. Identificação eletrônica de animais por rádio-freqüência (rfid): perspectivas de uso na pecuária de corte. *Revista Brasileira de Agrocomputação*, v. 2, n. 1, p. 29–36, 2004. (Citado na página 10.)
- MAIER, A.; SHARP, A.; VAGAPOV, Y. Comparative analysis and practical implementation of the esp32 microcontroller module for the internet of things. In: IEEE. *2017 Internet Technologies and Applications (ITA)*. [S.l.], 2017. p. 143–148. (Citado na página 14.)
- NASCIMENTO, V.; FILHO, M. B.; DIAS, M. Evolução do efetivo de bovinos no brasil, estado de goiás e município de jataí (go). *ENCICLOPEDIA BIOSFERA*, v. 13, n. 23, 2016. (Citado na página 4.)
- NETO, Q. d. S. *Termus-uma plataforma para aferição remota de temperatura de bovinos da raça brangus*. Tese (Doutorado) — Dissertação (Mestrado)—Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, 2010 . . . , 2010. (Citado na página 6.)
- OLIVEIRA, M. S. d. Sistema de aquisição de sinais de pressão plantar com base em matriz de sensores. 2015. (Citado na página 15.)
- PAULA, E. J. H. de et al. *Produção e manejo de bovinos de corte*. Cuiabá: editora KCM, 2015. (Citado na página 5.)
- QUEIROZ, E. L. de; ARAÚJO, T. Á. de; HORTA, M. M. B. Rfid e o seu uso na indústria. *Revista Científica Semana Acadêmica*, v. 01, n. 63, nov 2014. (Citado na página 6.)
- RODRIGUES, A.; BORGES, E.; BARWALDT, R. Um estudo sobre o comportamento alimentar de frangos de corte utilizando a mineração de dados. *Scientia Plena*, v. 13, 07 2017. (Citado na página 7.)
- RODRIGUES, A. S. de P. Inserção de tecnologia no processo de monitoramento em cadeia produtiva avícola. 2014. (Citado na página 9.)
- SANTOS, C. A. P. dos et al. Leitora rfid automática com multiconectividade para pecuária de precisao. In: SBC. *Anais do L Seminário Integrado de Software e Hardware*. [S.l.], 2023. p. 248–259. (Citado na página 11.)
- SANTOS, C. E. dos et al. *Anuário brasileiro da pecuária 2018*. [S.l.]: Editora Gazeta Santa Cruz, 2018. (Citado 2 vezes nas páginas 4 and 5.)
- TEIXEIRA, J. C.; HESPANHOL, A. N. A trajetória da pecuária bovina brasileira. *Caderno Prudentino de Geografia*, v. 2, n. 36, p. 26–38, 2014. (Citado na página 4.)

WEINSTEIN, R. Rfid: a technical overview and its application to the enterprise. *IT professional*, IEEE, v. 7, n. 3, p. 27–33, 2005. (Citado na página 6.)

WISMANS, W. Identification and registration of animals in the european union. *Computers and electronics in agriculture*, Elsevier, v. 24, n. 1-2, p. 99–108, 1999. (Citado na página 1.)