



**UNIVERSIDADE POLITÉCNICA A POLITÉCNICA**

**Instituto Superior de Gestão, Ciências e Tecnologias Licenciatura em  
Engenharia Informática e de Telecomunicações**

**Proposta De Implementação De Um Sistema De Controle de Gado Bovino Baseado Em  
Tecnologia RFID: Caso de Estudo Posto Administrativo de Corrane**

**Dércio Stélio Sacur Cuacheque**

**Maputo, Julho de 2024**



# **UNIVERSIDADE POLITÉCNICA A POLITÉCNICA**

## **Instituto Superior de Gestão, Ciências e Tecnologias Licenciatura em Engenharia Informática e de Telecomunicações**

### **Proposta De Implementação De Um Sistema De Controle de Gado Bovino Baseado Em Tecnologia RFID: Caso de Estudo Posto Administrativo de Corrane**

**Décio Stélio Sacur Cuacheque**

Estudante N.º **447356**

**SUPERVISOR: Eng. José Bento Machiana**

Monografia apresentada a Escola Superior de Gestão, Ciências e Tecnologias da Universidade Politécnica, como parte dos requisitos para a obtenção do Grau de Licenciatura em Engenharia Informática e de Telecomunicações.

**Maputo, Julho de 2024**

## **PARECER DO SUPERVISOR**

Proposta do Trabalho de fim de curso apresentado à Universidade Politécnica – A Politécnica como parte dos requisitos de graduação e obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia Informática e de Telecomunicações.

O candidato Dércio Stélio Sacur Cuacheque, discente do curso de Licenciatura em Engenharia Informática e de Telecomunicações, nesta prestigiada Universidade, realizou seu trabalho final na área de tecnologia de informação com o tema **Proposta De Implementação De Um Sistema De Controle De Gado Bovino Baseado Em Tecnologia RFID, Caso de Estudo: Posto Administrativo de Corrane**, tendo aplicado os conhecimentos adquiridos ao longo da sua formação.

O trabalho desenvolvido cumpre com as normas de escrita e apresentação de trabalhos de fim de curso desta prestigiada Universidade, bem como com o grau pelo qual se candidata, pelo que eu, José Bento Machiana, Supervisor, recomendo a submissão do trabalho para a defesa pública conforme as normas da Universidade Politécnica – A Politécnica. Abaixo subscrevo.

Maputo, Julho de 2024

---

Supervisor: Lic. José Bento Machiana

## **DECLARAÇÃO DE HONRA**

Eu, Dércio Stélio Sacur Cuacheque, nascido a 21 de Julho de 1994, filho de Artur Cipriano Cuacheque e Maria de Lurdes Ernesto Jorge Sacur Cuacheque, discente da Universidade Politécnica – A Politécnica, do curso de Engenharia Informática e de Telecomunicações, declaro por minha honra que este trabalho é exclusivamente de minha autoria, resultado de pesquisas pessoais e das orientações do meu Supervisor, elaborado seguindo os critérios estabelecidos e em vigor na Universidade Politécnica. O conteúdo não constitui nenhuma cópia de outros trabalhos já realizados e todas as fontes usadas para a realização do mesmo, encontram-se devidamente citadas no texto e indicadas na bibliografia.

---

(Dércio Cuacheque)

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar, agradeço àquele que é o criador, Deus Todo-Poderoso pelo dom da vida e pelas infinitas bênçãos derramadas sobre mim.

Agradeço a minha família, que desde o primeiro momento me apoiou nesta caminhada, dando-me sempre forças e conselhos que serviram de guia durante todos os momentos da minha vida. Aos meus pais Artur Cuacheque e Maria de Lurdes Cuacheque, que sempre foram o meu pilar nesta vida e são espelho da pessoa que sou e tenho me tornando e por me terem direccionado sempre na minha carreira estudantil. Aos meus irmãos Lúcia, Sheila e Bruno pelo apoio moral que me têm dado durante toda a vida.

A minha esposa e companheira Ilka Divage pela força, apoio moral e emocional, por estar sempre ao meu lado, acreditar no meu potencial e fazer com que sempre dê o meu melhor.

Ao meu Supervisor, José Bento Machiana pela sua atenciosa colaboração, orientação e paciência durante a elaboração deste trabalho. Os meus sinceros agradecimentos ainda a todos os Docentes do Curso de Engenharia Informática e de Telecomunicações da prestigiada Universidade Politécnica pela dedicação, disponibilidade e competência que demonstraram ao longo do curso, acompanhando-nos nos anos de formação e disseminando conhecimento/ensinamentos.

A todos meus amigos e colegas, em especial Júlio Gune por dividir comigo conhecimento nessa jornada. Por fim, não menos importante a todos que directa ou indirectamente contribuíram na minha formação e fizeram com que este momento se tornasse possível.

## **RESUMO**

A presente pesquisa, surge no âmbito do trabalho de final do curso de Engenharia Informática e de Telecomunicações, objectivando propor a implementação de um sistema de controle de gado bovino baseado em tecnologia RFID no posto administrativo de Corrane. Partindo do pressuposto que com a implementação deste sistema, é possível automatizar a gestão do gado, na tentativa de responder aos constrangimentos enfrentados pelos pecuaristas, no que concerne as dificuldades em controle, localização e controle de informação do gado. Sendo assim, o estudo foi realizado sob o ponto de vista de uma pesquisa aplicada, adoptando ainda a técnica de pesquisa descritiva tendo utilizando a análise qualitativa para a análise e processamento dos dados. Entretanto, concluiu-se que a implementação deste sistema é caro, no entanto pode trazer benefícios em termos de eficiência na gestão do rebanho, controle e tomada de decisões baseadas em dados longo prazo.

**Palavras chaves:** Sistema, RFID, controle, gado

## **ABSTRACT**

This research arises as part of the final work of the Computer Science and Telecommunications Engineering course, aiming to propose the implementation of a cattle control system based on RFID technology in the administrative post of Corrane. Assuming that with the implementation of this system, it is possible to automate livestock management, in an attempt to respond to the constraints faced by livestock farmers, regarding difficulties in controlling, locating and controlling livestock information. Therefore, the study was carried out from the point of view of applied research, also adopting the descriptive research technique and using qualitative analysis for data analysis and processing. However, it was concluded that implementing this system is expensive, however it can bring benefits in terms of efficiency in herd management, control and decision-making based on long-term data.

**Keywords:** System, RFID, control, cattle

## **Lista de siglas e abreviaturas**

**BD:** Base de dados

**CAT6:** Categoria 6

**EUA:** Estados Unidos da América

**GB:** Gigabytes

**GHz:** Gigahertz

**GPS:** Global Positioning System

**HF:** High Frequency

**ID:** Identification

**iOS:** Iphone Operating System

**ISO:** International Organization for Standardization

**ISM:** Industrial Scientific Medical

**ITC'S:** Information Technology and Communication

**kHz:** Kilohertz

**LF:** Low Frequency

**MHz:** Megahertz

**RFID:** Radio Frequency Identification

**SSD:** Solid State Drive

**SIM:** Subscriber Identity/Identification Module

**TIC'S:** Tecnologias de Informação e Comunicação

**UHF:** Ultra High Frequency

**UTP:** Unshielded Twisted Pair

## Índice

<b>PARECER DO SUPERVISOR</b> .....	i
<b>DECLARAÇÃO DE HONRA</b> .....	ii
<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	iii
<b>RESUMO</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>Lista de siglas e abreviaturas</b> .....	vi
<b>Índice</b> .....	vii
<b>Índice de figuras</b> .....	ix
<b>Índice de tabelas</b> .....	x
<b>CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>1.1 - O PROBLEMA A SER INVESTIGADO</b> .....	1
<b>1.1.1 Formulação do problema a ser investigado</b> .....	1
<b>1.2. PERGUNTA A INVESTIGAR E HIPÓTESES</b> .....	2
<b>1.2.1 Pergunta a Investigar</b> .....	2
<b>1.2.2. Hipóteses</b> .....	2
<b>1.2.2.1 Principais</b> .....	2
<b>1.3 OBJECTIVOS DA INVESTIGAÇÃO</b> .....	2
<b>1.3.1 Os objectivos gerais</b> .....	2
<b>1.3.2 Os objectivos específicos</b> .....	3
<b>1.4. Estrutura do Trabalho</b> .....	3
<b>Capítulo II - REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	5
<b>2.1 Pecuária</b> .....	5
<b>2.2 Gado</b> .....	5
<b>2.2.1 Tipos de gado</b> .....	5
<b>2.3 RFID</b> .....	6
<b>2.3.2 Etiquetas ou Tags RFID</b> .....	8
<b>2.4 Sistema</b> .....	11
<b>2.4.1 Classificação dos Sistemas</b> .....	12
<b>2.5 Sistema de Gestão</b> .....	12
<b>2.6 Métodos de controle de gado</b> .....	12
<b>2.7. Sistemas de Controle de Gado</b> .....	13
<b>Capítulo III - Metodologia de Resolução dos Problemas</b> .....	17

3.1.1 Classificação da Investigação.....	17
3.1.3. Quanto à Abordagem de Investigação .....	18
3.2. Desenho da Investigação.....	19
<b>Capítulo IV – Fase Conceptual da Investigação .....</b>	<b>21</b>
4.1. Localização e Caracterização do distrito de Corrane.....	21
4.1.2 Economia e Serviços.....	21
4.2 Descrição do Processo Actual de Controle de Gado Bovino.....	21
4.3 Constrangimentos no Processo Actual de Controle de Gado.....	22
<b>Capítulo V - Apresentação, Análise e Discussão dos Resultados.....</b>	<b>23</b>
5.1. Cenário do modelo proposto.....	23
5.1.2 Solução Proposta para Resolução do Problema.....	23
5.2 Arquitectura do Sistema.....	24
5.2.1 Visão Geral da Arquitectura .....	24
5.2.2 Modo de Funcionamento do Sistema Proposto .....	24
5.2.3 Equipamentos Necessários para a Implantação do Sistema.....	29
5.3. Avaliação dos Custos de Implementação dos Diferentes Métodos de Controle Gado.....	33
6.1. Conclusões.....	36
6.2. Recomendações.....	36
6.3. Limitações no trabalho.....	37
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>38</b>
<b>Apêndice I - GUIÃO DA ENTREVISTA AOS PECUARISTAS DO POSTO ADMINISTRATIVO DE CORRANE.....</b>	<b>40</b>

## Índice de figuras

Figura 2.1 - Gado bovino.....	6
Figura 2.2 - Tag RFID para gado.....	9
Figura 2.3 - Marcação a fogo em bovino contido no tronco (A) e deitado (B).....	13
Figura 2.4 – Sistema de rastreamento por GPS para gado bovino.....	15
Figura 2.5 – Sensor de saúde e bem-estar para gado monitoramento de gado bovino.....	16
Figura 4.1 - Localização geográfica do posto Administrativo de Corrane .....	21
Figura 5.1 - Arquitectura do Sistema.....	22
Figura 5.2 - Sistema RFID.....	23
Figura 5.3 - Leitor RFID.....	26
Figura 5.4 - Tag RFID.....	27
Figura 5.5 - Leitor RFID SYRD245.....	28
Figura 5.6 - Dell OptiPlex 5070 desktop.....	28
Figura 5.7 - Monitor Dell E1916 HV.....	29
Figura 5.8 - Cabo de rede UTP CAT6.....	29
Figura 5.9 - Tela de início da aplicação JetBov.....	30
Figura 5.10 - Router TP-Link TL-MR6400.....	30

## **Índice de tabelas**

<b>Tabela 2.1</b> - Relação das frequências utilizadas em RFID.....	10
<b>Tabela 2.2</b> - Relação Frequência x Distância.....	10
<b>Tabela 5.1</b> - Estimativa de custos de equipamentos para o método de identificação visual.....	33
<b>Tabela 5.2</b> - Estimativa de custos de equipamento.....	34
<b>Tabela 5.3</b> - Estimativa de custos técnicos.....	35

## **CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO**

Desde os tempos primórdios a pecuária tem sido uma actividade económica do sector primário da economia de um país.

Em Moçambique muitas famílias dedicam-se a prática desta para conseguirem o seu auto-sustento.

Todos os dias o pastor deve levar o gado ao pasto. No final do dia deve se assegurar que a manada esteja segura e completa. A contagem desta e o controle são feitas manualmente.

Actualmente o controle é feito de uma maneira precária e com o aumento do gado, esse método acaba se tornando ineficiente. Muitas vezes os pecuaristas perdem o controle do gado e facilmente podem sofrer roubos ou mesmo a perda do gado pela dificuldade em localizá-lo.

A presente proposta surge como resposta às dificuldades enfrentadas por pecuaristas naquela localidade no que concerne ao controle e gestão do seu gado bovino.

A implementação de um sistema de gestão de controle de gado baseado em RFID vai permitir que o pecuarista ou o pastor tenham informações como a localização do gado em tempo real, sem ser necessário que estejam presentes ou próximos ao gado a qualquer momento e em qualquer lugar onde se encontrarem a partir do telemóvel ou um outro dispositivo conectado a internet.

O tema apresentado representará um grande avanço no sector da pecuária em Moçambique, pois permitirá que as pecuaristas possuam melhor controle do seu gado a partir de um processo cómodo e inovador, beneficiando-se assim das TICS emergentes.

### **1.1 - O PROBLEMA A SER INVESTIGADO**

#### **1.1.1 Formulação do problema a ser investigado**

Todos os dias o pastor deve levar o gado ao pasto. No final do dia deve se assegurar que a manada esteja completa e segura. A contagem dos bois é feita manualmente.

Com o crescimento do gado em número, surge a necessidade de contratar mais mão-de-obra para ajudar no controle da manada. Muitas vezes as pecuaristas perdem o controle do gado e facilmente podem sofrer roubos. Por vezes também o gado pode fazer o pasto numa área diferente, distanciando-se assim do pastor sem ele notar, o que pode resultar na perda do gado ou longo tempo de procura do mesmo o que para o pastor torna-se muito cansativo, uma vez que ele depende do mugido do animal para localizá-lo.

Este processo todo é inflexível, pois:

- Perde-se muito tempo na tentativa de localização do gado;
- Quanto mais animais tiverem, facilmente perde-se o controle;
- Com o crescimento de gado em número, surge a necessidade da contratação de mais mão-de-obra para ajudar no controle.

A implementação desse sistema surge como uma solução que permite:

- Redução da mão-de-obra;
- Redução de tempo de localização do gado;
- Melhor gestão e controle do gado.

## **1.2. PERGUNTA A INVESTIGAR E HIPÓTESES**

### **1.2.1 Pergunta a Investigar**

Até que ponto a implementação de um sistema baseado em RFID ajudará na gestão e controle do gado bovino em Corrane?

### **1.2.2. Hipóteses**

As hipóteses são afirmações que possuem como finalidade responder ao problema de pesquisa. Estas devem ser construídas no início ou no decorrer do processo investigativo, havendo em alguns casos a necessidade de subdivisão em principais (directamente ligadas ao problema de pesquisa e apresentação da solução) e secundárias (onde são apresentados alguns aspectos que podem comprometer a aplicação/implementação da solução). De acordo com o problema de pesquisa, consideram-se as seguintes hipóteses do trabalho:

#### **1.2.2.1 Principais**

H (0): Com a implementação de um sistema para controle de gado baseado em tecnologia RFID, não será possível automatizar o controle do gado.

H (1): Com a implementação de um sistema para controle de gado baseado em tecnologia RFID, será possível automatizar o controle do gado bovino.

## **1.3 OBJECTIVOS DA INVESTIGAÇÃO**

### **1.3.1 Os objectivos gerais**

Propor a implementação de um sistema automatizado de forma a melhorar o control do gado bovino no Posto Administrativo de Corrane na província de Nampula.

### **1.3.2 Os objectivos específicos**

1. Identificar os métodos de controle de gado utilizados no mundo;
2. Verificar as condições actuais de controle dos corrais em Corrane;
3. Avaliar o custo de implementação do sistema a ser implementado em Corrane.

### **1.4. Estrutura do Trabalho**

#### **▪ Capítulo I - Introdução**

Este Capítulo envolve o problema a ser analisado e tem como objectivo introduzir o trabalho que compreende os seguintes elementos do projecto de investigação: a problemática e o problema, apresentam a fundamentação do problema; as questões de investigação – QI / hipóteses; o objecto da pesquisa; os objectivos da pesquisa, apresentando o objectivo geral e os objectivos específicos; as perguntas de investigação; a importância do estudo e a estrutura do trabalho.

#### **▪ Capítulo II - Revisão de Literatura**

Neste Capítulo, é apresentado a investigação realizada tendo como base o objecto de estudo, bem como os principais conceitos e fundamentos teóricos que sustentam o trabalho.

#### **▪ Capítulo III – Metodologia de Resolução dos Problemas**

Neste Capítulo, é apresentado a descrição do cenário de investigação, a caracterização do distrito de Corrane, formas de gestão e controle de gado adoptadas actualmente, as limitações verificadas relativamente ao actual processo e os benefícios da implementação de um sistema de gestão baseado em RFID.

#### **▪ Capítulo IV - Fase Conceptual da Investigação**

Neste Capítulo, apresenta-se a metodologia de investigação usada para a resolução do problema, tais como: o género da pesquisa, os métodos de investigação, os instrumentos e procedimentos para a recolha, tratamento e análise dos dados, as variáveis de investigação.

#### **▪ Capítulo V - Apresentação, Análise e Discussão dos Resultados**

Neste Capítulo, têm-se as limitações do cenário actual, a descrição da solução proposta, arquitectura do sistema proposto, o modo de funcionamento da solução, expectativas do sistema proposto, possíveis vantagens do sistema, bem como o custo para a implantação do projecto.

## ▪ **Capítulo VI - Conclusões e Recomendações**

Neste Capítulo, apresenta-se o balanço final da investigação, bem como as recomendações, limitações da pesquisa e sugestões para futuros trabalhos

## **Capítulo II - REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 Pecuária**

Segundo Cordeiro (2011), a pecuária pode ser definida como uma actividade económica que envolve a criação de animais para obter, basicamente, alimento e outros recursos como roupas. Estes animais são conhecidos como gado e a pessoa que os compra para tal actividade, os fazendeiros ou pecuaristas.

A pecuária significou o desenvolvimento económico e o estabelecimento de comunidades nómades, criando a conformação de sociedades que domesticavam os animais para se alimentar, vestir e transportar. Foi um grande avanço para a humanidade que ainda hoje desfrutamos através de múltiplos benefícios.

Em princípio, se criavam grandes animais que também ajudavam na lavoura da terra. Hoje a pecuária ampliou o espectro, pouco a pouco, com o passar do tempo a criação, o tratamento e a reprodução de outros animais como aves, abelhas e coelhos foi realizada.

No entanto, são consideradas a maior pecuária bovina, suínos e ovinos. Cada um deles é coberto por esta colecção, que se destina a servir de cartilha para seus estudos sobre o assunto.

Nesta vertente que o trabalho aborda este termo pecuária como sendo a criação de gado para a produção de alimentos ou matéria-prima para o consumo humano.

A crescente demanda por alimentos e os recursos limitados do planeta tornam a pecuária uma actividade indispensável que pode levar a uma solução viável desta problemática

### **2.2 Gado**

Em concordância com Cordeiro (2011), entende-se gado como conjunto de animais domésticos criados em ambiente agrícola para produção de produtos como carne, ovos, pele e lã.

#### **2.2.1 Tipos de gado**

Existem vários tipos de gado dentre os quais são:

- Gado asinino: asnos, também denominados jumentos, jegues ou burros;
- Gado bovino ou vacum: bovinos e algumas espécies de búfalo;
- Gado caprino: cabras;
- Gado cavalari ou equino: cavalos;
- Gado rangífero: renas

- Gado de bico: aves domésticas;
- Gado suíno: porcos domésticos;
- Gado ovino ou arietino: ovelhas.

Este trabalho tem como foco o gado bovino que é uma das espécies mais predominantes da pecuária em Moçambique.

A figura 2.1 ilustra um dos tipos de gado, concretamente, o gado bovino.



**Figura 2.1** - Gado bovino – fonte: o autor

### **2.3 RFID**

Ahson (2008), abreviatura RFID significa Identificação por Radiofrequência, ou seja, informações transportadas por onda de rádio. Os sistemas RFID estão relacionados aos cartões inteligentes, que é um sistema electrónico de armazenamento de dados, possivelmente com capacidade computacional adicional (cartão microprocessador), que é incorporado a um cartão plástico do tamanho de um cartão de crédito. A troca de dados entre o dispositivo de transporte de dados e o leitor é feita através do campo magnético ou electromagnético criado quando os dispositivos se aproximam um do outro (exemplo: o cartão do leitor NFC). As

técnicas de acoplamento de campo próximo são geralmente aplicadas a sistemas RFID operando nas bandas LF e HF com distâncias de leitura relativamente curtas, enquanto o acoplamento de campo distante é aplicável a sistemas UHF de longo alcance e RFID de microondas.

Ainda para Ahson (2008), Um sistema de RFID é composto, basicamente, de uma antena, um transceptor, que faz a leitura do sinal e transfere a informação para um dispositivo leitor, e também um transponder ou etiqueta de RF (rádio frequência), que deverá conter o circuito e a informação a ser transmitida. Estas etiquetas podem estar presentes em pessoas, animais, produtos, embalagens, enfim, em equipamentos diversos.

Assim, a antena transmite a informação, emitindo o sinal do circuito integrado para transmitir suas informações para o leitor, que por sua vez converte as ondas de rádio do RFID para informações digitais. Depois de convertidas, elas poderão ser lidas e compreendidas por um computador para então ter seus dados analisados.

Nessa abordagem, para o autor, RFID que significa identificação por rádio frequência, tem como finalidade e objectivo realizar a identificação de objectos e animais, por meio de ondas electromagnéticas produzidas e enviadas por equipamentos electrónicos, agilizando assim processos de produção, transporte, rastreio, entre outros.

Seu funcionamento baseia-se na identificação e marcação de produtos ou animais com tags eletrônicas, que são pequenos identificadores responsáveis por armazenar a informação referente ao objecto marcado. A leitura destas tags é feita por um rádio que possui uma antena que capta o sinal transmitido pelas etiquetas e por sua vez, este envia a informação captada para um middleware que é uma aplicação intermediária que tem como objectivo analisar o sinal da tag e enviar para aplicação de controle.

Tendo em conta que o rastreio do gado é feito a distância, então a solução escolhida para a resolução do problema de investigação é o uso de sistemas Microondas de longo alcance.

### 2.3.1 Aplicações da tecnologia RFID

Segundo Ahson (2008), O sistema de identificação por rádio frequência pode actuar em diversas frentes, que podem ir desde aplicações médicas e veterinárias até uso para pagamento e substituição de códigos de barras.

- **Pagamento via celular** - com a identificação por rádio frequência é possível realizar pagamentos via telefone celular. Através da identificação dos sinais, o banco receberá os dados da compra, descontando na conta bancária ou informando o valor na próxima factura.
- **Rastreamento de animais** - Com a crescente ameaça de extinção que sofrem diversas espécies de animais em todo o mundo, o sistema RFID é bastante útil para este tipo de controle, pois etiquetas inseridas em animais criados em cativeiros e soltos na floresta podem dar sua exacta posição. Isso facilita em muito o trabalho de biólogos na hora de verificar como foi a adaptação do animal em seu “novo” habitat. Além disso, chips inseridos em animais domésticos (como cães e gatos) podem acabar com o grande número de animais abandonados nas grandes cidades, afinal, desta forma se tem um controle sobre quem é o dono, facilitando a aplicação de medidas legais para coibir este tipo de actos.

### 2.3.2 Etiquetas ou Tags RFID

As etiquetas RFID para animais são projectadas para permitir que as pecuaristas identifiquem e rastreiem seus rebanhos. Estes dispositivos são altamente flexíveis, o que permite serem utilizados em bovinos, animais de estimação, peixes e qualquer outro animal que se pretende rastrear. (BHATT e GLOVER 2006)

Podem ser codificados com informações como o nome do rancho, um identificador de ID exclusivo e idade.



**Figura 2.2** - Tag RFID para gado

**Fonte:** [www.asiarfid.com/pt/rfid-animal-tracking-and-identification.html](http://www.asiarfid.com/pt/rfid-animal-tracking-and-identification.html)

A tag é composta por duas partes básicas: O chip, ou circuito integrado, e a antena. O chip é um pequeno computador que armazena a identificação da tag e que contém toda a lógica a ser feita no momento em que o leitor solicitar a sua identificação. A antena é responsável pela alimentação do chip e pelo envio das informações enviadas por ele, realizando assim a troca de informações entre o leitor e a tag.

### **2.3.2.1 Tipos de Tags**

BHATT e GLOVER (2006) Diversas são as formas de interação entre as tags e os leitores, de acordo com essa diversidade, foi criada uma classificação que visa diferenciar os vários tipos de tags existentes.

Essa divisão além de se basear na forma de comunicação da tag com o leitor, ela também pode ser vista como uma separação de tecnologias e de preço, pois, os componentes internos utilizados variam de acordo com o propósito da tag aumentando ou diminuindo o custo da fabricação. Actualmente as tags são divididas em:

- **Tags Passivas** - São tags que como forma de transmissão da informação utilizam as próprias ondas electromagnéticas enviadas pelo leitor como fonte de energia.
- **Tags Semi-Passivas** - estas possuem uma bateria interna como forma de armazenamento de informações, processamento e qualquer tipo de actividade que necessite de uma fonte energética, porém como forma de transmissão da informação continua a utilizar as ondas electromagnéticas vindas do leitor como fonte de energia.

- **Tags Activas** - possuem uma fonte de energia interna (bateria), porém a mesma utiliza-se de sua alimentação interna para o envio da informação na forma de onda electromagnética.

### 2.3.3. Frequências operacionais

Segundo GLOVER e BHATT (2006), as frequências operacionais são as frequências utilizadas para o envio do sinal electromagnético que a tag e o leitor utilizam para realizar a comunicação entre si.

De acordo com a tabela 2.1, temos a divisão das frequências utilizadas:

**Tabela 2.1** - Relação das frequências utilizadas em RFID

Nome	Frequência	Frequência ISM
LF	30.330 kHz	< 135 kHz
HF	330 MHz	6,78 MHz; 13,56 MHz; 27,125 MHz; 40,680 MHz
UHF	300 MHz – 3GHz	433,920 MHz; 869 MHz; 915 MHz
Microwave	> 3 GHz	2,45 GHz; 5,8 GHz; 24,125 GHz

Fonte: (BHATT, H; GLOVER, 2006).

De acordo com as faixas de divisão das frequências utilizadas pela tecnologia RFID, é possível realizar a relação entre a frequência do sinal com a distância do raio de acção tanto do leitor quanto da tag. A seguir, na tabela 2.2, tem-se a relação frequência por distância:

**Tabela 2.2** - Relação Frequência x Distância

Nome	Alcance máximo para leitura de tags passivas
LF	50 centímetros
HF	3 metros
UHF	9 metros
Microwave	> 100 metros

Fonte: (BHATT, H; GLOVER, 2006)

A partir da análise dos dados dos quadros, podemos relacionar o tipo de aplicação ou sistema desejado com a frequência correcta para a sua utilização:

- **LF (Low Frequency) ou baixa frequência:** Devido ao fato da baixa potência, ela pode ser utilizada para identificação de animais e para leituras próximas.
- **HF (High Frequency), ou alta frequência:** Com um raio de ação médio, pode ser utilizado para aplicações semelhantes a controle de acesso predial.
- **UHF (Ultra High Frequency) ou frequência ultra alta:** Possui um raio de ação médio, porém possibilita um alcance maior sobre as leituras. Pode ser usado em aplicações de controle de estoque.
- **Microwave ou microondas:** Com um grande raio da ação, pode monitorar grandes áreas. Podendo ser utilizada em aplicação de monitoramento.

#### 2.3.4 Funcionamento

Segundo Ahson (2008), o leitor é um rádio que possui como finalidade enviar e receber ondas electromagnéticas contendo os dados encontrados no chip da tag.

Como forma de envio e recepção das ondas electromagnéticas, o leitor conta com o auxílio da antena. Componente de vital importância, a antena é uma das maiores responsáveis por decidir o alcance do sinal do leitor. Além da potência do sinal enviado à antena, o alcance é obtido também através do Ganho da Antena, dado pelo seu Diagrama de Irradiação.

Através do ar a onda electromagnética se propaga até o limite de potência fornecido pela antena. E dentro deste raio de sinal, são feitas as identificações das tags.

#### 2.4 Sistema

Um sistema é um conjunto de pelo menos dois elementos que estão de alguma forma relacionados entre si, de forma que não existem elementos independentes. Em outras palavras, um sistema pode ser decomposto em componentes ou subsistemas que podem, por sua vez, ser sistemas que podem ser decompostos, tal como referido por Wangler e Backlunds (2005).

Neste contexto o autor aborda o sistema como sendo um conjunto de elementos inter-relacionados e interdependentes que trabalham juntos para alcançar um objectivo.

Pode-se fazer referência a componentes físicos ou lógicos, como uma máquina, uma organização, uma comunidade ou um software.

### **2.4.1 Classificação dos Sistemas**

Um sistema pode classificar-se como físico (como um computador) ou também como abstracto (como um software de computador).

### **2.5 Sistema de Gestão**

Um sistema de gestão é a maneira pela qual uma organização gerencia as partes inter-relacionadas de seus negócios para atingir seus objectivos. Esses objectivos podem estar relacionados a vários aspectos das operações da organização, incluindo qualidade do produto ou serviço, eficiência operacional, saúde e segurança no local de trabalho (ISO s.d.)

Nessa vertente, o trabalho aborda o conceito de sistema de gestão como sendo um programa que ajuda a cuidar das actividades de uma empresa e que tem como objectivo facilitar as actividades do dia a dia, automatizando o máximo de processo possíveis.

### **2.6 Métodos de controle de gado**

Segundo De Souza (2020), o controle de gado é uma prática essencial para a gestão eficiente de rebanhos e pode envolver uma variedade de métodos para monitorar, identificar, rastrear e gerenciar o gado. Alguns dos métodos comuns usados para o controle de gado são:

**2.6.1. Identificação visual** - Atribuir cores ou padrões diferentes de marcações visuais (por exemplo, marcas de tinta, corte de pelos, brincos coloridos) para identificar e distinguir os animais individualmente e marcação a ferro em brasa.

**2.6.2. Brincos ou tags electrónicas** - Usar brincos ou tags electrónicas (RFID) que contêm informações específicas sobre o animal, como número de identificação, histórico médico, data de nascimento, entre outras. Esses dispositivos são úteis para o rastreamento automatizado e a gestão de dados do gado.



**Figura 2.3** - Marcação a fogo em bovino contido no tronco (A) e deitado (B) Fonte: terratock.com.br

**2.6.3. Registros e documentação** - Manter registros detalhados sobre cada animal, incluindo informações de saúde, histórico reprodutivo e informações de identificação.

De acordo com o Boletim da República (2022), capítulo II, Artigo nº 6, em Moçambique, o método adoptado para o controle de gado é a identificação visual. A maioria dos pecuaristas marcam o gado utilizando um ferro em brasa.

## **2.7. Sistemas de Controle de Gado**

Para Paulino (2018), os sistemas de controle de gado são ferramentas tecnológicas desenvolvidas para auxiliar na gestão e monitoramento eficiente de rebanhos. Esses sistemas utilizam diferentes tecnologias, como RFID, GPS, sensores e softwares especializados para colectar, processar e analisar dados sobre os animais, permitindo aos agricultores e pecuaristas tomar decisões informadas. Como exemplo, tem-se:

**2.7.1. Sistemas de Identificação por Radiofrequência (RFID)** - Esses sistemas utilizam tags electrónicas colocadas em brincos, colares ou implantadas sob a pele dos animais. Os tags contêm informações individuais e exclusivas sobre cada animal, permitindo que sejam rastreados automaticamente por leitores de RFID.

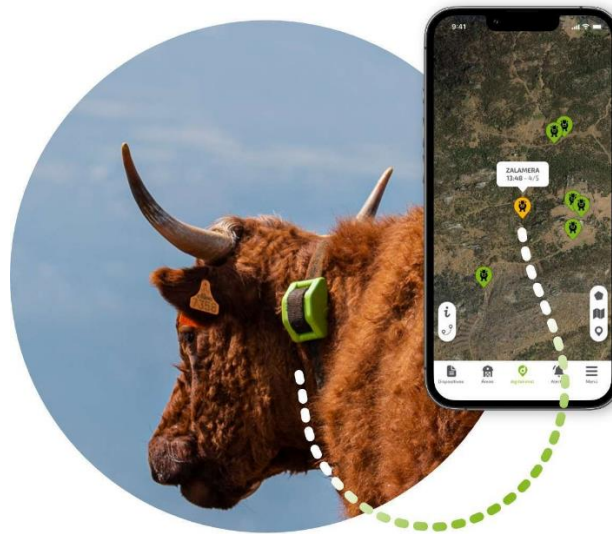
**2.7.2. Sistemas de Gestão de Dados** - Plataformas de software são projectadas para colectar e armazenar informações sobre cada animal no rebanho, incluindo dados de identificação, histórico médico, dados reprodutivos e outras informações relevantes. Esses sistemas facilitam o acesso rápido a informações cruciais sobre o gado.

**2.7.3. Sistemas de Rastreamento por GPS** - Alguns sistemas utilizam tecnologia GPS para monitorar a localização do gado em tempo real. Isso é especialmente útil em grandes pastagens extensas ou em situações em que o gado pode se espalhar por áreas amplas.

O uso de GPS para controle de gado é uma tecnologia cada vez mais comum em operações pecuárias modernas. Esta tecnologia permite:

- **Monitoramento de Localização** - O GPS permite rastrear a localização exacta dos animais em tempo real. Isso é especialmente útil em grandes pastagens, onde pode ser difícil encontrar e monitorar o gado manualmente. Com o GPS, os pecuaristas podem identificar onde cada animal está e verificar se estão dentro de áreas designadas ou se estão se desviando para áreas restritas, como zonas de protecção ambiental.
- **Gestão de Pastagens** - Com dados de GPS, os fazendeiros podem mapear o uso da pastagem pelos animais ao longo do tempo. Isso pode ajudar na gestão eficiente das pastagens, permitindo a rotação adequada do pastoreio para evitar a sobre pastagem e promover a regeneração da vegetação.
- **Segurança e Recuperação de Gado** - Em áreas onde a predação por animais selvagens é uma preocupação, o GPS pode ser usado para monitorar os padrões de movimento do gado e alertar os fazendeiros se os animais se desviarem para áreas de risco. Além disso, em caso de roubo de gado, o GPS pode ajudar na localização e recuperação dos animais.
- **Gestão de Saúde e Comportamento** - O monitoramento do movimento dos animais por GPS pode fornecer uma melhor compreensão sobre seu comportamento e saúde. Mudanças nos padrões de movimento podem indicar problemas de saúde ou estresse, permitindo intervenções precoces por parte dos pecuaristas.
- **Integração com Outras Tecnologias** - O GPS pode ser integrado com outras tecnologias, como sistemas de identificação por radiofrequência (RFID) e sensores de saúde, para fornecer uma visão abrangente do rebanho. Isso permite aos fazendeiros obterem uma compreensão mais completa do desempenho e bem-estar dos animais.
- **Planeamento e Manejo** - Os dados de GPS podem ser usados para planejar e otimizar o manejo do rebanho, incluindo a distribuição de água e suplementação, a localização de áreas de sombra e abrigo, e a implementação de estratégias de pastoreio rotativo.

Países como EUA, Canadá, Brasil, Argentina e Austrália que possuem uma indústria pecuária significativa, tem adoptado esta prática.



**Figura 2.4** – Sistema de rastreamento por GPS para gado bovino - **Fonte:** <https://digitanimal.pt/producto/localizador-gps-para-vacas/>

**2.7.4. Sensores de saúde e bem-estar** - Sensores podem ser usados para monitorar a saúde e o comportamento dos animais. Isso pode incluir sensores de temperatura corporal, actividade física, ruminação e até mesmo detecção de padrões de movimento que possam indicar problemas de saúde ou comportamentais. Estes desempenham um papel crucial no controle de gado, permitindo aos pecuaristas monitorar o bem-estar individual e colectivo dos animais de forma mais precisa e eficiente. Eis algumas maneiras pelas quais os sensores de saúde são utilizados nesse contexto:

- **Monitoramento de Actividade** - Sensores de actividade são usados para monitorar os padrões de movimento dos animais. Mudanças nos níveis de actividade podem indicar problemas de saúde, como doenças, lesões ou estresse. Além disso, o monitoramento da actividade pode ajudar a identificar animais em cio, facilitando a detecção de oportunidades de reprodução.
- **Medição de Temperatura Corporal** - Sensores de temperatura corporal são usados para monitorar a temperatura dos animais continuamente. A febre é um sintoma comum de várias doenças em animais, e a detecção precoce de febre pode permitir intervenções médicas precoces para prevenir complicações.

- **Monitoramento de Ruminação** - Sensores de ruminação são usados para monitorar os padrões de ruminação dos animais. A redução na ruminação pode ser um sinal de problemas de saúde, como distúrbios digestivos ou estresse. O monitoramento da ruminação também pode fornecer um esclarecimento sobre a qualidade da dieta dos animais.
- **Identificação de Cio** - Sensores de cio são usados para detectar mudanças no comportamento associadas ao ciclo reprodutivo das fêmeas. A detecção precoce do cio pode ajudar aos pecuaristas a otimizar o momento da inseminação artificial ou da monta natural.
- **Monitoramento de Peso e Condição Corporal** - Sensores de peso e sensores de condição corporal são usados para monitorar o peso e a condição corporal dos animais ao longo do tempo. Isso pode ajudar os fazendeiros a detectar alterações na saúde ou nutrição dos animais e ajustar as práticas de manejo, alimentação e suplementação conforme necessário.
- **Integração com Sistemas de Gestão de Dados** - Os dados colectados pelos sensores de saúde podem ser integrados com sistemas de gestão de dados para fornecer aos fazendeiros uma visão abrangente do estado de saúde e desempenho de seus rebanhos. Isso permite a análise de tendências ao longo do tempo e a tomada de decisões informadas para melhorar o manejo do gado.



**Figura 2.5** – Sensor de saúde e bem-estar para gado monitoramento de gado bovino - Fonte: <https://opresenterural.com.br>

### **Capítulo III - Metodologia de Resolução dos Problemas**

A Metodologia da Investigação Científica é aquela ciência que fornece ao investigador um conjunto de conceitos, princípios, métodos e leis que lhe permitem canalizar o estudo verdadeiramente científico do objecto da ciência de forma eficaz e orientada para a excelência, (Naranjo 2014).

#### **3.1.1 Classificação da Investigação**

O género de pesquisa seleccionado para a elaboração dessa pesquisa foi a investigação Científica. Para Naranjo (2014), a pesquisa científica surge diante da necessidade que o Homem tem de dar solução aos problemas que se manifestam em seu cotidiano; conhecer a natureza que o cerca para transformá-la e fazê-la funcionar para satisfazer suas necessidades e interesses.

Sob o ponto de vista de Prodanov e Freitas (2013), “o conhecimento científico difere dos outros tipos de conhecimento por ter toda uma fundamentação e metodologias a serem seguidas, além de se basear em informações classificadas, submetidas à verificação, que oferecem explicações plausíveis a respeito do objecto ou evento em questão”.

Para Gil (2002), o método científico é um conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos utilizados para atingir o conhecimento. Para que seja considerado conhecimento científico, é necessária a identificação dos passos para a sua verificação, ou seja, determinar o método que possibilitou chegar ao conhecimento.

A Metodologia científica aborda as principais regras para uma produção científica, fornecendo as técnicas, os instrumentos e os objectivos para um melhor desempenho e qualidade de um trabalho científico. A pesquisa é uma das actividades primordiais para a elaboração dos trabalhos realizados com base na metodologia científica. É a fase da investigação e da colecta de dados sobre o tema a ser estudado.

Para desenvolver o processo da pesquisa científica, foram utilizados vários meios metodológicos baseando no objecto de pesquisa, condicionando o tipo de estudo necessário para atingir os objectivos propostos.

Contudo, a investigação científica permitiu abordar a realidade dos corrais no distrito de Corrane, estudar seus fenómenos para descobrir a essência e as suas relações, de modo a propor uma solução que vai de acordo com as limitações verificadas no método de gestão vigente, de forma a melhorar tais limitações, com o auxílio de tecnologias existentes.

### **3.1.2. Quanto a Natureza**

Sob o ponto de vista da sua natureza, esta investigação tem um género de pesquisa aplicada. A pesquisa aplicada, afirma Prodanov e Freitas (2013), consiste na utilização dos conhecimentos práticos que, por sua vez, dirigem a uma solução dos problemas específicos. Neste trabalho, a escolha da pesquisa aplicada foi feita tendo em conta os problemas observados na actual gestão do gado bovino, visto que esse processo é feito na maioria por métodos manuais. Contudo, a pesquisa aplicada permitiu encontrar soluções para as limitações do método de gestão vigente dos pecuaristas, com o objectivo de definir novos métodos, na aplicação de tecnologias alternativas, de forma a atingir os objectivos propostos, melhorando assim o controlo logístico do gado.

### **3.1.3. Quanto à Abordagem de Investigação**

Sob o ponto de vista da sua abordagem, esta investigação tem como base o paradigma qualitativo, pois os dados e informações colectados não podem ser quantificáveis. Uma pesquisa qualitativa, afirma Wainer (2007) citado por Taffarel (2016), baseia-se na observação minuciosa do ambiente em que o sistema será aplicado. Para o presente trabalho o paradigma adoptado foi o qualitativo, que permitiu desenvolver um entendimento profundo do método de gestão vigente pelos pecuaristas em Corrane, bem como suas limitações, através da colecta e interpretação dos dados obtidos do objecto em estudo, de modo a dar uma resposta ajustada as deficiências observadas.

### **3.1.4. Quanto aos Objectivos**

Sob o ponto de vista de seus objectivos, esta investigação é descritiva, visto que procura descrever os factos do objecto em estudo. Para Prodanov e Freitas (2013), “esta procura classificar, explicar e interpretar factos que ocorrem”.

Para Gil (2002) As pesquisas descritivas têm como objectivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenómeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis. Contudo, a investigação descritiva permitiu descrever a situação dos pecuaristas em Corrane, os seus métodos actuais de gestão de gado e suas limitações. Por outro lado, com a investigação descritiva possibilitou fazer-se a descrição dos processos envolvidos na gestão e controle de gado.

### **3.1.5. População**

Segundo Marconi, uma população é um conjunto de pessoas, itens ou eventos sobre os quais se pretende fazer inferências. Na presente pesquisa, a população é constituída pelos pecuaristas de gado bovino criado no posto administrativo de Corrane.

### **3.1.6. Amostra**

Para Marconi, a amostra é uma parcela convenientemente seleccionada do universo (população); é um subconjunto do universo. Nessa linhagem, em concordância com Marconi, a amostra de pesquisa é constituída por 1 pecuarista com 80 cabeças de gado.

## **3.2. Desenho da Investigação**

### **3.2.1. Colecta de Dados**

Para (Gil, 2002), a colecta de dados envolve a descrição das técnicas a serem utilizadas para a recolha de dados, métodos de questionários, testes ou escalas que deverão ser incluídas no estudo do caso. Contudo, a principal finalidade da recolha de dados é o apuramento da realidade do estudo de caso de forma particular, aspecto determinante para a indução dos métodos de recolha de dados de um todo (para a realização e desenvolvimento do projecto). De forma particular, em relação ao caso de estudo, para a identificação do problema de pesquisa, adoptou-se como forma de apuramento da informação a observação e entrevistas, pois foi com estes métodos que se obteve a descrição e explicação do problema em estudo. Num âmbito geral, em relação a recolha de informação que fundamente o estudo e a possível solução para o problema de pesquisa, optou-se pela utilização da revisão bibliográfica, consulta de manuais informáticos e busca na Internet por conteúdos e livros electrónicos, trabalhos e teses de dissertação, como métodos de recolha de informação.

### **3.2.2. Análise e Interpretação de Dados**

Segundo (Gil, 2002), a análise de dados tem como objectivo organizar e sintetizar os dados de forma que possibilitem o fornecimento de respostas a um problema proposto para uma investigação, enquanto a interpretação de dados objectiva a procura do sentido mais amplo das respostas.

Para se atingir o objectivo deste trabalho, procedeu-se ao levantamento bibliográfico, pesquisa, observação, análise, classificação dos factos colectados em um estudo de caso,

como mecânicos para a análise e interpretação dos dados. Apesar de estes dois processos serem conceptualmente distintos, são estritamente relacionados.

Neste trabalho, análise e interpretação de dados incidiu no actual processo de gestão e controle. Todo material compilado em ambiente de desenvolvimento do sistema a ser apresentado como solução do problema de pesquisa, notas de trabalho, fotos e tabelas são considerados fontes de dados através dos quais são construídos meios formais que a análise proporciona. Os dados referem-se a uma recolha de informação organizada, normalmente resultado da experiência ou observações de outras informações dentro de um sistema ou um conjunto de instalações.

### **3.2.3. Métodos de Investigação**

Para a realização desta pesquisa, foram utilizados métodos de investigação a seguir citados:

➤ **A nível empírico:**

- ❖ Recolha de dados junto ao pecuarista que solicitou o estudo e resolução do problema;
- ❖ Análise de requisitos necessários para a resolução do problema.

➤ **A nível teórico:**

- ❖ Análise documental para obter aptidões necessárias e melhoramento do entendimento da matéria;

## Capítulo IV – Fase Conceptual da Investigação

### 4.1. Localização e Caracterização do distrito de Corrane

Detentora de uma superfície total de 2.317,6 km<sup>2</sup>. O posto administrativo de Corrane, situa-se na província de Nampula e faz parte de um dos 4 postos administrativos pertencentes ao Distrito de Meconta. Com uma população estimada em 66.917 habitantes . Disponível em: <https://pt.city-facts.com/corrane/population>. Acesso em: 15 de Julho de 2024.

#### 4.1.2 Economia e Serviços

A agricultura é a base económica do posto administrativo. É praticada manualmente em pequenas explorações familiares em regime de consociação de culturas com base em variedades locais.

Corrane não é um posto administrativo com grande tradição pecuária. No entanto, as famílias criam porcos, cabritos, galinhas, pombos, bois, cabritos e ovelhas, principalmente para consumo.

Não é costume o uso de animais de tracção no distrito.



**Figura 4.1** - Localização geográfica do posto Administrativo de Corrane - **Fonte:** Ministério da Administração Estatal – Perfil do Distrito de Meconta, Província de Nampula

### 4.2 Descrição do Processo Actual de Controle de Gado Bovino

O controle do gado é feito pelos pastores por via de uma contagem manual.

Todos os dias antes de levar o gado ao pasto, o pastor deve efectuar uma contagem e deve assegurar-se que o número de cabeças contadas, é o mesmo ao final do dia no regresso.

Se um dos animais se afasta da manada enquanto o pastor estiver distraído, torna-se um problema para encontra-lo, pois, este fica a depender apenas do mugido do animal para durante as buscas poder o encontrar.

#### **4.3 Constrangimentos no Processo Actual de Controle de Gado**

No actual processo de controle de gado dos pecuaristas em Corrane, tem-se como constrangimento três (3) principais aspectos, descritos abaixo:

- **Dificuldade no controle** – se o pastor sai com a manada para o pasto, deve efectuar a contagem manual do gado e assegurar-se que o mesmo número que obteve durante a contagem no início é o mesmo que terá durante a contagem ao regresso.  
Com o crescente número de gado, facilmente perde-se o controle e este método torna-se ineficiente.
- **Dificuldade em localizar o gado** – se o boi se afasta da manada durante o pasto, o pastor deve procurar durante muito tempo pelo animal perdido, dependendo este a maioria das vezes, do mugido do animal para poder encontrá-lo.  
O pastor facilmente pode sofrer roubos e não conseguir localizar mais o seu gado.
- **Dificuldade no controle de informação** – difícil manter o registo de informação do gado como por exemplo as vacinas em dia e outros dados que sejam úteis para o pecuarista.

Tais constrangimentos no processo actual de gestão e controle do gado, suportam a necessidade de implementação desta solução, o controle utilizando a tecnologia RFID.

## **Capítulo V - Apresentação, Análise e Discussão dos Resultados**

Para melhor controle e gestão, foi proposto o uso de um sistema baseado em tecnologia RFID. Esta tecnologia permite que os pecuaristas obtenham actualizações em tempo real sobre o progresso do seu gado. Também permite que eles verifiquem os níveis de actividade, o estado de saúde e outras mudanças de comportamento que afectam o bem-estar do gado.

A tecnologia usa ondas de rádio para transmitir os dados ao pecuarista por meio de um leitor RFID. Incorpora um chip RFID que armazena todas as informações sobre o respectivo animal.

### **5.1. Cenário do modelo proposto**

Com base nas limitações verificadas, concebeu-se uma solução de modo a fazer face as deficiências. É apresentado de seguida a solução proposta, a arquitectura da mesma, as ferramentas necessárias para a sua concepção, a descrição de como cada componente vai operar, bem como as possíveis vantagens na implantação da proposta dada.

#### **5.1.2 Solução Proposta para Resolução do Problema**

Neste subcapítulo é apresentado um Sistema Automatizado para Gestão e Controle de Gado fundamentado na combinação de tecnologias de controlo de acesso como o Radio Frequency Identification (RFID) e um Middleware que faz a ligação entre a arquitectura RFID e a central da base de dados.

Através do RFID o sistema é capaz de obter as informações do animal que se faz ao raio de alcance, extraindo a ID (identificação) da Tag que lhe foi atribuído. Os dados obtidos serão enviados ao servidor de base de dados via cabo de rede para sua validação.

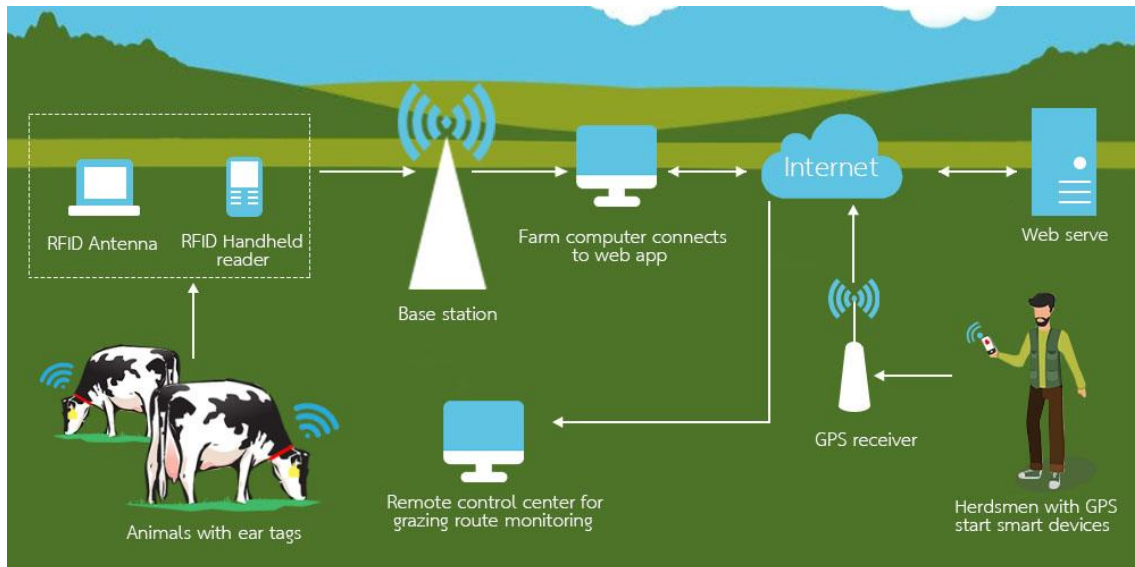
Assim, espera-se com este projecto que com a implantação de um sistema automatizado de gestão e controle de gado ultrapassa-se as limitações verificadas pelo actual sistema manual de gestão adoptado pelos pecuaristas, trazendo como principais vantagens:

- Melhor gestão e controle do gado.
- Gestão centralizada nos processos envolventes;
- Redução da mão-de-obra;
- Redução de tempo de localização do gado;
- Redução do erro humano.

## 5.2 Arquitectura do Sistema

### 5.2.1 Visão Geral da Arquitectura

O sistema automatizado para gestão e Controle de Gado oferece um serviço de supervisão e gestão automática do gado. Ele implementa basicamente RFID para recuperar todos os dados necessários, enquanto o Middleware é usado para comunica-los a um servidor de Base de Dados (BD). A **figura 5. 1** ilustra a arquitectura geral do sistema automatizado de gestão proposto.



**Figura 5.1** - Arquitectura do Sistema - Fonte: <https://www.asiarfid.com/pt/rfid-animal-tracking-and-identification.html>

A antena capta o sinal transmitido pelas tags que por sua vez envia o sinal a um middleware que faz análise e interpretação do sinal e a informação é enviada e processada numa base de dados. Estes dados de seguida são transmitidos pela internet e armazenados na nuvem onde o pecuarista poderá aceder a informação em tempo real.

Como o sistema é operado em ambiente de rede sem fio, ele é capaz de comunicar com o servidor de BD sem fio para actualizar o status do gado.

### 5.2.2 Modo de Funcionamento do Sistema Proposto

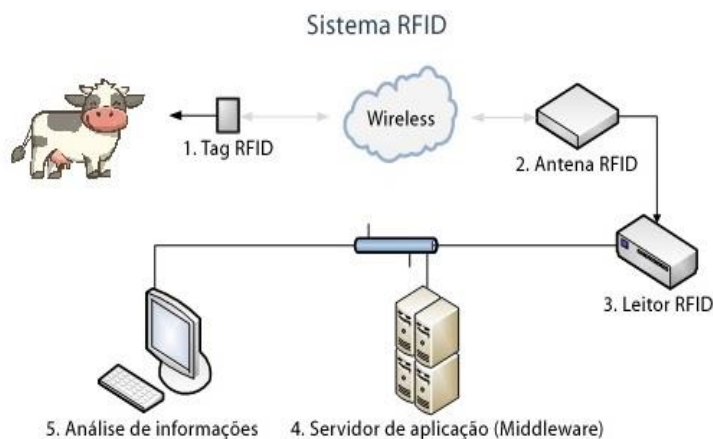
#### I. RFID

O sistema RFID opera na frequência de ondas de rádio de 2,45 GHz como meio de comunicação. Quando o leitor transmite um comando a uma etiqueta RFID solicitando a sua ID (identificação), o leitor e a etiqueta devem seguir uma sequência específica para garantir a

operação adequada. O leitor e a etiqueta precisam: estabelecer que uma etiqueta específica seja seleccionada e que tipo de etiqueta é seleccionada. Se o comando recebido for válido, a etiqueta responderá transmitindo a ID do animal na forma de bytes para o leitor RFID.

A ID do animal será encaminhada para accionar outro dispositivo que execute o algoritmo para ser processado. O middleware fará a comparação entre o ID do animal com os dados existentes no sistema (cadastro do animal).

A figura 5.2 ilustra a base do funcionamento de um sistema RFID



**Figura 5.2 - Sistema RFID**

Adaptado de: <http://www.quaronline.com/comunidad/los-sistemas-rfid-ayudan-a-otros-profesionales/>

## II. Etiqueta de orelha RFID

A etiqueta de orelha ou Tag RFID é usada na orelha do animal e seu desempenho é muito melhor do que a marca de orelha de código de barras. Ele atende ao padrão internacional ISO11784 / 5 FDX-B e armazena muito mais dados do que o código de barras. É durável e pode suportar um ambiente hostil com poluição por óleo e água da chuva, muito adequado para o manejo de criação e abate de animais.

A função principal da tag é de identificar fisicamente um item, com um número de controle que possa ser rastreado, de forma a identificar o produto.

Para tal a tag deve apresentar dois comportamentos padrões: Identificar o produto através de um número de controle único e informar esse número sempre que o mesmo for solicitado por um leitor electrónico.

Através do ar a onda electromagnética se propaga até o limite de potência fornecido pela antena. E dentro deste raio de sinal, são feitas as identificações das tag. Ela obtém a energia necessária para o envio da informação, através do campo magnético criado pelo leitor.

Através de bobinas indutoras presentes na tag, a energia é captada e fornecida para o chip efectuar seu processamento. Após a execução da instrução programada no chip, um caminho inverso é realizado pela energia magnética que realimenta a bobina emitindo uma nova onda electromagnética que contém a informação de identificação presente no chip. A antena conectada ao leitor trabalha no sentido inverso, com a finalidade de receber a onda electromagnética e enviando a energia ao leitor, que processa a informação recebida e envia os dados ao middleware.

As tags propostas a serem utilizadas no projecto são do tipo activas pois estas produzem energia e independentemente para o envio do sinal.

### **III. Middleware**

É o software que faz a conexão entre os leitores e as aplicações corporativos/comerciais. O middleware tem várias funções e desempenha um papel importante na operação e gestão do sistema RFID. O middleware não apenas gere leitores e se comunica entre esses dispositivos e suas aplicações, mas também faz a gestão, filtra, agrega e dá sentido aos dados provenientes das etiquetas RFID.

O middleware é o componente responsável por efectuar a tradução dos dados enviados pelo leitor de forma a obter a identificação do animal.

#### **Funções do Middleware**

**Gerir dispositivos** – o middleware é capaz de controlar a rede e as configurações dos leitores RFID (e outros dispositivos semelhantes) e fornece uma maneira simples de actualizar quaisquer alterações que precisam ser feitas, mesmo que haja vários tipos e marcas de leitores RFID na rede. Por exemplo, o middleware pode incluir um recurso como a capacidade de monitorar o nível de desempenho dos leitores, o que permite aos usuários prever melhor possíveis problemas e garante que todos os leitores estejam em funcionamento com desempenho máximo.

**Colectar e integrar dados** – o middleware actua como uma ponte, conectando diferentes sistemas e permitindo o transporte eficiente de dados. Quando as tags são lidas por um sistema RFID, os dados colectados podem ser enviados directamente para o middleware para

processá-los e enviá-los para onde for necessário (seja um sistema de gestão de armazém, base de dados interna ou algum outro destino).

**Estrutura de dados** – Middleware fornece aos usuários a capacidade de entender quais dados são colectados de cada dispositivo (leitor RFID, leitores de código de barras, etc.) e mapear a estrutura da proveniência dos mesmos.

Por exemplo, o pecuarista deseja saber a hora exacta em que a manada chega do pasto. A primeira vez que a tag de um boi é lida na porta do curral seria um evento, e os dados relevantes são enviados para um aplicativo.

**Filtrar Dados** – pode ser usado para filtrar as leituras de tags RFID consideradas mais importantes e remover leituras redundantes ou repetitivas. Em algumas aplicações, itens marcados com RFID são lidos repetidamente pelo mesmo leitor RFID, dependendo de quanto tempo o equipamento se encontra no campo de leitura. O RFID Middleware pode auxiliar filtrando centenas de leituras idênticas para que o usuário receba apenas os dados importantes para a aplicação. Filtrar o excesso de dados pode ser extremamente útil para os usuários porque grandes quantidades de dados de tags podem desacelerar as redes e preencher os bancos de dados rapidamente.

**Associação de ID Tags** - Em um sistema com centenas a milhares de tags RFID, o middleware RFID pode rastrear e alocar números de ID de tag. Em uma situação em que o pecuarista faz o registo de centenas de tags RFID para aplicar no gado, o middleware pode rastrear quais números de ID de tag foram usados e atribuir IDs de tags relevantes para cada animal como, data de nascimento, estado de saúde, etc.

**Diversos** – Como os usos potenciais do middleware são quase infinitos, o mesmo pode ser dito da funcionalidade potencial. Integrações, idiomas ou formatos adicionais são apenas alguns exemplos.

#### IV. Leitores RFID

Os leitores de RFID são rádios que recebem como sinal, ondas electromagnéticas contendo as respostas das tags com a identificação do produto. A figura 5.2 ilustra um leitor de RFID com a antena acoplada.



**Figura 5.3 - Leitor RFID**

**Fonte: [https://gaorfid.com/?main\\_page=product\\_info&products\\_id=641%3E](https://gaorfid.com/?main_page=product_info&products_id=641%3E)**

Seu funcionamento tem como base a produção de energia na frequência estipulada para a comunicação com a tag e o envio desta energia em forma de ondas electromagnéticas através da antena interligada ao leitor. O leitor, além de ter a função de gerar a onda electromagnética, ainda tem como função escutar as respostas das tags que serão captadas pela mesma antena que efectuou a transmissão. Também é responsável por fazer a conversão do sinal analógico recebido pela tag em um sinal digital para a obtenção da identificação.

### 5.2.3 Equipamentos Necessários para a Implantação do Sistema

A implantação de um sistema de controle de gado baseado em RFID (Radio-Frequency Identification) requer uma variedade de equipamentos e componentes para garantir o funcionamento eficaz do sistema. Abaixo estão os equipamentos essenciais necessários para a implantação de um sistema de controle de gado baseado em RFID:

- a) **Tags RFID** - Para o presente projecto, optou-se pelas tags microondas devido ao longo alcance para monitoramento. Estas possuem uma área de cobertura superior a 100 metros.

Tags RFID são dispositivos pequenos e passivos que são anexados ao gado (normalmente na orelha) para identificação individual. Existem diferentes tipos de tags, incluindo de alta frequência (HF), frequência ultra alta (UHF) e microondas dependendo das necessidades específicas do sistema.



Figura 5.4. – Tag RFID –

*fonte: <https://grupopublico.com.br/ministerio-da-agricultura-e-pecuaria-informa-sobre-sisbov/>*

- b) **Leitores RFID** - Os leitores são dispositivos que serão instalados nos locais onde o gado será monitorado, como portões de entrada, saída, bebedouros ou corredores.

O leitor escolhido para o projecto é SYRD245 do tipo activo ilustrado na figura 5.5, por ser mais potente e poder transmitir um sinal de rádio para activar etiquetas RFID a uma distância maior do que os leitores de proximidade ou passivos. As etiquetas activas contêm uma bateria interna e podem responder a maiores distâncias. Isso os torna adequados para aplicações que requerem rastreamento em tempo real de activos em movimento.



**Figura 5.5** – Leitor RFID SYRD245 – fonte: [https://www.kimaldi.com/pt-pt/produtos/leitores\\_e\\_tags\\_rfid/leitores\\_rfid/leitor\\_rfid\\_ativo\\_syrd245\\_1n/](https://www.kimaldi.com/pt-pt/produtos/leitores_e_tags_rfid/leitores_rfid/leitor_rfid_ativo_syrd245_1n/)

- c) **Antenas RFID** - As antenas são usadas em conjunto com os leitores para amplificar o alcance e a eficácia da leitura das tags RFID. A escolha das antenas depende do tipo de tag e do ambiente em que serão usadas. Neste projecto optou-se pelas antenas UHF pois estas podem ler etiquetas a mais de 10m de distância.
- d) **Estações de trabalho ou computadores:** São necessários para processar e armazenar as informações lidas pelas tags RFID. Os dados colectados são frequentemente transferidos para um sistema de gestão de gado, onde podem ser analisados e utilizados para rastreamento, gestão de rebanho, controle de inventário, entre outras finalidades.

Para um melhor desempenho do sistema o computador escolhido deverá ter os seguintes requisitos mínimos:

- **Processador:** Intel® core i5 6ª geração, Frequência base: 3.0GHz, Frequência Turbo: 4.7GHz;
- **Memória RAM:** 4GB
- **Disco Rígido:** SSD 480 GB + 1 TB HDD;



**Figura 5.6** – Dell OptiPlex 5070 desktop – fonte: Dell (s.d.).

- **Monitor:** O tipo de monitor escolhido para conectar a estação de trabalho foi o Dell E1916 HV conforme ilustra a figura 5.7.



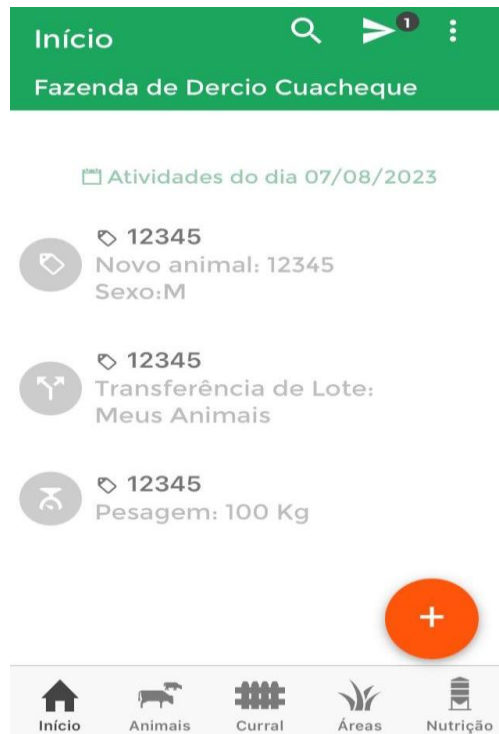
**Figura 5.7** - Monitor Dell E1916 HV - fonte: Dell (s.d.)

- **Cabo de Rede – Ethernet** - O cabo UTP escolhido para se fazer a conexão a cabo dos equipamentos de rede do sistema foi o CAT6, como ilustrado na figura 5.8.



**Figura 5.8** – Cabo de rede UTP CAT6 - Fonte: Fiber Optic Network Products (s.d.)

- e) **Software de Gestão de Gado** - Um software específico é necessário para gerir todas as informações colectadas pelas tags RFID. Esse software permite que os proprietários ou gerentes de gado monitorem a localização, saúde e histórico de cada animal, além de facilitar tarefas como rastreamento de movimentos, vacinações e registros de nascimento/morte. Neste projecto optou-se por utilizar a aplicação JetBov como ilustra a figura 5.9.



**Figura 5.9** – Tela de início da aplicação JetBov – fonte: o autor

- f) **Infra-estrutura de Comunicação** - Uma infra-estrutura de comunicação estável é crucial para conectar os leitores RFID às estações de trabalho ou computadores onde os dados serão processados. Isso pode incluir redes de dados com fio, redes sem fio (Wi-Fi), ou até mesmo redes móveis, dependendo da localização das instalações. Para a rede de dados, optou-se por usar um router com suporte a tecnologia 4G pois estes possuem entradas para cartões SIM, concretamente TP-Link TL-MR6400. É de salientar que em Corrane ainda não existem provedoras dedicadas a prestação de serviço de internet.



**Figura 5.10** – Router TP-Link TL-MR6400 – fonte: <https://tienda.siliceo.es/pt/router-modem-4g-3g/1121-router-4g-lte-com-ranhura-para-o-cartao-sim.html>

### 5.3. Avaliação dos Custos de Implementação dos Diferentes Métodos de Controle Gado

O custo de implementação de um método de controle de gado por identificação visual pode variar significativamente dependendo de vários factores, incluindo o tamanho do rebanho, a infra-estrutura existente, o tipo de tecnologia utilizada e a mão de obra disponível.

De forma a se ter uma estimativa dos custos para a implementação do projecto, elaborou-se tabelas que contém a estimativa de custos dos equipamentos necessários para a implantação do sistema de gestão proposto e dos custos técnicos.

**Tabela 5.1.** Estimativa de custos de equipamentos para o método de identificação visual

<b>Identificação Visual</b>		
<b>Tipo</b>	<b>Material utilizado</b>	<b>Preço unitário em metical (MZN)</b>
Marcas de tinta	Tinta	680,00
Ferro em brasa	Ferro	2.500,00
Etiquetas	Etiquetas simples	632.5,00 por lote (100 Brincos)
	Aplicadores de etiquetas	1.826,00

**Tabela 5.2.** Estimativa de custos de equipamentos

<b>Identificação por Rádio Frequência</b>			
<b>Equipamento</b>	<b>Preço unitário em metical (MZN)</b>	<b>Quantidade (Qtd)</b>	<b>Preço total em metical (MZN)</b>
Etiquetas activas	1.896,00	80	151.680,00
Aplicadores de etiquetas	1.826,00	2	3.652,00
Leitor RFID UHF	12.644,00	1	12.644,00
Antena RFID	38.378,00	4	153.512,00
Software de gestão	30.000,00	1	30.000,00
Computador Desktop (mouse e teclado incluso)	63.250,00	1	62.250,00
Monitor	6.325,00	1	6.325,00
UPS	7.550,00	1	7.550,00
Cabo de rede (UTP) CAT6	4.328,00	1	4.328,00
Router	5.692,00	1	5.692,00
<b>Total</b>			<b>437.633,00</b>

**Tabela 5.3.** Estimativa de custos técnicos

<b>Actividade</b>	<b>Recursos</b>			
	<b>Tempo</b>	<b>Humanos</b>	<b>Materiais</b>	<b>Financeiros</b>
Instalação de etiquetas nos animais	45h	4	Aplicadores de etiquetas, etiquetas e luvas	$200\text{mt/h} \times 45\text{h} \times 4 = 36.000\text{mt}$
Instalação das antenas e dos leitores	10h	4	Antenas, leitores, cabos de conexão, conectores e adaptadores, escadotes, alicates e outras ferramentas diversas	$200\text{mt/h} \times 10\text{h} \times 4 = 8.000\text{mt}$
Instalação e configuração do sistema no servidor central	8h	2	Manuais, livros e internet	$300\text{mt/h} \times 8\text{h} \times 2 = 4.800\text{mt}$
Assistência técnica (com deslocação).	1h	1	Computador e internet	1.900mt/h
<b>Total</b>				<b>50.700 MZN</b>

## **Capítulo VI - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

### **6.1. Conclusões**

Através do presente projecto foi possível expor uma alternativa para um Sistema De Gestão E Controle de Gado Bovino, utilizando a tecnologia RFID com o objectivo de oferecer uma solução tecnológica, capaz de suprir as necessidades observadas na actual gestão de gado vigente no distrito de Corrane.

Com base nos objectivos do presente projecto foi possível tirar-se as seguintes conclusões:

- Com base em métodos teóricos e empíricos como a análise e observação respectivamente, foi possível notar-se que no geral, em Corrane, os pecuaristas não possuem sistemas automatizados de gestão de gado. O método de controle utilizado é precário.
- Implementar um sistema de controle de gado baseado na tecnologia RFID é caro, pois pode requerer investimentos iniciais significativos, mas pode trazer benefícios em termos de eficiência na gestão do rebanho, controle e tomada de decisões baseadas em dados a longo prazo.

O sistema no manejo da pecuária, é uma solução ideal combinada com a tecnologia RFID, tendo a etiqueta RFID como portadora e a actual tecnologia de rede de computadores como meio. Ele pode realizar o monitoramento integrado de gado desde o nascimento, abate e consumo por meio de codificação de identificação, identificação de identidade, entrada e transmissão de informações, análise e consulta de dados, para obter inteligência da pecuária e melhorar o nível de gestão da mesma. Portanto, a aplicação da tecnologia RFID no manejo da pecuária tem uma grande perspectiva.

### **6.2. Recomendações**

Tendo em conta que a proposta de implantação de um sistema de gestão e controle de gado bovino baseado em tecnologia RFID em Corrane introduz uma melhoria no controlo e gestão do mesmo, esta foi elaborada de forma que seja escalável e permita a inclusão de novas análises. Contudo, abaixo seguem-se algumas recomendações:

- Desenvolvimento de uma aplicação móvel para as plataformas existentes no mercado (iOS, Android e Windows Phone) com funcionalidades como:
  - Visualização em tempo real da localização do animal;
  - Inserção de dados relativos ao estado do gado, ou seja, cadastro do mesmo;
  - Disponibilidade em extrair os dados inseridos durante o cadastro mediante consultas.

### **6.3. Limitações no trabalho**

Devido a falta de alguns componentes que acompanham o sistema, não será possível simular certas funcionalidades da aplicação JetBoy, como o rastreamento em tempo real do gado.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. Ahson, Syed A., e Mohammad Ilyas. 2008. RFID Handbook: Applications, Technology, Security, and Privacy. 1st Edition. Florida: CRC Press. doi:10.1201/9781420055009.
2. Ahmed, Jameel, Mohammed Yakoob Siyal, Muhammad Tayyab, e Menaa Nawaz. 2015. RFID-WSN Integrated Architecture for Energy and Delay-Aware Routing: A Simulation Approach. 1st Edition. Singapore: Springer Briefs In Applied Sciences And Technology. doi:10.1007/978-981-287-414-6.
3. <https://www.infolivros.org/livros-de-pecuaria-gratis-pdf/> - acessado aos 01 de Novembro de 2021
4. Wangler, Benkt, e Alexander Backlund. 2005. "Information Systems Engineering: What Is It?" Editado por Jaelson Castro e Ernest Teniente. Advanced Information Systems Engineering, 17th International Conference. Porto, Portugal: FEUP. 427-437. Acedido em 20 de Outubro de 2021. [https://www.researchgate.net/publication/220921360\\_Information\\_Systems\\_Engineering\\_What\\_Is\\_It](https://www.researchgate.net/publication/220921360_Information_Systems_Engineering_What_Is_It).
5. ISO. s.d. Popular Standards: Management System Standards. Acedido em 20 de Outubro de 2021. <https://www.iso.org/management-system-standards.html>.
6. Naranjo, Ernan Santiesteban. 2014. Metodología de la Investigación Científica. Las Tunas, Cuba: EDACUN.
7. Marconi, Marina de Andrade, e Eva Maria Lakatos. 2017. Fundamentos de Metodologia Científica. 8ª Edição. São Paulo: Atlas.
8. <https://pt.wikipedia.org/wiki/Gado>. Acedido em 20 de Agosto de 2021.
9. Cordeiro, J. Moras. 2011. Manual do Criador de Gado Bovino.
10. Gerhardt , Tatiana Engel, e Denise Tolfo Silveira. 2009. Métodos de Pesquisa. Porto Alegre: UFRGS.
11. Gil, António Carlos. 2002. Como Elaborar Projectos de Pesquisa. 4ª Edição. São Paulo: Atlas.
12. Capaina, Nelson. 2020. PRODUÇÃO BOVINA EM MOÇAMBIQUE: DESAFIOS E PERSPECTIVAS - O CASO DA PROVÍNCIA DE MAPUTO
13. De Souza, Paulo. 2018. Gado de Corte - Instalações, Manejo e Bem-Estar Animal.
14. Paulino, Pedro. 2020. Gestão da Pecuária de Corte
15. BHATT, H; GLOVER, B. RFID Essentials. 1. ed. Estados Unidos: O'Reilly, 2006.

16. <https://gazettes.africa/archive/mz/2002/mz-government-gazette-series-i-supplement-no-2-dated-2002-12-05-no-49.pdf> - Acedido a 06 de Agosto de 2023
17. MACHADO, J. G. C. F; NANTES, J. F. D. A rastreabilidade na cadeia de carne bovina. In: 1º Congresso Luso-Brasileiro de Tecnologias de Informação e Comunicação na Agro-Pecuária, 1, Santarém - Portugal, 2004. 1º Congresso Luso-Brasileiro de Tecnologias de Informação e Comunicação na Agro-Pecuária, Santarém - Portugal, 2004.
18. <https://gaorfid.com/devices/antennas-for-rfid-readers/> - acessado a 05 de Maio de 2023
19. [https://gaorfid.com/?main\\_page=product\\_info&products\\_id=641%3E/](https://gaorfid.com/?main_page=product_info&products_id=641%3E/) – acessado a 05 de Maio de 2023
20. <http://www.quaronline.com/comunidad/los-sistemas-rfid-ayudan-a-otros-profesionales/> - acessado a 10 de Maio de 2023
21. <https://rfid4u.com/rfid-middleware-introduction/> - acessado a 10 de Maio de 2023
22. <https://www.atlasrfidstore.com/rfid-insider/6-things-rfid-middleware-can-do-for-you/> - acessado a 10 de Maio de 2023
23. <https://grupopublico.com.br/ministerio-da-agricultura-e-pecuaria-informa-sobre-sisbov/> - acessado a 09 de Setembro de 2023
24. <https://pt.city-facts.com/corrane/population> - acessado aos 15 de Julho de 2024

## **Apêndice I - GUIÃO DA ENTREVISTA AOS PECUARISTAS DO POSTO ADMINISTRATIVO DE CORRANE**

1. A quanto tempo pratica esta actividade?
2. Por que motivo se dedica a prática desta actividade?
3. Qual é a quantidade de gado que possui?
4. Como é feito o controle de gado?
5. Como tem sido o processo de procura de gado após o pastor constatar a ausência de algum animal?
6. Quais outras dificuldades que enfrenta neste processo?
7. Em caso de roubo quais os procedimentos seguidos?
8. Tem sido possível recuperar o gado?
9. Como é feito o registo do gado?
10. Já ouviu falar sobre a tecnologia RFID (Identificação por Rádio Frequência)?
11. Acha que com a implementação de um sistema de controle de gado automatizado baseado na tecnologia RFID poderá auxiliar na resolução dos problemas?