

# Dispositivo para leitura de brincos RFID em pecuária

Guilherme Lamana Carvalho<sup>1</sup>, Alessandro André Mainardi de Oliveira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Curso de Ciência da Computação - Universidade Franciscana (UFN)  
Santa Maria – RS – Brasil

guilhermecarvalho@unifra.edu.br, alessandroandre@unifra.br

**Abstract.** *This paper presents the development of a rod - shaped cattle breeding device that performs the reading of radio frequency identifiers inserted in cattle for the purpose of recording information about the animal. The herd data can be imported into spreadsheet software, generating charts and reports to the farmer. The Arduino prototype platform was used to make the reader, along with a radio frequency reader and an SD card module for data storage. To develop the device's software, it was used the agile FDD methodology, following its practices and Arduino's programming language based on C/C++.*

**Resumo.** *Esse trabalho apresenta o desenvolvimento de um dispositivo para a pecuária, em forma de bastão que realiza a leitura de identificadores de rádio frequência inseridos em bovinos, com a finalidade de registrar informações sobre o animal. Os dados referentes ao rebanho podem ser importados para um software de planilhas eletrônicas, gerando gráficos e relatórios para o produtor rural. Para confecção do leitor foi utilizado a plataforma de prototipagem Arduino, juntamente com um leitor de rádio frequência e um módulo de cartão SD para armazenamento dos dados. Para o desenvolvimento do software do dispositivo foi utilizado a metodologia ágil FDD, seguindo suas práticas e a linguagem de programação Arduino baseada em C/C++.*

## 1. Introdução

Embora o agronegócio não tenha acompanhado setores como os de serviço, comércio e indústria em termos de uso das tecnologias da informação ao longo dos anos, há uma necessidade de tal implementação de tecnologias no setor. A demanda cada vez maior exige a criação e adoção de inovações por parte dos produtores rurais, que cada vez mais aplicam novas ferramentas, tais como programas que controlam rotinas das fazendas, para produzir mais e com maior qualidade.

Conforme Oliveira (2011), os produtores da cadeia bovina chegaram à conclusão que: “os produtos de *software* oferecidos são complexos e caros, pois tentam englobar várias etapas da produção, o que leva ao excesso de funções nos produtos que, apesar disso, não diz respeito à real situação do produtor”. Como consequência, o pecuarista não consegue utilizar o *software* de maneira eficiente e, aqueles que o utilizam, complementarmente, fazem uso de planilhas agregadas. Segundo o autor, ainda foi apontada a falta de foco no cliente por parte dos desenvolvedores para ocorrência desse fato.

Nota-se também o despreparo do produtor rural para o gerenciamento dos seus negócios. Muitas vezes não há sequer a rotina de fazer anotações referentes aos animais em papel, o que gera o problema da maioria dos produtores, que é não saber, ao menos, quantos animais possui. Isso acarreta o não uso da tecnologia pois a adoção de *software* necessita de uma coleta de dados prévia, por mais simples que seja [Oliveira 2011].

É necessária a busca de tais tecnologias (rastreamento de animais, *software*, entre outras) por parte dos produtores. Tal busca deve ser resultado da compreensão dos mesmos do custo/benefício vantajoso, inclusive em pequeno e médio prazo, de artifícios como chips, códigos de barra e *software*, que podem inclusive solucionar a problemática da falta de organização de recursos nas fazendas.

O RFID para animais beneficia a cadeia de abastecimento alimentar em diversos sentidos, incluindo o controle de doenças de animais e comercialização de alimentos preparados. Sistemas e etiquetas RFID ajudam na rastreabilidade, monitoramento de condição, redução da criminalidade e na prevenção de erros [Okey Automação 2017].

Visando romper parte desta barreira é proposto neste trabalho a criação de um leitor de RFID portátil utilizando a plataforma Arduino. Este leitor será responsável pela leitura dos brincos dos animais, armazenamento dos dados e geração de alertas durante o manejo dos mesmos.

### **1.1. Justificativa**

Visando a maior agilidade na atividade pecuária, este projeto auxiliará os pecuaristas na tarefa de controle das informações do rebanho, com baixo custo e alta agilidade. Ajudará também na hora do manejo dos animais, informando ao usuário se o animal precisa de cuidados.

### **1.2. Objetivo Geral**

Desenvolver um sistema para aquisição de dados referentes aos animais via RFID, utilizando a plataforma de prototipagem Arduino.

### **1.3. Objetivos Específicos**

Os objetivos específicos deste trabalho são os seguintes:

- Construir um sistema com tecnologia RFID, baseado em *hardware* e *software* livre.
- Implementar o sistema na linguagem de programação Arduino que é baseada em C/C++.
- Dispor comodidade e agilidade para o pecuarista na hora do manejo.
- Gerar registros com informações referentes aos animais cadastrados no sistema.
- Testar o sistema em laboratório.

## 2. Referencial Bibliográfico

Nessa seção, serão apresentados conceitos que serão utilizados para realização desse trabalho.

### 2.1. Agropecuária

A criação e cultivo de animais e plantas através da agricultura e da pecuária para produção de alimentos é tratada como prioridade mundialmente, ocupando posição de destaque na economia inclusive no Brasil. No país, o governo federal vê o setor, responsável por 21% do PIB, como importante gerador de emprego e renda. O Plano agrícola e pecuário 2017/2018 prevê aumento de 23,4% no montante dos recursos destinados ao mesmo [MAPA 2017].

Segundo relatório da *Food and Agriculture Organization*, agência das Nações Unidas encarregada do acompanhamento da evolução do setor, a produção de alimentos por parte da agricultura e pecuária deverá aumentar em 70% para atender à demanda (principalmente nos países em desenvolvimento) até 2050. Tal salto no volume de produção só pode ser obtido com extensivo auxílio da tecnologia.

Tem-se observado nos últimos anos o surgimento do “*smart farming*”, processo no qual a fazenda é vista como fábrica e uma miríade de operações passam a ser controladas por computadores e sistemas digitais, aumentando a qualidade do produto [The Economist 2016].

No Brasil, o processo de produção de gado requer cuidados especiais com a qualidade dos produtos extraídos de bovinos, exigindo em alguns casos a rastreabilidade individual dos animais, do nascimento até o abate, através do Serviço Brasileiro de Rastreabilidade da Cadeia Produtiva de Bovinos e Bubalinos [MAPA 2006].

### 2.2. Plataforma Arduino

O Arduino representado na Figura 1 é uma placa de prototipagem eletrônica *open source* que integra *hardware* e *software*, nela há um micro controlador ATmega328P que tem suporte para entrada e saída de dados, utiliza principalmente a linguagem de programação baseada em C/C++, é alimentado por uma tensão de 5V (volts) [Arduino, 2017].

Juntamente com o Arduino será utilizado nesse trabalho um Módulo Cartão SD *Card*. Esse módulo permite a leitura e gravação de arquivos em cartões de memória, com simples interação com o Arduino, ele suporta formatos de arquivos do tipo FAT 16 e FAT 32 e requer uma alimentação de 3.3V [Filipeflop 2018].



Figura 1. Arduino nano ATmega328P [Filipeflop 2018]

### 2.3. Identificação por radiofrequência (RFID)

De acordo com Puhlmann (2015), procedimentos de identificação automática é uma poderosa tecnologia para identificar, rastrear e gerenciar uma grande quantidade de produtos, documentos, animais e até mesmo pessoas. São bastante populares em múltiplos setores como: serviços, compras, logística de distribuição, indústria e sistemas de fluxo de materiais.

Os sistemas de RFID (*Radio Frequency Identification*) são compostos por basicamente 3 partes: leitor com antena; identificadores (que são Tag, brincos, cartões); um computador ou controlador.

O RFID, é um sistema de identificação, no qual um dispositivo eletrônico que usa frequência de rádio ou variações de campo magnético para se comunicar com algum item. O leitor efetua o envio de um sinal de radiofrequência, quando este alcança um item que possui o identificador RFID, esse identificador é energizado e assim transmite para o leitor uma cadeia de dados que correspondem a sua identificação. A Figura 2 demonstra sistemas que utilizam a tecnologia RFID [Puhlmann, 2015].

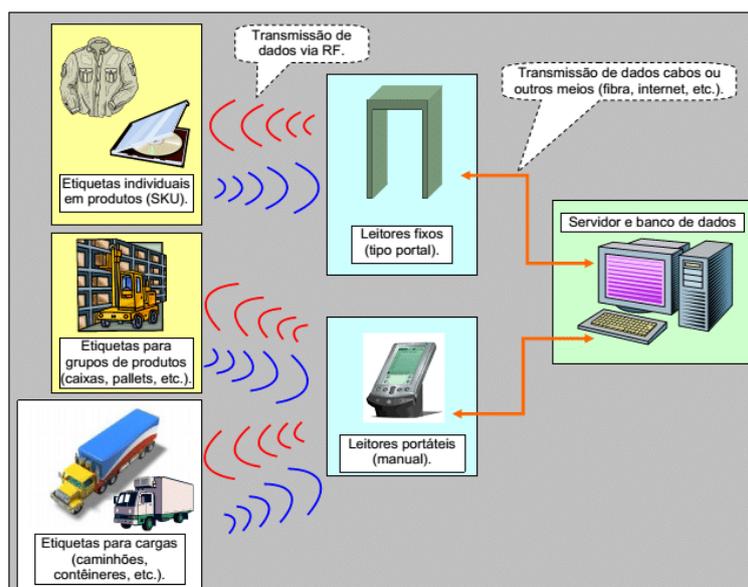


Figura 2. Exemplo de sistemas que utilizam a identificação por rádio frequência [Cunha 2016]

Com a finalidade de padronizar as Tags, algumas normas determinam a utilização de sistemas dentro das seguintes faixas de frequências: baixa frequência, alta frequência, ultra alta frequência e micro-ondas.

LF *low frequency* (baixa frequência): de 30 kHz até 300 kHz, seu maior uso é destinado a identificação de animais. HF *high frequency* (alta frequência): de 3 MHz até 30 MHz, geralmente utilizada para identificar objetos individuais. UHF *ult ra-high frequency*: (ultra alta frequência): de 300 MHz até 1 GHz, nesta faixa as etiquetas geralmente são utilizadas em processos logísticos. Micro-ondas: acima de 1 GHz. Duas

frequências para RFID: 2,45 GHz e 5,8 GHz. Esta faixa de frequência é utilizada em aplicações industriais e científicas [Cunha 2016].

Outra maneira de distinguir os leitores e identificadores é pelo seu modo de comunicação, ou seja, como eles se comunicam. A comunicação pode ser *full-duplex* (FDX) ou *half-duplex* (HDX), isso significa que a comunicação entre leitor e identificador pode ocorrer ao mesmo tempo no caso do FDX ou cada um por vez, como ocorre com o HDX. No FDX o identificador recebe energia do campo magnético gerado pelo leitor e responde imediatamente com o seu ID, já no HDX o identificador armazena a energia recebida do leitor em um capacitor e a partir daí responde com o seu ID [RFIDnews 2009].

Os identificadores de animais são chamados de brincos eletrônicos. Essas Tags são compostas por duas partes, sendo uma macho e a outra fêmea, que são encaixados na orelha do animal, a Tag também obedece aos protocolos descritos pela ISO11784 / 11785 [Allflex 2015]. A Figura 3 apresenta a Tag.



**Figura 3. Brinco eletrônico de rádio frequência [Allflex 2015]**

## 2.4. FDD

O FDD (*Feature Driven Development*) é uma metodologia para desenvolvimento de *software* criada em 1997, é prática para trabalhar com projetos iniciais e com codificações já existentes. É bastante conhecida por utilizar práticas de métodos ágeis para a engenharia de *software*. O FDD possui cinco processos básicos, listados abaixo [Figueiredo 2007].

Desenvolvimento de modelo abrangente (nessa etapa é escolhido um modelo a ser seguido, ele surge com a junção de pequenos modelos do sistema);

Construção de lista de funcionalidades (nessa etapa é constituída por uma lista de funcionalidades que farão parte do *software*);

Planejar por funcionalidade (nessa etapa é determinada uma sequência de desenvolvimento, baseando-se na dependência entre elas);

Detalhe por funcionalidade (nessa etapa é desenvolvido o diagrama de sequência de cada funcionalidade);

Construção por funcionalidade (nessa etapa são desenvolvidas as classes e os métodos, e também é realizado os testes no sistema).

### 3. Trabalhos correlatos

Essa seção faz referências a trabalhos que utilizam a tecnologia de identificação por rádio frequência, que apresentam algumas características relacionadas a este trabalho.

Com o aumento de serviços de Pet Shop, Santos (2013) propôs um projeto de controle de atividades realizadas em animais de estimação, utilizando a tecnologia de identificação por rádio frequência. O sistema funciona da seguinte forma: o atendente cadastra informações sobre o cliente, sobre o Pet, cria uma ordem de serviço e tarefas diárias a serem realizadas no animal em um cartão RFID. O tratador pode consultar as ordens de serviço e tarefas diárias que precisa realizar no Pet. O sistema utiliza um Arduino uno e um leitor RFID, onde o Arduino realiza uma comunicação com um computador por meio de uma porta serial. Foi desenvolvido um *software* para cadastro e controle das atividades na linguagem de programação Java.

Cunha (2016) propôs um sistema baseado em *hardware* livre para identificação de alunos na Universidade Tiradentes do Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego (PRONATEC), Campus Itabaiana, SE. Nesse trabalho foi proposto uma carteirinha da instituição com uma tag RFID associada a matrícula de cada estudante, nesse caso o aluno será identificado na entrada da universidade e sala de aula. No protótipo do projeto foi utilizado um RLRduino da empresa Brasileira RLRobotics, que é baseado na arquitetura do Arduino UNO R3 que junto com um leitor de rádio frequência fica encarregado de gerenciar a circulação dos alunos na universidade.

Boeira (2016) desenvolveu um *software* para gestão de pecuária, o sistema foi desenvolvido com a linguagem de programação PHP e um sistema gerenciador de banco de dados MySQL. Para uma melhor disseminação dos dados foi desenvolvida uma ferramenta centralizada, com a utilização da internet, onde é possível o pecuarista gerenciar o rebanho em qualquer lugar e em qualquer dispositivo. A Figura 5 apresenta a interface inicial do sistema. Nessa interface inicial é possível gerenciar os seguintes grupos de negócios: gerenciar usuário e grupos de acesso; gerencia informações administrativas e financeiras; gerenciamento de animais; lançamentos como medicamentos e processos necessários para criação de bovinos; e por fim relatórios sobre os animais.

#### 3.1. Conclusão dos trabalhos correlatos

Nos trabalhos de Santos (2013) e Cunha (2016) é apresentado dois sistemas que demonstram o funcionamento do RFID juntamente com o a plataforma Arduino com o estudo dos mesmos é possível concluir que ambos mostram a importância da utilização da tecnologia de rádio frequência na questão de identificar animais e até mesmo pessoas, com agilidade e alto nível de organização.

Já Boeira (2016) desenvolveu um sistema para gerenciar informações de propriedades rurais, é proposto como trabalhos futuros o uso de tecnologia de identificação por rádio frequência o que facilitaria a coleta de dados na hora do manejo. Com isso esse trabalho pode vim a contribuir com a coleta de dados de forma rápida, gerando a possibilidade de unir esses conceitos em prol da gestão pecuária.

## 4. Metodologia

Nessa seção, será detalhado todo o projeto do sistema, incluindo a parte eletrônica e *software*.

### 4.1. Projeto

O presente projeto tem o uso da plataforma Arduino Nano como base para o seu desenvolvimento. O sistema conta com um leitor de RFID o qual faz a identificação do brinco do animal, um *display* LCD que mostra os dados, um leitor de cartão de memória onde é armazenado os dados e led's e buzzer para os alertas. O sistema funciona com uma tensão de 9V, a qual pode ser uma fonte 9V, um carregador veicular ou até mesmo uma bateria portátil, o que facilita a utilização no campo, onde pode não haver energia elétrica. A Figura 4 ilustra a proposta.

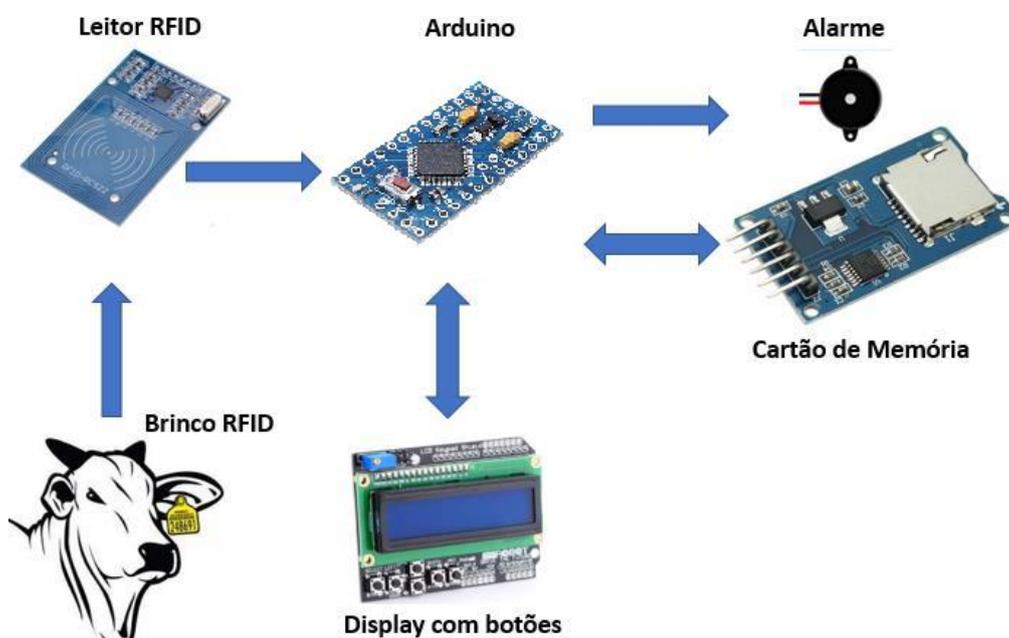


Figura 4. Proposta do projeto

O protótipo tem o formato de bastão, o qual facilita a operação pelo usuário, que deve aproximar o dispositivo do brinco do animal para a leitura da Tag RFID.

Neste momento, a primeira funcionalidade oferecida é o alerta de manejo, ou seja, animais que necessitam de algum cuidado diferenciado devem ter alertas criados anteriormente que, ao serem identificados pelo sistema, um sinal sonoro de três bips será acionado e aparecerá no *display* a observação referente àquele animal. Caso este alerta não seja acionado, significa que o animal não tem nenhuma restrição.

O leitor RFID que foi utilizado nesse trabalho é o RFIDRW-E-TTL que é um módulo leitor especificamente projetado para ler Tags de animais usando os protocolos FDX-B e HDX conforme descrito pela ISO11784 / 11785 [Priority1design 2018].

Após a leitura, os dados salvos no cartão de memória presente no sistema, poderão ser lidos por um computador e importados para um *software* de planilhas

eletrônicas, onde é possível gerar gráficos e relatórios sobre o rebanho ou ainda exportados para programas específicos, pois a base gerada é no mesmo formato da maioria dos programas.

Os animais que necessitam de alerta devem ter os seus números inseridos no dispositivo, que pode ser em uma planilha do Excel ou bloco de notas e exportados para um cartão de memória.

Para o desenvolvimento do *software* do sistema, foi usada a metodologia FDD, seguindo algumas de suas práticas. Para representar o modelo abrangente, foi usado o diagrama de domínio. A lista de requisitos funcionais e não funcionais (Apêndice A) mostra o nível de complexidade das atividades. O planejamento por funcionalidade em relação ao tempo (Apêndice B).

O detalhamento por funcionalidade será feito usando o diagrama de casos de uso e diagrama de atividades (Apêndice C). Por fim o diagrama de classe e o diagrama de entidade relacionamento mostram a construção por funcionalidade.

## 4.2. Modelo Abrangente

O diagrama de domínio representa uma visão geral do objetivo do *software* que será utilizado no sistema, pode ser analisado na Figura 5.

Nesse diagrama é possível visualizar quais as possibilidades que o usuário pode realizar no sistema e também identificar a relação entre todas as entidades e suas dependências. Nessa etapa são realizados os estudos sobre o modelo do trabalho, seguindo a metodologia utilizada no mesmo.

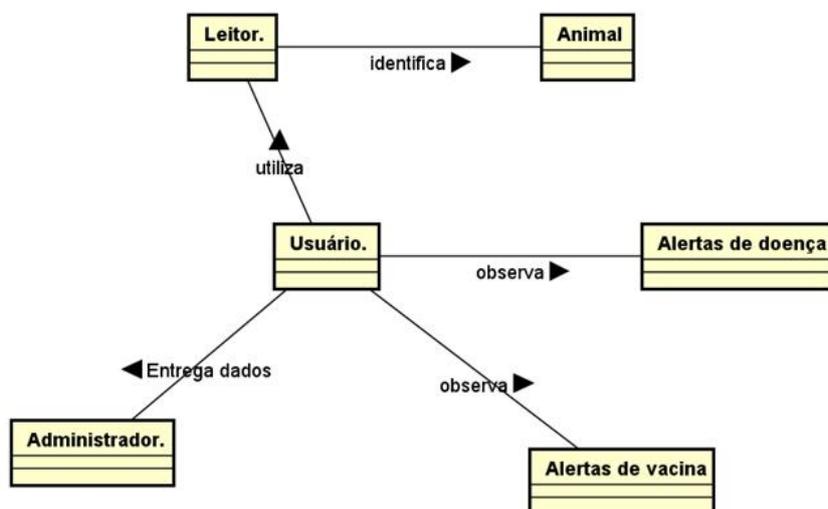


Figura 5. Diagrama de domínio

## 4.3. Construindo por Funcionalidade

A fase de construir por funcionalidade é a última da metodologia FDD, ela está representada por dois diagramas o de classes e o DER (diagrama de entidade relacionamento).

No diagrama de classes é possível analisar as classes e os relacionamentos entre elas, no diagrama abaixo será o que o Arduino irá utilizar, com isso não será usado orientação a objetos. A Figura 6 mostra o diagrama de classes do sistema.

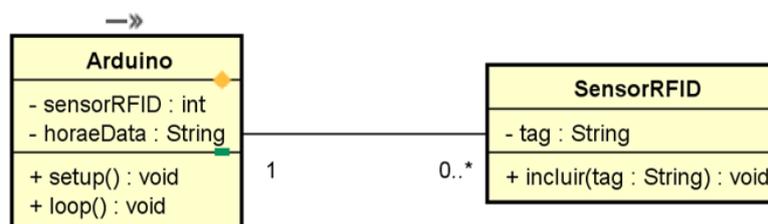


Figura 6. Diagrama de classes

O diagrama de entidade relacionamento serve para expressar a estrutura lógica de um banco de dados [Korth 2006]. A Figura 7 mostra a estrutura do banco de dados que será utilizada pelo sistema.

O banco de dados do sistema contará com três tabelas, onde será salvo os atributos referentes aos animais. Não será utilizado SGBD (sistema gerenciador de banco de dados) as tabelas são armazenadas no cartão SD do sistema no formato texto.

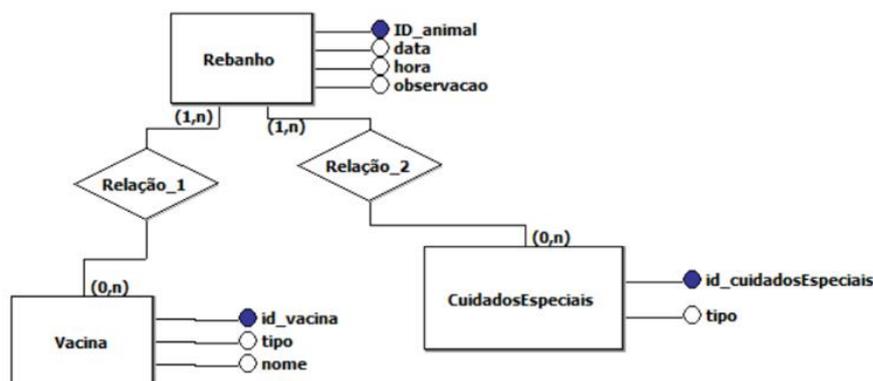


Figura 7. Diagrama Entidade Relacionamento

## 5. Implementação e Resultados

Para a implementação do sistema foi utilizado uma placa de fenolite perfurada onde foi inserido os módulos necessários para realização do trabalho. Na Figura 8 é possível visualizar os módulos de leitura RFID, relógio, cartão SD, *bluetooth* e também o Arduino que é responsável pelo processamento dos dados, o *display* LCD apresenta o número do brinco e informações de alerta quando presentes.

Foi utilizado o Arduino Nano, o qual conta com uma porta mini USB, o que facilita a atualização de *software* do sistema quando ele já está inserido no bastão. O Arduino fica fixado em um soquete soldado na placa, possibilitando a troca do mesmo se necessário.

O módulo de relógio RTC DS1307 disponibiliza a hora e dada para o sistema, ele conta com uma bateria de 1.5 *volts* a qual mantém a data e hora atualizada quando o sistema está desligado e utiliza a biblioteca DS1307. Já o adaptador de cartão micro SD



Na Figura 10 é apresentado o trecho do código responsável pela leitura do brinco RFID. A primeira parte do código realiza um *loop* de leitura caso o leitor de rádio frequência já esteja disponível ocorre a leitura do brinco que é salvo, o número do brinco também é exibido no *display LCD*.

No momento da leitura os dados recebidos do leitor RFID são em base hexadecimal o que dificulta o armazenamento e gerenciamento dos dados, então são convertidos para *byte* em seguida convertidos para *char* e por fim convertidos para uma *string* onde são salvos nesse formato.

```
71 //Caso o Leitor de RFID esteja disponível, realiza o loop interno.
72 //Cada vez que o loop interno terminar, retorna ao loop principal
73 if (RFID.available() > 0)
74 {
75     delay(100);
76     lcd.clear();
77     lcd.print("NUMERO DO BRINCO");
78     lcd.setCursor(0, 1);
79     //Enquanto o leitor estiver disponível, realiza a leitura
80     while (RFID.available() > 0) {
81         c = RFID.read(); // C recebe os dados do Leitor
82
83         // Envia o valor para o char C
84
85         Serial.write(c);
86     }
87 }
88 }
```

Figura 10. Trecho de código que realiza a leitura do brinco RFID

Quando um brinco é lido o seu número é armazenado na tabela “rebanho” no banco de dados, gerando assim uma tabela com os animais cadastrados. Posteriormente o brinco já pode ser inserido no animal. Após essa etapa o cartão de memória deve ser retirado do sistema e inserido em um computador com algum editor de texto. O administrador do sistema terá no cartão de memória um conjunto de tabelas (que correspondem a cada alerta) onde deverá inserir os códigos dos animais que necessitam de alertas de vacina ou cuidados especiais.

Após a inserção dos códigos correspondentes aos animais nas tabelas de alerta, o cartão de memória deve ser colocado no bastão. Quando o leitor realizar a leitura de um brinco o mesmo é comparado com os códigos que estão nas tabelas de alerta, se o brinco lido estiver em alguma tabela de alerta o sistema emite um sinal sonoro e imprime o alerta na tela do *display LCD*.

A tabela “rebanho” gerada pelo sistema contém o número do brinco, a data e hora que o brinco foi cadastrado no sistema. É possível visualizar algumas linhas da mesma na Figura 11.

1	900_001000160295	DATA: 05/10/2018	HORA: 15:42
2	900_001000160296	DATA: 05/10/2018	HORA: 15:48
3	900_001000160297	DATA: 05/10/2018	HORA: 15:50
4	900_001000160298	DATA: 05/10/2018	HORA: 16:01
5	900_001000160299	DATA: 05/10/2018	HORA: 16:09

Figura 11. Fragmento da tabela “rebanho”

O sistema foi validado em testes no laboratório, com uma quantidade de dez brincos de rádio frequência, no qual o mesmo obteve os resultados esperados. No primeiro instante o sistema gravou os brincos na tabela “rebanho”, logo após foi feita a inserção de alguns códigos de brincos nas tabelas responsáveis por gerar alertas durante a leitura dos brincos. Por fim, quando um brinco foi lido e seu código constava em alguma tabela de alerta, o sistema informava ao usuário por apitos sonoros e mensagem de texto no display de LCD.

## 6. Conclusão

Este trabalho apresentou o desenvolvimento de um leitor RFID para ler brincos que identificam bovinos. O usuário tem a possibilidade de ler um brinco durante o manejo dos animais, onde os dados são exportados para um sistema ou tabelas digitais. No momento do manejo o sistema irá informar se o bovino possui observações salvas no sistema como: gado precisa de cuidados especiais, animal vacinado, entre outras, possibilitando um maior cuidado do rebanho pelos seus criadores.

O leitor foi confeccionado a partir de uma plataforma de prototipagem de *hardware* livre o Arduino Pro Mini com micro controlador ATmega328P, juntamente com um Módulo leitor/gravador de cartão SD, um leitor RFID, brincos bovinos e alguns outros materiais eletrônicos. O *software* do sistema foi desenvolvido utilizando as práticas da metodologia ágil FDD.

Para trabalhos futuros é proposto a criação de um aplicativo para dispositivos móveis, onde possa ser feito todo o gerenciamento dos dados referentes aos animais podendo também se conectar com algum servidor para exportação dos dados. Surge também a possibilidade de em novas versões do sistema utilizar o trabalho como produto para a pecuária, tendo em vista que o seu uso facilitaria na hora do manejo dos animais e no gerenciamento dos mesmos.

## Referências

- Allflex. (2015) “Identificação Eletrônica”, <http://www.allflex.com.br/identificacao-eletronica/>, maio.
- Arduino. (2018) “An open-source electronics prototyping platform”. <http://www.arduino.cc>, maio.
- Boeira, Uriel S; Cantarelli, Gustavo S. (2016) “Desenvolvimento de um *software* para gestão de pecuária”, <http://www.unifra.br/eventos/maiseventos/Edicaoanterior.aspx?qtd=6259>, junho.
- Cunha, Alessandro. (2016a) “RFID – Etiquetas com eletrônica de ponta”, <https://www.embarcados.com.br/rfid-etiquetas-com-eletronica-de-ponta/>, maio.
- Cunha, Juliana. (2016b) “Internet das coisas com *hardware* livre para identificação de alunos da universidade Tiradentes”, <https://periodicos.set.edu.br/index.php/ideiaseinovacao/article/view/3634/1861>, maio.
- Figueiredo, A. M. (2007) “FDD em uma casca de banana”, <https://pt.scribd.com/document/34365766/FDD-em-Uma-Casca-de-Banana>, abril.

- FilipeFlop. (2018a) “Figura do Arduino Pro mini”. <https://www.filipeflop.com/produto/placa-pro-mini-atmega328p-5v-16mhz/>, abril.
- Filipeflop. (2018b) “Módulo Cartão SD Card”, <https://www.filipeflop.com/produto/modulo-cartao-sd-card/#tab-description>, maio.
- Food and Agriculture Organization of the united Nations (2009). “High Level Expert Forum - How to Feed the World in 2050”. Office of the Director, Agricultural Development Economics Division. Economic and Social Development Department. Roma, Itália, 12 – 13 de Outubro de 2009. [http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert\\_paper/How\\_to\\_Feed\\_the\\_World\\_in\\_2050.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf), abril.
- Korth, H. F. Sudarshan, S; Silberschatz, A et al (2006). Sistema de Banco de Dados. 5a ed. Editora Campus, Rio de Janeiro de 2006.
- Mello, A K. (2013) “ Sem Parar – Controle de Acesso Condominial dia RFID”, [http://repositorio.uniceub.br/bitstream/235/3853/1/Adriel%20Kendric%20Monografia%201\\_2013.pdf](http://repositorio.uniceub.br/bitstream/235/3853/1/Adriel%20Kendric%20Monografia%201_2013.pdf), maio.
- MAPA Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2006) “Gabinete do Ministro. Instrução Normativa N° 17, de 13 de Julho de 2006” <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/saude-animal/rastreabilidade-animal/arquivos/in-17-2006.pdf>, maio.
- MAPA Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2017). “Plano Agrícola e Pecuário 2017/2018”. Brasília, DF: Brasil. Governo Federal, 2017 <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/plano-agricola-e-pecuario>, abril.
- Okey Automação. (2017) “Brincos RFID”, <http://www.okey.com.br/idtex/index.htm>, maio.
- Oliveira, Deise Rocha Martins dos Santos. (2011) “ SW Agro: Estudo do mercado brasileiro de software para o agronegócio. Estudo do mercado brasileiro de software para o agronegócio”. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária.
- Priority 1 Design On-line Shop. “Reader RFID”, [http://www.priority1design.com.au/shopfront/index.php?main\\_page=product\\_info&cPath=1&products\\_id=37](http://www.priority1design.com.au/shopfront/index.php?main_page=product_info&cPath=1&products_id=37), abril.
- Puhlmann, Henrique. (2015), “Introdução à tecnologia de identificação RFID”, <https://www.embarcados.com.br/introducao-a-tecnologia-de-identificacao-rfid/>, junho.
- RFIDnews. (2009) “ISO 11784/85 "STANDARD" WITH BLEMISH”, <http://www.rfidnews.com/ISOstandard/ISOstandard.html>, maio.
- Santos, João Victor. (2013) “Controle de atividades para petshop utilizando RFID”, <http://repositorio.uniceub.br/bitstream/235/4905/1/20227680.pdf>, maio.

The Economist. (2016) "Technology Quarterly. The Future Of Agriculture: 1. Factory Fresh e 2. Smart farms: Silicon Valley meets Central Valley. The Economist Newspaper Limited", <https://www.economist.com/technology-quarterly/2016-06-09/factory-fresh>, abril.

## Apêndice A. Requisitos Funcionais e Não Funcionais

Após a obtenção da noção geral do sistema a partir do diagrama de domínio, a próxima etapa da metodologia FDD é fazer o levantamento dos requisitos funcionais e não funcionais do sistema que podem ser visualizados na Tabela 1.

**Tabela 1. Requisitos funcionais e não funcionais do software**

<b>Requisitos funcionais</b>		
Funcionalidade	Descrição	Complexidade
RF01:	O sistema deve ler uma tag RFID.	Alta
RF02:	O sistema deve identificar a tag lida.	Alta
RF03:	O sistema deve permitir a gravação de tag no cartão SD.	Alta
RF04:	O sistema deve permitir ao usuário a inserção de observações do animal.	Alta
RF05:	O sistema deve informar ao usuário se o animal possui observações.	Alta
RF06:	O sistema deve salvar as operações feitas pelo usuário.	Alta
<b>Requisitos não funcionais</b>		
RNF01:	O <i>software</i> deve funcionar na plataforma Arduino.	Alta
RNF02:	O <i>software</i> deve exercer resposta em até 2 segundos.	Baixa

## Apêndice B. Planejamento por Funcionalidade

Nessa etapa de desenvolvimento após ser realizado o levantamento dos requisitos do sistema é estimado um tempo em dias para desenvolvimento de cada tarefa, com isso a Tabela 2 representa o planejamento das funcionalidades.

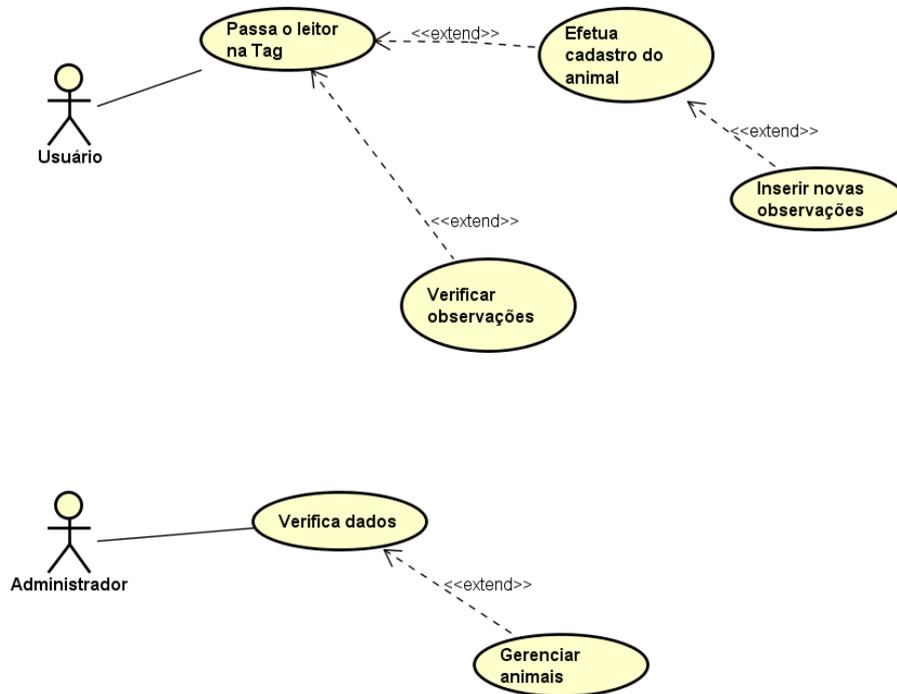
**Tabela 2. Funcionalidades em relação ao tempo**

Funcionalidade	Tempo	Complexidade	Relevância
RF01:	1 dia	Alta	Essencial

RF02:	1 dia	Alta	Essencial
RF03:	10 dias	Alta	Essencial
RF04:	10 dias	Alta	Essencial
RF05:	8 dias	Média	Essencial
RF06:	15 dias	Média	Essencial

### Apêndice C. Detalhamento por Funcionalidade

O diagrama de caso de uso é importante para que se possa visualizar o comportamento pretendido do sistema, sem a necessidade de explicar como ele será implementado. A Figura 12 mostra o diagrama de caso de uso do sistema.



**Figura 12. Visão das funcionalidades do sistema**

Outro diagrama que faz parte do detalhamento por funcionalidade é o diagrama de atividades ele mostra os passos realizados pelo sistema e o fluxo das informações, a Figura 13 mostra o diagrama de atividades.

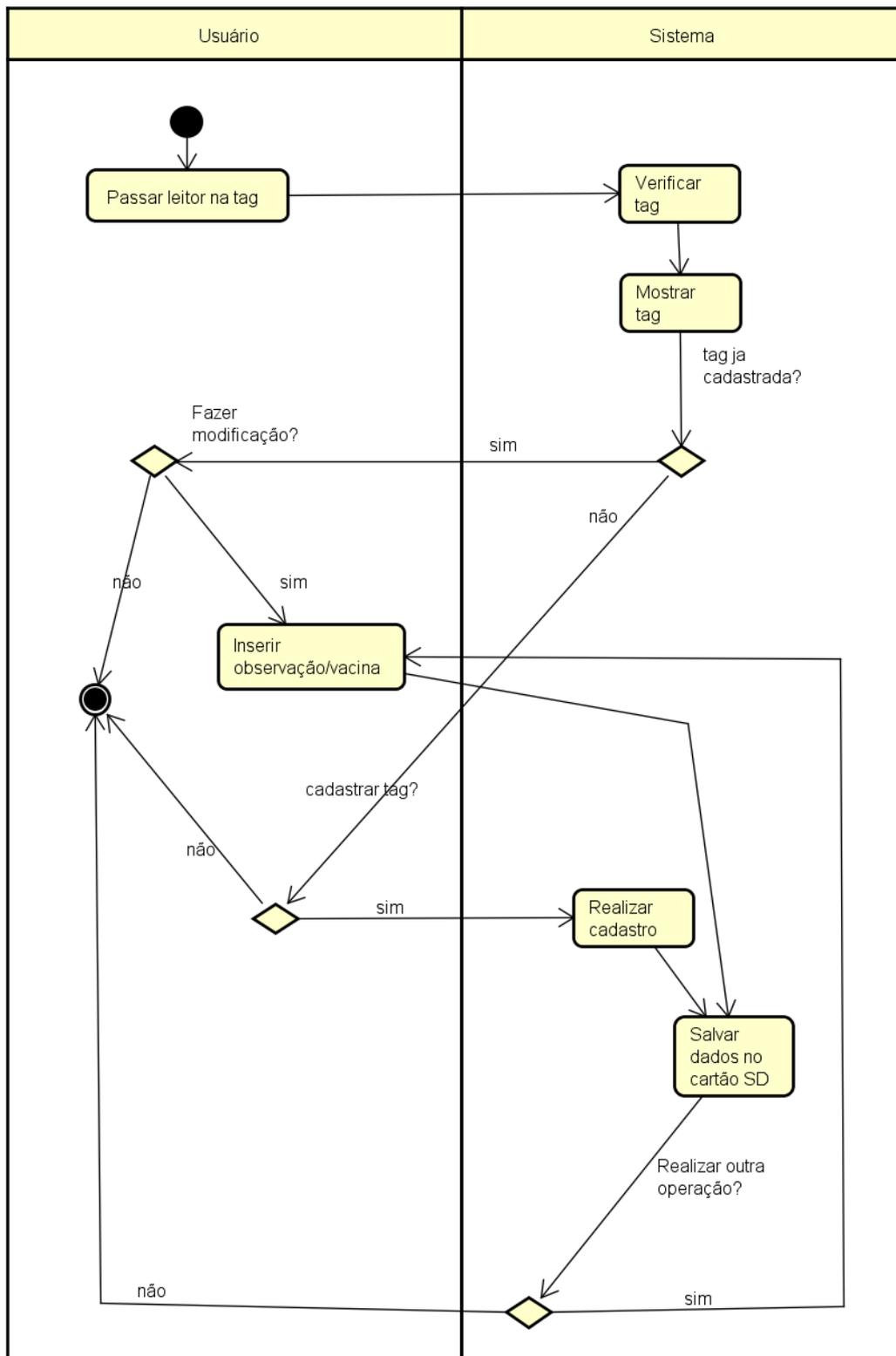


Figura 13. Diagrama de atividades