

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
FACULDADE DE COMPUTAÇÃO
JONATHAN VIEIRA DE ARAUJO**

**CAPTURA DE DADOS PARA AUTOMATIZAÇÃO DO MONITORAMENTO DE
COCHO**

CAMPO GRANDE – MS

2017

JONATHAN VIEIRA DE ARAUJO

**CAPTURA DE DADOS PARA AUTOMATIZAÇÃO DO MONITORAMENTO DE
COCHO**

Trabalho apresentado à Faculdade de
Computação, da Universidade Federal de Mato
Grosso do Sul, como requisito para a obtenção
do título de Mestre em Computação Aplicada.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Débora Maria Barroso
Paiva
Co-orientador: Rodrigo da Costa Gomes

CAMPO GRANDE – MS

2017

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis”.

José de Alencar

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela dádiva da vida, proteção, presença constante e por me conduzir à conclusão de mais uma valiosa etapa de vida.

Aos meus pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional. Por terem feito o impossível para me proporcionarem o ensejo de estudar, confiando e respeitando minhas decisões e nunca permitindo que as dificuldades abolissem os meus sonhos.

À minha querida esposa Ana e meu filho amado Rafael, pelo incentivo, paciência, compreensão e por entenderem a minha ausência, quando necessário.

A minha orientadora Débora Maria Barroso Paiva, pelo interesse, carinho, atenção, disposição, comprometimento, amabilidade, competência, enfim, pelo imenso apoio nas horas mais difíceis e se não fosse pela senhora, esta vitória não seria possível. Muito obrigado de coração!

Ao meu co-orientador Rodrigo da Costa Gomes, pelo suporte no pouco tempo que lhe coube e pelas suas correções.

Ao colega do programa de mestrado Olavo José Luiz Junior, por todo suporte teórico, técnico e por ser sempre solícito.

A esta Universidade e seu corpo docente, que oportunizaram o espaço que agora vislumbro um horizonte superior, consolidado pela pura confiança no mérito e ética, nesta presente.

Aos colegas de trabalho, por compreender os períodos de ausência e pelo apoio motivacional.

E a todos que direta ou indiretamente, contribuíram e fizeram parte, para que essa conquista fosse alcançada, o meu sincero obrigado!

RESUMO

Com o mercado cada vez mais competitivo, a necessidade de respostas com agilidade e precisão para possíveis tomadas de decisão, torna-se importante o uso de automatizações de processos. A automatização tem alcançado inúmeras áreas há anos e isso não se difere em relação ao ambiente rural que, aliás, tem tido uma demanda significativa neste sentido, buscando crescimento financeiro de forma sustentável. Este trabalho tem por objetivo à melhoria na obtenção de informação do acesso de bovinos ao cocho e a identificação de opções modulares, obtendo dessa forma, um produto final viável para diferentes perfis de estruturas rurais, mantendo a qualidade e o baixo custo. Para isso, foi realizada a melhoria contínua de um protótipo desenvolvido em parceria entre a Faculdade de Computação da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul e a Embrapa Gado de Corte. A melhoria inicial proposta foi na captura dos dados via utilização de uma antena com as especificações para tecnologia de identificação radiofrequência, que melhor atendesse diferentes variações e condições. Assim, buscou-se obter confiabilidade na obtenção dos dados (ocorrentes em tempo real e ambiente hostil) de forma a assegurar que as demais atividades ligadas à automatização de cochos, também incidam afirmadas. As possíveis alternativas para o produto final foram projetadas, identificando os módulos e itens (obrigatórios, opcionais e alternativos). Com os resultados dos testes preliminares alcançados na fase de design e considerando as análises de custo, foi realizado o desenvolvimento do projeto que apresentou melhor custo benefício e eficiência. Portanto, foi possível iniciar um ciclo sucessivo de progressos que possam contribuir para a evolução tecnológica no domínio da pecuária, principalmente, garantindo a facilidade em identificar com antecedência fatores que possam influenciar na suplementação animal, além de gerar mais valor de negócio e trazer benefícios às áreas que interfiram nesta.

Palavras-chave: Leitor RFID. Melhoria Contínua. Monitoramento de Cocho. Pecuária de Precisão.

ABSTRACT

With the market becoming more competitive, the need for answers with agility and precision for possible decision making, it becomes important to use process automations. Automation has reached countless areas for years and this does not differ from the rural environment, which, incidentally, has had a significant demand in this direction, seeking financial growth in a sustainable way. The objective of this work is to improve information on the access of cattle to the trough and to identify modular options, thus obtaining a viable end product for different profiles of rural structures, maintaining quality and low cost. For this, the continuous improvement of a prototype developed in partnership between the Computer Science Faculty of the Federal University of Mato Grosso do Sul and Embrapa Beef Cattle was carried out. The initial improvement proposed was in the capture of the data through the use of an antenna with the specifications for technology of identification radiofrequency, that better attend different variations and conditions. Thus, we sought to obtain data reliability (occurring in real time and hostile environment) in order to ensure that the other activities related to the automation of troughs, also assert themselves. The possible alternatives for the final product were designed, identifying the modules and items (mandatory, optional and alternative). With the results of the preliminary tests reached in the design phase and considering the cost analyzes, the development of the project was carried out, which presented better cost benefit and efficiency. Therefore, it was possible to start a successive cycle of progress that could contribute to the technological evolution in the field of livestock, mainly, ensuring the ease in identifying in advance factors that may influence animal supplementation, besides generating more business value and bring benefits to the animals areas that interfere with it.

Keywords: RFID reader. Continuous Improvement. Trough Monitoring. Precision Livestock.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Identificador RFID.....	17
FIGURA 2 – Sistema RFID.....	19
FIGURA 3 – Diagrama de irradiação.....	21
FIGURA 4 – Lóbulo de irradiação.....	21
FIGURA 5 – Polarização (vertical, horizontal ou circular).....	22
FIGURA 6 – Antenas yagis.....	22
FIGURA 7 – Antena setorial e irradiação setorial.....	23
FIGURA 8 – Antena onidirecional e irradiação onidirecional.....	23
FIGURA 9 – Frequências RFID.....	24
FIGURA 10 – Montagem da estação inicial.....	27
FIGURA 11 – Leitor 134K-RW-TTL-PCB.....	32
FIGURA 12 – Reconstrução de trilha do pin 2 do leitor.....	33
FIGURA 13 – Integração do leitor com antena original.....	34
FIGURA 14 – Leitor RFIDLOG e módulo para antena auxiliar.....	35
FIGURA 15 – Leitor integrado com Arduino.....	35
FIGURA 16 – Bateria 9V com adaptador para Arduino.....	36
FIGURA 17 – Placa solar para Arduino.....	36
FIGURA 18 – Módulo <i>bluetooth</i> para Arduino.....	37
FIGURA 19 – <i>Mockup</i> estação móvel.....	38
FIGURA 20 – <i>Tags</i>	39
FIGURA 21 – Montagem da estação atual.....	40
FIGURA 22 – Leitura de <i>tag</i>	42
FIGURA 23 – Bateria automotiva e seu carregador versus bateria comum 9V.....	43
FIGURA 24 – Placa solar de células em série.....	43
FIGURA 25 – Medição de tensão na placa solar em dia nublado.....	44
FIGURA 26 – Protótipo ligado com a bateria 9V e placa solar.....	44
FIGURA 27 – Módulo <i>bluetooth</i> no protótipo.....	45
FIGURA 28 – Aplicativo customizado e sua funcionalidade.....	46
FIGURA 29 – Log da leitura remota.....	47
FIGURA 30 – Antigo protótipo dentro do gabinete versus novo em cima do gabinete.....	48
FIGURA 31 – Modelagem das <i>Features</i>	50
FIGURA 32 – Configurações das características dos componentes.....	51

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Componentes utilizados nas estações.....	49
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CSV	<i>Comma Separated Values</i>
dBi ou dBd	Decibel
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
GPS	<i>Global Positioning System</i>
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
ISO	<i>International Standardization for Organization</i>
microSD	microSanDisk
MS	Mato Grosso do Sul
RF	Radiofrequência
RFID	<i>Radio-Frequency Identification</i>
ROE	Relação de Ondas Estacionárias
TTL	<i>Transistor -Transistor Logic</i>
TXD	<i>Transmit Data</i>
UHF	<i>Ultra High Frequency</i>
UFMS	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
XML	<i>Extensible Markup Language</i>

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	VII
LISTA DE TABELAS.....	VIII
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	IX
1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Contextualização	13
1.2 Motivação e Justificativa	14
1.3 Objetivos	14
1.3.1 Objetivo geral.....	14
1.3.2 Objetivos específicos.....	15
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1 Sinais e sistemas.....	16
2.2 Identificação por Radio Frequência	17
2.2 Antenas.....	20
3 TRABALHOS RELACIONADOS	26
3.1 Automatização do Monitoramento Comportamental de Bovinos	27
4 METODOLOGIA UTILIZADA E EVOLUÇÃO DO PROTÓTIPO	30
4.1 Melhorias Realizadas	30
4.1.1 Avaliação da leitura das <i>tags</i> , eficiência energética e manipulação do protótipo legado....	31
4.1.2 Substituição e testes com o novo leitor	32
4.1.3 Implantação de placa solar e nova bateria para teste de eficiência energética	36
4.1.4 Melhoria na coleta de dados via <i>bluetooth</i> com estação móvel	37
4.1.5 Testes no sinal da antena com <i>tag half</i> e <i>full duplex</i>	39
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
5.1 Áreas Aprimoradas	40
5.1.1 Leitura de dados	41
5.1.2 Eficiência energética	42
5.1.3 Coleta de dados	45

5.1.4 Proporção física.....	48
5.2 Comparativo de Produtos Existentes em Mercado.....	49
5.3 <i>Features</i>	50
6 CONCLUSÃO	52
6.1 Limitações	53
6.2 Trabalhos Futuros.....	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56

1 INTRODUÇÃO

O cenário contemporâneo aponta que o Brasil será o maior País agrícola do mundo em dez anos. O agronegócio é uma atividade próspera, segura e rentável (BORGES, 2004). Com um clima diversificado, chuvas regulares, energia solar abundante e quase 13% de toda a água doce disponível no planeta, o Brasil tem 388 milhões de hectares de terras agricultáveis férteis e de alta produtividade, dos quais 90 milhões ainda não foram explorados (BRASIL, 2015).

Esses fatores fazem do País um lugar de vocação natural para a agropecuária e todos os negócios relacionados à suas cadeias produtivas. O agronegócio é a principal locomotiva da economia brasileira e responde por um em cada três reais gerados no País (MAPA, 2014).

O Brasil situa-se, como celeiro mundial em termos de agronegócio. De acordo com Rodrigues (2006), o País possui 22% das terras agricultáveis do mundo, além de elevada tecnologia utilizada no campo, dados estes que fazem do agronegócio um setor moderno, eficiente e competitivo internacionalmente, enquadrando em uma evolução que remonta ao século XVI.

Logo, com a demanda por produtos no mercado de bovinocultura (carne, couro e subprodutos) crescendo a cada ano e com o aumento do número de produtores, tem ocorrido uma exigência cada vez maior em termos de qualidade, quantidade e eficiência (FOREST, FOREST, SIQUEIRA, REIS, 2014).

O Brasil é um dos maiores mercados de produtos derivados de bovinos, mas para poder se manter competitivo, se faz necessária a eficiência com baixo custo que atenda a este padrão de mercado dos últimos anos. Para que isto seja realidade, tem-se investido de forma eficaz em tecnologia nos ambientes rurais, onde diversos produtos para auxiliar na produção bovina têm tido grande aceitação e propiciado melhorias significativas (RUBIN, ILHA, WAQUIL, 2008; OLISZESKI, 2011).

No desígnio de melhorar a gestão de nutrição animal, foi elaborado, anteriormente por Luiz Junior (2015), um projeto para automatização de cochos de suplementação, onde é feita a inspeção dos animais via identificação por radiofrequência (RFID) – do termo inglês *Radio-Frequency Identification* – em relação a suas visitas a estes cochos, com a intenção de criar um produto de *software* que contribua para atender às necessidades exigidas pelo mercado competitivo.

Para este sistema complexo e desafiador, cada vez há maior demanda por tecnologias que permitam melhorar a sua gestão. Em especial, o manejo nutricional traz inúmeras

oportunidades de emprego de tecnologias que colem e gerem informações para auxiliar na tomada de decisão, permitindo o uso mais adequado de recursos (MEDEIROS, BARIONI, GOMES et al., 2014).

Igualmente, mantendo uma base com dados confiáveis para possíveis tomadas de decisão através da análise destes padrões de visitação, pode-se melhorar a produtividade com auxílio tecnológico.

Para garantir a precisão é imprescindível considerar tecnologias que proporcionem exatidão em todas as fases do processo, desde a captura dos dados até a geração de relatórios finais. Em especial, em relação à captura dos dados, é possível usar uma antena de recepção do sinal de aproximação do RFID, sendo que todas as suas especificações e configurações devem atender aos padrões imperativos (STANKOVSKI, 2012; KOENIGKAN, NARCISO, 2009).

Dessa forma, juntamente com os outros componentes utilizados no contexto do projeto, pode ser alcançada uma anuência pelos proprietários rurais, levando em consideração a relação custo benefício de possuir uma tecnologia que agregue qualidade e maior competitividade.

1.1 Contextualização

Este estudo deu continuidade ao trabalho desenvolvido por Luiz Junior (2015) que teve como objetivo identificar e implementar uma solução para monitoramento de visitas ao cocho de suplemento para suporte à avaliação do comportamento por grupos de bovinos. Tendo então, como premissas os objetivos anteriores, neste, para esta melhoria, foram levantados e ajustados todos os pontos que ainda impedem a correta obtenção de dados, sejam estas por ineficiência energética, *hardwares*, *softwares*, ruídos de sinais, dentre outros.

Os dados obtidos a partir do monitoramento da visitação dos animais ao cocho levam as informações quando estas extrações estão corretas, induzindo as ações para beneficiar a produtividade, retornando em forma de lucratividade, uma vez que se podem identificar casos de inconsistência à frequência, com o qual um bovino acessa o cocho ou a quantidade de animais que conseguem ter este acesso nas horas ideais do dia para ingerir certo nutriente, além disso, se o cocho possui características ideais de posição ou forma para que os nutrientes sejam distribuídos de maneira a atender todo o rebanho.

Com os dados gerados pela leitura de forma confiável durante a visitação dos bovinos ao cocho, através da coleta e análise, poderão ser tomadas ações para inibir más formações de

padrões frequentes nos cochos, reduzindo os impactos no desenvolvimento do rebanho e impedindo que existam prejuízos por meio de atos preventivos ou com intervenções em curto espaço de tempo.

Estes padrões podem ser identificados pelos dados obtidos que possuem impacto direto na produção, pois quanto maior a quantidade de animais e de extensão da propriedade, mais se faz importante uma obtenção precisa, visto que a influência de uma gestão não eficaz aumenta consideravelmente os danos.

1.2 Motivação e Justificativa

Os últimos desenvolvimentos no setor de produção têm aumentado a necessidade de maior sofisticação no planejamento de estratégias e ferramentas para a agroindústria. Porém, a escassez de sistemas de suporte à decisão é uma realidade que prejudica diversos produtores (FOREST, FOREST, SIQUEIRA, REIS, 2014; OLISZESKI, 2011).

Em complemento, o desenvolvimento de modelos para o auxílio ao planejamento agrícola, é mais uma ferramenta a produtores e gerentes de propriedades rurais, dando suporte às atividades da agroindústria (BRASIL, 2015). Ao existir automatização, se faz necessária a garantia de exatidão na obtenção de dados, para que estes sejam sempre úteis para atender futuras análises e tomadas de decisão, seja de forma automática ou manual.

O desenvolvimento das melhorias no projeto existente, desenvolvido por Luiz Junior (2015), se justifica por trazer confiabilidade ao produto, onde a obtenção dos dados será implementada com base nos padrões de qualidade tais como precisão e integralidade, assim propiciando resultados com margem de erro ínfima ou aceitável. Além disso, é importante disponibilizar diferentes versões de um produto que se adeque a cada perfil de propriedade rural, mantendo qualidade e baixo custo.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

O objetivo geral é estender o trabalho desenvolvido por Luiz Junior (2015) em uma estação de captura de dados com suporte para aplicações de análise comportamental em cochos alimentares para bovinos em pastagem. Aplicando melhorias no monitoramento via RFID garantindo qualidade através da integridade e consistência durante estes registros e

coletas de informação, além destes, manter o baixo custo possibilitando configurações para atender as necessidades dos produtores.

1.3.2 Objetivos específicos

- Identificar produtos similares no mercado para observar suas principais características, procurando reutilização de técnicas bem-sucedidas;
- Projetar a solução elaborando um modelo de *features*;
- Evoluir os mecanismos da captura de sinal pelo interrogador (leitor/antena) em relação a *tag*;
- Gerar eficiência energética através de escolha de novos componentes e melhorias no código do sistema embarcado;
- Melhorar a captação de dados na estação com a utilização de *bluetooth* para que não seja necessário contato físico;
- Identificar e apontar possíveis melhorias ao produto a partir da execução dos testes;
- Fazer análise do custo de mercado da solução proposta;
- Efetuar as validações finais.

Portanto, este trabalho está dividido em seis capítulos. O primeiro refere-se à introdução, conceituando e definindo aspectos relevantes do conteúdo final. O segundo capítulo traz a fundamentação teórica, abordando a tecnologia de rádio frequência e o padrão RFID com seus principais componentes e alguns conceitos básicos acerca da utilização de antenas em aplicações RFID, respectivamente. No terceiro capítulo apresentam-se os trabalhos relacionados que serviram de motivação para a construção deste estudo. O quarto capítulo descreve a metodologia utilizada e a evolução do protótipo, tratando as propriedades de *hardware* e o desenvolvimento do *software* aplicado nos testes. O quinto capítulo aborda os resultados e discussão acerca do que foi exposto, validando perspectivas, solucionando conflitos, discutindo trabalhos futuros e apresentando resultados satisfatórios para a consecução do protótipo, e posterior, produto. Por fim, não menos importante, uma conclusão abordando os pontos fortes e fracos, fatores impactantes e melhorias, gerando mais valor de mercado e trazendo benefícios ao agronegócio, com implantação de tecnologias avançadas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo Carvalho (2009), a pecuária de precisão diz respeito a inovações tecnológicas que monitoram o animal no seu ambiente. O comportamento de ingestão de alimentos do animal auxilia no entendimento para como proceder nas ações de manejo decorrentes do monitoramento dos animais e da vegetação.

A precisão na pecuária é obtida através de três itens básicos: os conhecimentos do comportamento animal, as tecnologias e os sistemas de decisão aplicados. Com estes podemos rastrear e interferir de maneira a melhorar a produtividade, gerando eficiência e lucratividade (BRASIL, 2015).

Para isto deve-se garantir a obtenção de dados de maneira segura e com o menor percentual de erros possível, pois toda ação será tomada com base nos valores obtidos e análises sobre estes.

Como toda a obtenção de dados se fez via sinais de sistemas e o uso de tecnologias, o presente trabalho aproveitou-se de estudos em áreas afins e conhecimentos técnicos, com relação a cada parte que envolve a captação destes, com foco na antena e seus atributos como formato, tamanho, frequência, posicionamento, entre outros. Buscou-se com isso obter consistência na integração dos componentes e tecnologias, seja através de substituição de alguns componentes ou da construção de uma nova estação, gerando a integridade dos dados para atender o objetivo de um produto confiável, mesmo possuindo baixo custo, frente às demais soluções presentes atualmente no mercado.

2.1 Sinais e Sistemas

Os fenômenos físicos podem ser captados de forma a gerarem sinais e, por consequência, estes sinais são funções que possuem as informações de um ou vários fenômenos/acontecimentos. Estes sinais podem ser interpretados ou manipulados através de sistemas, em que suas características e atributos são de extrema importância para um processamento correto (LOUREIRO, 2003; THOMAZINI, ALBUQUERQUE, 2005).

Para estes acontecimentos gerarem sinais se faz necessária a utilização de sensores que em geral são dispositivos sensíveis a alguma forma de ambiente que, ao sofrer algum tipo de interação, faz a conversão do fenômeno para um sinal.

Existem vários tipos de sensores: luz, som, temperatura, movimento, entre outros, cada um com sua forma de ativação por meio de interação que podem transformar estas informações em sinais pré-determinados. Neste projeto, o tipo de sensor utilizado é o de rádio, ou seja, aquele que consegue interagir com estímulos via rádio frequência (PATSKO, 2006).

Neste caso, é necessário um ponto gerador de rádio frequência que, ao entrar em contato com o sensor possa receber sinal do mesmo. A tecnologia atualmente mais utilizada neste cenário é o RFID, que por ter uma opção de sensor do tipo passiva, torna-se uma boa escolha com baixo custo provendo com eficiência o objetivo de identificação.

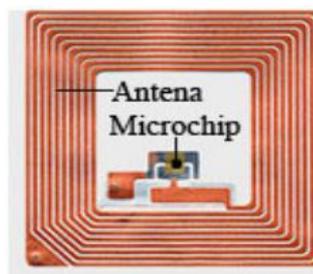
2.2 Identificação por Rádio Frequência

Os avanços nas áreas de microeletrônica e telecomunicações, que possibilitaram a transmissão de dados através da utilização de ondas de rádio, tornaram possível a criação de dispositivos capazes de trocar informações sem a necessidade de um meio físico tangível. RF ou Radiofrequência é uma oscilação eletromagnética de alta frequência, normalmente causada por uma corrente elétrica em um condutor (PUHLMANN, 2015).

Essa tecnologia tem como principal vantagem a característica de não necessitar de contato físico, nem de linha de visão direta, além disso, as ondas de rádio podem atravessar diversos meios. Contudo, seu principal diferencial é a possibilidade de obter um grande número de informações sequencialmente, porém muito rápido, sem a necessidade de leitura em linha, permitindo, assim, a criação de soluções totalmente automatizadas (RODRIGUES, 2011).

Logo, a principal função do identificador por radiofrequência é o reconhecimento de objetos, sejam estes animados ou inanimados por meio de ondas de rádio, gerando obtenção de dados em tempo real (Figura 1).

Figura 1 – Identificador RFID



Fonte: SANTINI (2008).

Para tal funcionamento, é necessário que o objeto alvo possua um dispositivo eletrônico denominado *tag* ou *RF tag* ou *transponder*. Essas *tags* (etiquetas) podem resistir a ambientes hostis com baixas ou altas temperaturas, pressão e tensão, podendo ser lidas através de distâncias da ordem de 100 metros. Também, têm por finalidade transmitir sinais de rádio frequência via antena para leitores que captam estas informações (LIU et al., 2005).

Neste contexto, as fontes de energia da *tag* podem ser separadas em quatro grupos (LAHIRI, 2005):

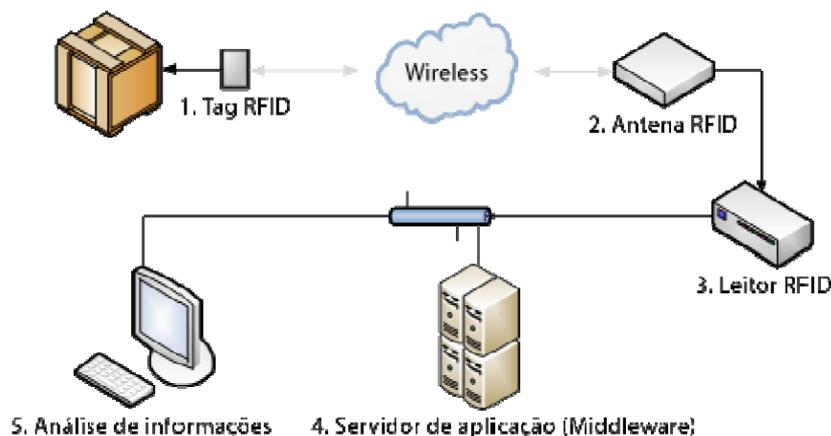
- Passivo: não possui bateria, deve ser ativado via alimentação eletromagnética da antena de um leitor. Pela sua constituição simples, as etiquetas são normalmente do tipo leitura, mecanicamente mais flexíveis e possuem dimensões reduzidas, podendo ter a espessura de uma folha de papel e permitindo que sejam introduzidas nos mais diversos tipos de objetos, além de permitir sua produção em massa, fazendo com que seu custo de produção seja baixo e possuindo vida útil teoricamente infinita.
- Semi-passivo: possui bateria, mas esta serve apenas para alimentar os circuitos internos e não para gerar um sinal de rádio frequência para qualquer outro dispositivo, dependendo da mesma forma como o passivo de um leitor para estabelecer sinal. Esse tipo de etiqueta ao receber sinal do leitor, utiliza a energia da sua fonte para alimentar o circuito e continua utilizando a energia vinda do leitor para devolver os dados. Com isso, têm um tempo de resposta mais rápido e um alcance maior se comparadas às passivas, mas possuem uma vida útil diminuída, como as ativas.
- Ativo: possui bateria e consegue enviar sinais sem a necessidade de interação com um leitor, mesmo que o responsável por gerenciar a comunicação seja ele. As etiquetas passam a maior parte do tempo inativas e, quando questionadas pelo leitor, utilizam sua fonte de energia interna para emitir sinais com suas informações, inclusive, independentemente da posição do leitor. Essas etiquetas aumentam o raio de ação do leitor, provendo comunicação através de distâncias na ordem de centenas de metros, respondendo a sinais de potências mais baixas, além de possuírem uma maior capacidade de memória em comparação às etiquetas passivas. Por ser mais complexo, em geral possui tamanho maior e preços elevados.
- Duas vias: além de funcionarem do mesmo modo que os ativos, estes podem iniciar comunicação com outros identificadores de duas vias.

Sobre as comunicações, há dois tipos de configurações usadas em uma rede: *half-duplex* - nesta modalidade, uma transmissão pode ser feita nos dois sentidos, mas alternadamente, isto é, ora num sentido ora no outro, e não nos dois sentidos ao mesmo tempo; e a *full-duplex* - neste caso, as transmissões podem ser feitas nos dois sentidos em simultâneo, ou seja, um dispositivo pode transmitir informação ao mesmo tempo em que pode também recebê-la, desde que o meio de transmissão utilizado contenha pelo menos dois canais, um para cada sentido do fluxo dos dados (EVELIUX, 2017).

Os leitores ou *transceivers* podem enviar dados, além da própria função de leitura. Eles possuem antenas que, através da radiofrequência, ativam a *tag* via alimentação obtendo como retorno o sinal configurado em memória deste *transponder* ao existir uma interação. Possui também um controlador para gerenciar os eventos e enviar os dados via interface de rede (LIU et al., 2005).

Após obtenção deste sinal, o leitor o envia para uma central externa de processamento (computadores ou outros dispositivos) que possua base de dados, conforme Figura 2.

Figura 2 – Sistema RFID



Fonte: SANTINI (2008).

Além da *tag* e do leitor, existe também o componente de middleware RFID, que serve como mediador entre o leitor e a central externa de processamento, para que somente os dados relevantes cheguem até este, trabalhando como um filtro, diminuindo a quantidade de informações finais a serem processadas (SEVERINO, 2002; CARO, 2013).

Para alcançar o objetivo deste estudo, a escolha do tipo ideal de RFID tem que levar em consideração, a questão de rastreamento animal, que por se tratar de um objeto animado, devem ser considerados todos os aspectos que possam interferir como: exposição ao ambiente

externo, impactos físicos, incômodos ao animal, distância da captação da presença do RFID, entre outros. Em geral, para este tipo de aplicação se faz o uso de *tags* no formato de colares, brincos, injetáveis ou ingeríveis (*bolus*) (PORTO, 2005; CARVALHO, 2009).

Deve existir uma atenção ao usar a *tag* de brinco, pois ela possibilita uma leitura em até um metro de distância, assim a antena utilizada pelo leitor deve atender à necessidade de identificação no momento em que o animal estiver efetivamente utilizando o cocho, e não apenas quando passa por perto (LUIZ JUNIOR, 2015).

Independente do formato escolhido, este se faz primordial, pois impacta em toda a estrutura a ser montada para a captação de sinais válidos que retratem a realidade a ser observada de forma automatizada.

2.3 Antenas

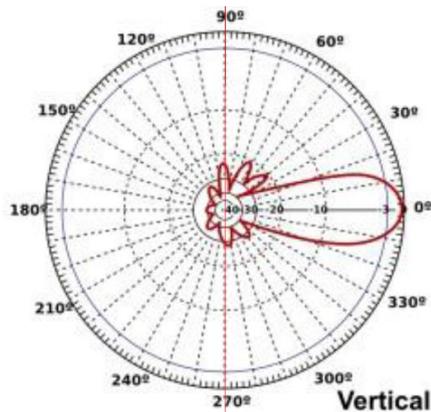
O estudo sobre as antenas é de extrema importância para o funcionamento de uma arquitetura com utilização de RFID (NISE, 2010). As variáveis de interferência são:

- Intermodulação dos sinais;
- Distância da estrutura (reatância);
- Intensidade da área de cobertura;
- Leitura única ou simultânea;
- Tamanho da estrutura e antena;
- Formato da antena;
- Frequência;
- Ambiente.

É necessário fazer o levantamento dos locais onde a estrutura será instalada, para que seja possível realizar cálculos que levem a formatos que atendam o máximo possível de situações.

A criação do diagrama de irradiação (Figura 3) e do ganho decibel (dBi ou dBd) dependendo do formato de cada antena, se faz importante para que não exista ruído no sinal a ser captado (STANKOVSKI, 2012; KOENIGKAN, NARCISO, 2009).

Figura 3 – Diagrama de Irradiação

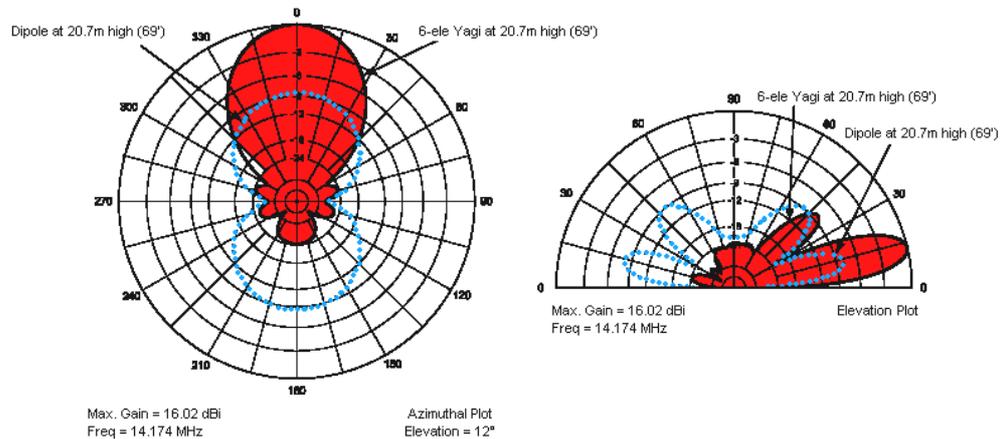


Fonte: MARTINS (2016).

Outros conceitos importantes e que devem ser considerados são (CARO, 2013) descritos a seguir:

Lóbulo de irradiação são as áreas de cobertura do sinal onde a sua maior concentração é captada no direcionamento que o formato da antena propicia, chamado de lóbulo principal, conforme indicado na Figura 4.

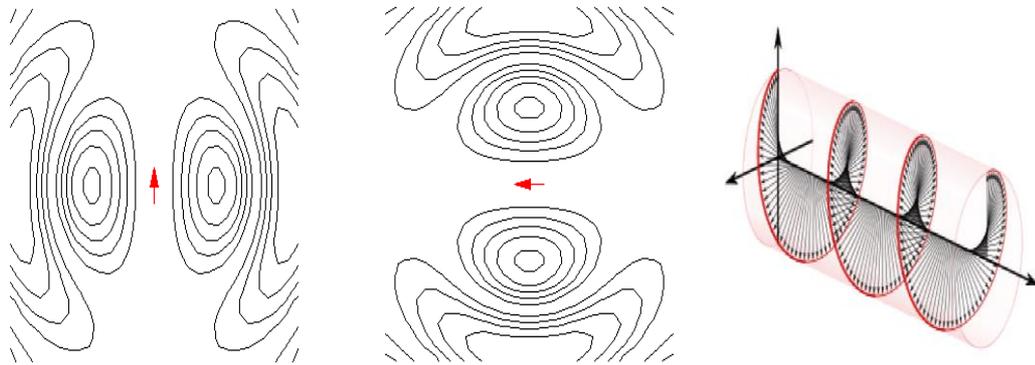
Figura 4 – Lóbulo de irradiação



Fonte: MARTINS (2016).

Polarização, forma de propagação de um sinal. No caso das ondas de rádio e do formato e posição de cada antena, estas podem ser vertical, horizontal ou circular, conforme indicado na Figura 5.

Figura 5 – Polarização (vertical, horizontal ou circular)

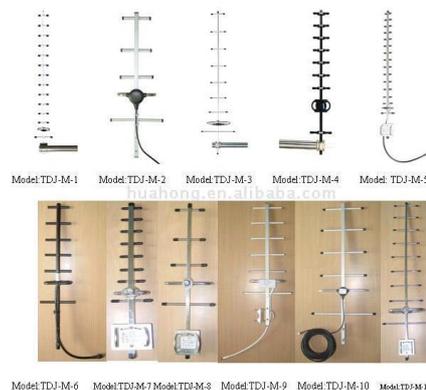


Fonte: MARTINS (2016).

Estas características variam em três grupos básicos de antenas (NISE, 2010):

Direcional, são os tipos de antena que transmitem o sinal em uma direção, possuindo como particularidade um ângulo de irradiação bastante fechado (entre 3 e 20 graus), garantindo uma área restrita de cobertura. Um exemplo bastante conhecido são as parabólicas (fechadas ou não), as helicoidais e as yagis (Figura 6).

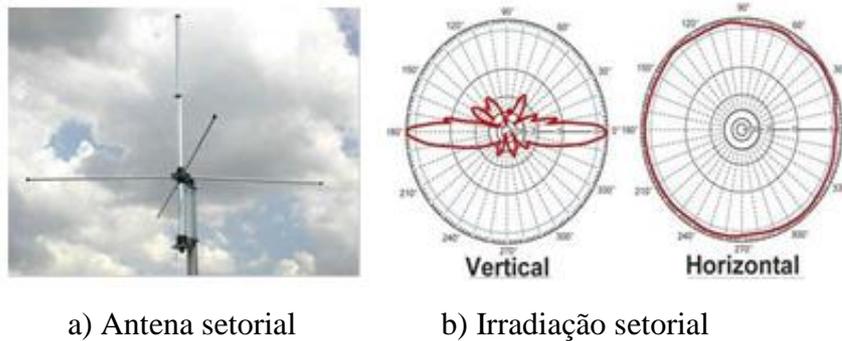
Figura 6 – Antenas yagis



Fonte: TRANSTEL (2017).

Setorial, o seu sinal também é de forma direcional, porém o seu ângulo de irradiação é muito aberto (entre 30 e 180 graus) cobrindo uma grande extensão de área tanto horizontalmente como verticalmente. Estas são encontradas em formas de painel setorial indoor e outdoor (Figura 7).

Figura 7 – Antena setorial e Irradiação setorial



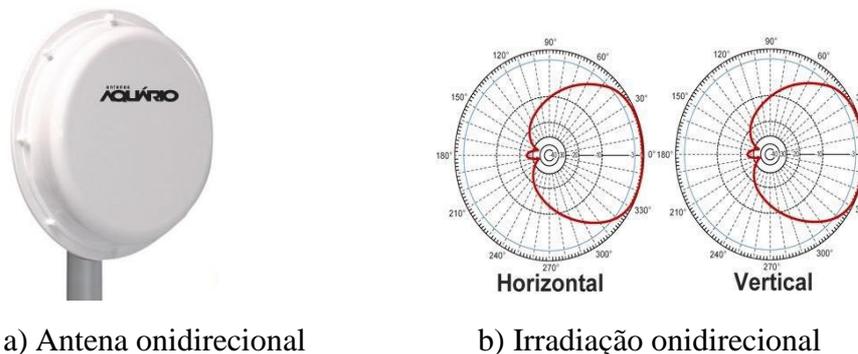
a) Antena setorial

b) Irradiação setorial

Fonte: MARTINS (2016).

Onidirecional, transmitem os sinais em muitas direções, possuindo um ângulo de 360 graus, um exemplo são as antenas de aparelhos *Wi-Fi* (Figura 8).

Figura 8 – Antena onidirecional e Irradiação onidirecional



a) Antena onidirecional

b) Irradiação onidirecional

Fonte: MARTINS (2016).

Além das características supramencionadas, outro ponto a ser analisado é o meio de transmissão e recepção, onde estas são denominadas linhas de transmissão que podem ser coaxiais ou paralelas, os quais dependendo do seu material e até dos conectores escolhidos irão influenciar na impedância (medida de impedimento ou oposição no fluxo do sinal).

Todos estes dados são necessários para obter uma sintonização mais próxima de um ótimo estado, onde essa classificação é medida através da relação de ondas estacionárias (ROE) (AZEVEDO, 2004), ou seja, relação entre a potência irradiada e a medida, na qual a onda pode ser analisada pela escala ou via percentual:

$$\text{ROE} = 1 \quad 1.2 \quad 1.5 \quad 2 \quad 3 \quad 4 \quad 5 \quad 9$$

$$\text{Percentual} = 0\% \quad 1\% \quad 4\% \quad 11\% \quad 25\% \quad 36\% \quad 50\% \quad 65\%$$

O mesmo refere que tal classificação é definida em: até 4% ótima, entre 4 e 8% boa, entre 8 e 11% regular, entre 11 e 18% ruim, entre 18 e 25% péssima, acima é considerada inutilizável.

A última característica a ser verificada é a frequência, esta é uma das mais importantes, pois ela influencia de forma direta positivamente ou negativamente nos outros grupos de atributos anteriormente citados. No caso do RFID existem três possíveis faixas encontradas (Figura 9):

Figura 9 – Frequências RFID

Frequência	LF 125-185kHz	HF 13,56MHz	UHF 850-960MHz
Alcance	0~2m	< 1m	>3m
Custo da Tag	Alta	← → Baixa	
Custo do Leitor	Baixa	← → Alta	
Penetração do sinal	Excelente	← → Baixa	
Afetado por líquidos	NÃO	Até certo ponto	SIM
Sensor da Tag	Passiva (Indutiva)	Passiva (Indutiva)	Passiva (Capacitiva)
Taxa de transmissão	Baixa	← → Alta	
Leituras múltiplas	RUIM	BOM	MUITO BOM

Fonte: SANTINI (2008).

- 120 a 135 kHz, situado em baixa frequência, a leitura se dá a distâncias abaixo de 1 metro, possuindo alto coeficiente de penetrabilidade e moderada tolerância a metais. O seu campo magnético gera uma área de leitura homogênea e com boa definição, tendo baixa taxa tanto de transferência quanto de leitura de múltiplas *tags*. A sua capacidade de leitura é possibilitada mesmo em ambientes úmidos e sujos.
- 13,56 MHz, alta frequência, com a possibilidade de leitura abaixo dos 2 metros, possui bom coeficiente de penetrabilidade com redução no alcance da leitura, em exceção aos metais. Dispensa licenciamento por possuir uso global. Considera adequado o seu nível de potência, suas *tags* são em geral disponíveis em formato de etiqueta. Um ponto de interesse é a leitura de múltiplas *tags*.
- 850 a 960 MHz, a frequência ultra alta (UHF) – do termo inglês *Ultra High Frequency* – tem leitura em alto alcance acima dos 5 metros, com o seu coeficiente de penetrabilidade baixo gera um estado de absorção a água e reflexão a metais. O

formato da sua *tag* influencia no desempenho da leitura, mantendo tanto uma alta taxa de transferência quanto de leitura de múltiplas *tags*. A fácil obtenção de leitura provê do seu campo elétrico que proporcionalmente reverso implica em uma área de cobertura complicada para determinadas aplicações.

Para o desenvolvimento deste projeto, no intuito de gerar um produto modular que garanta a obtenção dos sinais independente das variáveis de influência com menor custo possível, estas configurações são de extrema importância, ainda mais neste cenário onde, geralmente, baixo custo não está atrelado à qualidade, ponto ao qual se faz necessário para um monitoramento preciso de tomadas de decisão. Sem dados precisos não se pode chegar a ações eficazes, assim inviabilizando o produto.

3 TRABALHOS RELACIONADOS

Os trabalhos verificados sobre o comportamento animal e o consumo alimentar em pastejo, não apresentam a utilização de ferramentas de apoio e tomada de decisão.

Páscoa (2009) realizou experimentos com os objetivos de observar diferentes manejos no comportamento de bovinos em pastejo e de testar a eficiência de colares GPS na caracterização da utilização de pastagens por bovinos. O estudo mostrou eficiência em apresentar a distância percorrida pelo animal e a frequência da movimentação da cabeça, podendo trazer informações relevantes na análise global dos dados. Porém, o trabalho é limitado a indicar essas informações, com um custo que não é desprezível.

Fraga Filho e Resende (2011) apresentaram outras variáveis para o cocho de suplementação. Os autores lembram que o monitoramento da quantidade e qualidade do suplemento afeta diretamente o consumo. Cochos que ficam por algum período sem suplemento, ou suplemento com alta umidade, ou sendo contaminado pela mistura de fezes, terra ou outras impurezas, levam a uma diminuição no consumo. Ainda, recomendam que os cochos sejam localizados em áreas onde o tratador visite com frequência, mas isso nem sempre é prático, ou até mesmo, possível, sendo assim necessárias ferramentas com algum tipo de monitoramento automático e sistemático.

A empresa canadense *GrowSafe Systems Ltd.* comercializa um sistema chamado *GrowSafe™* (GROWSAFE, 2004). O mesmo possui a capacidade de medir o consumo e comportamento individual de animais, fazendo uso de brincos eletrônicos com tecnologia RFID que são detectados pelo sistema a cada visita no cocho, sendo registrado o consumo de alimento e tempo de permanência no mesmo. Cada cocho possui barras de metais para individualização dos animais, de forma que apenas um animal terá acesso ao cocho naquele instante, porém o cocho estará disponível para todos os animais que em outros momentos poderão fazer uso do alimentador.

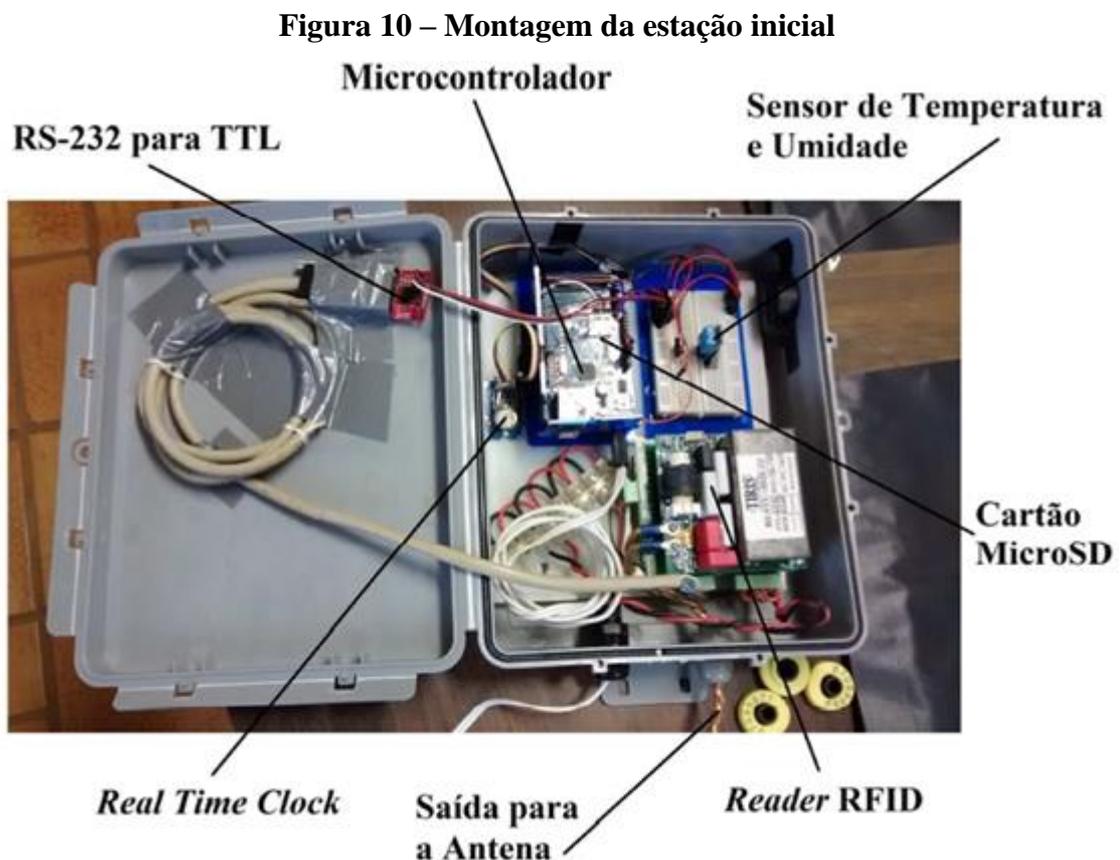
Passatuto (2012) propôs um sistema automatizado para cochos que levou à economia de insumos utilizados na alimentação do gado, ao aumento do ganho de peso e à redução do tempo utilizado para o descarregamento de ração. Porém, o sistema é apenas utilizado em confinamento e não gera análise de comportamento animal.

Logo, como base para este trabalho, por ser uma continuação e melhoria de um projeto já existente, foi feita uma análise na dissertação produzida para o mestrado da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), do acadêmico Olavo José Luiz Junior (2015),

juntamente com contatos para obtenção de informações da situação atual do projeto, compreensão do perfil técnico empregado em âmbito tecnológico, atuais pendências, melhorias urgentes, propostas futuras de melhorias, entre outros.

3.1 Automatização do Monitoramento Comportamental de Bovinos

O projeto inicial desenvolvido (Figura 10) teve como objetivo criar um produto de baixo custo que possuísse qualidades em relação a outros produtos hoje presentes no mercado ou em desenvolvimento mantendo um custo acessível.



Fonte: LUIZ JUNIOR (2015).

Alguns dos diferenciais propostos foram a não presença de ativos, equipamentos, aparelhos, que tivessem que estar acoplados aos animais, assim não trazendo incômodos ao gado e possíveis intervenções para manutenções periódicas com este tipo de material. Com isto foi decidida a utilização da tecnologia RFID, que além de já ser utilizada em larga escala neste cenário para os testes físicos do projeto, já foi proporcionado um ganho pelo rebanho já possuir esta tecnologia em utilização para outros produtos.

A tecnologia funciona de modo simples, onde uma *tag* é carregada pelo animal que ao se aproximar de uma leitora fixada em um ponto estratégico, esta consegue obter a identificação da *tag* e assim processar os dados pré-definidos em relação a esta identificação capturada.

Esta plataforma para leitura e pré-processamento de informações, para que fosse possível manter desempenho, baixo custo e suporte a tecnologia RFID, teve por escolha o Arduino, que é uma placa que permite a automação de projetos eletrônicos e robóticos, amplamente utilizado tanto em âmbito acadêmico quanto profissional, tendo como além dos benefícios citados uma comunidade muito ampla e forte, facilitando assim a busca por melhores soluções em eventuais problemas ou acoplagem de outras tecnologias (RENNA et al., 2013).

Durante o projeto foram realizados testes e análises para expor pontos que exigem certa atenção nestes tipos de produtos, como a eficiência energética, sendo sugerida, quando não é possível um ponto de energia, a captação por painéis solares ou outras fontes alternativas, onde hoje umas destas utilizadas é uma bateria de automóveis para carga da estação de leitura fixada no cocho.

Foram também feitos estudos para opções de tecnologias diferenciadas em diversas situações onde exigem comunicação entre os dispositivos que se adequem melhor a cada necessidade, sejam estas entre nós, onde foram analisados os padrões ZigBee e IEEE 802.11, ou entre a comunicação da estação coletora com o ponto de consolidação dos dados, onde foi dada a preferência pela tecnologia *bluetooth* (FAZZANARO, 2016).

Essa base de dados onde serão inseridos os dados coletados pela leitora no momento em que o bovino tem contato com o cocho tem como padrão a estrutura de arquivos XML, com base na norma da ISO 11784/11785 (PEREIRA, 2008), que trata tanto da codificação numérica válida para os sistemas, como da necessária compatibilidade técnica entre os vários fabricantes, permitindo um bom desempenho durante o processamento e sendo aceito como estrutura correta em praticamente todas as tecnologias que fazem gestão de dados.

Como este produto estará inserido em um local aberto, onde existe a interferência de intempéries e contatos com animais de grande porte, se fez necessárias providências para garantir a durabilidade do produto, onde foram criados gabinetes, suportes e fixadores para preservar este protótipo criado durante o projeto.

Este protótipo possui uma estação coletora, onde esta é responsável por fazer a leitura via RFID no momento em que quaisquer bovinos que possuem a *tag* terem contato com o cocho, e neste momento armazenar esta informação para que seja extraída via leitura do

cartão microSD presente na mesma. Além deste, também existe uma estação central, onde os dados coletados são recebidos para fazer a interface com o sistema de apoio a decisões.

Atuando entre as duas estações, pode existir uma estação móvel, que é um *software* desenvolvido para dispositivos que possuem Android, que tem como diretiva a captura dos dados da estação coletora e a carga destes dados na estação central, assim evitando o contato físico para extração dos dados armazenados no cartão microSD.

Para captura dos dados da *tag* pelo módulo RFID presente na central coletora, foi utilizada uma antena em forma de laço, onde o ponto de sinal aceito é o centro desta antena, isto tem gerado erros na leitura, pois o sinal possui uma pequena margem de cobertura, onde o animal deve se posicionar precisamente com a *tag* neste ponto, com isso algumas visitas não são registradas.

O protótipo criado com base na proposta do projeto atende aos objetivos informados, no intuito de automatizar o cocho e tornar mais eficaz o monitoramento e a tomada de decisão em relação ao comportamento bovino durante a sua alimentação ou suplementação, mantendo um baixo custo. Porém, foram encontrados pontos de melhorias, que serão utilizados como base na evolução do estudo, para chegar a um produto final, como a questão do sinal da antena que identifica o contato do animal ao cocho e outras evoluções possíveis para um produto que se adeque a mais que um cenário de estrutura rural.

4 METODOLOGIA UTILIZADA E EVOLUÇÃO DO PROTÓTIPO

Para cumprir os objetivos deste trabalho, foi necessário um estudo mais aprofundado no que diz respeito ao próprio projeto base com o protótipo gerado e ao embasamento teórico que engloba toda a questão de automatização rural, sinais e sistemas com utilização de RFID, padrões de antenas, eficiência energética e proteção física do produto em ambiente não propício a *hardware*.

As melhorias propostas com foco na garantia da obtenção de dados, no momento em que o animal ter o contato efetivo com o cocho, foram na melhoria do *hardware* da leitora hoje utilizada, para assim propiciar e conseguir evoluir em outros pontos desde a eficiência energética até o sinal da antena, procurando para tal, padrões e formatos que se adequem melhor tanto ao cocho, quanto a *tag* posicionada no animal. Com o estudo de normas técnicas e alternativas que se encaixem na proposta geral do projeto desde o início, que é manter qualidade com baixo custo.

Além destes, também foi realizada modelagem das *features* para encontrar possíveis variantes do produto a ser vendido, assim dando opções de custos para o cliente obter o produto com as características que atendam melhor a sua situação financeira ou de estrutura da área rural. Também possibilitando comprar módulos para acrescentar futuramente ao produto já adquirido.

Assim trazendo uma evolução ao que já existe hoje criado, implementado e inserindo mais valor ao protótipo para que este seja visto mais próximo ao ideal de um produto final, onde além das propostas já feitas, existirá um incentivo para a melhoria contínua através da modelagem de *features*, que possibilitará novas evoluções ao produto criado.

4.1 Melhorias Realizadas

Para produzir as melhorias propostas e dar continuidade ao protótipo, foram realizadas uma sequência de testes, modificações e novas implementações, tendo assim com estes uma evolução da situação antes apresentada rumo ao objetivo deste projeto. Estas atividades foram realizadas na seguinte ordem:

- Avaliação da leitura das *tags*, eficiência energética e manipulação do protótipo legado;
- Substituição e testes com novo leitor;
- Implantação de placa solar e nova bateria para teste de eficiência energética;

- Melhoria na coleta de dados via *bluetooth* com estação móvel;
- Testes no sinal da antena com *tag half* e *full duplex*.

As atividades supramencionadas estão descritas a seguir.

4.1.1 Avaliação da leitura das *tags*, eficiência energética e manipulação do protótipo legado

Parte importante do estudo foi à compreensão da situação do protótipo legado, em que primeiramente, analisou-se a documentação para entendimento da arquitetura dos componentes de *hardware* utilizados, assim como o *software* criado na estação de leitora para identificação dos pontos de criticidade, onde há a necessidade de evolução.

Logo, se deu o início na manipulação do protótipo, que através do seu funcionamento observou-se o que foi descrito no trabalho anteriormente feito e a relação de pontos críticos como:

- Leitor com tecnologia ultrapassada sem suporte a comunicação *full-duplex*, no qual o canal de comunicação entre leitor e emissor pode ocorrer ao mesmo tempo;
- Custo elevado para aquisição de novos leitores de mesma marca ou modelo;
- Tecnologia com arquitetura fechada em nível de replicação ou melhorias;
- Peso e tamanhos desproporcionais aos modelos atuais de leitores encontrados no mercado, influenciando no projeto como um todo;
- Falhas em leituras sequenciais, quando a mesma *tag* é passada várias vezes pelo leitor, e paralelas, caso em que a duas ou mais *tags* devem ser detectadas ao mesmo tempo durante leitura;
- Alto consumo de energia da leitora por possuir componentes antigos que demandam grande tensão, diferente do comportamento do Arduino que necessita apenas de uma fonte 5V para alimentar o seu circuito e os dos componentes agregados;
- Falhas no sinal decorrente ao estado da antena e sua integração com o leitor;
- Necessidade de contato físico com a estação leitora durante coleta de dados podendo ocasionar desativação ou danos aos componentes durante manipulação do cartão microSD.

Como analisado, pode-se observar a constante referência ao leitor, sendo este o principal atuador a ser evoluído, pois sem um bom leitor não se garante o restante do funcionamento integrado do protótipo, em que todos os outros componentes, mesmo sendo atuais, sofrem o gargalo do leitor. Assim, foi tomada a decisão de aquisição de um novo componente de leitura que atendesse as primícias já atendidas de protocolo e frequência RFID para identificação animal e além deste que proporcionasse as melhorias nos pontos identificados.

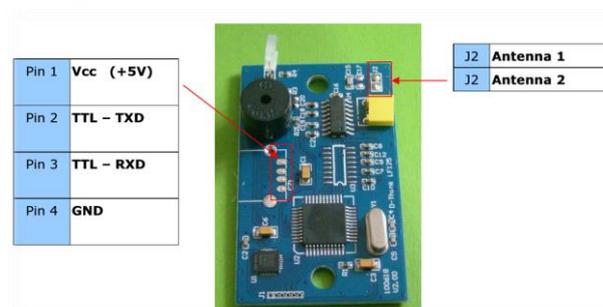
4.1.2 Substituição e testes com novo leitor

Primeiramente, após levantamento dos pontos mencionados de influência do leitor, foi necessário identificar as principais características a serem atendidas nesta aquisição para substituição do modelo utilizado até então. Para gerar a evolução e não descaracterizar o projeto com base nas suas primícias foi então elaborada a listagem dos seguintes requisitos a se cumprir:

1. Baixar o custo do produto através do custo da leitora;
2. Obter uma tecnologia aberta ou mais acessível para trabalhar com melhorias ou até engenharia reversa;
3. Comunicação *Full-Duplex*;
4. Manter o protocolo ISO11784/11785, assim não tendo a necessidade de troca das *tags* já utilizadas atualmente;
5. Fácil integração com os componentes e tecnologias já utilizados no protótipo.

Seguindo com esta base, então foi feita uma pesquisa para encontrar um leitor e fazer a sua aquisição, chegando então ao modelo 134K-RW-TTL-PCB (Figura 11).

Figura 11 – Leitor 134K-RW-TTL-PCB



Fonte: DATASHEET 134K-RW-TTL-PCB (2016).

Este modelo de leitor foi comprado pela Internet e foi postado da China, seu tempo de entrega foi aproximadamente de quatro meses e foi escolhido por atender quase todos os requisitos propostos principalmente no preço, com baixo custo comparado ao modelo TEXAS utilizado anteriormente. O único ponto que não foi atendido é a questão de acessibilidade documental dos seus componentes, assim dificultando melhorias ou engenharia reversa, mas nada que com tempo e esforço não pudesse ser construído.

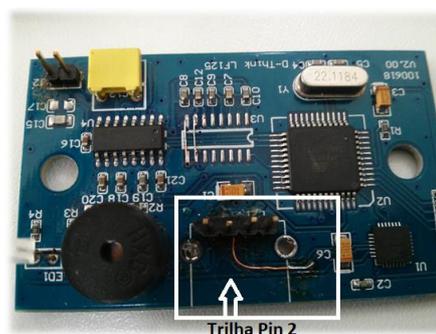
As primeiras impressões ao receber o leitor eram de fragilidade, por ser muito leve, pequeno e seus componentes, como demonstrado na imagem, serem de baixa qualidade e estarem soldados de maneira não alinhadas mostrando o porquê do seu baixo custo.

Então com este em mãos foi dado início à leitura básica de documentação que o acompanhava, contendo apenas uma página com foto, descrição da frequência, seus inputs e outputs disponíveis para utilização e a tensão mínima e máxima para funcionamento. Através destes então foi iniciado o processo de montagem junto ao Arduino, onde foi ligado apenas o leitor, com código limpo no Arduino para não existir interferência tanto de outros *hardwares*, quanto de *softwares*.

Ao efetuar a ligação do mesmo já foi observado a não resposta do *led* que indicaria que o leitor está funcionando com sucesso e disponível para enviar sinal para obter dados via antena. Como foi adquirido apenas um leitor, e o tempo para envio de outro levaria muito tempo, onerando o tempo do projeto, foi então realizada uma busca mais a fundo por documentação do leitor, não tendo resultados além do já disponível em mãos.

Com isto, foi tomada a decisão de verificar os componentes do leitor para tentar encontrar o erro e fazer, se possível, ajuste para funcionamento. Durante esta análise foi constatado o não envio de sinal elétrico pelo pino 2 referente ao TTL – TXD, que é o pino responsável por fazer a transmissão dos sinais recebidos pela leitora. Assim então foi feita a reconstrução da trilha deste pino, como indicado na Figura 12.

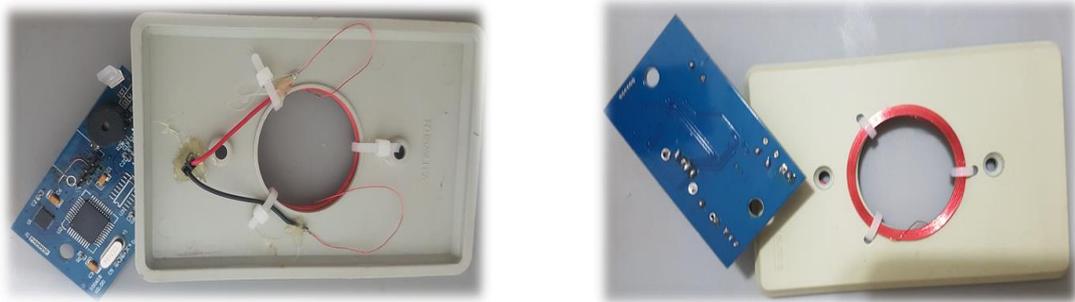
Figura 12 – Reconstrução de trilha do pin 2 do leitor



Fonte: RENNA et al. (2013).

Após reconstrução da trilha com defeito foi efetuada novamente a ligação do leitor junto ao Arduino, neste momento obtendo sinal do led de funcionamento da leitora, chegando até este ponto então foi realizada a integração do leitor com a antena, em que durante testes foram apresentados dados imprecisos, quando estes eram obtidos, assim inviabilizando o uso da leitora (Figura 13).

Figura 13 – Integração do leitor com antena original



Fonte: PRÓPRIA

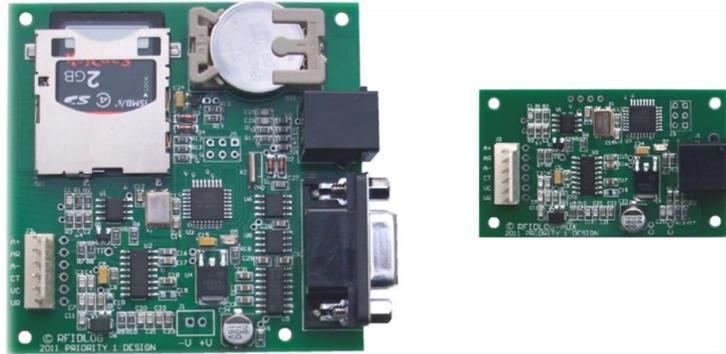
Com falhas constantes e a falta de confiança no *hardware* adquirido, foi decidido não continuar a procurar falhas no *hardware*, pois por mais que pudesse continuar reconstruindo a placa, não tinha como adquirir o produto em massa e ficar contando com o funcionamento ou não dos componentes, até mesmo pelo tempo que essa aquisição afetaria no projeto.

Foi iniciada então novamente a busca por uma leitora que atendesse os requisitos e tivesse uma qualidade aceitável, por mais que afetasse um pouco no custo comparado com a placa chinesa, mas que continuasse a ser mais barata do que o modelo TEXAS já em uso.

Através destas consultas foram encontrados mais alguns modelos que poderiam atender a necessidade do projeto, e foi dado por escolhida uma placa construída na Austrália, que iria onerar novamente com tempo de entrega, mas aparentemente era mais robusta do que a placa chinesa anteriormente adquirida.

Este leitor, o RFIDLOG, teve tempo de entrega em torno de três meses, e ao fazer análise visual já era possível verificar e certificar a robustez constatada anteriormente via fotos do anúncio, construção bem feita, componentes que possuem qualidade, soldagens alinhadas, e já possuía em seu *hardware* integrações, semelhante à placa da TEXAS, não presentes na 134K-RW-TTL-PCB, como: compartimento de cartão microSD, onde as leituras obtidas são automaticamente salvas se habilitadas via programação e entrada para módulo de antena adicional, o qual não veio junto com a leitora, mas pode ser adquirido (Figura 14).

Figura 14 – Leitor RFIDLOG e módulo para antena auxiliar

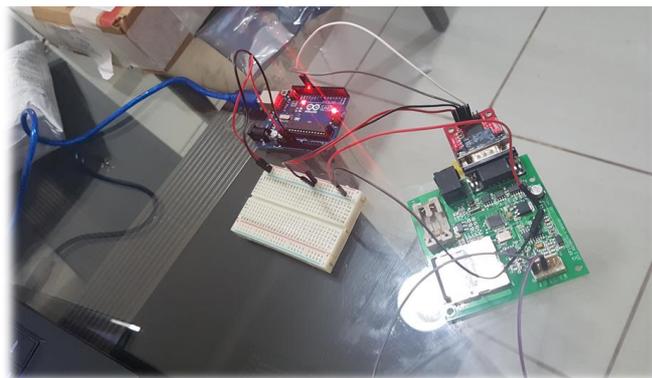


Fonte: TIMPE, OLSSON, SEDEN (2012).

Do mesmo modo feito com o leitor 134K-RW-TTL-PC, foi realizado estudo da documentação enviada do leitor RFIDLOG (TIMPE, OLSSON, SEDEN, 2012), onde neste ponto também foi notável a diferença de qualidade do produto, contendo toda especificação técnica, lógica e eletrônica do dispositivo, auxiliando na utilização e evolução.

Após entendimento de funcionamento, este ponto apenas tendo diferença na tensão para completo funcionamento que é indicado 7V (porém funciona também com 5V) bem abaixo do modelo TEXAS que são de 12V, iniciou-se a fase de integração com o Arduino e compreensão da ativação do sinal de liberação para leitura que deve ser enviado do microcontrolador (Figura 15). Assim sendo possível realizar os testes de integração com demais componentes e antena.

Figura 15 – Leitor integrado com Arduino



Fonte: PRÓPRIA

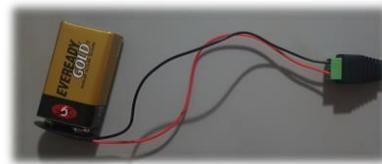
Com este leitor foi possível obter todos os pontos de requisitos que tinham sido estabelecidos, superando nos quesitos de documentação, custo benefício, componentes já integrados onboard e robustez arquitetural.

4.1.3 Implantação de placa solar e nova bateria para teste de eficiência energética

Com um novo leitor funcionando, foram iniciados testes para eficiência energética, em que como já esperado com base nas especificações técnicas, ocorreriam diferenças significativas, principalmente pelo motivo do leitor RFIDLOG conseguir operar na mesma tensão do Arduino que é de 5V.

Assim, é possível usar componentes de baixo custo para alimentar o protótipo que possuem total integração com o Arduino como baterias de 9V (Figura 16), que além de fácil acesso no mercado, é pequena e tem um valor acessível podendo ser até do tipo recarregável, melhorando a mobilidade da estação e o tamanho do produto final como um todo. Além desta vantagem, também traz maior segurança aos bovinos, por não ter que possuir uma bateria de carro ou fonte direta com alta tensão como era necessário no antigo leitor TEXAS.

Figura 16 – Bateria 9V com adaptador para Arduino



Fonte: PRÓPRIA

Para complementar e trazer eficiência energética, agora com utilização de baixa tensão, podem também ser utilizadas placas solares (Figura 17) para alimentar e carregar a bateria durante o dia, assim garantindo meses sem intervenção por motivo de falta de alimentação no produto. Estas placas também são de fácil acesso e valor baixo comparado ao retorno oferecido, são encontradas em vários tamanhos e modelos, onde em geral oferecem 5V e uma basta para nosso protótipo, caso exista a necessidade de recarregar baterias, são necessárias duas placas ligadas em série para somar os mínimos 9V.

Figura 17 – Placa solar para Arduino



Fonte: DUARTE, SILVA, NETO (2015).

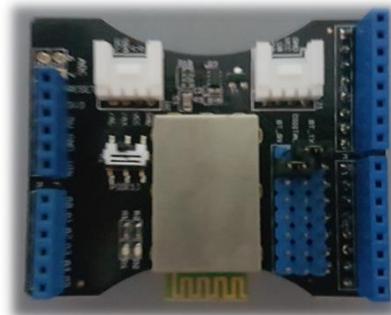
É possível também obter este tipo de eficiência através de estratégias na programação como horários de comum inatividade no cocho para poder “hibernar” o sistema, melhorias em ciclos de leitura, remoção de componentes como sensores de temperatura e umidade, entre outros.

4.1.4 Melhoria na coleta de dados via *bluetooth* com estação móvel

Uma preocupação com o protótipo é o contato físico para extração de dados da estação de coleta onde fica presente o *hardware* de leitura e o cartão microSD onde são armazenados os dados de leitura obtidos do acesso dos bovinos ao cocho.

Este processo pode danificar parcialmente ou completamente o protótipo. Para solucionar este problema foi utilizado um módulo *bluetooth* para Arduino (Figura 18), que ao conectar remotamente com um dispositivo externo possibilita a cópia dos dados que o cartão microSD possui. Para atender as premissas de baixo custo, este dispositivo externo teve por escolha qualquer um que possua o sistema operacional Android instalado, pois é necessária apenas a instalação do aplicativo de coleta onde será permitida a sincronização dos dados via *bluetooth*, assim qualquer dispositivo que atenda a estes requisitos pode se tornar uma estação móvel.

Figura 18 – Módulo *bluetooth* para Arduino



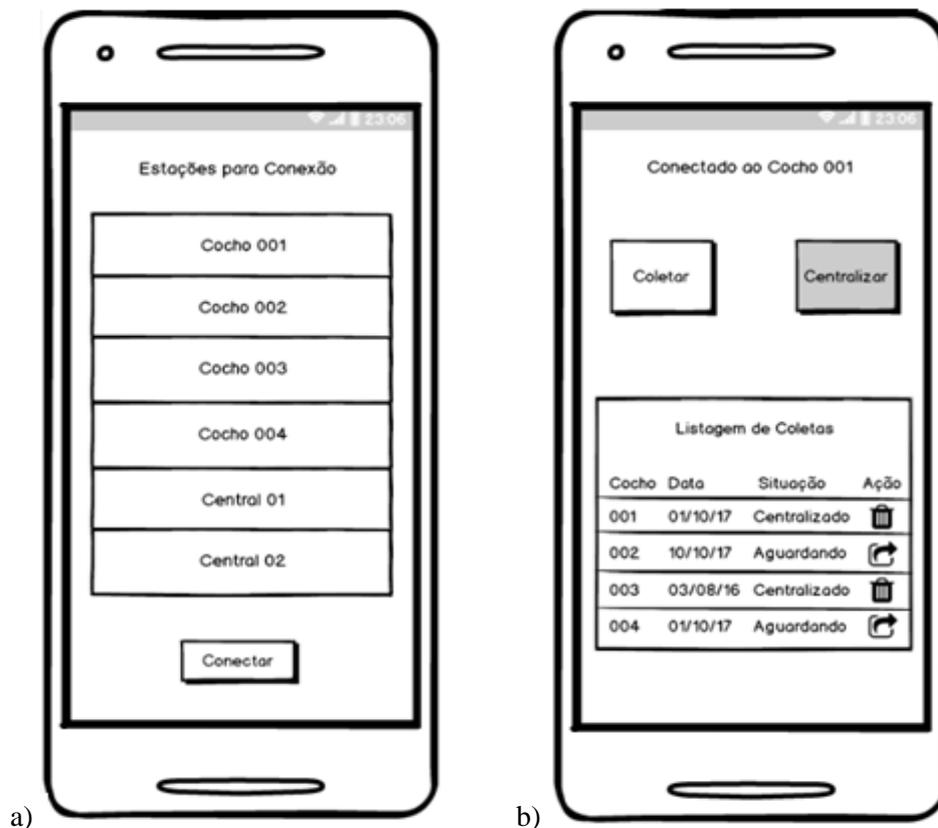
Fonte: PRÓPRIA

Com um aplicativo simples e intuitivo para extração dos dados da leitora e inserção dos mesmos na estação central, poderá ser evitado o contato físico com a estação de coleta para que não ocorram acidentes e traga agilidade a este processo que ocorrerá frequentemente.

Logo, foi criado um *mockup* (Figura 19) utilizado para idealizar o aplicativo que será utilizado para esta gestão contendo as seguintes funcionalidades e informações:

1. Informação de situação se está conectado e com qual estação (Figura 19b);
2. Ação de Conectar (Figura 19a), na qual serão visualizadas as estações de coleta disponíveis para conexão e a possibilidade de se conectar;
3. Ação de Coletar (importar) (Figura 19b), após conexão estabelecida esta opção é habilitada para poder importar os dados da estação de coleta para a estação móvel;
4. Listagem de Coletas (Figura 19b), coletas que ainda não foram enviadas para a estação central, agrupadas por estação coletora e ordenadas por data da coleta e sua situação;
5. Ação de Centralizar (exportar) (Figura 19b), após coletas feitas será possível sincronizar os dados com a estação central;
6. Ação Remover Coletas (Figura 19b), onde será possível a remoção de coletas antigas em situação centralizada;
7. Informativo de situação da Coleta (Figura 19b), para cada coleta, na listagem, será apresentado situação de aguardando centralizar ou centralizada.

Figura 19 – Mockup estação móvel



Fonte: PRÓPRIA

Assim, agregando valor ao produto final, disponibilizando segurança tanto para o *hardware* quanto para quem estará efetuando as coletas diárias.

4.1.5 Testes no sinal da antena com *tag half* e *full duplex*

Após constatar a estabilidade da leitora em integração com o Arduino, foi possível realizar a ligação da antena.

Esta por sua vez efetuando a leitura de forma eficiente e com ganho de performance comparada com as leituras anteriores no leitor TEXAS, além de diminuir o ponto cego (locais onde a *tag* não é identificada ao se aproximar da antena), foram obtidos sucesso em pontos como leitura sequencial e paralela.

Porém, a antena ainda é um desafio a ser resolvido, pois os pontos cegos ainda existem, não registrando a leitura de um contato que deveria ser identificado, principalmente com *tags half-duplex*, que deve ocorrer devido à limitação imposta no canal de comunicação.

Já para o *full-duplex* o não registro de informações é reduzido, sendo aceito como margem de erro, mas é de se esperar melhoria caso possuir uma antena com cabeamento mais conservado do que a utilizada para os testes. No tempo de resposta também teve ganho significativo durante a leitura, quando se utiliza esta tecnologia, fica evidente o *delay* existente em leituras exclusivamente *half-duplex*.

Figura 20 – Tags



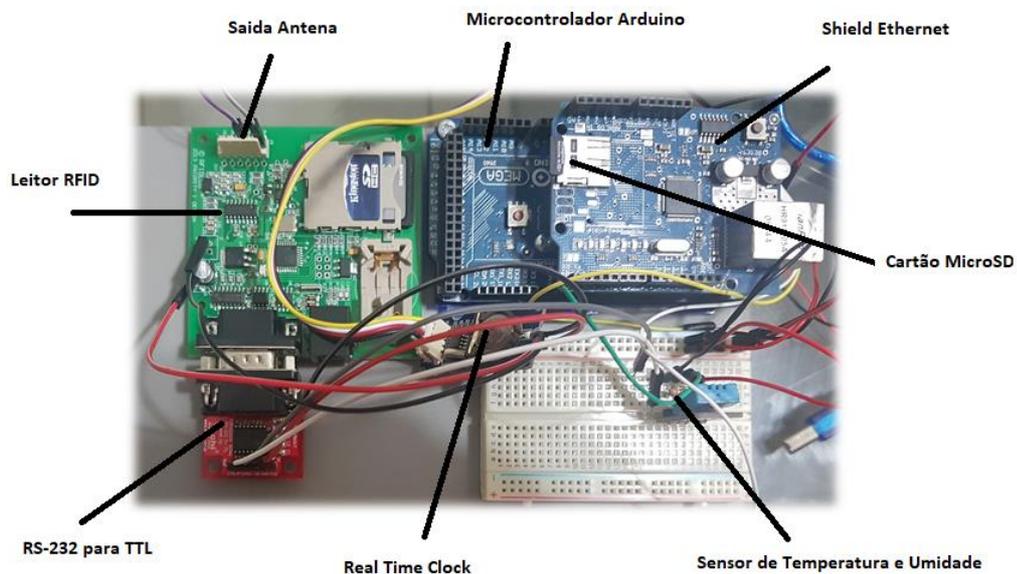
Fonte: PRÓPRIA

Mesmo tendo obtido melhorias nas leituras realizadas se faz necessário mais tempo para evolução da antena utilizada no projeto, seja com a inserção do módulo para antena auxiliar, fabricação ou compra de uma nova antena ou utilização de amplificador de sinal para cobrir os pontos cegos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através das pesquisas, implementações e testes realizados foi possível chegar a situação atual do projeto, em que foram aplicadas evoluções em praticamente todos os pontos de criticidade postos como objetivo mantendo a linha original proposta em manter o baixo custo com qualidade, mínimo impacto para implantação nas estruturas de cochos e aproveitamento de tecnologia já utilizada neste ambiente para identificação animal. Assim podendo apresentar com as atividades realizadas um protótipo melhorado e mais próximo a uma perspectiva de produto comercial.

Figura 21 – Montagem da estação atual



Fonte: PRÓPRIA

Estas melhorias podem ser observadas por áreas que tiveram como maior impacto a influência da substituição do leitor anteriormente utilizado, tendo sido escolhido após as análises feitas para poder chegar ao objetivo maior, a melhoria na leitura dos dados via RFID.

5.1 Áreas Aprimoradas

Como mencionado, o protótipo sofreu mudanças principalmente após a alteração da leitora e além deste também com o acréscimo do módulo de *bluetooth*. As melhorias são representadas nas seguintes áreas:

- Leitura de Dados
- Eficiência Energética
- Coleta de Dados
- Proporção Física

5.1.1 Leitura de dados

O maior problema apresentado no protótipo era a leitura dos dados via RFID, onde quando o bovino se aproximava do cocho com a *tag* em formato de brinco, este não era reconhecido e quando o reconhecimento ocorria geravam problemas relacionados com leitura sequencial, paralela ou falso positivo, decorrente do raio de alcance do sinal. Logo, com a substituição do leitor, foi possível obter melhorias e resolver alguns destes pontos:

1. Não reconhecimento da presença do bovino, como o antigo leitor dava suporte apenas a uma tecnologia de canal de comunicação, já ultrapassada, o *half-duplex*, este influenciava diretamente na obtenção de sinal durante a leitura. A melhoria foi constatada, mesmo utilizando *tags half-duplex*, onde poucas vezes não foi possível registrar leitura. A melhora é ainda mais notável ao utilizar *tag full-duplex*, por poder usar amplamente o canal de comunicação ao receber e enviar sinais ao mesmo tempo.
2. Leitura Sequencial, quando existe a necessidade de identificação do animal mais de uma vez sem que nenhum outro tenha acessado o cocho. Nesta situação, com o leitor TEXAS não era possível este reconhecimento, pois era necessário intercalar entre as leituras para que uma mesma *tag* pudesse ser lida novamente, este problema foi resolvido como observado na Figura 22.
3. Leitura Paralela, aqui o erro ocorria durante o acesso de dois animais ou mais durante o mesmo instante ao cocho, tendo perda de sinal ou duplicação do mesmo. De mesma forma como a leitura sequencial, este caso foi solucionado, apresentando sempre o registro de leituras paralelas mesmo que estas conflitem pelo acesso ao leitor, sendo apresentado em sequência conforme o leitor enfileira as requisições de identificação respondidas pelas *tags*.
4. Falsos positivos são identificados quando o bovino ao passar próximo ao cocho tem sua presença registrada. Esta situação foi reduzida através de ajuste na potência do sinal, porém aqui ainda existe a preocupação em melhoria, pois a anomalia continua a

apenas desta maneira sem um ponto de energia cabeado que garanta a alimentação diária para o funcionamento sem interrupção do protótipo.

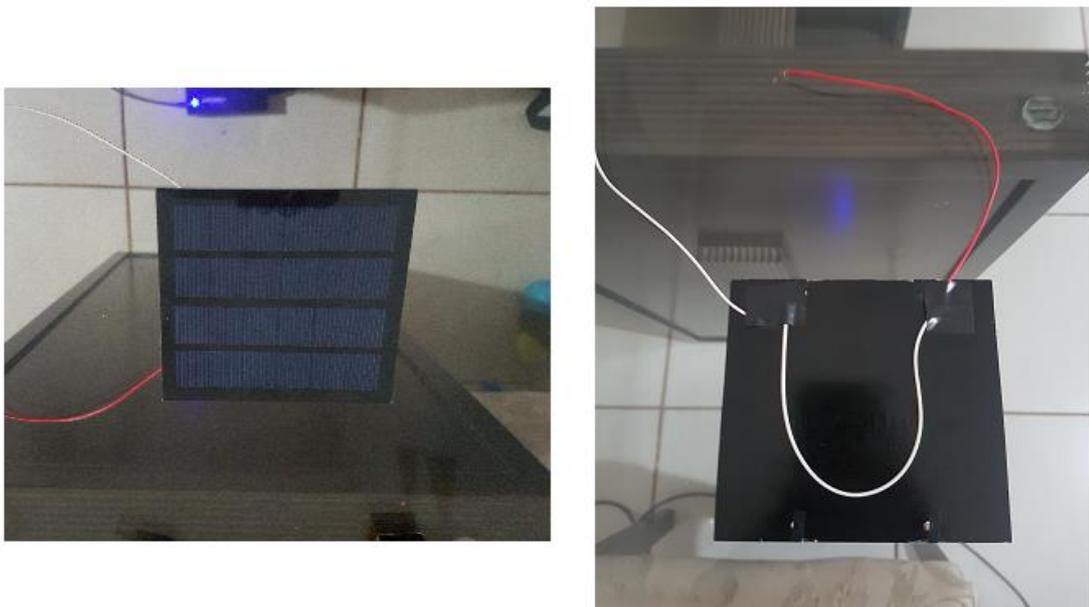
Figura 23 – Bateria automotiva e seu carregador versus bateria comum 9V



Fonte: PRÓPRIA

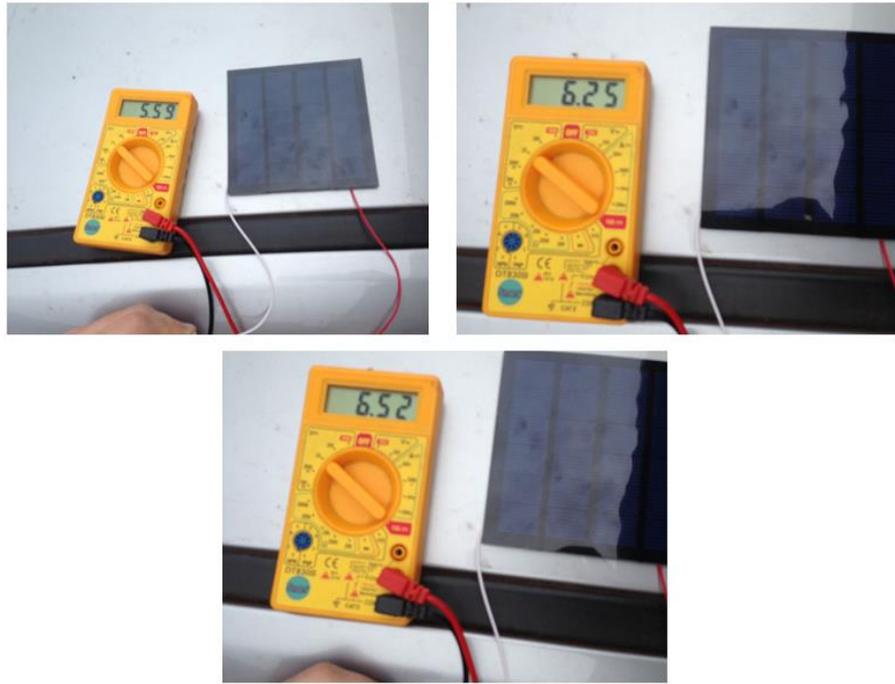
Para solução deste problema foi utilizada uma placa solar (Figura 24) com propósito de carregar a bateria comum durante o dia. Para esta mudança foi utilizada uma placa que em seu pico de funcionamento é garantida uma tensão de 7V, onde as suas células foram ligadas em série para gerar esta tensão (Figura 25).

Figura 24 – Placa solar de células em série



Fonte: PRÓPRIA

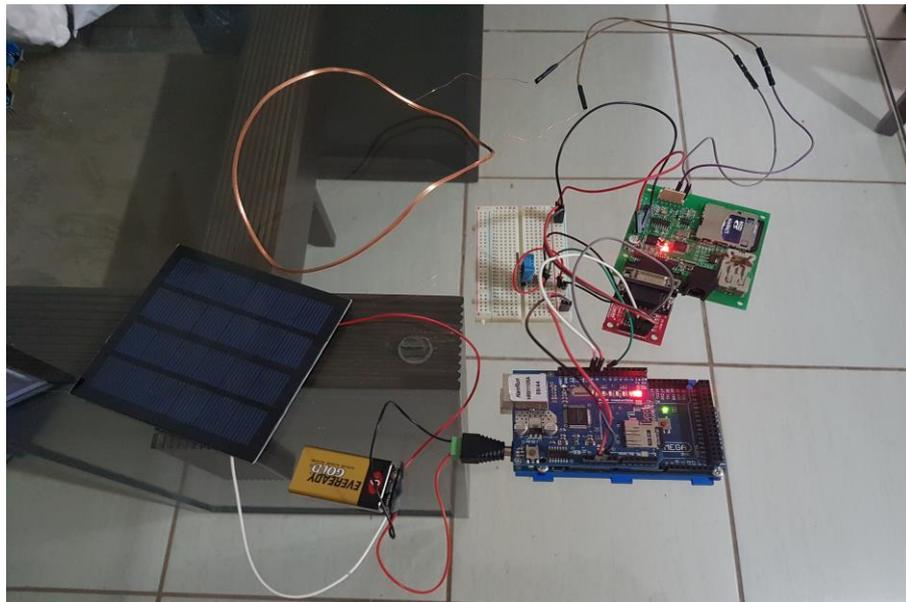
Figura 25 – Medição de tensão na placa solar em dia nublado



Fonte: PRÓPRIA

Após conseguir o mínimo de fonte necessária para funcionamento do protótipo, a placa solar foi ligada na bateria, para que esta fosse recarregada enquanto à placa solar conseguir produzir tensão. Assim foi possível manter o protótipo ligado gerando dados a cada minuto por sete dias, sendo desligado manualmente para fim do teste (Figura 26).

Figura 26 – Protótipo ligado com a bateria 9V e placa solar



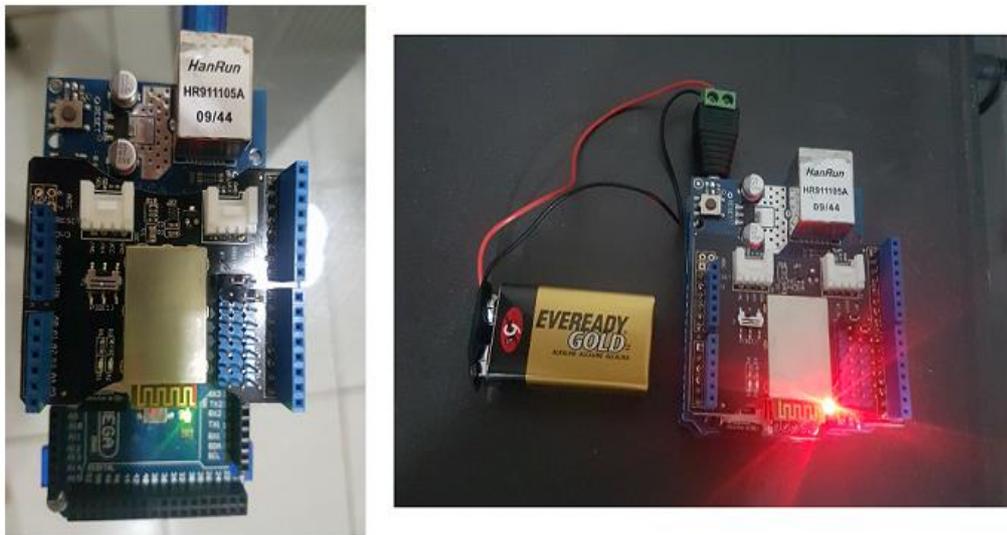
Fonte: PRÓPRIA

Como a bateria antes descarregava em torno de dois dias, e foi possível utilizar na nova configuração, junto ao carregador, por sete dias, este sendo desligado manualmente, fica comprovada a eficiência da utilização de placa solar, podendo através deste resultado, ter a certeza de utilização por meses sem necessidade de troca de bateria, resolvendo o problema com fonte de energia.

5.1.3 Coleta de dados

Para a coleta das informações registradas no cartão microSD, usado como repositório de dados no protótipo, foi inserido o módulo de *bluetooth* para Arduino, permitindo a conexão de qualquer dispositivo que possua esta tecnologia de comunicação para obter as informações (Figura 27).

Figura 27 – Módulo *bluetooth* no protótipo



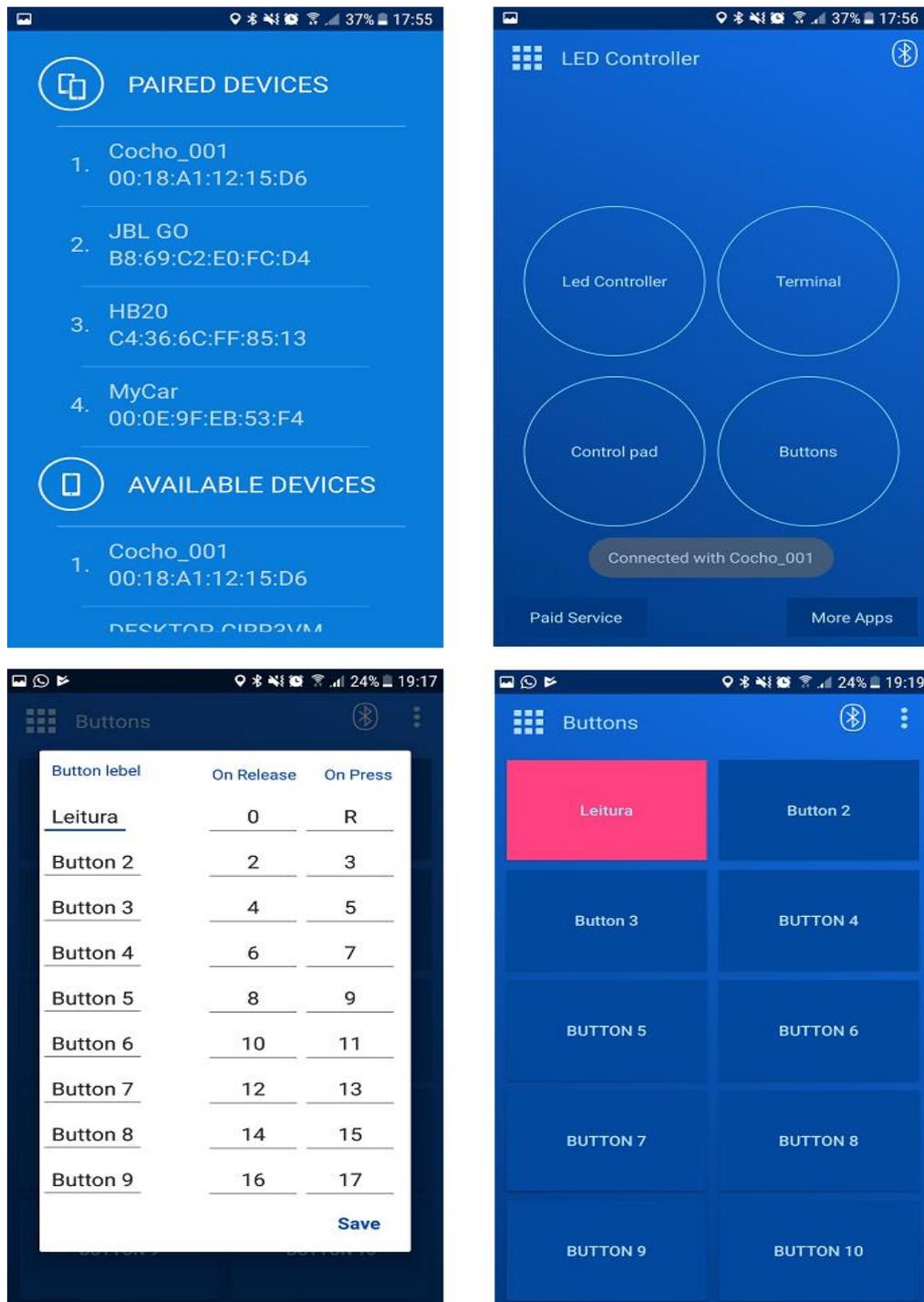
Fonte: PRÓPRIA

Este permitiu a conexão e recebimento dos dados registrados no cartão microSD, sendo testado através de conexão do *bluetooth* de um *smartphone* com Android, em que após conexão estabelecida foi possível acessar de forma remota os dados gravados no arquivo CSV do cartão microSD, enviado pelo Arduino remotamente.

A funcionalidade é simples, após conexão é aguardada uma entrada, neste caso pré-definida a letra R (leitura), onde o código no Arduino entende que está sendo solicitado o envio das informações registradas no cartão.

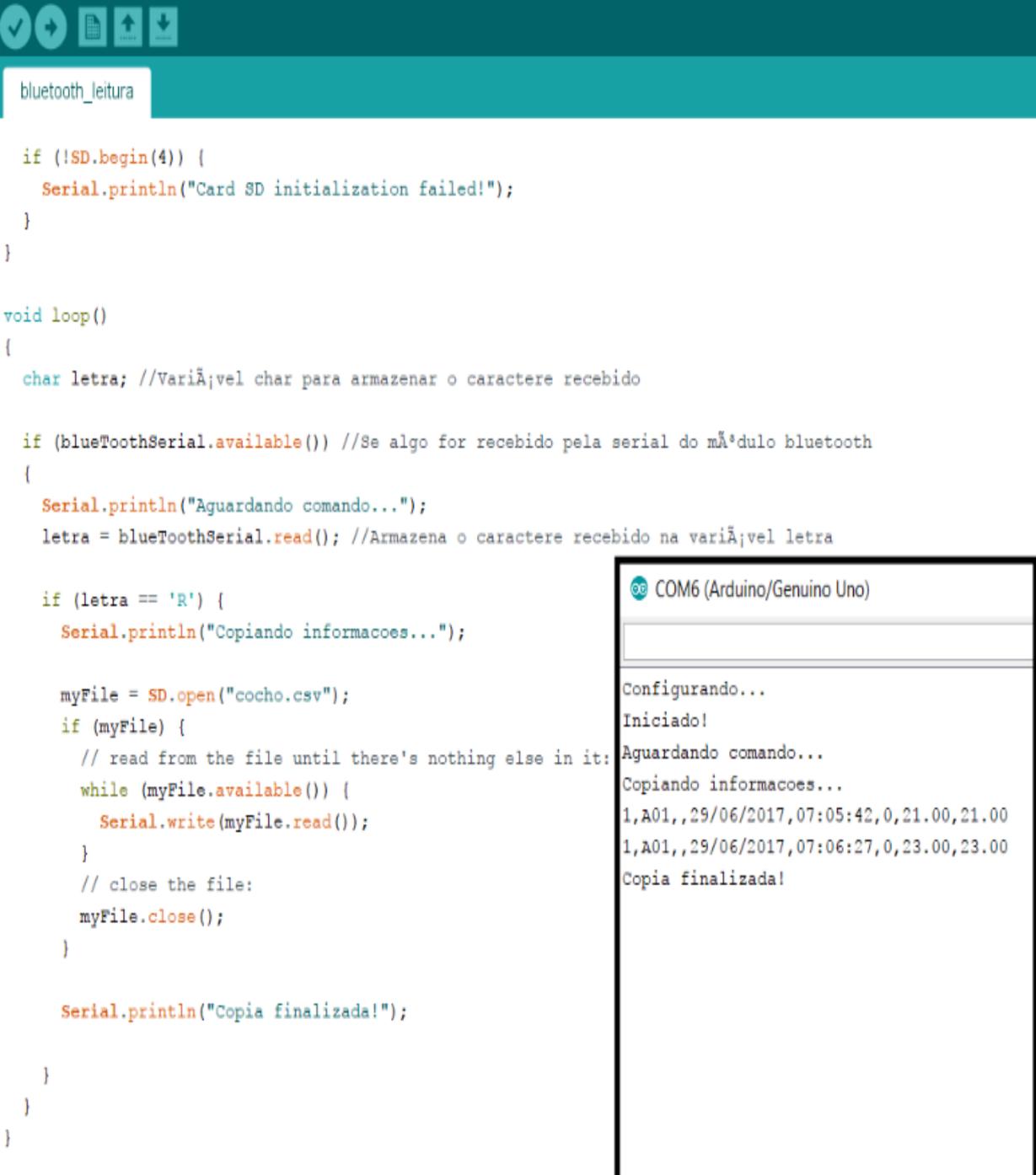
Para o envio desta informação via *bluetooth* pelo *smartphone* foi utilizado um aplicativo gratuito que nos permite customizar botões para executar ações e fazer a transmissão. Este *software* é o *Arduino Bluetooth* e pode ser encontrado através da *Play Store*. Nele foi criado um botão com o nome *Leitura* para envio do comando *R* ao protótipo.

Figura 28 – Aplicativo customizado e sua funcionalidade



Fonte: PRÓPRIA

Figura 29 – Log da leitura remota



```

bluetooth_leitura

if (!SD.begin(4)) {
  Serial.println("Card SD initialization failed!");
}

void loop()
{
  char letra; //Variável char para armazenar o caractere recebido

  if (blueToothSerial.available()) //Se algo for recebido pela serial do módulo bluetooth
  {
    Serial.println("Aguardando comando...");
    letra = blueToothSerial.read(); //Armazena o caractere recebido na variável letra

    if (letra == 'R') {
      Serial.println("Copiando informacoes...");

      myFile = SD.open("cocho.csv");
      if (myFile) {
        // read from the file until there's nothing else in it:
        while (myFile.available()) {
          Serial.write(myFile.read());
        }
        // close the file:
        myFile.close();
      }

      Serial.println("Copia finalizada!");
    }
  }
}

```

COM6 (Arduino/Genuino Uno)

```

Configurando...
Iniciado!
Aguardando comando...
Copiando informacoes...
1,A01,,29/06/2017,07:05:42,0,21.00,21.00
1,A01,,29/06/2017,07:06:27,0,23.00,23.00
Copia finalizada!

```

Fonte: PRÓPRIA

Assim, pôde-se resolver o problema de intervenção manual durante a coleta dos dados na estação coletora. Este teste pode ser substituído por um aplicativo móvel customizado feito para Android ou outros sistemas, em que após sincronizar a informação esta será salva no dispositivo móvel para posterior envio a estação central.

5.1.4 Proporção física

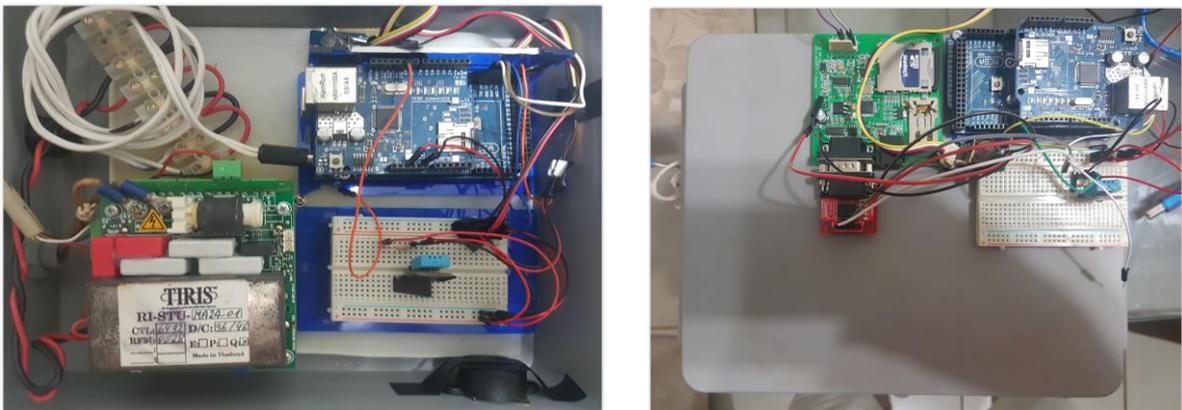
As alterações aplicadas no protótipo com a troca do leitor e bateria implicaram na redução do tamanho e peso do mesmo, propiciando mais mobilidade e uma melhor aparência para um futuro produto a se disponibilizar no mercado.

As proporções contando junto com a bateria de carro utilizada anteriormente são grandiosas e o peso era impossível de se movimentar todos os componentes de uma só vez com apenas uma pessoa.

Para uma comparação, desconsiderando a antiga bateria, contando apenas com os componentes que ficam dentro do gabinete, somente a antiga leitora TEXAS tinha o peso de 354 gramas. Com a substituição em relação ao novo protótipo, todas os componentes incluindo a nova leitora, bateria, placa solar, Arduino, módulo *bluetooth* e módulo de rede totalizam o peso de 463 gramas.

Já em relação à proporção de área, o antigo leitor ocupava 81cm² e possuía 7cm de altura, isso impactava em toda a estrutura de gabinete, onde após alteração, tendo o leitor como o maior gargalo, foi possível reduzir esta área para 49cm² e 2cm de altura.

Figura 30 – Antigo protótipo dentro do gabinete versus novo em cima do gabinete



Fonte: PRÓPRIA

Todas estas mudanças terão impacto direto na produção do produto, influenciando positivamente em custo desde fabricação até o transporte, na instalação no cocho por não precisar de uma grande estrutura para suportar o peso do *hardware*, na poluição visual pelo tamanho que não irá fazer destaque por ter um gabinete com grandes dimensões e outros benefícios.

5.2 Comparativo de Produtos existentes em Mercado

Um dos instrumentos ultimamente usados para monitoramento de acesso bovino ao curral no Mangueiro Digital da Embrapa tem um gasto aproximado de R\$16 mil reais e não contém aplicação em cochos, além de não existir interface para outros sistemas de gestão (LUIZ JUNIOR, 2015).

De acordo com o Luiz Junior (2015), para uma comparação com produtos empregados em confinamento, pôde-se ponderar uma avaliação do produto *GrowSafe*, em que o investimento integral em uma definida instalação de 16 cochos individuais foi superior a R\$1 milhão de reais, acatando ao confinamento de 128 animais bovinos.

Portanto, correlacionando-se uma estimativa de valores de implementação entre a estação anterior, modelada por Luiz Junior (2015) e a proposta neste estudo, foi possível reduzir mais os custos do projeto e agregar equipamentos que possibilitem uma melhor captação das informações, além da utilização de tecnologia mais avançada que implicam em uma maior exatidão de dados, conforme pode ser observado nas Tabelas 1.

Tabela 1 – Componentes utilizados nas estações

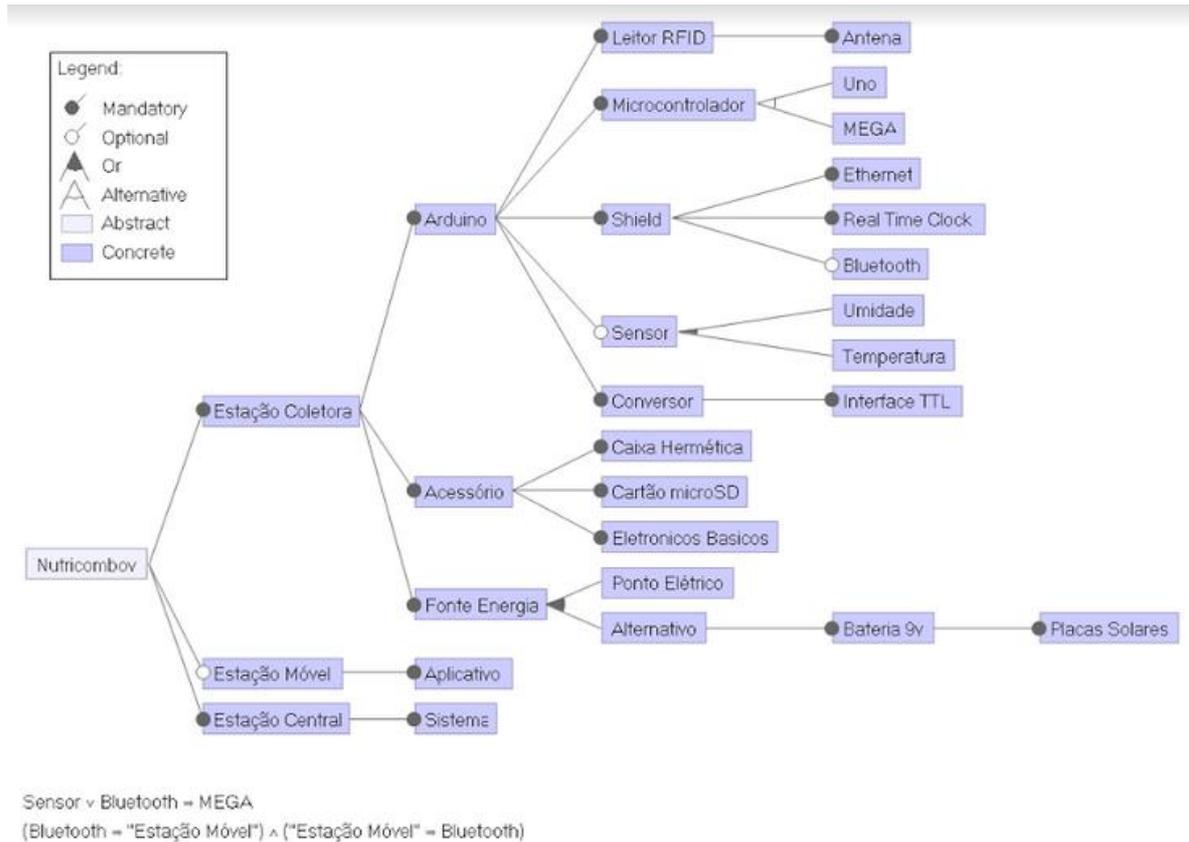
COMPONENTE	VALOR R\$	
	LEGADO	ATUAL
Leitor RFID	600,00	210,00
Bateria Estacionária 70Ah	360,00	
Bateria 9V recarregável		30,00
Caixa Hermética	120,00	120,00
Microcontrolador Arduino	90,00	90,00
Shield Ethernet e Leitor de Cartões	60,00	60,00
Sensor de Temperatura e Umidade	37,00	37,00
Real Time Clock	35,00	35,00
Interface TTL RS-232	20,00	20,00
Cartão microSD	20,00	20,00
Shield Bloetooth	40,00	40,00
Painel Solar 9V		60,00
Acessórios elétrico/eletrônicos	30,00	30,00
TOTAL	1.412,00	752,00

Fonte: PRÓPRIA.

5.3 Features

Com o intuito de chegar a um produto final a partir deste protótipo, aqui pode ser sugerida a modelagem (Figura 31) nas seguintes frentes com base em suas características: Obrigatória e Opcional (APEL, KASTNER, 2009).

Figura 31 – Modelagem das Features



Fonte: PRÓPRIA

Para a obrigatória (Figura 32a), que tem como objetivo apenas a obtenção da identificação animal no instante de acesso ao cocho são necessários os equipamentos: Arduino Uno, leitor RFID, antena, caixa hermética, *shield ethernet* com leitor de cartão, módulo *real time clock*, Interface TTL, cartão microSD e acessórios elétrico-eletrônicos.

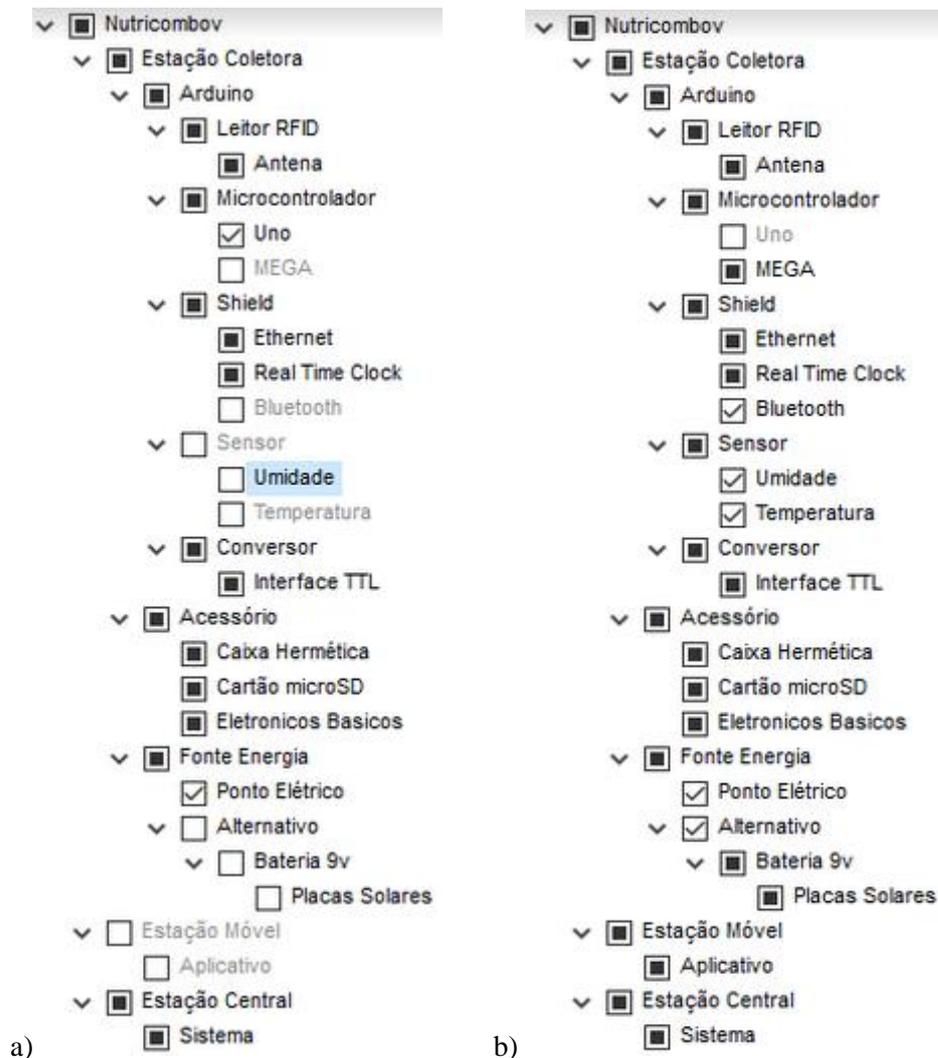
Já, para o Opcional (Figura 32b) sugerem-se as seguintes características, mantendo todos os componentes do Obrigatório:

1. Bateria para auxílio ou substituição de ponto de energia: bateria recarregável 9V e duas placas solares;
2. Transmissão por *bluetooth*: *shield bluetooth* e aplicativo para leitora móvel;

3. Informações climáticas: sensor de temperatura e umidade.

Nos itens 2 e 3 deve ser feita a substituição do Arduino UNO pelo Arduino MEGA, por motivo da necessidade de mais memória interna para processamento da informação.

Figura 32 – Configurações das características dos componentes



Fonte: PRÓPRIA

Através destes é possível levantar novas possibilidades e modularizações do protótipo para atender necessidades essenciais ou adicionais que possam agregar valor ao negócio e assim tornar um produto diferenciado no mercado.

6 CONCLUSÃO

Por meio do desenvolvimento deste projeto foi possível gerar evoluções no protótipo do monitoramento de cocho, no qual, as grandes melhorias conquistadas foram principalmente decorrentes de análises e identificação da necessidade de substituição do leitor RFID.

O leitor tem papel fundamental no funcionamento do projeto como um todo, pois sem o mesmo, não seria possível chegar ao objetivo principal que é a leitura correta do bovino ao acessar o cocho.

Muito tempo foi despendido no trabalho com o leitor, desde a sua aquisição até a configuração para o melhor funcionamento. Os testes tiveram que ser feitos com cautela para não ocasionar perda do *hardware* e assim impedir outras evoluções, sendo cometidos de maneira unitária, componente por componente desde a implementação do código no Arduino até a integração com outros módulos do *hardware* testados.

Mesmo com todas as limitações e impactos, foi possível gerar evoluções e solucionar problemas anteriormente apresentados, mantendo as primícias do projeto e garantindo qualidade com baixo custo. O protótipo está cada vez mais funcional e avançando a um estado de produto para implantação final e entrada no mercado.

Espera-se que a continuidade da pesquisa nos pontos levantados como projetos futuros possam ser realizados e levar o protótipo ao patamar de produto, trazendo confiabilidade na leitura das informações através de uma antena mais adequada e com a qualidade de tempo de vida para um produto com vários componentes elétricos e eletrônicos em um ambiente não propício a este tipo de equipamento.

Além destes, que as ideias de possibilidades de soluções para o ambiente rural possam ser agregadas ao produto, gerando mais valor de negócio e trazendo benefícios às áreas que interfiram direta ou indiretamente na suplementação animal.

Dessa forma, com o presente, instalou-se uma contribuição para o protótipo e uma parcela desenvolvida na evolução integral, a qual será indispensável na implementação posterior do produto deste porte, que carece de confiabilidade exata na obtenção de dados/informações para tomada de decisão.

6.1 Limitações

Por mais que tenha sido gerada evolução em muitas partes do protótipo, muito ainda poderia ter sido produzido se não fossem os problemas encontrados durante as análises, que levou a identificar os problemas que o leitor da TEXAS traria ao projeto como um todo, se fosse persistida a sua utilização.

Todavia, para adquirir um novo leitor RFID que ao menos funcionasse não foi fácil. O tempo para importação do componente já gera um impacto considerável e o fato do primeiro leitor adquirido não ter qualidade e nem chegar a funcionar, impactou mais ainda no caminhar do projeto.

Logo, precisou ser realizada novamente uma compra de um novo leitor, repetindo todo o processo de tempo de espera e uma nova bateria de testes isolados, praticamente descartando todo trabalho feito com o anterior, até certificar com estes testes unitários que o leitor seria capaz de atender as necessidades do projeto e poderia ser integrado ao restante do protótipo.

Além destas, outra limitação encontrada foi a quantidade de componentes disponíveis para testes, como no caso do leitor e do Arduino, onde não era possível arriscar muito, pois qualquer defeito ocasionado ao forçar o *hardware* seja via programação ou estímulo físico, iria novamente impactar ou inviabilizar a continuação do projeto.

Após isolar todos os problemas com a base de *hardware* do protótipo, ainda faltaram pontos de melhoria a se fazer na obtenção dos dados, agora sim direcionados a antena, que por motivo de esforço maior no leitor, teve pouco foco e alterações para a sua evolução. Porém, mesmo com a antena estando bem desgastada e não sendo a mais indicada para uma leitura ideal junto ao leitor, foi possível alcançar melhorias no projeto como um todo.

Faz-se necessário para projetos futuros eliminar estes impactos para que estas limitações principalmente na quantidade de componentes para substituição não sejam limitadores de esforço durante testes, para que assim seja possível chegar a um produto ideal que possa fazer frente a concorrentes, por conhecer o extremo do funcionamento e chegando ao equilíbrio para entregar qualidade com margem de erro aceitável.

6.2 Trabalhos Futuros

Como um dos objetivos do projeto é também fomentar a melhoria contínua da tecnologia em pauta, alguns pontos foram levantados para progredir em trabalhos futuros envolvendo o protótipo:

- Melhoria na antena: com um leitor estável, agora é possível focar na antena, com a substituição por uma antena nova, testes para escolha do formato, melhorar o sinal usando um amplificador ou antena auxiliar (neste caso o leitor dá suporte para módulo extra);
- Estação móvel: criar um aplicativo para Android com base no *mockup* proposto neste trabalho, que ofereça boa experiência ao usuário, facilitando tanto a extração dos dados da estação de coleta quanto o envio destas informações para a estação central;
- Estação central: criar funcionalidade para conectar a estação móvel para sincronizar os dados coletados;
- Eficiência energética: utilizar duas placas solares ao em vez de apenas uma como nos testes realizados, adicionando um diodo para que a tensão não retorne para as placas, garantindo assim tempo de vida ao produto. Além destes, também utilizar conversor DC DC para que a tensão quando passar 9V, seja estabilizada, e quando for inferior a 5V, seja ignorada, não causando problemas ao circuito do protótipo. Também é possível trazer uma melhoria via *software*, em que pode ser feita a utilização de bibliotecas no Arduino para hibernar em horários que é conhecido a não frequência de acesso dos animais ao cocho e além deste, diminuir o loop de código para uma leitura com um intervalo de segundos ao em vez de constante;
- Tamanho do protótipo: é possível através de engenharia reversa, dados do datasheet e informações de arquitetura, principalmente do Arduino e seus módulos auxiliares que são *open-source*, construir um *hardware* com tamanho reduzido, para chegar a um leve e pequeno gabinete. Além de um impacto estético também pode proporcionar melhoria energética, remover subcomponentes não utilizados, como as inúmeras portas presentes no Arduino;
- Modelagem de *features*: um projeto como este dá abertura para acrescentar novas funcionalidades que podem agregar ao negócio, ainda mais pela utilização do Arduino, que possui inúmeros módulos para automação seja para obtenção de dados

como força do vento, luminosidade, som, pressão e entre outros, ou como atuador através de motores, relés, movimentadores mecânicos, pneumáticos, dentre outros. Com isso é possível fazer um levantamento do que mais o projeto poderia agregar ao ambiente rural, criando uma gama de soluções por um único produto modular.

Portanto, observou-se mesmo com toda a evolução alcançada até o momento, ainda existe um caminho e possibilidades para um produto a ser disponibilizado no mercado, através de melhorias que irão gerar confiabilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APEL, S.; KASTNER, C. An Overview of Feature-Oriented Software Development. **Journal of Object Technology**, v. 8, nº 5, p. 36, 2009.
- AZEVEDO, P. **Manual FTL: Antenas, Propagação e Linhas de Transmissão**. CINEL, Centro de Formação Profissional da Indústria Electrónica, 2004. Disponível em: opac.iefp.pt:8080/images/winlibimg.aspx?skey=&doc=73187&img=1182. Acesso em: junho/2017.
- BORGES, A. **O grande desafio do agronegócio no Brasil**. Associação Brasileira de Logística, 2004. Disponível em: www.guialog.com.br/Y522.htm. Acesso em: junho/2017.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Estatística da Produção Pecuária**. Brasília, 2015.
- CARO, I.W.; SILVA, I.J.O.; MOURA, D.J.; PANDORFI, H.; SEVEGNANI, K.B. **Eficiência das Antenas Fixas Utilizadas na Identificação Eletrônica de Animais por Radiofrequência**. In Atas do 9º Congresso da Associação Brasileira de Agroinformática, Cuiabá, Mato Grosso, 2013.
- CARVALHO, P.C.F.; TRINDADE, J.K.; MEZZALIRA, J.C.; POLI, C.H.E.C.; NABINGER, C.; GENRO, T.C.M.; GONDA, H.L. Do bocado ao pastoreio de precisão: compreendendo a interface planta-animal para explorar a multifuncionalidade das pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 109-122, 2009.
- DATASHEET. **134K-RW-TTL-PCB**. Writer PCB module with UART TTL serial interface, 2016. Disponível em: www.rfidshop.com.hk/datasheet/134K-RW-PCB/134K-RW-TTL-PCB-Datasheet.pdf. Acesso em: junho/2017.
- DUARTE, D.M.M.; SILVA, F.E.M.; NETO, J.A.N. Sistema seguidor solar microcontrolado. **Revista Principia**, Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB, 2015.
- EVELIUX. **Modos Simplex, Half-duplex y Full-duplex**. Artículos sobre redes, telecomunicaciones y tecnologías de la información, 2017. Disponível em: www.eveliux.com/mx/Modos-Simplex-Half-Duplex-y-Full-Duplex.html. Acesso em: set/2017.

FAZZANARO, P.L. **Avaliação dos protocolos ZigBee e IEEE 802.11ah através de simulação computacional para aplicação no agronegócio.** Tese de Dissertação, USP, Pirassununga, 2016. Disponível em: www.teses.usp.br/teses/disponiveis/74/74134/tde-12082016-112422/pt-br.php. Acesso em: junho/2017.

FOREST, M.; FOREST, R.; SIQUEIRA, B.L.; REIS, J.G.M. A diferenciação de produto na bovinocultura de corte: foco na estratégia mercadológica. **Revista Eletrônica da Faculdade de Ciências Exatas e da Terra.** Produção/Construção e tecnologia, v. 3, nº 5, 2014. Disponível em: www.unigran.br/ciencias_exatas/conteudo/ed5/artigos/03.pdf. Acesso em: junho/2017.

FRAGA FILHO, M.P.; RESENDE; J.R. **Efeitos da Localização e Dimensão do Saleiro no Consumo de Suplementos Minerais e na Uniformidade do Pastejo.** Trabalho de Conclusão de Curso de Pós-Graduação *lato sensu* em Manejo da Pastagem. Uberaba, Minas Gerais: FAZU, 2011.

GROWSAFE. **Feed Intake and Feeding Behaviours as Measured by the GrowSafe System.** Canada: GrowSafe System, 2004.

KOENIGKAN, L. V.; NARCISO, M. G. **Aplicações da Tecnologia de Identificação por Radio Frequência (RFID) na Pesquisa e Produção Agropecuária.** In Atas do 7º Congresso da Associação Brasileira de Agroinformática, Viçosa, Minas Gerais, p. 5, 2009.

LAHIRI, S. **RFID Sourcebook.** One edition, Massachusetts: IBM Press, 2005.

LIU, L. et al. **An improve anti-collision algorithm in RFID system.** The Second International Conference on Mobile Technology, Applications and Systems, 2005. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/459a/1700ed4e60981b9354376290639bf8d454e7.pdf>. Acesso em: junho/2017.

LOUREIRO, A.A.F. et al. **Redes de Sensores Sem Fio.** In Anais do XXI Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores. Natal, Rio Grande do Norte: SBC, 2003.

LUIZ JUNIOR, O.J. **Estação de Baixo Custo para Monitoramento da Presença de Animais em Cochos de Alimentação.** Dissertação, Faculdade de Computação, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2015.

MAPA. **Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Agronegócio Brasileiro: Uma oportunidade de Investimentos.** PRAVDARU, 2014. Disponível em: port.pravda.ru/news/cplp/brasil/29-12-2004/6838-0/. Acesso em: junho/2017.

MARTINS, R.M. **Antenas e Propagação.** Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica, Instituto Federal de Educação, Campus São José, Santa Catarina, 2016. Disponível em: https://wiki.sj.ifsc.edu.br/wiki/images/1/1f/5_0IFSC_Engenharia_ANT_2016_1.pdf. Acesso em: junho/2017.

MEDEIROS, S.R.; BARIONI, L.G.; GOMES, R.C. et al. **Ferramentas de Pecuária de Precisão Voltadas à Nutrição de Bovinos de Corte.** In: Simpósio Brasileiro de Pecuária de Precisão Aplicada à Bovinocultura de Corte. Campo Grande, Anais, Embrapa Gado de Corte, 2014. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/119814/1/ferramentas-de-pecuaria-de-precisao-voltadas-a-nutricao-de-bovinos-de-corte-medeiros-et-al.pdf>. Acesso em: junho/2017.

NISE, N.S. **Control Systems Engineering.** Sixty edition, California State Polytechnic University, Pomona, Reading: John Wiley and Sons, 2010.

OLISZESKI, C.A.N. **Modelos de Planejamento Agrícola: um cenário para otimização de processos agroindustriais.** Tese de Dissertação, Produção e Manutenção, UTFP, Ponta Grossa, 2011. Disponível em: www.pg.utfpr.edu.br/dirppg/ppgep/dissertacoes/arquivos/177/Dissertacao.pdf. Acesso em: junho/2017.

PÁSCOA, A. G. **Comportamento de Bovinos de Corte em Resposta à Disposição Espacial de Condicionadores de Pastejo.** Tese de Doutorado em Zootecnia. Jaboticabal: UNESP, 2009.

PASSATUTO, D. G. **Sistema Automatizado Multissensorial Microprocessado para Controlar a Ingestão Alimentar do Gado em Confinamento.** Trabalho de Conclusão em Engenharia Elétrica. São Carlos: USP, 2012.

PATSKO, L.F. **Tutorial: Aplicações, Funcionamento e Utilização de Sensores.** Maxwell Bohr, Instrumentação Eletrônica, 2006. Disponível em: http://www.maxwellbohr.com.br/downloads/robotica/mec1000_kdr5000/tutorial_eletronica_-_aplicacoes_e_funcionamento_de_sensores.pdf. Acesso em: junho/2017.

PEREIRA, R.R.D. **Protocolo ISO 11784/11785**: procedimentos para comunicação serial de dados do controlador de tarefa. Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008. Disponível em: www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18145/tde-29042010-092136/pt-br.php. Acesso em: junho/2017.

PORTO, T. **Entendendo um pouco sobre RFID**. IMasters, Tecnologia e Tendências, 2005. Disponível em: <https://imasters.com.br/artigo/3731/tendencias/entendendo-um-pouco-sobre-rfid?trace=1519021197&source=single>. Acesso em: junho/2017.

PUHLMANN, H. **Introdução à tecnologia de identificação RFID**. Embarcados Experience, 2015. Disponível em: <https://www.embarcados.com.br/introducao-a-tecnologia-de-identificacao-rfid/>. Acesso em: junho/2017.

RENNA, R.B.D; BRASIL, R.D.R.; CUNHA, T.E.B.; BEPPU, M.M.; FONSECA, E.G.P. **Introdução ao Kit de desenvolvimento Arduino**. UFF, Programa de Educação Tutorial, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: www.telecom.uff.br/pet/petws/downloads/tutoriais/arduino/Tut_Arduino.pdf. Acesso em: junho/2017.

RODRIGUES, A.B. **Redução de custos a partir da multiplexação de antenas em um leitor RFID**. Tese de Dissertação, Universidade de Pernambuco, Recife, 2011.

RODRIGUES, R. **O céu é o limite para o agronegócio brasileiro**. Conjuntura Econômica, Rio de Janeiro, v. 60, nº 11, 2006. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rce/article/view/27877>. Acesso em: junho/2017.

RUBIN, L.S.; ILHA, A.S.; WAQUIL, P.D. O comércio potencial brasileiro de carne bovina no contexto de integração regional. Revista de Economia e Sociologia Rural, Piracicaba, SP, v. 46, nº 4, 2008. Disponível em: www.scielo.br/pdf/resr/v46n4/v46n4a07.pdf. Acesso em: junho/2017.

SANTINI, A..G. **RFID: Conceitos, Aplicabilidades e Impactos**. Editora Ciência Moderna, Rio de Janeiro, 2008.

SEVERINO, A.J. **RFID Metodologia do Trabalho Científico**. 22ª edição, Cortez, 2002.

STANKOVSKI, S. et al. **Dairy Cow Monitoring by RFID**. In: Scientia Agricola, v. 69, Piracicaba: UNESP, 2012.

TIMPE, D.; OLSSON, L.; SIDEN, J. **Cost Analysis of Introducing a Log Identification System Using RFID in the Wood Supply Chain: A Case Study at a Swedish Forest Company**. American Journal of Industrial and Business Management, Scientific Research, 2012. Disponível em: file.scirp.org/pdf/AJIBM20120400002_96715767.pdf. Acesso em: junho/2017.

TRANSTEL. **Sistemas Radiantes Profissionais para Radiodifusão**. Pesquisa e Desenvolvimento, 2017. Disponível em: transtelconti.com.br/pdf/Catalogo_Completo.pdf. Acesso em: junho/2017.

THOMAZINI, D.; ALBUQUERQUE, P.U.B. **Sensores Industriais: Fundamentos e Aplicações**. 5ª edição, São Paulo: Erica, 2005.