

Tácio De Sousa Moreira  
Orientador: Deborah Maria Vieira Magalhães

# **Monitoramento De Ovinos Com IoT E Fonte De Alimentação Reutilizável**

Picos - PI  
11 de março de 2019

Tácio De Sousa Moreira  
Orientador: Deborah Maria Vieira Magalhães

## **Monitoramento De Ovinos Com IoT E Fonte De Alimentação Reutilizável**

Modelo de Trabalho de Conclusão de Curso em Bacharelado em Sistemas de Informação na Universidade Federal do Piauí. Este modelo está em conformidade com as normas ABNT.

Universidade Federal do Piauí  
Campus Senador Heuvídio Nunes de Barros  
Bacharelado em Sistemas de Informação

Picos - PI  
11 de março de 2019

**FICHA CATALOGRÁFICA**  
**Serviço de Processamento Técnico da Universidade Federal do Piauí**  
**Biblioteca José Albano de Macêdo**

**M838m** Moreira, Tácio de Sousa.  
Monitoramento de ovinos com IoT e fonte de alimentação reutilizável. / Tácio de Sousa Moreira. – Picos, PI, 2019.  
50 f.  
CD-ROM: 4 ¾ pol.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Sistemas de Informação) – Universidade Federal do Piauí, Picos, 2019.

Orientador(A): Prof<sup>ª</sup>. Deborah Maria Vieira Magalhães.

1. Pecuária de Precisão – Tecnologia – Ovinocultura . 2. IoT – Monitoramento Digital. 3. Dispositivos - Fonte de Alimentação. I. Título.

**CDD 004.21**

MONITORAMENTO DE OVINOS COM IoT E FONTE DE ALIMENTAÇÃO REUTILIZÁVEL

TACIO DE SOUSA MOREIRA

Monografia Aprovada \_\_\_\_\_ como exigência parcial para obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação.

Data de Aprovação

Picos – PI, 12 de junho de 2019

Deborah Maria Vieira Magalhães

Profa. Deborah Maria Vieira Magalhães

Ismael de Holanda Leal

Prof. Ismael de Holanda Leal

Patricia Vieira da Silva Barros

Profa. Patrícia Vieira da Silva Barros

# Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me concebido saúde, força de vontade para eu ter conseguido realizar este trabalho.

Agradeço também a Universidade Federal do Piauí pela oportunidade de realizar este curso.

A Doutora Deborah Maria Vieira Magalhães, por ter me orientado e apoiado com paciência, incentivo e muita confiança.

A todos os meus professores, que foram importantes não só construção do meu conhecimento, como também foram fontes de inspiração e valores que carregarei para sempre.

A toda minha família em especial a meu Pai Edimar, minha Mãe Gracilene, minha irmã Thayná e minha namorada Izabel por sempre estarem ao meu lado oferecendo muito amor, confiança e união. Um agradecimento especial a meu amigo Davi Luis que me auxiliou neste trabalho.

Aos meus amigos Gabriel Leal, André, João Marcos, Paulo Henrique, Wildyson, Renésio, Eduardo, Brena, Naara, Douglas, Tomaz, Estevão, Milton, Matheus Lima, Rafael, Lucas, Matheus e Carlos Daniel que estiveram presentes na minha vida acadêmica e no meu dia a dia durante os últimos anos.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

*Um dia a gente aprende a dar mais valor ao que traz paz e menos valor ao que traz  
renda.*

*Projota*

# Resumo

A pecuária de precisão faz uso da tecnologia para aprimorar técnicas e otimizar os recursos para um maior aproveitamento na produção e criação. Para pequenos pecuaristas, a cultura de criação de ovinos tem grande representatividade na renda, sendo fonte de carne, leite e lã. A pecuária de precisão aliada a Internet of Things (IoT) facilita e torna o monitoramento dos animais mais viável, já que os dispositivos IoT tem um custo acessível e consomem pouca energia. O pequeno produtor vem sendo afetado no mercado devido ao aumento da competitividade. Por terem mais recursos, os grandes produtores investem seriamente em tecnologia no meio rural, visando o aumento da produção e também a qualidade dos animais. A IoT na pecuária de precisão necessita de fontes de alimentação duráveis e confiáveis para seus equipamentos, uma vez que tais fontes podem explodir, danificando os dispositivos no campo. O presente trabalho faz uso da IoT e de uma fonte de alimentação reutilizável para o monitoramento de ovinos. Foram coletados e armazenados dados sobre a rotina do ovino para a análise de um especialista. Além disso, este trabalho analisa três fontes de alimentação de dispositivos IoT, são elas: bateria de 9Volts, pilhas AA e células de bateria de notebook. Na análise, foram levadas em conta três métricas: custo, duração e confiabilidade. A bateria de 9Volts tem o custo mais elevado, por outro lado é a mais durável. As pilhas AA são significativamente menos custosas em relação às baterias de 9 Volts, contudo são pouco duráveis. Já as células de bateria de notebook são recicladas e recarregadas, tornando seu custo insignificante. As células de bateria de notebook foram capazes de alimentar os dispositivos em todo o teste e ofereceram alta confiabilidade, sendo as mais adequadas para o projeto.

**Palavras-chaves:** Pecuária de Precisão. IoT. Fontes de Alimentação. Ovinocultura.

# Abstract

Precision farming makes use of technology to and optimize resources for greater utilization in production and breeding. For small ranchers, the culture of sheep farming has great income representation, being a source of meat, milk and wool. Precision livestock allied to Internet of Things (IoT) makes animal monitoring more feasible, since IoT devices are affordable and energy-efficient. The small producer has been affected in the market due to the increase of the competitiveness. Because they have more resources, the big producers are seriously investing in technology in rural areas, aiming to increase production and also the quality of animals. IoT in Precision Livestock requires durable and reliable power supplies for your equipment, as such sources can explode, damaging the devices in the field. The present work makes use of IoT and a reusable power supply for the monitoring of sheep. Data were collected and stored on the ovine routine for expert analysis. In addition, this paper looks at three power supplies of IoT devices, they are: 9Volts battery, AA batteries and notebook battery cells. In the analysis, three metrics were taken into account: cost, duration and reliability. The 9Volts battery has the highest cost, on the other hand it is the most durable. AA batteries are significantly less expensive than 9 Volt batteries, yet they are not very durable. Notebook battery cells are recycled and recharged, making their cost insignificant. The notebook battery cells were able to power the devices throughout the test and offered high reliability, being the most suitable for the design.

**Keywords:** Precision Livestock. IoT. Power Supplies. Sheep.

# Lista de ilustrações

Figura 1 – Ovinos em piquete para engorda . . . . .	16
Figura 2 – Monitoramento de rebanho ovino em piquete . . . . .	18
Figura 3 – Representação de cliente-servidor . . . . .	20
Figura 4 – Servidor java . . . . .	20
Figura 5 – Class Accept java . . . . .	20
Figura 6 – Baterias selecionadas para os testes . . . . .	27
Figura 7 – Cenário Físico dos Testes . . . . .	28
Figura 8 – Representação da arquitetura do monitoramento de ovinos . . . . .	29
Figura 9 – Coleira: ESP8266 e célula de bateria de Notebook . . . . .	29
Figura 10 – Carneiro solto no piquete com coleira ESP 01 . . . . .	30
Figura 11 – Esquema da arquitetura do sensoriamento dos cochos . . . . .	30
Figura 12 – Esquema dos cochos no cenário de teste . . . . .	31
Figura 13 – Gráfico do teste de diferentes tipos de baterias . . . . .	32
Figura 14 – Gráfico do teste de células das baterias de notebook . . . . .	33
Figura 15 – Gráfico do teste de confiabilidade células das baterias de notebook . . . . .	33
Figura 16 – Gráfico do consumo de água . . . . .	34

# Lista de tabelas

Tabela 1 – Questões de pesquisa . . . . .	22
Tabela 2 – Palavras-chave utilizadas no mapeamento. . . . .	23
Tabela 3 – Critérios para filtragem dos trabalhos correlatos. . . . .	23
Tabela 4 – Submissão da string de busca . . . . .	23
Tabela 5 – Trabalhos Relacionados . . . . .	24

# Lista de abreviaturas e siglas

ESP 8266	Módulo WIFI NODE MCU ESP8266.
IoT	Internet das coisas/Internet of Things
DoE	Design of Experiments
SoC	System On Chip
SSID	Service Set IDentifier
IP	Internet Protocol

# Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>13</b>
1.1	Objetivos	14
1.2	Contribuições do Trabalho	14
1.3	Organização do Trabalho	15
<b>2</b>	<b>Referencial Teórico</b>	<b>16</b>
2.1	Ovinocultura no Brasil	16
2.2	IoT voltada a pecuária de precisão	17
2.3	Fontes de alimentação para dispositivos IoT	18
2.4	Socket Java	19
2.4.1	ServerSocket class	20
2.4.2	Socket class	20
<b>3</b>	<b>Trabalhos Relacionados</b>	<b>22</b>
3.1	Mapeamento Sistemático	22
3.2	Trabalhos Selecionados	24
<b>4</b>	<b>Análise de Sensibilidade</b>	<b>27</b>
4.1	Ambiente de Testes	27
4.1.1	Testes de Duração das Baterias	27
4.1.2	Testes de confiabilidade das Baterias	28
4.1.3	Monitoramento dos Ovinos	28
4.2	Resultados Obtidos	31
4.2.1	Teste de Duração de Baterias	32
4.2.2	Teste de Confiabilidade de Baterias	32
4.2.3	Monitoramento de Ovinos	33
<b>5</b>	<b>Conclusão</b>	<b>35</b>
	<b>Referências</b>	<b>36</b>
	<b>Apêndices</b>	<b>38</b>
	<b>APÊNDICE A Script do ESP8266 da coleira do ovino</b>	<b>39</b>
	<b>APÊNDICE B Script do ESP8266 e dos sensores de carga fixos aos cochos</b>	<b>40</b>

---

<b>APÊNDICE C</b>	<b>Script do Servidor . . . . .</b>	<b>45</b>
<b>APÊNDICE D</b>	<b>Script do Servidor de teste de bateria . . . . .</b>	<b>48</b>
<b>APÊNDICE E</b>	<b>Script do ESP8266 para teste de duração de baterias . . . . .</b>	<b>50</b>

# 1 Introdução

A pecuária foi um dos passos mais decisivos para o desenvolvimento humano, tanto para obter alimentos como produtos necessários para a sobrevivência. E com o adquirir do conhecimento, foram criadas técnicas, métodos, ferramentas e sistemas tecnológicos para o monitoramento e melhoria na criação. Dessa forma, criou-se o termo Pecuária de Precisão. Segundo [FAEG/SENAR-GO \(2016 \(acessado em 29 de outubro de 2018\)\)](#), fazer pecuária de precisão é ajustar-se continuamente ao mercado, usar os recursos disponíveis com máxima eficiência, reduzir custos e melhorar a produtividade.

A pecuária de precisão é um termo abrangente e multidisciplinar, não estando limitado a regiões ou culturas específicas. Devido ao atual nível de competitividade, o alto investimento em tecnologia voltada para a pecuária está se tornando cada vez mais comum. A inserção da tecnologia no contexto da pecuária traz diversos benefícios, como o acompanhamento direto dos animais. Esse acompanhamento permite que profissionais avaliem a alimentação, o ambiente e outros recursos, visando maximizar a produção, bem como monitorar a saúde do animal.

A *Internet of Things* ou Internet das Coisas é um paradigma comum em nosso meio social. A IoT está presente tanto nas zonas urbanas (cidades/casas inteligentes) quanto no campo (agricultura/pecuária de precisão). A utilização da IoT na pecuária é viável, levando em conta o custo, a otimização dos recursos e baixo consumo de energia. Considerando a importância das fontes de alimentação para os dispositivos IoT, é imprescindível que essas fontes sejam confiáveis, principalmente, na pecuária, pois podem causar estresse aos animais ou até feri-los, podendo também danificar os equipamentos.

A IoT possibilita uma gestão bem mais eficiente dos animais. Hoje, vários fatores podem ser monitorados, como o peso dos animais, o tratamento adequado que cada um deve receber, geolocalização, com que frequência se alimenta e a quantidade que consome, entre outros. Além do ganho de produtividade, as tecnologias permitem uma economia significativa com mão de obra ([COMUNICACAO, 2018](#)).

Segundo [Silva \(2013\)](#), a criação de ovinos é uma das principais fontes de renda de pequenos produtores, por conta de sua carne, leite, lã e sua reprodução que pode ocorrer até três vezes por ano. Além do manejo de tais animais ser mais prático e barato, tornando um ponto forte para a renda familiar dos pequenos produtores rurais.

Monitorar a alimentação de ovinos e caprinos é importante para o bem estar animal, para o ganho de peso e aumento na produção. Monitorar e balancear a quantidade de sal mineral é considerado um dos pontos principais na criação de ovelhas e cabras, já que o corpo não fornece os nutrientes presentes no sal mineral e manter água sempre disponível para os animais é ideal pois evita o estresse do animal e conseqüentemente problemas renais, diz ([ARAUJO, 2012](#)).

Barbosa (2009) afirma que alguns pecuaristas monitoram seus animais ou pagam “tratadores” para avaliar a alimentação e o bem estar animal em seus piquetes. Porém como o monitoramento é feito de forma visual e apenas com anotações, além do monitorador ter que estar sempre disponível e atento no período de avaliação, torna-se quase impossível para alguém fazer isso sem o auxílio de tecnologia.

Tendo em vista a importância da alimentação adequada à equipamentos IoT, o valor da ovinocultura aos pequenos produtores rurais e os fatores benéficos que trazem ao bem estar animal com a monitoração e reposição adequada de suplementos, como sal mineral e um consumo de água regular. Este trabalho tem como objetivo utilizar a plataforma de internet das coisas para monitorar ovinos de forma eficiente e com baixo custo de implementação e analisar baterias para tais equipamentos visando o custo/benefício em projetos dessa plataforma é uma tarefa imprescindível.

## 1.1 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é propor uma solução de baixo custo para pecuária de precisão na ovinocultura, visando monitorar os ovinos e selecionar uma fonte de alimentação com custo/benefício aceitável para os equipamentos IoT.

Este trabalho tem como objetivos específicos:

1. Desenvolver uma metodologia para monitorar e avaliar, de forma confiável, qual fonte de alimentação é mais adequada para os equipamentos IoT na pecuária de precisão;
2. Indicar, por meio de experimentos, qual a fonte de alimentação mais adequada para suportar dispositivos IoT no monitoramento de ovinos em pecuária de precisão; e
3. Propor uma estratégia para o monitoramento dos ovinos.

## 1.2 Contribuições do Trabalho

Acredita-se que as principais contribuições proporcionadas por este trabalho são as seguintes:

1. Solução para problemas e análise com fontes de alimentação em dispositivos IoT;
2. Fornecimento de dados confiáveis a ovinocultores e veterinários ou profissionais que sejam associados a área.

## 1.3 Organização do Trabalho

O restante deste trabalho está organizado nos seguintes capítulos: o Capítulo 2 (Referencial Teórico) apresenta uma visão geral sobre os conteúdos abordados nesse trabalho; o Capítulo 3 (Trabalhos Relacionados) apresenta outros trabalhos que abordaram a pecuária de precisão, fontes de alimentação para equipamentos IoT e ovinocultura; o Capítulo 4 (Desenvolvimento) apresenta o ambiente de testes montado e o funcionamento de seus componentes, bem como a análise de sensibilidade realizada sobre ele e, por fim, o Capítulo 5 (Conclusão) apresenta as considerações finais, a contribuição e trabalhos futuros.

## 2 Referencial Teórico

Neste capítulo será apresentado uma visão geral sobre o que é a ovinocultura e a sua importância. Abordando também IoT na pecuária de precisão, as tecnologias utilizadas no trabalho e as suas principais características. Este capítulo ainda trata da análise de alimentação de equipamentos IoT e sua importância na área.

### 2.1 Ovinocultura no Brasil

A ovinocultura é uma área da pecuária que vem desde o início da humanidade e foi um fator muito importante para o desenvolvimento humano. A espécie ovina foi a primeira a ser domesticada e acompanha o homem desde os primórdios da civilização. A ovinocultura está presente na história da humanidade como sendo a atividade que proporciona a maior fonte de alternativas para subsistência, pois, fornece a lã e pele para vestuário; carne e leite para alimentação [Alves Iran Borges \(1989\)](#).

A criação de ovinos no Brasil teve aumento significativo na região nordeste e diminuição em todas as outras regiões do país, em virtude da diminuição dos rebanhos para produção de lã, afirma [CLEMENTINO \(2018\)](#). Mesmo com isso, é possível verificar um aumento significativo no efetivo destinado para produção de carne. Esse aumento transformou a ovinocultura em uma importante atividade geradora de divisas, através da produção de carne, de alto valor biológico [CARVALHO \(2003\)](#).

Figura 1: Ovinos em piquete para engorda



Foto: Marcos Zanutto

Uma das peculiaridades da espécie ovina é apresentar alta eficiência para ganho de peso nos primeiros seis meses de vida. Além disso, possui rápido ciclo reprodutivo, pois com 11 meses, incluindo os cinco de gestação, já é possível o abate dos animais, o que torna a ovinocultura uma atividade da pecuária com possibilidade de retorno econômico garantido [RUFINO \(2005\)](#).

Segundo ([ARAUJO, 2012](#)) a ovinocultura é de fácil manuseio devido os animais necessitam apenas de capim ou milho, cerca de 3000 gramas de água e 30 gramas de sal mineral por dia, com isso garantindo o ganho de peso, o bem estar animal e aumento consequente na produção, seja ela na carne, no leite, na lã ou na reprodução dos animais.

Por causa destas características, a criação de ovelhas e carneiros é uma atividade lucrativa e com retorno financeiro de médio prazo. E com isso muitos dos pequenos pecuaristas procuram investir na ovinocultura.

## 2.2 IoT voltada a pecuária de precisão

Mesmo com a escolha dos melhores animais, a criação é fator essencial para que o rebanho seja composto por animais saudáveis e que vão para o abate com o peso ideal. Ao mesmo tempo, as margens do segmento ficam cada vez mais estreitas, fazendo com que produtividade e corte de gastos sejam palavras de ordem. A pecuária de precisão juntamente com IoT e outras tecnologias atendem a todas essas questões afirma [Agribusiness \(2018\)](#).

[ALIGER \(2018\)](#) conclui que este é um segmento de grande importância econômica para o Brasil. As aplicações de internet das coisas para pecuária incluem, tecnologias para monitoramento de rotina animal, administração de animais e piquetes, sistemas pecuários de rastreamento de rebanho e veículos, administração de rações, controle de doenças, rastreabilidade de processos para produtos com garantia de origem controlada e de maior rentabilidade.

Figura 2: Monitoramento de rebanho ovino em piquete



Foto: Compliance Comunicação

Segundo [Oliveira \(2019\)](#) a Internet das Coisas, tem se tornado muito comum entre os pecuaristas brasileiros. Além de aumentarem o faturamento do pecuarista, a IoT e a automação dos processos reduzem consideravelmente os seus custos de produção. Como a concorrência no setor é acirrada, o produtor que implanta tecnologia em sua propriedade apresenta grande diferencial competitivo. Já o pecuarista que não acompanha os avanços tecnológicos não obtém êxito no mercado.

A IoT por ser consideravelmente de baixo custo para investimento e de alta performance nos resultados finais, permitiu que pequenos pecuaristas pudessem competir com os grandes produtores, pois com o investimento nessa tecnologia o custo com mão de obra diminui consideravelmente.

### 2.3 Fontes de alimentação para dispositivos IoT

Atualmente, os objetos inteligentes são alimentados, em geral, por baterias, muitas vezes não recarregáveis. No entanto, existem outras fontes de alimentação como energia elétrica e solar. As baterias (recarregáveis ou não) são as fontes de alimentação mais empregadas nos dispositivos de IoT, embora não sejam as mais adequadas para a tarefa. Isto porque, em geral, os dispositivos estão em locais de difícil acesso (e.g., embutidos em outros dispositivos) ou simplesmente não é desejável manipulá-los fisicamente para substituir as baterias. Assim, tanto o hardware quanto o software devem ser projetados para estender ao máximo a vida útil desses dispositivos afirma [Rerum \(2015\)](#).

A fonte de alimentação é o dispositivo responsável por fornecer energia elétrica aos componentes de um equipamento eletrônico. Portanto, é um tipo de dispositivo que deve ser escolhido e manipulado com cuidado, afinal, qualquer equívoco pode resultar em provimento inadequado de eletricidade ou em danos ao equipamento, diz [Alecrim \(2010\)](#).

A potência é o aspecto mais considerado por qualquer pessoa na hora de comprar uma fonte. Se adquirir uma fonte com potência mais baixa que a que seu equipamento necessita, vários problemas podem acontecer, como desligamento repentino da máquina ou reinicializações constantes. O ideal é optar por uma fonte que ofereça uma certa "folga" neste aspecto. Mas escolher uma requer alguns cuidados.

[Alecrim \(2010\)](#) afirma que o principal problema está no fato de que algumas fontes, principalmente as de baixo custo, nem sempre oferecem toda a potência que é descrita em seu rótulo. Por exemplo, uma fonte de alimentação pode ter em sua descrição 500 W (Watts) de potência, mas em condições normais de uso pode oferecer, no máximo 400 W. Acontece que o fabricante pode ter atingido a capacidade de 500 W em testes laboratoriais com temperaturas abaixo das que são encontradas dentro do computador ou ter informado esse número com base em cálculos duvidosos, por exemplo. Por isso, no ato da compra, é importante se informar sobre a potência real da fonte.

Quanto maior a eficiência da fonte, menor é o calor gerador e menor é o desperdício de energia, fazendo bem para o seu bolso e evitando que seu equipamento tenha algum problema causado por aquecimento excessivo. Por isso que eficiência é um fator muito importante a ser considerado. Fontes de maior qualidade tem eficiência de pelo menos 80%, portanto, estas são as mais indicadas. Fontes com eficiência entre 70% e 80% são até aceitáveis, mas abaixo disso não são recomendadas, afirma [Alecrim \(2010\)](#).

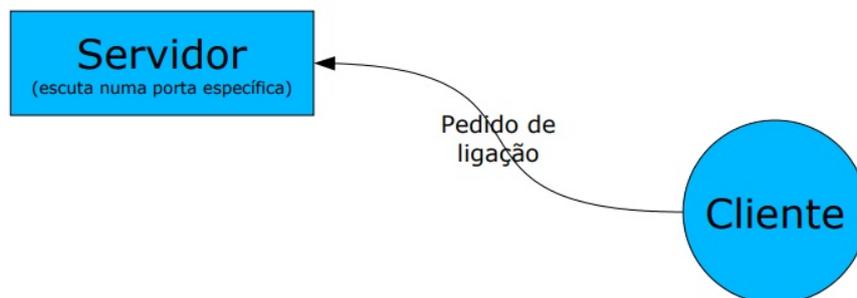
## 2.4 Socket Java

De acordo com a própria Oracle: "Socket é um ponto de comunicação entre duas máquinas", ou seja, podemos enviar mensagens entre a máquina A e a máquina B através de uma conexão estabelecida com o Socket, afirma ([RONALDO, 2015](#)).

Para que essa comunicação seja possível é preciso criar a classe Servidora que é responsável por esperar a conexão do cliente e a classe Cliente que irá conectar-se no Servidor, como está representado na imagem 3. Para entender melhor as classes Cliente e Servidor no ambiente de comunicação em java vamos explicar-las nos itens 2.4.1 e 2.4.2 a seguir.

Os sockets abstraem as camadas de rede para que programadores possam se preocupar com a comunicação de maneira distribuída de seus processos e aplicações. A implementação dos sockets foi concebida como uma API com interface para o sistema operacional; que é o responsável por controlar e garantir segurança da criação e destruição desses sockets. Como um padrão, os sockets hoje estão presentes em praticamente todos programas que utilizam a rede para se comunicar e permitindo que novos sistemas distribuídos apareçam,

Figura 3: Representação de cliente-servidor



diz Pantuza (2018).

### 2.4.1 ServerSocket class

A primeira classe importante é a `ServerSocket` e ela é responsável por esperar a conexão do cliente. Esta classe possui um construtor onde passamos a porta que desejamos usar para escutar as conexões.

Figura 4: Servidor java

```
ServerSocket server = new ServerSocket(PORTA);
```

Veja na imagem 4 que estamos criando um objeto `ServerSocket` passando como parâmetro o argumento "PORTA" que corresponde a um número que é a porta que será aguardada uma conexão do cliente. Existem outros construtores mas este é o mais utilizado.

O método `accept()` escuta uma conexão e aceita se alguma for encontrada. O `accept()` bloqueia todo o restante até que uma conexão seja feita, ele fica em espera aguardando que alguém conecte. Quando alguma conexão é aceita ele retorna um objeto `Socket`, a imagem 5 mostra como é criado o método.

Figura 5: Class Accept java

```
Socket cliente = server.accept();
```

### 2.4.2 Socket class

Ao contrário da classe `ServerSocket` que funciona como um Servidor escutando o cliente, a classe `Socket` é o cliente propriamente dito. Esta classe se comunica com o servidor, enviando requisições, objetos ou mensagens podendo ou não receber uma resposta do servidor, isso depende de qual tipo de protocolo seja utilizado, afirma Ronaldo (2015).

O programa cliente primeiro cria um socket através da função *socket()*. Em seguida ele se conecta ao servidor através da função *connect()* e inicia um loop (laço) que fica fazendo *send()* (envio) e *recv()* (recebimento) com as mensagens específicas da aplicação. É no par *send, recv* que temos a comunicação lógica. Quando alguma mensagem da aplicação diz que é o momento de terminar a conexão, o programa chama a função *close()* para finalizar o socket, conclui [Pantuza \(2018\)](#).

## 3 Trabalhos Relacionados

Esta seção apresenta o processo de seleção dos trabalhos correlatos através do processo de revisão sistemática e discute os trabalhos selecionados.

### 3.1 Mapeamento Sistemático

Definido como um esquema para construir métodos de classificação e estruturar uma determinada área de interesse. A avaliação dos resultados, em um mapeamento sistemático, tem como objetivo mostrar a frequência/quantidade de publicações por categoria dentro de um determinado mapeamento, afirma (KITCHENHAM, 2004).

Assim, a cobertura de uma determinada área de pesquisa ou tópico pode ser determinada. Diferentes perspectivas podem ser utilizadas e combinadas com o objetivo de responder a diferentes questões de pesquisa, e com isso aumentar a qualidade de seu referencial teórico. Com o auxílio da ferramenta StArt1, foram organizadas as informações para execução de tal processo.

Na etapa de planejamento envolve a especificação do protocolo. Nessa etapa são definidas as questões de pesquisas, string de busca, base de dados utilizadas e critérios de inclusão/exclusão e aceitação/rejeição. Para a elaboração deste pré-projeto, três questões de pesquisa foram formuladas: uma principal e uma secundária, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Questões de pesquisa

<b>QUESTÕES DE PESQUISA</b>
Questão Principal (QP): Quais são os desafios enfrentados na coleta de dados utilizando os sensores de baixo custo na pecuária de precisão?
Questão Secundária (QS): Qual o estado da arte na utilização de baterias reutilizáveis em dispositivos IoT?

Na etapa de planejamento inclui a definição da string de busca, que é elaborada a partir das palavras-chave, foram definidas de acordo com as questões de pesquisa, como apresentado na Tabela 2. A Seleção dos trabalhos está ligada diretamente as palavras-chave, tanto na qualidade quanto na quantidade de trabalhos correlatos. No entanto, é uma etapa fundamental do protocolo e, em geral, sua descrição requer tempo.

O desenvolvimento deste protocolo ainda inclui a definição dos critérios de inclusão e exclusão, que serve como filtro para a busca nas bases de dados, representado na Tabela 3. Esses parâmetros interferem diretamente na qualidade dos trabalhos retornados pela

Tabela 2: Palavras-chave utilizadas no mapeamento.

Palavras - Chave
Precision Livestock - precision livestock
IoT Batteries - iot batteries

busca. Como a pecuária de precisão é um assunto recente, será aceito todos os trabalhos sem importar o ano de publicação.

Também são definidos os critérios de aceitação e rejeição que servem para classificar os resultados retornados. Neste projeto serão aceitos apenas artigos com Qualis restrito (A1, A2, B1 e B2), no entanto os que não estiverem com tais Qualis, serão rejeitados, conforme Tabela 3.

Tabela 3: Critérios para filtragem dos trabalhos correlatos.

Critérios		
<b>Inclusão</b>	Apenas artigos veiculados a revistas ou revistas.	Apenas publicações em inglês ou português.
<b>Exclusão</b>	Os documentos não são aceitos com formato de livros, que são dissertação e relatórios.	Não são aceitos artigos que não estão presentes em inglês ou português.
<b>Aceitação</b>	Abordar métodos de testes de baterias, pecuária de precisão, IoT e sensores.	Como informações devem conter uma "String de Busca" no título, resumo ou palavras-chave.
<b>Rejeição</b>	TODOS os documentos devem estar disponíveis na web.	Apenas publicações de qualificações restritas (A1, A2, B1 e B2).

Após a definição do protocolo, nós iniciamos a condução do mapeamento sistemático, com a submissão manual da string nas bases de dados escolhidas e em seguida é feita a aplicação dos parâmetros de filtragem de Inclusão/Exclusão nas bases de dados.

Após tomar posse dos resultados obtidos, é feita a leitura das palavras-chave, do título e do resumo dos artigos encontrados para aplicar os critérios de aceitação e rejeição, em seguida são selecionados quaisquer artigos que tratem de uso e avaliação de baterias em equipamento IoT, pecuária de precisão com uso de IoT e, assim, selecionar os artigos que estão relacionados.

Tabela 4: Submissão da string de busca

String de busca	Base de dados	Resultados
TS = (consumption of electric power in IoT devices)	IEEE	3
TS=((IoT) AND Precision Livestock)	IEEE	8

## 3.2 Trabalhos Selecionados

Este capítulo apresenta alguns trabalhos produzidos acerca de pecuária de precisão e avaliação de baterias em equipamentos IoT. Na apresentação dos trabalhos foi destacado as correlações com o trabalho proposto bem como as diferenças encontradas. Na Tabela 5 são exibidos os critérios de comparação dos trabalhos relacionados com o trabalho atual e também é destacado em quais quesitos os trabalhos pesquisados, foram diferentes do presente trabalho.

Tabela 5: Trabalhos Relacionados

Trabalhos	Teste em ambiente real	Análise de Sensibilidade	Pecuária de precisão com IoT	Avaliação de Baterias	Considera uma Confiabilidade das Baterias?
<a href="#">Khanchuea (2018)</a>	Sim	Não	Não	Sim	Não
<a href="#">Ruan (2019)</a>	Não	Não	Sim	Sim	Não
<a href="#">Andonovic (2018)</a>	Não	Não	Sim	Não	Não
<a href="#">Andrew (2018)</a>	Sim	Não	Sim	Não	Não
<a href="#">Erden (2015)</a>	Não	Não	Sim	Sim	Não
<a href="#">Sarangi (2014)</a>	Sim	Não	Sim	Não	Não
<a href="#">Vaughan (2017)</a>	Sim	Não	Sim	Não	Não
Trabalho Proposto	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

O primeiro critério de avaliação dos trabalhos foram quais trabalhos fizeram um DoE visando uma análise de sensibilidade dos fatores em relação às métricas utilizadas. Este trabalho foi o único trabalho que realizou a análise de sensibilidade entre os demais trabalhos. O segundo critério foi a pecuária de precisão com a utilização de dispositivos IoT. O presente trabalho apresentou mais métricas analisadas em relação a maioria dos demais trabalhos. Por fim os demais critérios foram avaliação de duração de baterias e a confiabilidade de tais. Este trabalho foi o único que avaliou a duração do funcionamento dos dispositivos com diferentes tipos de baterias e a confiabilidade da fonte de alimentação mais adequada.

[Khanchuea \(2018\)](#) tem como objetivos comparar os consumo de energia de nós sensores e tempo ativo intervalos ao usar duas comunicações sem fio diferentes ou padrões para enviar pacotes de diferentes comprimentos, montando uma arquitetura formada por um controlador principal, um MQTT Broker, um nó de medição MN e um Wireless Sensor Node (WSN) em teste.

Na arquitetura proposta por [Khanchuea \(2018\)](#), o Controlador Principal (MC) atua como um servidor da Web fornecendo um aplicativo baseado na Web para o usuário. O MC é conectado ao broker MQTT, que é um dos protocolos mais populares de passagem de mensagens usados para muitas IoT aplicações. Os nós de medição (MN) devem poder medir a oferta tensão e a corrente de carga da rede sem fio associada dispositivo, Em outras palavras, o MN é um esp8266 e são alimentados por baterias.

[Khanchuea \(2018\)](#), diz que os resultados do experimento mostram que os nós com o

Módulo ESP8266 consumiram mais energia do que esses nós usando o rádio IEEE 802.15.4. Formar os resultados experimentais, pode-se concluir que os nós sensores usando IEEE 802.15.4 rádio consumiu menos energia e levou menos tempo para conectar-se ao gateway do que os nós sensores usando IEEE 802.11 b / g / n (ESP8266).

Ruan (2019) em seu trabalho diz que a IoT na agricultura e na pecuária é uma área promissora, porém tem desafios como enorme investimento em sistemas IoT no campo e agricultores e pecuaristas sem experiência em tecnologia. Para identificar tais dificuldades, dividiu a agricultura de precisão em quatro categorias: controle plantio ambiental, plantio em campo aberto, pecuária e aquicultura e aquaponia.

Ruan (2019) e Khanchuea (2018) destaca em seu trabalho a preocupação com a energia, diz que deve ser considerado na implementação de um sistema IoT. Pois segundo Ruan (2019), um sistema deve ter uma vida cíclica de acordo com sua fonte de alimentação, ou seja, deve-se manter em funcionamento de acordo com a durabilidade da bateria ou quais quer que sejam suas fontes.

Em seu estudo avaliativo Ruan (2019) conclui que a solução para a dificuldade maior no crescimento da IoT na agricultura e pecuária é uma junção dos conhecimentos em tecnologia e os conhecimentos no campo, aumentando a didática na agricultura/pecuária de precisão e reduzindo custos em equipamentos IoT, gerando uma maior aproveitamento dos sistemas IoT, para que os investimentos no campo se tornem realmente de precisão.

Andonovic (2018) destaca em seu trabalho uma plataforma IoT voltada à pecuária de precisão, que avalia e monitora várias variáveis importantes na pecuária. Tais como ganho de peso do animal, distância que percorrida diariamente, ruminação, frequência e quantidade que se alimenta. Destaca também a utilização de equipamentos de baixa potência com foco no consumo de energia e com uma IHC de fácil utilização para os usuários.

Andonovic (2018) diz também que plataforma permite a gestão da agricultura ambientes de escala significativa (1000s de nós sensores) para cooperar e otimiza o consumo de energia de cada nó tal que a vida útil da bateria exceda 5 anos.

Andrew (2018) desenvolveu um sistema experimental, que monitoram movimentos da cabeça dos animais e assim forma uma rede neural treinada para identificar modos de animais individuais. O sistema consistia de uma malha ZigBee rede sem fio conectada a temperatura e sensores de acelerômetro em nós sensores da Crossbow Technology, Inc. A rede transferiu dados para um celular conectado a um servidor em nuvem. Foram identificados quatro modos: pastando, deitado, em pé e andando, e estes foram monitorados por um rebanho de onze ovelhas em campo e condições do celeiro por 9 horas por dia durante cinco dias.

O teste executado Andrew (2018) por foi feito para avaliar a rede saúde e a precisão do aprendizado de máquina algoritmo. Eles descobriram que a perda total de pacotes em média foi de 14,8%, o que representa uma melhoria significativa estudos anteriores. Da

mesma forma, o movimento precisão de identificação de modo foi melhor do que estudos anteriores usando um filtro de Kalman com uma estimativa adaptativa de modelo múltiplo técnica e um utilizando árvores de decisão. O estudo mostrou a eficácia da combinação de uma rede de sensores com análise de dados preditivos.

Erden (2015) em seu trabalho foca em explorar novas oportunidades para coletar dados agrícolas para melhorias na agricultura de precisão e no monitoramento da pecuária através do exame abrangente de habilidades de controle de tecnologias recentes, além da implementação de recursos de energia renovável para aplicações GIS sem fio e móveis.

Erden (2015) concluiu em seu trabalho que a melhoria da pecuária/agricultura de precisão não está relacionada somente na quantidade de dados coletados, e diz também que por mais que o sistema seja preciso e reduza custos no meio rural, nunca irá suprir a suprir a mão de obra, pois ela é inevitável no campo, por outro lado os campos serão muito mais inteligentes e menos riscos poderão estar envolvido na produção.

O trabalho de Sarangi (2014) é estendido para desenvolver fazendas inteligentes onde uma combinação de nós sensores estáticos e de origem animal é usado para medir o clima, as condições do solo e da pastagem. Uma combinação de WSN com localização derivada de GPS e os métodos de sensoriamento remoto por satélite foram usados para interação dos animais com seus ambientes. Inclui otimizações de design para melhorar o desempenho como posicionamento ideal e altura da antena no coleira de animais. Ou seja, ele visa monitorar e gerenciar os animais ao mesmo tempo.

Sarangi (2014) em seu trabalho diz ter alcançado o estado da arte em nível de conforto animal, através do controle preciso do clima, detectar doenças através da monitorização de alimentos e líquidos, e detectar calor com monitoramento de atividades. Os sistemas desenvolvidos sob Moosense foram executados com sucesso nos últimos dois anos. A maioria dos sistemas desenvolvidos está sendo padronizada para uso em larga escala em situações heterogêneas.

## 4 Análise de Sensibilidade

Esta seção descreve os experimentos realizados para medir a duração das fontes de alimentação, buscando encontrar a fonte mais apta para equipamentos IoT na pecuária de precisão. Assim como, a confiabilidade de tais fontes quando expostas a temperatura ambiente no campo de teste. Nesta seção também é detalhada a forma de monitoramento dos ovinos.

### 4.1 Ambiente de Testes

O ambiente de testes foi dividido em duas partes. A primeira parte trata da avaliação das baterias, já a segunda parte aborda o monitoramento dos ovinos no piquete. Neste trabalho, para ambos os experimentos, escolheu-se o chip ESP8266, que é um System-on-Chip (SoC) e consiste em um processador de 32 bits com Wi-Fi de 2,4 GHz integrado.

#### 4.1.1 Testes de Duração das Baterias

A partir das dificuldades apresentadas na complexidade da escolha das baterias, como: duração, confiabilidade e custo, foram selecionadas três fontes: Baterias de notebook velhas, suporte com 4 pilhas AA e uma bateria de 9 volts. A Figura 6 apresenta as baterias utilizadas no teste.

Figura 6: Baterias selecionadas para os testes



Após serem feitas as escolhas das baterias, foi criado um Servidor Socket para se comunicar com o Cliente ESP 8266, que em seu funcionamento executa apenas o Script para gerar o log. O funcionamento do ESP agia da seguinte forma, ao se conectar com o servidor o ESP enviava uma mensagem com a seguinte informação “Conectado. . . ”, ao receber a mensagem o servidor imprimia a mensagem e armazenava em um arquivo .txt a data, hora, minutos e segundos em que a mensagem foi recebida, que no caso eram enviadas de dois em 2 segundos.

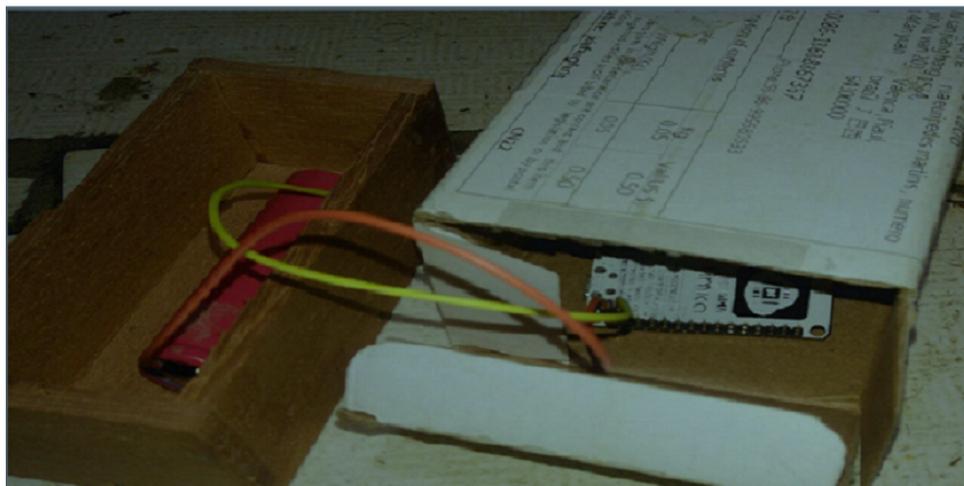
Esse experimento foi feito com as três fontes selecionadas, foram selecionadas 3 baterias 9 Volts, 5 suportes com 4 pilhas AA e 10 células de baterias de notebook. No entanto as baterias de notebook foram recarregadas até chegarem a carga de 3.3 Volts. O primeiro teste durou desde o início da conexão (quando o equipamento foi ligado a fonte) até a fonte descarregar, assim desligando o ESP 8266 Node MCU e interrompendo a conexão e assim salvando no arquivo a data e hora do último envio do cliente. Após ser feito os testes, os dados foram analisados e estruturados, após serem analisados e visto qual bateria seria mais adequada.

#### 4.1.2 Testes de confiabilidade das Baterias

O teste de confiabilidade das baterias é feito a partir do resultado do teste de duração. É importante ressaltar que o equipamento deve ficar em funcionamento por 10 horas seguidas, pois é o tempo que leva para monitorar os ovinos, iniciando às 7 horas e encerrando às 17 horas. Nesse período de 10 horas, há elevação de temperatura o que pode causar uma possível explosão das fontes de alimentação, danificando o equipamento e estressando o animal ou até ferindo-o.

Com o resultado do primeiro teste, é selecionada a fonte que é considerada mais apta para o projeto, levando em conta a duração e o custo/benefício e escolhidas de forma aleatória 3 dispositivos da mesma fonte. Então o teste é feito com o equipamento exposto à luz solar durante todo o teste, por questões de segurança, o ESP 8266 foi isolado em uma caixa de papel e a bateria em uma caixa de madeira, como mostrado na Figura 7.

Figura 7: Cenário Físico dos Testes

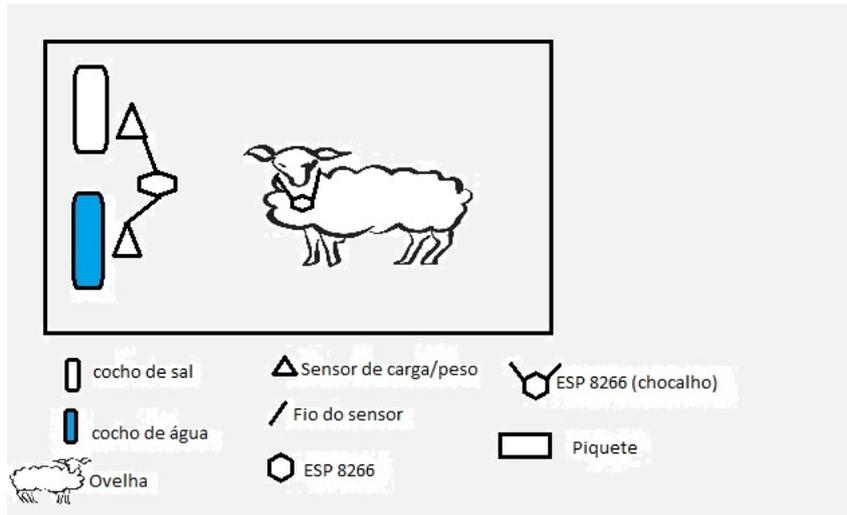


#### 4.1.3 Monitoramento dos Ovinos

Após a conclusão do teste de baterias, foi iniciado o processo de monitoramento de ovinos. Nesta fase do projeto foi utilizado dois sensores de carga, dois ESP Node MCU

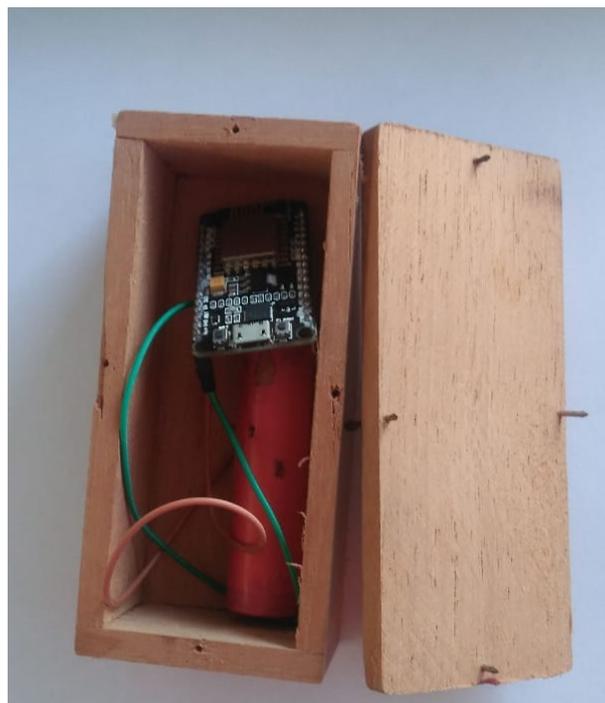
8266 e um computador. Um dos sensores de carga ficou fixado no cocho de sal e o outro no cocho de água, já um ESP 8266 ficou ligado aos sensores de peso e o outro fixado ao ovino em forma de coleira e todos eles em um piquete de 35 metros quadrados, como é representado na imagem 8.

Figura 8: Representação da arquitetura do monitoramento de ovinos



O ESP 8266 preso a coleira do carneiro, que vamos chamar de: ESP 01. Nele é criado uma rede *Wi-Fi* com *SSID*: ovino e *Password*: carneiro01. Este servirá para que o computador (*Servidor*) e o cliente se conectem, assim havendo a comunicação *Socket* entre eles. A Figura 9 mostra como foi montado o equipamento dentro da caixa que foi utilizada como uma coleira para o ovino.

Figura 9: Coleira: ESP8266 e célula de bateria de Notebook



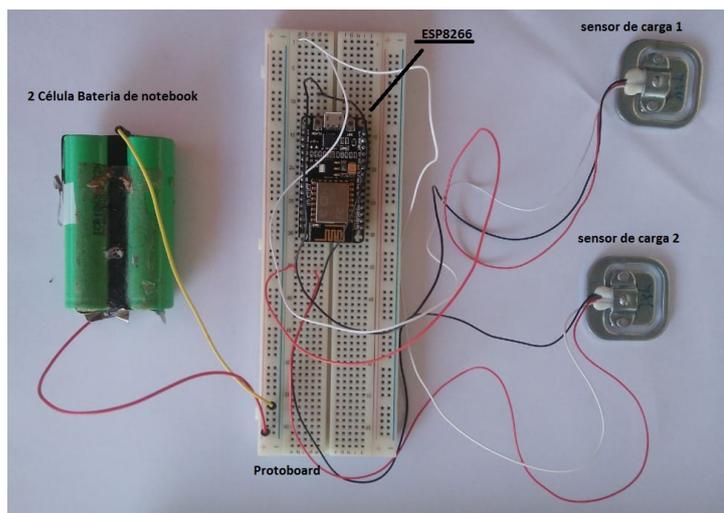
Na Figura 10 mostra como o ESP Node MCU 8266 foi preso ao carneiro. Na imagem mostra uma caixa de madeira contendo o ESP8266 e a célula de bateria de notebook. A caixa foi presa a um barbante que foi colocado no pescoço do ovino representando um chocalho.

Figura 10: Carneiro solto no piquete com coleira ESP 01



A outra parte da arquitetura está representada na Figura 11. Nesta parte chamaremos o ESP8266 que está fixo ao cocho de: ESP 02. No programa instalado no ESP 02, contém um código para conectá-lo via WIFI ao ESP 01, está incluso as bibliotecas que serão utilizadas, as variáveis globais e as funções que são utilizadas, depois é feito comandos para setar os pinos que serão utilizados.

Figura 11: Esquema da arquitetura do sensoriamento dos cochos



A Figura 12 mostra os sensores já fixos aos cochos no ambiente real. A Figura 12 mostra o ESP 02 exposto, mas por questão de segurança, para evitar dano ao equipamento, o mesmo foi protegido com uma pequena caixa de madeira.

Figura 12: Esquema dos cochos no cenário de teste



Em seguida é feita uma conexão via *Socket* com o *Servidor*, contendo a porta que será utilizada para a comunicação e o endereço IP, nesta mesma função é implementado um código que coleta a força do sinal entre os dois ESP NodeMCU 8266 em dBm a cada 2 segundos, e compara a força do sinal ao raio, que serve para identificar se o carneiro pode consumir dos cochos, serve para não sobrecarregar o servidor com dados que não serão utilizados.

O raio foi medido usando o ESP 01 e 02, o ESP 02 ficou fixo e o ESP 01 ficou em movimento, marcando uma distância que possibilitasse o carneiro alcançar o cocho para se alimentar, que resultou em  $-27$  dBm, então se o raio for maior que a força do sinal, significa que o ovino pode consumir no logo, o ESP 02 envia os pesos do cocho de sal e do cocho de água ao servidor.

No início do experimento o sensor do cocho de água marcou exatamente 20000 gramas, inclusos o peso do cocho e o da água. Já o sensor de carga do cocho de sal, em seu marco inicial, indicou 363 gramas, senso 333 grmas do peso do cocho e 30 gramas do peso do sal. Contudo, no experimento, o que fosse decrescido do valor inicial é dado como consumo do ovino.

No servidor é aceito a conexão com o cliente ESP 02, que recebe os dados equanto os dois estiverem conectados. No servidor é tratado os dados enviados pelo cliente, separa o peso do cocho de sal e o peso de cocho de água, em seguida, salva em dois arquivos diferentes o peso do cocho de água junto com data e hora de recepção dos dados e o mesmo é feito com o peso do cocho de sal.

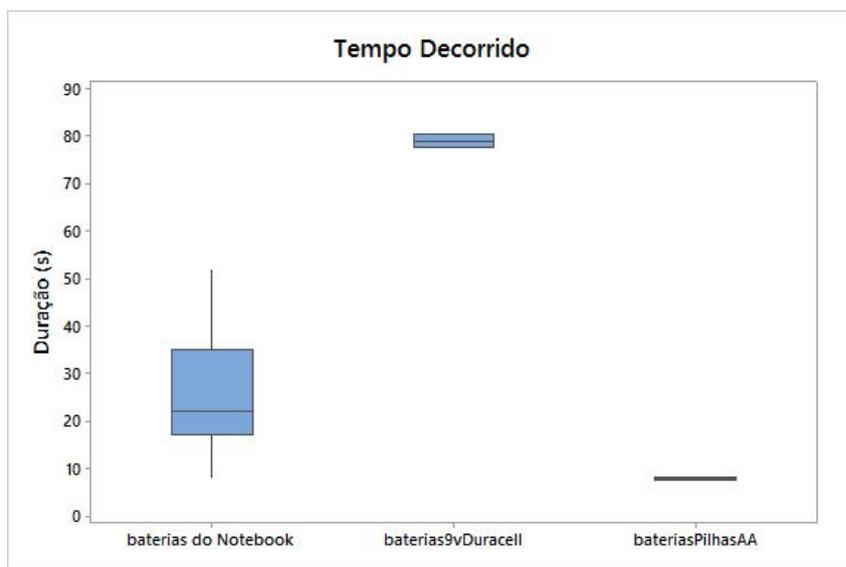
## 4.2 Resultados Obtidos

Esta seção descreve os resultados obtidos de acordo com os dados coletados no ambiente de testes. As métricas: Teste de duração baterias, Teste de confiabilidade de baterias e monitoramento de ovinos serão analisadas com base nos gráficos gerados e serão interpretados os resultados e explicar os eventos ocorridos, extraindo as informações pertinentes e descobertas durante os testes.

### 4.2.1 Teste de Duração de Baterias

Após o término dos testes, foram estruturados os dados e gerado um gráfico comparativo, como mostra a Figura 13. Ao observar o gráfico percebe-se que a bateria que mais durou foi a de 9 volts que decorreu aproximadamente 80 horas de duração. Com resultados também satisfatórios, porém menores que as baterias 9 volts, as células de bateria de notebook recarregadas, com apenas 3.3 Volts cada e durou aproximadamente 52 Horas com o equipamento em funcionamento.

Figura 13: Gráfico do teste de diferentes tipos de baterias



O suporte com quatro pilhas AA foi o que demonstrou o pior resultado para o teste com apenas 6 horas de duração. E de forma mediana, porém não satisfatória, a baterias de 9 volts teve a duração máxima de 7 horas e 30 minutos.

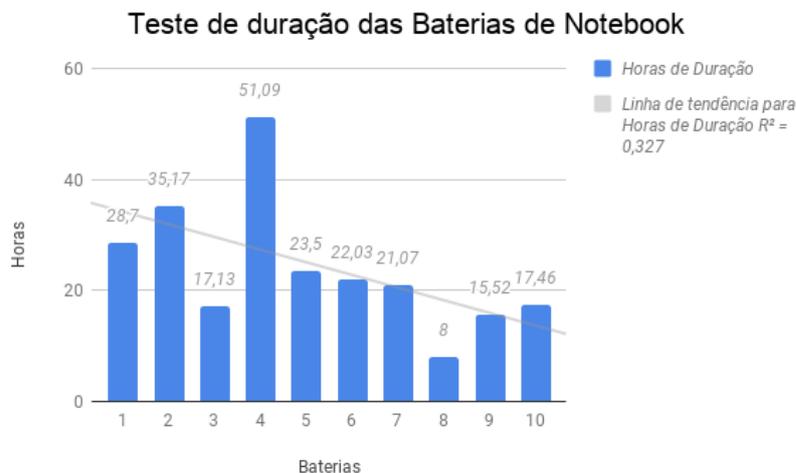
Com esse teste podemos perceber que a bateria de notebook seria mais apta para tal projeto, com a intenção de avaliar o desempenho geral da bateria de notebook, esse mesmo teste foi repetido 10 vezes com diferentes baterias de notebook e recarregadas a 3.3 volts, como mostra a Figura 13.

Como mostra na Figura 14 a célula de bateria de notebook 8 foi a que teve o menor tempo de duração com apenas 8 horas de duração. Já a célula 4 teve uma duração máxima de aproximadamente 51 horas, visto que o monitoramento dura aproximadamente 10 horas diárias, ou seja, de 7 horas (AM) à 17 horas (PM), 9 das 10 células alimentaria o equipamento durante todo o monitoramento.

### 4.2.2 Teste de Confiabilidade de Baterias

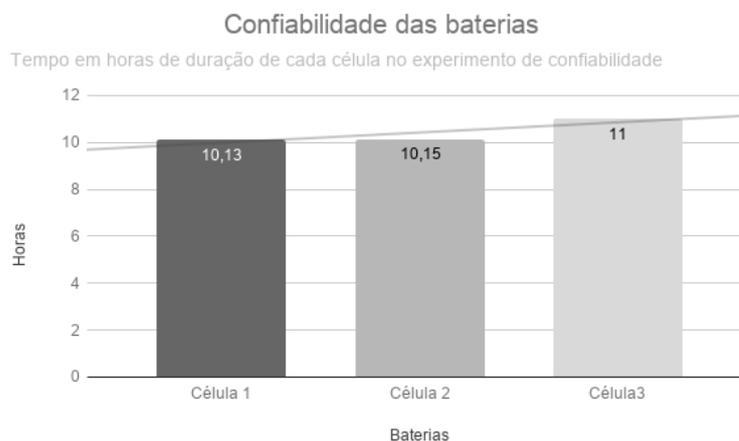
Após o teste de confiabilidade com as três células de baterias de notebook que foram selecionadas de forma aleatória e com carga de 3.3 volts. Tivemos um resultado positivo em relação às células de baterias de notebook recarregadas. O teste foi repetido 3 vezes e

Figura 14: Gráfico do teste de células das baterias de notebook



todas elas exposto a luz solar, porém esse teste durou pouco mais de 10 horas, pois é o tempo de duração do monitoramento de ovinos. Levando em conta tais pontos todas as 3 fontes escolhidas para o experimento teve o resultado positivo, pois, durou às 10 horas esperadas do monitoramento de ovinos com funcionamento excelente do equipamento e as fontes não explodiram ou danificaram-se. O Gráfico 15 mostra o resultado do teste, com a duração de cada célula do experimento.

Figura 15: Gráfico do teste de confiabilidade células das baterias de notebook



### 4.2.3 Monitoramento de Ovinos

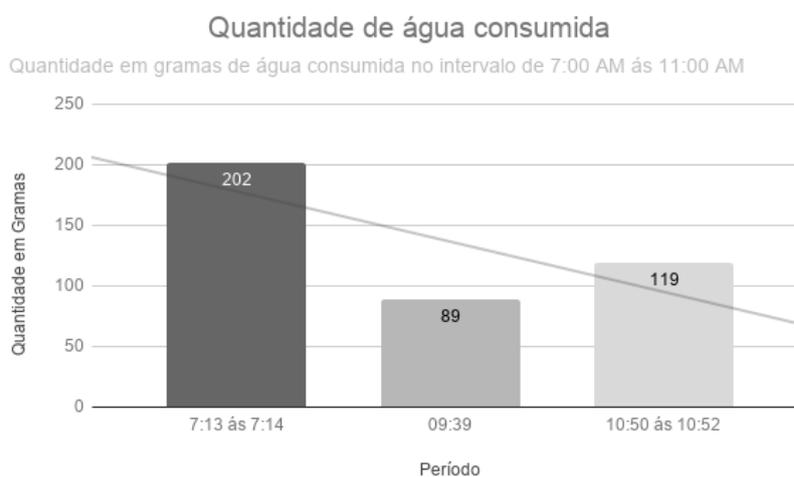
Após a instalação dos equipamentos no piquete e no carneiro, o sistema é colocado em funcionamento. O monitoramento durou de 7 horas (AM) às 11 horas(AM), todavia o teste foi realizado sem pausa ou interrupções. O monitoramento ocorreu de forma estável, todavia que o animal já estava adaptado ao ambiente de teste e como uma coleira ocasionando mais acuracia no monitoramento.

No monitoramento foram gerados arquivos *.TXT*, no primeiro arquivo, está salvo ano, mês e dia em sequência foi armazenado o peso do cocho de água em gramas. No segundo arquivo é salvo o mesmo formato de data e hora, a diferença é que neste é salva o peso do cocho de sal em gramas. Estes arquivos servirão de base de dados para análise de um especialista em ovinocultura.

No arquivo "agua.txt" os dados coletados pelo sensor de carga fixo ao cocho que continha a água. No início do teste, o sensor marca 20312 gramas. Por volta de 7:13AM, o mesmo passou a marcar 20110, tendo um abate de 202 gramas, a segunda queda no peso medido pelo sensor ocorreu às 09:39 AM, que ao início marcava 20105 gramas ao sair do raio finalizou em 20010 gramas, que gerou um consumo de 89 gramas, por fim, às 10:50AM, houve um consumo de 119 gramas. Durante todo o experimento, o consumo total de água foi de 410 gramas de água. A imagem 16 mostra os dados estruturados.

No arquivo "sal.txt" mostra os dados coletados pelo sensor de carga fixo ao cocho contendo o sal. O peso inicial dado pelo sensor é de 363 gramas, às 08:53 AM o carneiro ultrapassou o raio se alimentando do sal mineral, ao final o sensor de carga marcou 329 gramas. Com isso é notável que o carneiro comeu todo sal presente no cocho, 34 gramas no total, sendo 30 gramas de sal e 4 gramas de outliers, que segundo especialistas é a quantidade ideal diária para ovinos.

Figura 16: Gráfico do consumo de água



Os logs, códigos em arduino e java, com imagens e gráficos deste trabalho foram armazenados e estão disponíveis em : <https://drive.google.com/drive/folders/1ikUxuiG3MbQvWhF0nhqu50W8N4OoghNL> , para acesso e análise de interessados.

## 5 Conclusão

Este trabalho desenvolveu análises de desempenho de três diferentes tipos de baterias para dispositivos IoT, analisou a confiabilidade da bateria mais adequada para o projeto e desenvolveu um script para monitoramento de ovinos com Node MCU ESP8266 módulo WI-FI e sensores de carga. A análise visa auxiliar os projetistas de aplicações IoT, na escolha de uma fonte de alimentação confiável e também beneficiar o monitoramento de ovinos em piquetes para análise feita por pesquisadores. Busca-se compreender as situações que os mesmos se destacam, indicando qual combinação atende melhor os contextos específicos de cada projeto, que esses profissionais precisam. Em específico as baterias de 9 volts, as pilhas AA e as células de baterias de Notebook foram submetidas ao experimento junto com o Módulo Wi-Fi ESP Node MCU 8266. Foi analisado a durabilidade das mesmas em situações iguais. A aplicabilidade do estudo em um ambiente real foi verificada através de análises de sensibilidade. Por meio dessas análises foi possível montar uma arquitetura que pudesse ser utilizada em um ambiente real no monitoramento de ovino para auxílio na pecuária de precisão, o animal monitorado no teste, segundo o agrônomo que deu o auxílio, está saudável, sem estresse algum e com a reposição de minerais regular, visto que o ideal diário de sal mineral é de 30 gramas. O consumo de água pelo animal foi regular, visto que o mesmo estava preso ao piquete e não fazia tantos esforços para se alimentar, o animal monitorado consumiu 410 gramas em 4 horas. Com os resultados coletados e gerados na análise, notou-se que cada fonte de alimentação analisada apresentou diferentes resultados no experimento estabelecido. Cada experimento, levou em conta o tempo de duração de cada fonte no experimento, custo/benefício e reusabilidade, bem como os benefícios desses fatores no monitoramento

Este trabalho teve algumas limitações, uma delas está na quantidade de baterias de 9 volts testadas, quantidade de sensores de carga e a dificuldade para encontrar campo adequado para o monitoramento de ovinos. No entanto, isso não foi possível devido ao elevado custo financeiro de locomoção, de acomodação e de aquisições de mais equipamentos. Este trabalho adotou o uso de gráficos de boxplot e de barras para facilitar a visualização dos dados de forma mais clara na comparação dos três diferentes tipos de baterias. E para a melhor visualização do teste de confiabilidade e da repetição das células de baterias de notebook para dar mais confiabilidade foi adotado o gráfico de barras.

Para trabalhos futuros, será adicionado ao equipamento sensores de temperatura, para comparar se a quantidade de água consumida esta senso suficiente de acordo com a temperatura ambiente. Nos experimentos seria feita a inclusão de mais animais nos piquetes e monitoramento de outras variáveis, tais como percurso diário e controle de doenças.

# Referências

- AGRIBUSINESS. Pecuária adere à internet das coisas. In: . [s.n.], 2018. Disponível em: <<https://www.portaldoagronegocio.com.br/noticia/pecuaria-adere-a-internet-das-coisas-169974>>. Acesso em: 01.05.2019. Citado na página 17.
- ALECRIM, E. Fontes de alimentação atx: principais características. In: . [s.n.], 2010. Disponível em: <<https://www.infowester.com/fontesatx.php>>. Acesso em: 13.05.2019. Citado na página 19.
- ALIGER. Monitoramento. plantio. rastreabilidade. In: . [s.n.], 2018. Disponível em: <<https://www.aliger.com.br/agricultura-e-pecuaria/>>. Acesso em: 01.05.2019. Citado na página 17.
- ALVES IRAN BORGES, L. F. G. P. A. Leonardo de R. N. Carne ovina – avaliação, rendimento e fatores inerentes. *ARTIGO 216*, 1989. Citado na página 16.
- ANDONOVIC, I. Precision livestock farming technologies. *University of Strathclyde, Easy Global Market*, 2018. Citado 2 vezes nas páginas 24 e 25.
- ANDREW, R. M. R. C. Iot solutions for precision agriculture. *Department of Electrical, Electronic and Computer Engineering*, 2018. Citado 2 vezes nas páginas 24 e 25.
- ARAUJO, T. V. V. Gherman Garcia Leal de. a água nos sistemas produtivos de ovinos e caprinos. *Produção de caprinos e ovinos no Semiárido*, 2012. Citado 2 vezes nas páginas 13 e 17.
- BARBOSA, J. C. B. do C. Pastores, rebanhos de ovinos e pastoreio. *Tese de Mestrado em Extensão e Desenvolvimento Rural*, 2009. Citado na página 14.
- CARVALHO, R. Potencialidades dos mercados para os produtos derivados de caprinos e ovinos. In: . [s.n.], 2003. Disponível em: <<http://www.caprtec.com.br>>. Acesso em: 01.05.2019. Citado na página 16.
- CLEMENTINO, R. H. e. a. Influência dos níveis de concentrado sobre os cortes comerciais, os constituintes não-carcaça e os componentes da perna de cordeiros confinados. *censo agropecuario*, 2018. Citado na página 16.
- COMUNICACAO, C. Pecuária adere a internet das coisas. In: . [s.n.], 2018. Disponível em: <<https://www.portaldoagronegocio.com.br/noticia/pecuaria-adere-a-internet-das-coisas-169974>>. Acesso em: 03.04.2019. Citado na página 13.
- ERDEN, z. T. ismail H. Remote sensors and mobile technologies for precision agricultural data. *Ministry of Food, Agriculture and Livestock*, 2015. Citado 2 vezes nas páginas 24 e 26.
- FAEG/SENAR-GO. Pecuária de precisão É opção para produtor se ajustar ao mercado. In: . [s.n.], 2016 (acessado em 29 de outubro de 2018). Disponível em: <<http://www.senar.org.br/agricultura-precisao/tag/pecuaria-de-precisao/>>. Citado na página 13.

- KHANCHUEA, R. S. K. An iot-enabled platform for power consumption measurement of low-power wireless sensor devices. *Faculty of Engineering KMUTNB Bangkok, Thailand*, 2018. Citado 2 vezes nas páginas 24 e 25.
- KITCHENHAM, B. Procedimentos para realizar revisões sistemáticas. *Keele, Reino Unido, Universidade de Keele*, 2004. Citado na página 22.
- OLIVEIRA, A. A importância da internet das coisas para a pecuária nacional. In: . [s.n.], 2019. Disponível em: <<https://www.cpt.com.br/noticias/a-importancia-da-internet-das-coisas-para-a-pecuaria-nacional>>. Acesso em: 05.05.2019. Citado na página 18.
- PANTUZA, G. O que são e como funcionam os sockets. In: . [s.n.], 2018. Disponível em: <<https://blog.pantuza.com/artigos/o-que-sao-e-como-funcionam-os-sockets>>. Acesso em: 15.05.2019. Citado 2 vezes nas páginas 20 e 21.
- RERUM. Advanced techniques to increase the lifetime of smart objects and ensure low power network operation. *article*, 2015. Citado na página 18.
- RONALDO. Java socket: Entendendo a classe socket e a serversocket em detalhes. In: . [s.n.], 2015. Disponível em: <<https://www.devmedia.com.br/java-socket-entendendo-a-classe-socket-e-a-serversocket-em-detalhes/31894>>. Acesso em: 15.05.2019. Citado 2 vezes nas páginas 19 e 20.
- RUAN, J. A life cycle framework of green iot-based agriculture and its finance, operation, and management issues. *National Natural Science Foundation of China under Grants*, 2019. Citado 2 vezes nas páginas 24 e 25.
- RUFINO, S. R. M. Desempenho de cordeiros confinados e em pastejo submetidos a diferentes tipos de suplementação. *Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Campina Grande, Patos*, 2005. Citado na página 17.
- SARANGI, S. Development of a wireless sensor network for animal management: Experiences with moosense. *Hauz Khas, New Delhi - 110016, INDIA*, 2014. Citado 2 vezes nas páginas 24 e 26.
- SILVA, D. V. S. A. P. S. P. Ovinocultura do rio grande do sul: descrição do sistema produtivo e dos principais aspectos sanitários e reprodutivos1. *topicos de interesse geral*, 2013. Citado na página 13.
- VAUGHAN, J. Floor sensors of animal weight and gait for precision livestock farming. *School of Electrical and Electronic Engineering, The University of Manchester*, 2017. Citado na página 24.

# Apêndices

# APÊNDICE A – Script do ESP8266 da coleira do ovino

Listing A.1: Script do ESP8266 da coleira do ovino

```
# Define o modo de access point

wifi.setmode(wifi.SOFTAP)

# Configura o nome da rede, a senha
# e o modo de autentica o

wifi.ap.config({ssid="ovino",
pwd="carneiro01",
auth=wifi.WPA2_PSK})

# Pega os dados de IP,
# netmask e gateway (mas s o IP usado)

ip, nm, gw = wifi.ap.getip()
print("IP: ",ip) -- Printa o IP
```

# APÊNDICE B – Script do ESP8266 e dos sensores de carga fixos aos cochos

Listing B.1: Script do ESP8266 e dos sensores de carga fixos aos cochos

```
# bibliotecas que serao utilizadas

#include <NTPClient.h>
#include <Time.h>
#include <TimeLib.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <WiFiUdp.h>

# constantes para conex o entre os ESP01 e 02

const char *ssid      = "ovino";
const char *password = "carneiro01";

WiFiUDP ntpUDP;

# --- Mapeamento de Hardware ---

#define ADDO  7    //Data Out
#define ADSK  6    //SCK

# --- Prot tipo das Fun es Auxiliares ---

unsigned long ReadCount_agua(); # conversao AD do HX711
unsigned long ReadCount_sal(); # conversao AD do HX711

# -- Vari veis Globais que irao converter o
# peso da agua e do sal--
```

```
unsigned long peso_agua;
unsigned long peso_sal;

void setup(){

    pinMode(13, OUTPUT); # seta o pino que deve usar para saida

    pinMode(ADD0, INPUT_PULLUP); # entrada para receber os dados
    pinMode(ADSK, OUTPUT);      # sa da para SCK

    Serial.begin(115200);

    WiFi.begin(ssid, password);
    # conecta a rede com esse ssid e essa senha

    while ( WiFi.status() != WL_CONNECTED ) {
        # enquanto estiver desconectado o
        # led do esp8266 pisca e imprime pontos
        delay ( 500 );
        Serial.print ( "." );
    }

    Serial.println(WiFi.localIP().toString());
    # quando conectado mostra o endere o IP
}

void loop() {
    # porta 5000 do protocolo TCP, deve
    # ser a mesma utilizada pelo servidor

    const uint16_t port = 9000;

    # endere o ip, deve ser o mesmo utilizado pelo servidor

    const char * host = "192.168.0.116";

    # inicializa a lib do cliente
```

```
WiFiClient client;
Peso_agua = ReadCount_agua();
Peso_sal = ReadCount_sal();

# se o cliente estiver conectado,
# exibe "" no servidor
# enquanto o cliente estiver conectado
# ao servidor executara tudo que
# est dentro do while

while(client.connect(host, port)) {

# coleta a for a do sinal entre os ESP

String _RSSI = String(WiFi.RSSI());

#converte string para inteiro

int forca = atoi(_RSSI);

# enquanto o raio maior que a for a do sinal

while(forca <= -27){

# envia o peso ao servidor
    client.println(peso_sal, peso_agua);
}

# liga e desliga o led a cada dois
# segundos garantindo q
# cliente e servidor est o conectados

    digitalWrite(13, HIGH);
    delay(1000);
    digitalWrite(13, LOW);
    delay(1000);
```

```
    }
}
# --- Fun  es ---
unsigned long ReadCount_agua(){
    unsigned long Count = 0;
    unsigned char i;

    digitalWrite(ADSK, LOW);

    while(digitalRead(ADDO));

    for(i=0;i<24;i++)
    {
        digitalWrite(ADSK, HIGH);
        Count = Count << 1;
        digitalWrite(ADSK, LOW);
        if(digitalRead(ADDO)) Count++;
    } //end for

    digitalWrite(ADSK, HIGH);
    Count = Count^0x800000;
    digitalWrite(ADSK, LOW);

    return(Count);

} # end ReadCount
# --- Fun  es ---
unsigned long ReadCount_sal(){
    unsigned long Count = 0;
    unsigned char i;

    digitalWrite(ADSK, LOW);

    while(digitalRead(ADDO));

    for(i=0;i<24;i++)
```

```
{  
    digitalWrite(ADSK, HIGH);  
    Count = Count << 1;  
    digitalWrite(ADSK, LOW);  
    if(digitalRead(ADD0)) Count++;  
  
} #end for  
  
digitalWrite(ADSK, HIGH);  
Count = Count^0x800000;  
digitalWrite(ADSK, LOW);  
  
return(Count);  
  
} #end ReadCount
```

# APÊNDICE C – Script do Servidor

Listing C.1: Script do Servidor

```

# BIBLIOTECAS QUE SAO UTILIZADAS
import java.io.BufferedWriter;
import java.io.FileWriter;
import java.io.IOException;
import java.io.PrintWriter;
import java.net.ServerSocket;
import java.net.Socket;
import java.sql.SQLException;
import java.text.DateFormat;
import java.text.SimpleDateFormat;
import java.util.Date;
import java.util.Scanner;

import java.util.regex.Pattern;
# @author Tacio Moreira

public class Servidor {

    public static void main(String[] args)
    throws IOException, SQLException {

        # PORTA QUE O SERVIDOR RECEBE REQUISICOES DO CLIENTE

        ServerSocket sv = new ServerSocket(5001);
        Scanner ler;

        # FORMATO DE DATA E HORA QUE RECEBIDO OS DADOS
        #ENVIADOS PELO CLIENTE

        DateFormat dateFormat = new SimpleDateFormat
        ("yyyy/MM/dd HH:mm:ss");
        String s1, sal, peso, agua;

```

```
while(true){
    s1 = null;

    # ACEITA A CONEXÃO COM O CLIENTE

    Socket s = sv.accept();

    # LER O QUE O CLIENTE ENVIOU
    ler = new Scanner(s.getInputStream());

    peso = ler.nextLine();
    String[] peso_cocho = peso.split(".");

    agua = peso_cocho[0];
    sal = peso_cocho[1];

    System.out.println(ler.nextLine());

    System.out.println("Hoje    : " +
        dateFormat.format(new Date()));

    s1 = "Data: " + dateFormat.format(new Date());
    salvaMsg(s1, agua);
    salvaMsg2(s1, sal);
}

}

# FUNÇÃO PARA SALVAR DATA, HORA E PESO
# DO COCHO DE ÁGUA
public static void salvaMsg(String s1, String agua)
throws IOException{
    BufferedWriter arq = new BufferedWriter(new
        FileWriter(System.getProperty("user.dir")
            + "\\agua.txt", true));

    arq.write("\n " + s1 + agua + " \n");
    arq.close();
}
```

```
# FUNÇÃO PARA SALVAR DATA, HORA E PESO
# DO COCHO DE SAL
public static void salvaMsg2(String s1, String sal)
throws IOException{
    BufferedWriter arq = new BufferedWriter(new
    FileWriter(System.getProperty("user.dir")
    + "\\sal.txt", true));
    arq.write("\n " + s1 + sal + " \n");
    arq.close();
}
}
```

# APÊNDICE D – Script do Servidor de teste de bateria

Listing D.1: Script doservidor do teste de bateria

```
package Modelo;

import java.io.BufferedWriter;
import java.io.FileWriter;
import java.io.IOException;
import java.io.PrintWriter;
import java.net.ServerSocket;
import java.net.Socket;
import java.sql.SQLException;
import java.text.DateFormat;
import java.text.SimpleDateFormat;
import java.util.Date;
import java.util.Scanner;

public class Servidor {
    public static void main(String[] args)
        throws IOException, SQLException {

        ServerSocket sv = new ServerSocket(5001);
        Scanner ler;
        DateFormat dateFormat = new SimpleDateFormat
            ("yyyy/MM/dd HH:mm:ss");
        String s1;

        while(true){
            s1 = null;
            Socket s = sv.accept();
            ler = new Scanner(s.getInputStream());

            System.out.println(ler.nextLine());
```

```
        System.out.println("Hoje    : "
+ dateFormat.format(new Date()));

        s1 = "Data: " + dateFormat.format
        (new Date());

        salvaMsg(s1);
    }

}

public static void salvaMsg(String s1)
throws IOException{
    BufferedWriter arq = new BufferedWriter(new FileWriter(System
+ "\\tacio.txt", true));
    arq.write("\n " + s1 + " \n");
    arq.close();
}

}
```

# APÊNDICE E – Script do ESP8266 para teste de duração de baterias

Listing E.1: Script do ESP8266 para teste de duração de baterias

```
# bibliotecas que serao utilizadas

#include <NTPClient.h>
#include <Time.h>
#include <TimeLib.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <WiFiUdp.h>

const char *ssid      = "Barbara";
const char *password = "grtabt2018";

WiFiUDP ntpUDP;

void setup(){

    pinMode(13, OUTPUT); # seta o pino que deve usar para saida

    Serial.begin(115200);

    WiFi.begin(ssid, password);//conecta a rede com esse ssid e essa se

    while ( WiFi.status() != WL_CONNECTED ) { //enquanto estiver desconec
        delay ( 500 );
        Serial.print ( "." );
    }

    Serial.println(WiFi.localIP().toString());//quando conectado mostra
}

void loop() {
    # porta 5000 do protocolo TCP, deve
```

```
# ser a mesma utilizada pelo servidor

const uint16_t port = 9000;

# endere o ip, deve ser o mesmo utilizado pelo servidor

const char * host = "192.168.0.116";

# inicializa a lib do cliente

WiFiClient client;
Peso_agua = ReadCount_agua();
Peso_sal = ReadCount_sal();

# se o cliente estiver conectado,
# exibe "" no servidor
# enquanto o cliente estiver conectado
# ao servidor executara tudo que
# est dentro do while

while(client.connect(host, port)) {

# envia o peso ao servidor
    client.println(conectado...);

# liga e desliga o led a cada dois
# segundos garantindo q
# cliente e servidor est o conectados

    digitalWrite(13, HIGH);
    delay(1000);
    digitalWrite(13, LOW);
    delay(1000);
}
}
```



**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DIGITAL NA BIBLIOTECA  
“JOSÉ ALBANO DE MACEDO”**

**Identificação do Tipo de Documento**

- ( ) Tese  
( ) Dissertação  
 Monografia  
( ) Artigo

Eu, Écio de Sauto Moreira,  
autorizo com base na Lei Federal nº 9.610 de 19 de Fevereiro de 1998 e na Lei nº 10.973 de  
02 de dezembro de 2004, a biblioteca da Universidade Federal do Piauí a divulgar,  
gratuitamente, sem ressarcimento de direitos autorais, o texto integral da publicação  
Monitoramento de Qualidade com IOT e  
Fonte de Alimentação Reutilizável  
de minha autoria, em formato PDF, para fins de leitura e/ou impressão, pela internet a título  
de divulgação da produção científica gerada pela Universidade.

Picos-PI 22 de junho de 2019.

Écio de Sauto Moreira  
Assinatura

Écio de Sauto Moreira  
Assinatura