

UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC

CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

GABRIEL SCHEFFER DE SOUZA

RASTREABILIDADE BOVINA: UTILIZANDO PLATAFORMA ZIGBEE

CRICIÚMA

2014

GABRIEL SCHEFFER DE SOUZA

RASTREABILIDADE BOVINA: UTILIZANDO PLATAFORMA ZIGBEE

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do grau de Bacharel no curso de Ciência da Computação da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Orientador: Prof. Esp. Fabrício Giordani

CRICIÚMA

2014


GABRIEL SCHEFFER DE SOUZA

RASTREABILIDADE BOVINA: UTILIZANDO PLATAFORMA ZIGBEE

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora para obtenção do Grau de Bacharel, no Curso de Ciência da Computação da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, com Linha de Pesquisa em Redes de Computadores.

Criciúma, 24 de junho de 2014.


BANCA EXAMINADORA



Prof. Fabrício Giordani - Especialista - UNESC - Orientador



Prof. Paulo João Martins -Mestre - UNESC



Prof. Rogério Antonio Casagrande - Mestre - UNESC

Dedico este trabalho a meus caros pais pelo total apoio e suporte nas escolhas da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado força e persistência para realização deste trabalho, assim como a sabedoria para fazê-lo.

A meus pais por me compreender e pela paciência em momentos que me isolei, pelo total apoio e incentivo na busca pelo conhecimento e na luta pelos meus sonhos. A minha irmã pelo carinho e momentos de descontração nas suas visitas.

Aos amigos e colegas de curso que estão se formando ou que ainda irão se formar, pela companhia e bons momentos durante esta caminhada pelo conhecimento.

A todos meus professores e amigos do departamento de Ciência da Computação, pelo apoio e reconhecimento durante essa jornada de 5 anos, em especial ao meu orientador Fabricio Giordani e amigo Gustavo Bisognin que me trouxeram muitas inspirações, incentivos e amplo conhecimento.

“Agradeço todas as dificuldades que enfrentei; não fosse por elas, eu não teria saído do lugar. As facilidades nos impedem de caminhar. Mesmo as críticas nos auxiliam muito.”

Chico Xavier

RESUMO

Dispositivos e redes Zigbee, estão cada dia mais presentes na rotina das pessoas, seja ela um empresário, um operário de uma indústria ou até mesmo um usuário doméstico. Dentre os serviços disponíveis oferecidos por estes dispositivos têm-se controle, interrupção e acionamento remoto e sem fio de máquinas, sensores, portas e outros meios eletrônicos. Entretanto tal dispositivo não foi aplicado em ampla escala para outras áreas como, por exemplo, o ambiente rural. Tal área atualmente está carente de inclusão digital e modernização dos processos manuais e rotinas diárias realizadas pelo dono das terras. Dentre os dispositivos mencionados, especificamente a antena Xbee, objeto de estudo desta pesquisa, poderia ser utilizada para rastrear algum bem, equipamento ou um animal de uma determinada fazenda. Visto que uma das funcionalidades deste equipamento é identificar e localizar uns aos outros dentro da mesma rede, utilizando da topologia *mesh*. A importância de se manter um histórico de rastreabilidade de um produto ou bem precioso para o fazendeiro, o bovino, é algo que traz segurança e tranquilidade. Uma vez que há possibilidade de, por exemplo, ocorrência de furto daquele bem, se o mesmo estivesse sendo rastreado, o sistema por trás do dispositivo poderia notificar o detentor de sua posse. Mas com tantos outros meios para rastrear, a escolha deste dispositivo partiu das premissas de baixo custo, consumo de energia e fácil manutenção. Agregando estes benefícios em conjunto com tecnologias de distribuição gratuita como linguagem de programação Java e banco de dados relacional MySQL. Proporcionando uma experiência de transição branda e financeiramente viável do processo manual para o automatizado para o produtor rural. O propósito deste trabalho é apresentar a união e harmonia destas tecnologias em um único projeto, manter o foco na minimização dos custos e trazer benefícios, como melhores condições de vida e mais tempo de lazer para fazendeiros e pecuaristas.

Palavras-chave: Agropecuária. Rede Mesh. Zigbee. Java. MySQL.

ABSTRACT

Zigbee devices and networks are increasingly present in the routine of the people, be it a businessman, a worker in an industry or even a home user. Among the services available for these devices have up control, interruption and remote switch, of wireless machines, sensors, ports, and other electronic equipments. However such devices have not been used on a large scale to other areas, such as rural areas. This area is currently lacking in digital inclusion and modernization of manual processes and daily routines performed by the landowner. Among the mentioned devices, specifically the Xbee antenna, the object of this research, could be used to track down a goods or a animal of a given farm. Since one of the features of this equipment is to identify and locate each other within the same network, using the mesh topology. The importance of maintaining a historical traceability of a product or a precious good for the farmer, the cattle, is something that brings tranquility and security. Since there is a possibility, eg occurrence of theft that good, that if was being tracked, the system behind the device could notify the owner of its possession. But with so many other means to track, choosing this device departed with the premises low cost, power consumption and easy maintenance. Adding these benefits along with free distribution technologies such as the Java programming language and relational database MySQL. Providing an experience of bland and financially viable transition from manual to automated process for farmers. The purpose of this work is to present the union and harmony of these technologies in a single project, keep the focus on minimizing costs and provide benefits such as better living conditions and more leisure time for farmers and ranchers.

Keywords: Agricultural. Mesh network. Zigbee. Java. MySQL.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - FLUXOGRAMA DA RASTREABILIDADE NA CADEIA PRODUTIVA DA CARNE BOVINA.	17
FIGURA 2 - POSIÇÃO É A INTERSECÇÃO DAS TRÊS ESFERAS.	19
FIGURA 3 - EXEMPLO REDE <i>MESH</i>	20
FIGURA 4 - ELEMENTOS DE UMA REDE ZIGBEE.....	23
FIGURA 5 - CAMADAS DO PROTOCOLO ZIGBEE.....	24
FIGURA 6 - PROJETO DE ARQUITETURA 1.	39
FIGURA 7 - PROJETO DE ARQUITETURA 2.	40
FIGURA 8 - PROJETO DE ARQUITETURA 3.	40
FIGURA 9 – FOTO DA PLACA ARDUINO + SHIELD + XBEE.	42
FIGURA 10 - FLUXO DE DADOS SOFTWARE X HARDWARE.....	44
FIGURA 11 - DIAGRAMA UML DO BANCO DE DADOS.	46
FIGURA 12 - CENÁRIO DE TESTES 1 47	47
FIGURA 13 - CENÁRIO DE TESTES 2 48	48

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - REBANHOS MUNDIAIS DE GADO BOVINO (MILHARES DE CABEÇAS).....	11
TABELA 2 - COMPARAÇÃO DE PROTOCOLOS BLUETOOTH, UWB, ZIGBEE E WI-FI	26
TABELA 3 - PESQUISA MERCADO	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIEC	Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne
AHCIET	Asociación Iberoamericana De Centros De Investigación Y Empresas De Telecomunicaciones
API	Application Programming Interface
EPROM	Erasable Programmable Read-Only Memory
GPS	Global Positioning System
HAN	Home Area Network
HTTP	Hyper Text Transfer Protocol
J2EE	Java Enterprise Edition
J2SE	Java Standard Edition
JPA	Java Persistence API
JSF	JavaServer Faces
JSP	JavaServer Pages
PAN	Personal Area Network
POO	Programação Orientada a Objetos
PPS	Precise Positioning Service
RSSF	Rede de Sensores Sem Fio
RSSI	Received Signal Strength Indication
RVI	Ratiometric Vector Iteration
SPS	Standard Positioning Service
TIC	Tecnologia de Informação e Comunicação
USB	Universal Serial Bus
WMN	Wireless Mesh Network
WPAN	Wireless Personal Area Network

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
1.1 OBJETIVO GERAL	8
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
1.3 JUSTIFICATIVA	9
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	10
2 AGROPECUÁRIA	11
2.1 ADMINISTRAÇÃO RURAL	11
2.2 BOVINOCULTURA	12
2.3 TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO X AGROPECUÁRIA	13
2.4 MÉTODOS DE IDENTIFICAÇÃO ANIMAL	15
2.5 RASTREABILIDADE	16
3 TECNOLOGIAS ENVOLVIDAS	18
3.1 SISTEMA DE POSICIONAMENTO GLOBAL	18
3.2 REDE MESH	19
3.3 ZIGBEE	22
3.3.1 O funcionamento da rede	24
3.4 JAVA	27
3.4.1 Java Enterprise Edition	28
3.4.2 JavaServer Faces	30
3.5 MYSQL	31
4 TRABALHOS CORRELATOS	34
4.1 MODELO DE RASTREABILIDADE DA CADEIA DE CARNE BOVINA UTILIZANDO REDES DE SENSORES SEM FIO E RFID	34
4.2 SISTEMA AUTOMATIZADO DE ALIMENTAÇÃO INDIVIDUALIZADA PARA SUÍNOS VISANDO APLICAÇÃO EM RASTREABILIDADE ANIMAL	34
4.3 AVALIAÇÃO DA PROPAGAÇÃO DE SINAIS DE RADIOFREQUÊNCIA PARA TECNOLOGIA ZIGBEE EM GRANJA DE FRANGO DE CORTE	35
4.4 ZIGBEE-BASED <i>WIRELESS</i> SENSOR NETWORK LOCALIZATION FOR CATTLE MONITORING IN GRAZING FIELDS	35
5 PROTÓTIPO DE RASTREAMENTO BOVINO	37
5.1 METODOLOGIA	37
5.1.1 Escolha do Hardware	37

5.1.2 Integração Hardware e Software.....	42
5.1.3 Firmware – Ajustes e Configurações.....	42
5.1.4 Recepção dos Dados	44
5.1.5 Comunicação e armazenamento do Agente com o Banco de Dados.....	45
5.1.6 Front-end para Exibição das Informações Coletadas	46
5.2 RESULTADOS OBTIDOS	47
6 CONCLUSÃO	50

1 INTRODUÇÃO

“O crescente avanço tecnológico fez surgir na sociedade novas necessidades e desejos em nível de mercado consumidor, proporcionando a criação de novas oportunidades de negócios.” (ALBANO, 2001, p. 2). Neste cenário de consumidores mais exigentes e maior foco na facilidade de uso, há algumas áreas que exigem certo destaque para inclusão digital, como por exemplo, a agropecuária.

O setor em destaque é a organização de pequenas cooperativas que segundo Albano (2001, p. 3), “Tais organizações geralmente se originaram da reunião de pequenos e médios produtores rurais, que vislumbraram na união uma forma de superarem adversidades comuns, tais como custos de produção, dificuldades na comercialização dos produtos e aquisição de melhor tecnologia, entre outras.”.

Os fazendeiros, mais especificamente os pecuaristas, possuem grandes quantidades de animais espalhados por suas propriedades, entre gado, porcos, galinhas, cavalos e entre outros.

Das diversas atividades exercidas pelos pecuaristas, estão: criar, domesticar, alimentar, vacinar e proteger seu patrimônio, ou seja, seu rebanho.

Todas as atividades exigem muita dedicação do fazendeiro, algumas exigem mais horas de trabalho do que outras, e no fim o fazendeiro possui pouco tempo para seu lazer, passando a maior parte deste realizando trabalhos simples e rotineiros.

Um exemplo de atividade é a vacinação do gado, com esta atividade vem o primeiro obstáculo. Saber a localização de seu rebanho não é uma tarefa simples, pois o fazendeiro necessita despender tempo para montar em seu cavalo e percorrer os campos, identificar onde está seu gado, se está bem de saúde, se está agrupado ou até mesmo doente. Tarefa que se torna desgastante debaixo de sol no verão, ou intensa chuva de inverno, e dependendo do tamanho do rebanho pode levar até dias para localizar e agrupar os animais para vacinação em uma mangueira¹.

¹ *Um Centro de Manejo, também chamado de Mangueira ou Curral de Manejo compreende um grupo de estruturas necessárias ao manejo de bovinos de Corte.*

Outra atividade é fazer um levantamento de quantos animais se possui, bem como saber o capital investido por cabeça de gado, ter uma taxa de natalidade e mortalidade destes, controle das vacinas por animal, quantas vezes ficou doente e entre outras informações.

Porém na situação atual, há uma quantidade significativa de fazendeiros que não possuem o conhecimento tecnológico ideal, dedicação necessária ou recursos para realizar este levantamento. Pois na maioria dos casos o controle atual é realizado manualmente, sem conter alguma documentação do que foi realizado anteriormente, transformando o controle em uma dor de cabeça cada momento em que ocorre uma atualização dos dados dos animais, como por exemplo: animais adquiridos, baixas por doença, baixa natural, venda ou abate. Com isso na informática têm-se um amplo acesso a diversas ferramentas, sistemas e tecnologias, das quais pode-se citar o GPS, o Zigbee, os mapas virtuais, os sistemas de banco de dados e toda acessibilidade disponível através de um *browser* de Internet.

Nas pesquisas não foi possível localizar uma ferramenta desenvolvida utilizando de uma linguagem de programação gratuita que faça comunicação com uma rede Zigbee, concatenando as informações com torres e coordenadas de latitude e longitude para obter a localização aproximada de animais e assim fornecer um resumo geral de uma determinada fazenda.

1.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um serviço *web*, de fácil acesso integrado com rastreabilidade de animais bovinos, equipados com módulo de rede Zigbee que fará comunicação com a torre que possui outro módulo da mesma rede, criando assim uma ferramenta de auxílio para os fazendeiros, melhorando sua qualidade de vida ao proporcionar acesso rápido às informações de seu negócio.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Entre os objetivos específicos desta pesquisa, consiste em:

- a) compreender o conceito e comportamento de redes *mesh*;
- b) analisar a implantação de rede Zigbee para rastreabilidade no contexto da pecuária;
- c) viabilizar o funcionamento do dispositivo Xbee;
- d) verificar e identificar a possibilidade de empregar o conceito de circuitos de coordenadas latitude e longitude para aplicação no estudo de caso;
- e) desenvolver a aplicação *web* utilizando uma linguagem de programação para vincular o banco de dados, a rede Zigbee e as informações da fazenda.

1.3 JUSTIFICATIVA

Decorrente da grande procura pelas redes *mesh*, que “[...] são redes em malha sem fio autoconfiguráveis e de crescimento orgânico. Recentemente vêm sendo consideradas para a criação de infraestrutura de baixo custo para a construção de redes de acesso comunitárias e de cidades digitais [...]” (ABELÉM et al, 2007, p. 59).

Dos avanços da geolocalização, dispositivos de rede Zigbee e uma maior inclusão digital na agropecuária, principal setor de produção de bens de consumo. Setor de suma importância para informatização de processos, pois com todo auxílio, agilidade e centralização de um sistema *web*, poderá agregar uma maior qualidade de vida aos usuários. Neste caso, fazendeiros optam pela procura de uma alternativa que proporcione baixo custo, seja flexível a seu ambiente, possua uma rápida migração e fácil controle às pessoas que não dominam a área de informática.

A pesquisa tem como foco a realização da comunicação entre os pontos da rede Zigbee e vincular as informações com o servidor de banco de dados, para auxiliar o fazendeiro informando-o sobre um resumo de sua fazenda, no protótipo de aplicação a ser desenvolvido, e assim facilitar na tomada de decisões.

Durante as pesquisas não foi possível identificar disponível no mercado um software *open source* de linguagem orientada a objetos para realizar o

intermediador entre a rede Zigbee utilizando o conceito de coordenadas latitude e longitude e o banco de dados para armazená-las. Então o objetivo é tornar essa aplicação de simples acesso, um protótipo de sistema de rastreabilidade de bens.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho é composto por sete capítulos. O primeiro capítulo aborda uma introdução ao trabalho desenvolvido, apresentando os objetivos e a justificativa para sua realização.

No Capítulo Dois são abordados os conceitos envolvidos na agropecuária. Apresentando a complexidade na administração rural, a bovinocultura presente, os conflitos entre tecnologia da informação e agropecuária, alguns dos métodos de identificação animal disponível no mercado e a rastreabilidade neste contexto.

O Capítulo Três contempla os conceitos e funcionamento das principais tecnologias envolvidas neste projeto, como GPS, rede *mesh*, Zigbee e Java.

No Capítulo Quatro são apresentados e discutidos os trabalhos correlatos a esta pesquisa.

O trabalho desenvolvido, metodologia, recursos utilizados, ajustes no hardware, desenvolvimento do protótipo e os resultados obtidos estão disponíveis no Capítulo Cinco.

E por fim, tem-se a Conclusão, onde são realizadas as considerações finais deste trabalho e propostas de trabalhos futuros.

2 AGROPECUÁRIA

Neste capítulo inicial será realizado um estudo inicial para embasamento do contexto envolvido no presente projeto.

De acordo com a Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne (ABIEC, [2011]), a bovinocultura de corte representa a maior fatia do agronegócio brasileiro, conforme apresenta a tabela 1, gerando faturamento de mais de R\$ 50 bilhões/ano e oferecendo cerca de 7,5 milhões de empregos.

Tabela 1 - Rebanhos mundiais de gado bovino (milhares de cabeças)

PAÍS	2007	2008	2009	2010	2011(1)
Índia(2)	297,7	304,4	309,9	316,4	320,6
Brasil	173,8	175,4	179,5	185,1	190,9
China	104,7	105,9	105,7	105,4	104,8
União Européia	88,5	89,0	88,8	88,3	87,3
Argentina	55,7	55,7	54,2	49,0	48,5
Colômbia	29,3	30,1	30,7	31,1	31,8
Austrália	28,4	28,0	27,3	27,9	28,0
México	23,3	22,8	22,6	22,1	21,5
Rússia	21,6	21,5	21,0	20,6	20,0
Venezuela	13,8	13,5	13,2	13,1	12,8
Estados Unidos	96,6	96,0	94,5	93,8	92,6
Outros	88,6	82,5	71,8	53,3	52,0
Total	1.021,9	1.020,5	1.019,6	1.006,5	1.010,7

(1) Estimativa (2) Rebanho não comercial

Fonte: United States Department of Agriculture ([2011]).

2.1 ADMINISTRAÇÃO RURAL

“As atividades de gerenciamento na pecuária de corte se relacionam diretamente com os processos de planejamento, organização, direção e controle das atividades de manejo reprodutivo, nutricional e sanitário.” (GOMES, 2012, p. 15). Um bom sistema de gerenciamento e um eficiente controle interno permite ao produtor rural identificar os gastos desnecessários, as técnicas ineficientes, a ausência de organização no processo produtivo, pois quando detectados, minimizarão os fatores que estão contribuindo para reduzir a lucratividade da exploração, facilitando a tomada de decisão (DIAS et al, 2004).

Devido às transformações socioeconômicas, políticas, culturais e tecnológicas decorrentes no globo, estas agravaram a complexidade da atividade agropecuária e, dos processos de tomada de decisão nesse setor. Tal ambiente passou a exigir habilidades gerenciais apuradas que permitam assegurar maior acerto nas decisões e melhor desempenho econômico e financeiro do negócio (VALLE, 2011).

As habilidades gerenciais são fundamentais para tornar a pecuária de corte bovina amplamente competitiva, o que é uma condição importante atualmente devido ao crescente comércio internacional (GOMES, 2012).

2.2 BOVINOCULTURA

Decorrente dos eventos de enfermidades em bovinos, diretamente prejudicial à saúde humana, tais como a doença da vaca-louca, contaminações alimentares por *Escherichia coli* O 157: H7, *Salmonella spp* e entre outras zoonoses, surgiu então necessidade pelo acompanhamento destes animais, criando assim soluções de rastreabilidade (MARTINS; LOPES, 2003). Com ela é possível, por meio de identificação aliada a um sistema de informação, conhecer todo o histórico do animal, desde o seu nascimento até seu abate e comercialização (REZENDE; LOPES, 2004).

Pesquisas indicam que pecuaristas que não comercializam animais para o abate estão se conscientizando da importância da rastreabilidade (LOPES et al, 2007).

“A rastreabilidade bovina, que no Brasil foi imposta aos produtores como condição obrigatória para exportar carne para a União Européia, é considerada como uma ferramenta de auxílio à gestão rural em diversos trabalhos científicos.” (GOMES, 2012, p. 7).

Há estudos que comprovam que a rastreabilidade bovina beneficia a administração da propriedade rural, pois informação é o insumo básico para uma apropriada gestão à empresa do ramo bovino, contudo há certa ausência de estudos nessa área que promova o detalhamento dos processos de gestão rural promovidos

por todo este sistema.

Na teoria, a implantação de um sistema de rastreabilidade é algo simples. Partindo do princípio a atribuição de um código de identificação único, de padrão internacional, para cada animal. O animal é registrado em um banco de dados, no qual deverão ser armazenadas todas as informações relevantes à segurança alimentar que ocorrerem durante sua vida até o abate, dentro do frigorífico e até sua entrega ao consumidor (REZENDE; LOPES, 2004).

“A bovinocultura de corte tem se destacado na economia nacional e vem assumindo posição de liderança no mercado mundial de carnes. O Brasil possui hoje o maior rebanho comercial do mundo” (GOMES, 2012, p. 9).

As propriedades rurais que não possuem disponível um controle dos seus gastos apresentam certos riscos entre eles: desconhecimento dos resultados do negócio, aumento ou diminuição das atividades exploradas, investimentos desnecessários, facilidade de endividamento e perda de ganhos obtidos por produtividade (LOPES, 2009).

Nesse contexto, a preocupação com a gestão de propriedades rurais está crescendo dentro do setor agropecuário. Possuindo a visão da importância da gestão e transformá-la rapidamente em ação conseguirá provavelmente os melhores resultados, porque as propriedades rurais que se tornarem empresas rurais, baseadas na visão global da organização, terão maiores possibilidades de obter, além de produtividade mais alta, uma maior rentabilidade (MADALOZZO, 2003).

2.3 TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO X AGROPECUÁRIA

Com o surgimento e avanço da Internet, empresas passaram a se beneficiar de ferramentas computacionais e banco de dados que auxiliam o processo de tomada de decisão, assim encurtando caminhos, reduzindo custos aos usuários domésticos e as empresas. Porém, no ambiente rural, a utilização do meio computacional encontra-se mais atrasada em relação ao ambiente urbano. Mas, a evolução da tecnologia da informação é, também, considerada um instrumento indispensável nessa atividade, proporcionando informação, aprendizado e

conhecimento, além de ganhos de tempo e redução de custos (CEOLIN et al, 2008).

A identificação segura dos animais é a base para a maior parte das funções do sistema de manejo que resultam em progressos zootécnicos, controle e economia da produção. Contudo, sistemas de brincos, colares, tatuagens apresentam dificuldade de visualização a distância, necessidade de contenção do animal, problemas na leitura devido à abrasão dos caracteres, sujeiras e erros de transcrição e possibilidade de duplicação de identificação (MARTINS; LOPES, 2003).

“Com a identificação eletrônica, elimina-se essa preocupação, pois existe maior segurança nas informações.” (PACHECO, 1995 apud MARTINS; LOPES, 2003, p. 23).

Atualmente os aspectos que influenciam diretamente a posição competitiva brasileira, são: a tecnologia (incluindo aspectos tecnológicos da pecuária, aspectos tecnológicos do abate/processamento e distribuição), a gestão, a rastreabilidade e certificação[...] (GOMES, 2012, p. 13).

As tendências globais que conduzem o processo de apropriação das Tecnologias de Informação e Comunicações por parte da produção pecuária são basicamente três:

- a) o novo conceito de “Segurança Alimentar”, que se tornou fundamental para os mercados dos países desenvolvidos a partir de diversos problemas sanitários acontecidos durante as duas últimas décadas do século XX;
- b) a necessidade de melhorar o gerenciamento das unidades produtivas agropecuárias, manifestada pela demanda de 18 aplicações Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) para o gerenciamento administrativo da propriedade, e do próprio rebanho animal;
- c) a denominada “extensão agropecuária”, conceito que engloba a capacitação, difusão de informação e transferência de conhecimentos para os usuários do setor agropecuário através dos sistemas de informação e a TIC em geral.

A rastreabilidade e sua exigência pelos países importadores tem resultado um dos vetores mais eficientes para introduzir a TIC nas indústrias de alimentos de

origem agropecuário do mundo inteiro (AHCJET, 2010, tradução nossa).

A exigência da rastreabilidade dos rebanhos, imposta inicialmente pelo mercado consumidor internacional e, posteriormente, regulamentada pelo governo brasileiro, apresenta impacto decisivo no processo de adoção das Tecnologias de Informação como elemento facilitador. Tecnologias como microchips e os brincos com códigos de barra estão sendo amplamente utilizados na pecuária de corte para garantir a qualidade e o controle das informações (JORGE; MACHADO, 2010).

Quando a rentabilidade é baixa, o produtor percebe, mas tem dificuldade em quantificar e identificar os pontos de estrangulamento do processo produtivo de sua fazenda (LOPES, 2009).

Pesquisas apontam quanto à Tecnologia de Informação que diversos fatores influenciam ao desinteresse e recusa no meio rural por falta de capacitação no uso de informática, resistência cultural a mudanças, desconhecimento dos benefícios do uso de tecnologias. Também, nota-se que ainda hoje boa parte dos produtores rurais adota decisões condicionadas apenas à sua experiência, à tradição, potencial da região e à disponibilidade de recursos financeiros e de mão-de-obra (GOMES, 2012).

Quanto às características essencialmente necessárias para um sistema de identificação ideal (MACHADO; NANTES; MACHADO, 2001):

- a) único: cada número deve ser localizado apenas uma vez no rebanho;
- b) permanente: não deve correr riscos de perda;
- c) insubstituível: ao receber uma identificação ao nascimento ou na aquisição do animal, esse deve permanecer com o mesmo número até o momento do abate;
- d) positiva: a identificação dos animais não pode gerar dúvidas.

2.4 MÉTODOS DE IDENTIFICAÇÃO ANIMAL

Pesquisas mostram que os métodos mais utilizados pelos pecuaristas são brinco e tatuagem (60%); brinco e *bottom* (30%); brinco e marca a fogo (20%); e

brinco e dispositivo eletrônico (15%) e que alguns adotaram em suas propriedades mais de um método de identificação animal (LOPES et al, 2007).

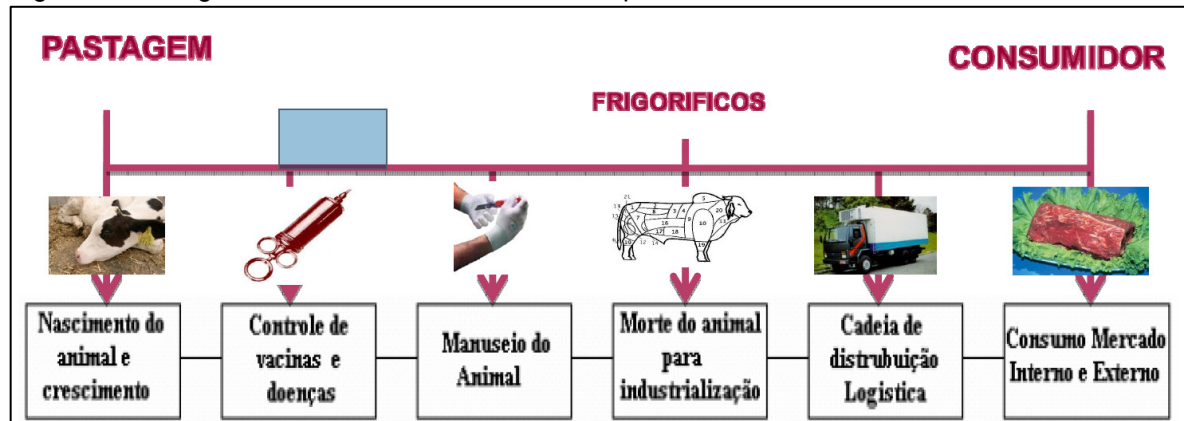
Os brincos surgiram como alternativa de baixo custo e sua facilidade de implantação, contudo o índice de perda do brinco pode chegar a 5%, valor considerado alto para alguns. Onde os casos mais comuns de perda são enroscos em cercas, arbustos ou disputa por comida ou fêmea (MACHADO; NANTES; MACHADO, 2001). A marcação a ferro quente é a forma mais comum adotada pelos pecuaristas; todavia, além de danificar o couro de forma permanente, desvalorizando o seu preço, é também um método doloroso para o animal (MARTINS; LOPES, 2003).

Há também a identificação eletrônica que se deve pela agilidade no processo de coleta de dados, zelando pela veracidade das informações, de forma precisa e segura que além de identificação pode prover entre outras informações relevantes para o manejo zootécnico. “Quando lidas e repassadas ao computador, estarão livres de erros humanos, como leitura dupla, erros de transcrição.” (MACHADO; NANTES; MACHADO, 2001, p. 19).

2.5 RASTREABILIDADE

Rastreabilidade ou capacidade de seguir um rastro, ou acompanhar um trajeto de indivíduos, veículos, objetos ou mercadorias (BRASIL, 2013). A rastreabilidade bovina tem como finalidade ser um processo de identificação, coleta, controle e processamento de dados necessários para o acompanhamento dos eventos, ocorrências, manejos, transferências e movimentações decorrentes na vida do animal (GOMES, 2012) conforme ilustra a figura 1.

Figura 1 - Fluxograma da rastreabilidade na cadeia produtiva da carne bovina.



Fonte: Akabane, Lopes e Silva (2010).

Em outras palavras “É um procedimento que permite identificar a carne associando este produto aos animais geradores, identificando seu manejo e seu produtor” (DESIMON, 2006 apud GOMES, 2012).

Surgiu como preocupação dos consumidores com a sanidade dos produtos, gerada após vários fatos que afetaram a saúde das pessoas em diversos países (LOPES et al, 2007).

É uma ferramenta que contempla numerosos objetivos como controlar a qualidade dos alimentos evitando práticas fraudulentas, monitora o deslocamento de animais e seus produtos com o objetivo de controlar a sanidade animal (GOMES, 2012).

A rastreabilidade é uma tendência de mercado onde num futuro próximo o pecuarista que sonha obter sucesso terá que se adequar, pois terá que dispor de informações concretas, providas de um banco de dados bem organizado.

Subentende-se com isso que a rastreabilidade será indispensável a todos aqueles que desejarem manter-se num mercado que a cada dia se torna mais exigente e competitivo (REZENDE; LOPES, 2004).

3 TECNOLOGIAS ENVOLVIDAS

Neste capítulo será realizado um estudo em cada tecnologia envolvida para realização deste projeto.

3.1 SISTEMA DE POSICIONAMENTO GLOBAL

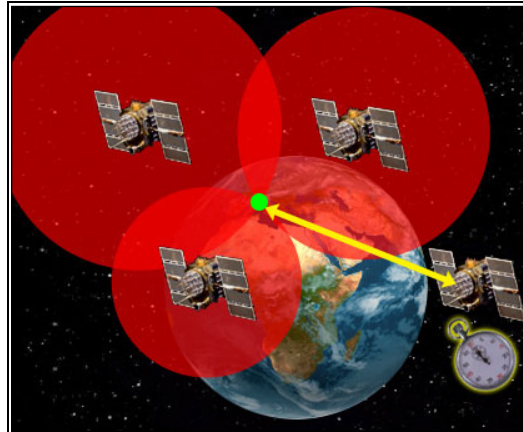
Global Positioning System (GPS) que significa Sistema de Posicionamento Global. Este sistema é composto por uma rede de vinte e quatro satélites em seis planos de órbita sobre a Terra a uma altitude de aproximadamente 20.200 quilômetros. A finalidade do receptor de GPS é determinar uma posição geográfica exata sobre a superfície terrestre utilizando as coordenadas de latitude e longitude para calcular e determinar a velocidade real e o tempo estimado para os pontos marcados (FONTANA, 2002).

O Sistema de Posicionamento Global é constituído de três categorias distintas, as quais pode-se destacar:

- a) segmento espacial: abrange os satélites com os seus sinais transmitidos. Cada um destes efetua uma volta em torno da terra a cada 12 horas aproximadamente e possui uma vida útil de 10 anos, ocasionando periódicas substituições pelo segmento de controle;
- b) segmento de controle: responsável por monitorar, gerar, corrigir e avaliar todo o Sistema. Há uma estação central nos EUA e outras estações em todo o planeta;
- c) segmento de usuário: este engloba todos os tipos de aplicações, métodos de posicionamento, formas de recepção, processamento dos sinais e dispositivos receptores. Beneficiado do importante fato que o sinal de GPS é totalmente gratuito.

No fim, o que o receptor de GPS faz é uma triangulação, partindo do princípio a distância entre ele mesmo e de no mínimo três satélites no espaço, usando estas distâncias como raios de três esferas, onde cada satélite é o centro desta (ROCHA, 2002), como ilustra a figura 2.

Figura 2 - Posição é a intersecção das três esferas.



Fonte: GPS Reflections Research Group (2013)

O receptor é capaz de fornecer as coordenadas, altitude, velocidade, azimute, distância, e entre outras informações, contudo até o ano 2000 os usuários não autorizados sofriam a influência da *Selective Availability* (S/A – disponibilidade seletiva). Tal influência era uma degradação proposital elaborada pelo Departamento de Defesa dos EUA, dada a precisão do GPS para algo em torno de cem metros na modalidade *Standard Positioning Service* (SPS). A partir de maio de 2000 quando foi removida esta limitação, a precisão do GPS pode ser equiparada a outra modalidade *Precise Positioning Service* (PPS) que é utilizada pelas forças armadas e contém precisão por volta dos 22 metros (ROCHA, 2002).

3.2 REDE MESH

A rede *wireless mesh* surgiu recentemente, nesta rede os nós são formados por malhas de roteadores e malhas de clientes utilizando variantes dos padrões IEEE 802.11 e 802.16 (ABELÉM et al, 2007).

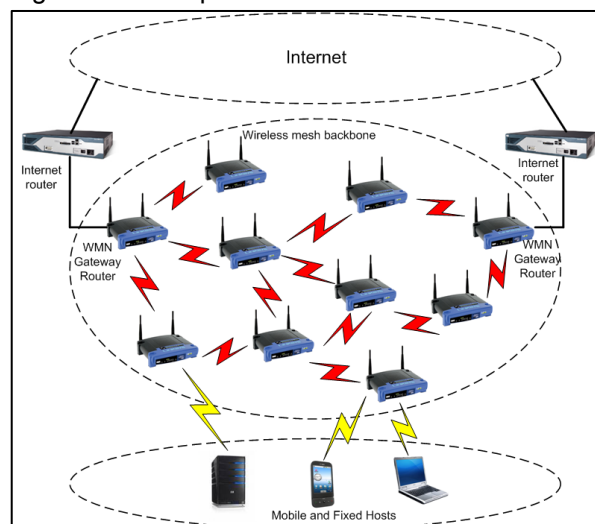
Cada nó não opera apenas como host, mas também como um roteador dessa rede, encaminhando pacotes em nome de outros nós podendo ou não estar sob a transmissão direta, ou seja, ponto-a-ponto, de seus destinos (AKYILDIZ; WANG; WANG, 2005, tradução nossa).

Acredita-se que a capacidade do administrador de rede em gerenciar e solucionar problemas nessas redes em tempo real são fatores críticos que contribuíram para o êxito. O controle de tráfego necessário para monitoramento e administração remota desses roteadores *mesh* deve ser mínima, pois não consomem uma quantia significativa de largura de banda disponível (RAGHAVENDRA et al, 2010, tradução nossa).

A rede *mesh* é dinâmica, auto-organizável e auto-configurável, com o nós da rede estabelecendo e mantendo automaticamente a conectividade, criando assim uma rede *ad hoc* entre si. Tal recurso trouxe *vantagens* como baixo custo inicial, fácil manutenção, robustez e uma cobertura de serviço confiável.

Em nós convencionais como computadores, notebooks, *PDA*s, *PocketPC*s, telefones, *smarthphones* equipados com placas de rede sem fio, estes podem se conectar diretamente à rede de roteadores *mesh* conforme mostra a figura 3, num exemplo de topologia de rede *mesh*.

Figura 3 - Exemplo rede *mesh*.



Fonte: BT Tech Group (2012)

É uma tecnologia sem fio promissora para inúmeras aplicações, como por exemplo, banda larga doméstica, comunitária, vizinhança, empresarial, automação predial e entre outras. Com a capacidade de se configurar automaticamente, estas redes podem ser implantadas de forma incremental, um nó de cada vez, conforme

for necessária a demanda. Quando mais nós desta rede são instalados a confiabilidade e a conectividade para o os usuários crescem juntamente (AKYILDIZ; WANG; WANG, 2005, tradução nossa).

Com o aumento da disponibilidade e escalabilidade da rede, as limitações geradas pelas limitações de tradicionais redes *ad hoc* são superadas, pois aumentando o número de nós nesta rede conseqüentemente crescerá sua capacidade de roteamento (QUADROS et al, 2001).

A rede *mesh* é composta por diferentes cenários mistos entre desde conexão com fio e sem fio, contudo serão apresentados quatro dos cenários mais utilizados:

- a) o cenário mais simples possui apenas um *gateway* que fornece acesso à Internet a todos os nós sem fio móveis. Neste cenário não apresenta desafios com relação ao endereçamento que deve se manter único e correto;
- b) este cenário também possui um *gateway*, porém com o auxílio dos clientes da rede *mesh* e do suporte de protocolos de roteamento com múltiplos saltos tem-se uma relação hierárquica entre os nós e o endereçamento continua o mesmo do primeiro cenário;
- c) o cenário de grande porte utiliza os protocolos de roteamento de múltiplos saltos e normalmente possuem mais de um *gateway*. Assim os nós podem procurar pela rota do *gateway* mais próximo na procura de um melhor acesso a Internet, minimizando assim a demanda de tráfego na rede com a técnica de balanceamento de carga. Uma característica importante deste cenário é que todos os *gateways* se conectam a Internet por meio de um único nó roteador, simplificando e evitando diversos problemas de endereçamento.
- d) a rede *mesh* mais complexa e de maior escala, possui diferentes subredes de acesso, cada uma com seu conjunto de *gateways* e saltos, interagindo assim os nós irão se conectar a rede de acesso mais próxima para ter acesso à Internet.

Em resumo pode-se destacar que os endereços alocados são seguidos

conforme a topologia do nó e rede de acesso possuindo também suporte a múltiplos *gateways* e a possibilidade de mover os nós fisicamente, pois após a mudança estes irão encontrar um novo nó pai e se configurar automaticamente (ABELÉM et al, 2007).

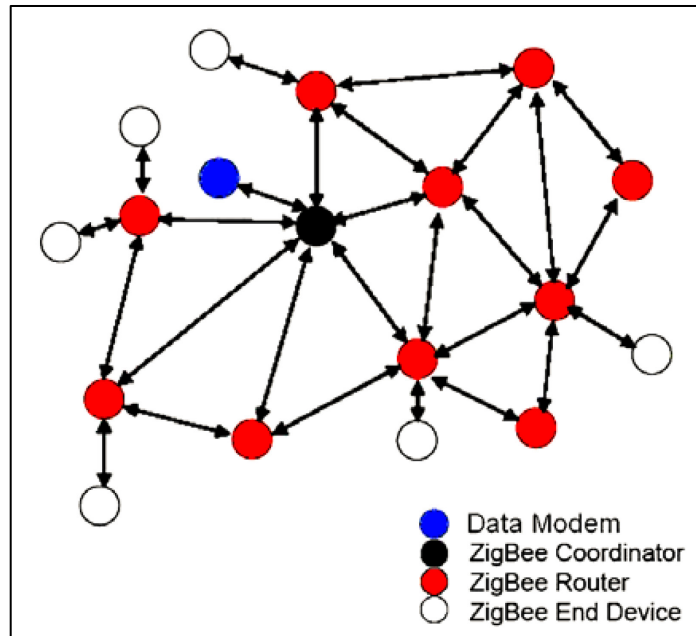
3.3 ZIGBEE

Zigbee é um emergente padrão mundial para redes sem fio pessoais, que tem como principal objetivo proporcionar baixo consumo de energia, custo flexível, confiabilidade, escalabilidade. Sendo desenvolvido e padronizado pela empresa Zigbee Alliance. É constituído por três tipos de dispositivos, são eles (KARTHIKEYAN, 2010, tradução nossa):

- a) *Zigbee Coordinator*;
- b) *Zigbee Router*;
- c) *Zigbee End Device*.

O *End Device*, também conhecido como Terminal possui a habilidade de se comunicar com os outros nós da rede e criar pontes de comunicação entre esta e outros terminais compatíveis como sensores e atuadores. O *Router* funciona como um terminal, mas também possui a capacidade de um roteador intermediário de retransmissão de sinais para outros nós. Por fim o *Coordinator* fica responsável por controlar a rede residencial (HAN) e realizar a ponte entre as redes Zigbee para outras redes. A figura 4 traz um esboço para melhor entendimento dos dispositivos atuantes nesta rede.

Figura 4 - Elementos de uma rede Zigbee.

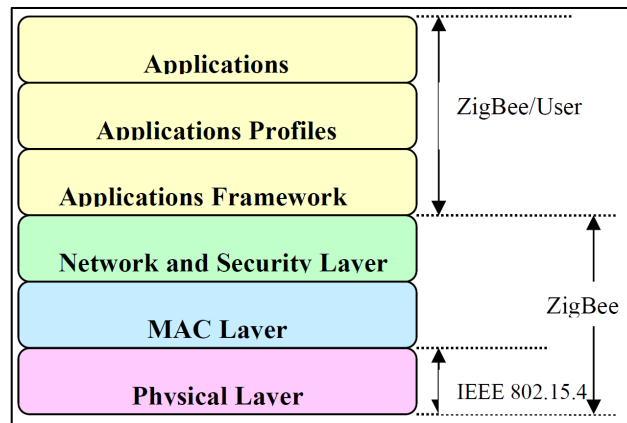


Fonte: Pinto e Mathias (2009)

Uma das grandes vantagens do Zigbee é o consumo de energia, são alimentados por pilhas comuns que podem durar até alguns meses e ainda possui alimentação através de painéis de energia solar. (PINTO; MATHIAS, 2009).

Sobre a arquitetura o Zigbee oferece baseada no MAC para camada lógica e do padrão IEEE 802.15.4 para a camada física e assim herda uma baixa taxa de transferência de dados, e uma distância de recepção em cerca de 100 metros, dependendo das condições ambientais. A figura 5 apresenta a pilha hierárquica de acesso às camadas com a norma IEEE 802.15.4 e as adições realizadas pela Zigbee Alliance.

Figura 5 - Camadas do protocolo Zigbee.



Fonte: Raut e Malik (2011)

Para as camadas superiores, uma das características mais importantes é a possibilidade de utilizar um dos dois tipos de rotas: malha e árvore. Isso dá ao programador mais liberdade para obter o máximo de aproveitamento, dependendo das próprias necessidades da solução que está sendo desenvolvida. O protocolo também oferece um *framework* para tornar mais fácil e rápido o desenvolvimento de softwares simples (RAUT; MALIK, 2011, tradução nossa).

3.3.1 O funcionamento da rede

Para iniciar uma rede Zigbee ao ligar o *Coordinator*, o responsável pela formação da rede, ocorre os seguintes fatos:

- realiza a procura por uma frequência de rádio livre e adequada;
- faz a associação do PAN ID: após encontrar o canal é atribuída uma identificação PAN para a rede. A identificação PAN pode ser realizada de forma manual utilizando o ID pré-configurado ou dinamicamente verificando outros PAN IDs nas redes. O *Coordinator* também associa o endereço de rede para si mesmo ex.: 0x0000.
- procedimento final e início da rede: realizadas as configurações finais e assim a rede está preparada para aceitar requisições de acesso à rede de roteadores e terminais.

Por outro ângulo, para conectar a uma rede Zigbee existente utilizando um nó, o processo ocorre da seguinte forma (SAHOTA; KANG, 2012):

- a) faz uma busca da rede: realiza a busca entre múltiplas redes disponíveis no mesmo canal;
- b) seleção do nó pai: seleciona o *Router* ou *Coordinator* a partir de qual irá se conectar;
- c) envia um pedido de conexão: é enviada uma mensagem solicitando acesso à rede ao nó pai;
- d) verifica a situação do pedido: o nó pai decide se o nó que está solicitando é um dispositivo permitido ou não, se está atualmente permitindo que dispositivos conectem a rede com base na configuração de período de tempo e se possui endereço disponível. Se tudo ocorre bem o pedido de conexão é aprovado e um endereço é alocado para o nó solicitante.

Por fim o grande destaque da rede Zigbee com relação às outras redes sem fio conhecidas é demonstrado na tabela 2 que resume as principais diferenças entre Bluetooth, UWB, Zigbee e Wi-Fi, onde cada protocolo é baseado no padrão IEEE. É possível verificar nesta que o UWB e o Wi-Fi proporcionam uma maior taxa de transferência de dados se comparadas ao Bluetooth e o Zigbee. Normalmente o Zigbee, Bluetooth e o UWB são destinados para *Wireless Personal Area Network* (WPAN), aproximadamente 10 metros, enquanto que o Wi-Fi é orientado para rede com cerca de 100 m. Contudo o Zigbee também pode atingir 100m em alguns cenários (LEE; SU; SHEN, 2007).

Tabela 2 - Comparação de protocolos Bluetooth, UWB, ZigBee e Wi-Fi

Padrão	Bluetooth	UWB	ZigBee	Wi-Fi
Especificação IEEE	802.15.1	802.15.3a	802.15.4	802.11a/b/g
Banda de frequência	2.4 GHz	3.1-10.6 GHz	868/915 MHz; 2.4 GHz	2.4 GHz; 5 GHz
Taxa máxima de transferência	1 Mb/s	110 Mb/s	250 Kb/s	54 Mb/s
Distância nominal	10m	10m	10 -100 m	100m
Potência nominal	0-10dBm	-41.3 dBm/MHz	(-25) - 0 dBm	15 - 20 dBm
Número de canais RF	79	(1-15)	1/10;16	14 (2.4 GHz)
Largura de banda do canal	1 MHz	500 MHz- 7.5 GHz	0.3/0.6 MHz;2 MHz	22 MHz
Tipo modulação	GFSK	BPSK, QPSK	BPSK (+ASK), O-QPSK	BPSK, QPSK COFDM, CCK, M-QAM
Propagação	FHSS	DS-UWB, MB-OFDM	DSSS	DSSS, CCK, OFDM
Mecanismo de coexistência	Adaptive freq. hopping	Adaptive freq. hopping	Dynamic freq. selection	Dynamic freq. selection, transmit power control (802.11h)
Célula básica	Piconet	Piconet	Star	BSS ESS
Extensão da célula básica	Scatternet	Peer-to-peer	Cluster tree, Mesh	ESS
Número máximo de células nós	8	8	> 65000	2007
Criptografia	EO stream cipher	AES block cipher (CTR,counter mode)	AES block cipher (CTR, counter mode)	RC4 stream cipher (WEP), AES block cipher
Autenticação	Shared secret	CBC-MAC (CCM)	CBG-MAC (ext. of CCM)	WPA2 (802.11i)
Algoritmo de proteção	16-bit CRC	32-bit CRC	16-bit CRC	32-bit CRC

Siglas: *Amplitude Shift Keying (ASK)*, *Gaussian Frequency SK (GFSK)*, *Binary/Quadrature phase SK (BPSK/QPSK)*, *Offset-QPSK (O-QPSK)*, *Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)*, *Coded OFDM (COFDM)*, *Multiband OFDM (MB-OFDM)*, *M-ary Quadrature Amplitude Modulation (M-QAM)*, *Complementary Code Keying (CCK)*, *Frequency Hopping/Direct Sequence Spread Spectrum (FHSS/DSSS)*, *Basic/Extended Service Set (BSS/ESS)*, *Advanced Encryption Standard (AES)*, *Wired Equivalent Privacy (WEP)*, *Wi-Fi Protected Access (WPA)*, *Cipher Block Chaining Message Authentication Code (CBC-MAC)*, *CTR com CBC-MAC (CCM)*, *Cyclic Redundancy Check (CRC)*.
Fonte: Adaptado de Lee, Su e Shen (2007).

3.4 JAVA

“Uma linguagem de Programação é uma ferramenta utilizada pelo profissional de computação para escrever programas, isto é, conjunto de instruções a serem seguidas pelo computador para realizar um determinado processo.” (VAREJÃO, 2004, p. 1).

Inserido neste contexto tem-se então a linguagem de Programação Orientada a Objetos (POO) que oferece subsídios para tornar mais rápido e confiável o desenvolvimento de sistemas. Então o enfoque da POO está na abstração dos dados, onde as classes são as estruturas destes dados, os métodos um conjunto de operações que podem ser realizadas sobre estas, e os objetos são instâncias de classes. Há também características como polimorfismo, herança, e entre outras. Para destaque e exemplo de POO tem-se a linguagem Java, criada em 1995 pela Sun Microsystems, atualmente adquirida e mantida pela Oracle Corporation, com intuito inicial de ser usada para ser desenvolvida para sistemas embarcados, no entanto tomou outro rumo. Baseada fortemente no C++, possui como características marcantes a portabilidade, a não utilização do conceito de ponteiros e a confiabilidade no uso na Internet (VAREJÃO, 2004).

Atualmente a linguagem Java é utilizada para (DEITEL; DEITEL 2010):

- a) desenvolver aplicativos corporativos de grande porte;
- b) aprimorar a funcionalidade de servidores da *web* com seu rico conteúdo dinâmico de interatividade e animações;
- c) fornecer aplicativos para dispositivos móveis como telefones celulares, *paggers* e *PDA*s e outras aplicações.

Pode se dizer que Java é uma linguagem de programação simples e poderosa, pois ao conhecer o conceito de orientação a objetos torna mais fácil e rápido o desenvolvimento de aplicativos complexos e produtivos; segura e robusta

pelo fato de possuir classes nativas de acesso à rede de computadores, juntamente com atualizações constantes de falhas e brechas de segurança; e também interativa porque na medida em que se está desenvolvendo, a tecnologia verifica e apresenta os erros de sintaxe durante a compilação e realiza a mesma checagem antes de sua execução para garantir o funcionamento com segurança (NAUGHTON, 1996).

Outro fator relevante dessa linguagem é sua portabilidade, pois qualquer computador pode compilar o código fonte de um programa, contanto que possua uma máquina virtual de desenvolvimento, chamada também de Java Development Kit (JDK). Tornando assim, onde um mesmo código fonte possa ser copiado e executado em plataformas de hardware distintas, maximizando a utilidade da linguagem quando utilizada em conjunto com a máquina virtual compatível, seja ela JDK ou Java Runtime Environment (JRE), esta apenas utilizada para execução das classes (SANTOS, 2003).

De acordo com Deitel e Deitel (2010), A tecnologia Java evoluiu tão rapidamente na última década que abriu um espectro de aplicações amplo, possuindo assim três versões:

- a) Java Standard Edition (Java SE), voltado para aplicações desktop;
- b) Java Micro Edition (Java ME), voltado para aplicações em dispositivos móveis;
- c) Java Enterprise Edition (JAVA EE).

Esta última é o foco deste estudo, pois é adequada para desenvolver aplicações distribuídas em rede em larga escala e aplicações de uso para *Web*.

3.4.1 Java Enterprise Edition

O Java Enterprise Edition ou J2EE é uma plataforma de desenvolvimento de aplicativos empresariais distribuídos, agregando um vasto nicho de tecnologias, assim chamadas às bibliotecas e *Application Programming Interfaces* (APIs), padrões que foram adotados para atender várias necessidades. Entre as características do J2EE, cita-se a criação de padrões de conectividade de banco de dados como *Java Persistence API* (JPA), componentes *middleware* orientado para

mensagens, componentes relativos à *Web* como *JavaServer Faces* (JSF), protocolos de comunicação, interoperabilidade e entre outros. Tal tecnologia com estas facilidades aceleram o processo de desenvolvimento do produto e promovem uma redução no tempo necessário para o lançamento no mercado. Pois é com um conjunto de ferramentas agregadas que evitam o retrabalho por parte do desenvolvedor ou arquiteto de sistemas. E também auxiliam na transição de programadores que estão habituados a desenvolver sistemas orientados para desktop, reaproveitando tudo que foi visto na versão *Standard* (SE).

O J2EE disponibiliza uma série de padrões desde a camada de apresentação até de integração, cita-se algumas:

- a) camada de apresentação: disponibiliza *Intercepting Filter*, *Front Controller*, *View Helper*, *Composite View*, *Service to Worker*, *Dispatcher View*;
- b) camada de negócios: fornece *Business Delegate*, *Value Object*, *Session Facade*, *Composite Entity*, *Value Object Assembler*, *Value List Handler*, *Service Locator*;
- c) camada de integração: possui os padrões *Data Access Object*, *Service Activator*.

Os padrões estão em constante melhoria, podendo ser renomeados e reescritos diversas vezes com base no *feedback* da comunidade (ALUR; CRUPI, MALKS, 2002).

Aplicativos multicamadas são desenvolvidos utilizando as ferramentas disponíveis na versão EE, portanto têm-se os *Servlets*, o *JavaServer Pages* (JSP) e o JSF.

Em resumo os *Servlets* utilizam o modelo de solicitação e resposta via *Hyper Text Transfer Protocol* (HTTP) para comunicação entre cliente e servidor, estendendo a funcionalidade de um servidor, permitindo que ele crie conteúdo dinâmico. Utilizam de um componente chamado contêiner de *Servlets* que executa e interage com *Servlets*, fazendo as solicitações de HTTP de um cliente e direcionando a solicitação para o *Servlet* apropriado. O *Servlet* processa e retorna a solicitação para o cliente que requisitou.

O JSP é um recurso de extensão do *Servlet*, pois cada JSP é convertido pelo contêiner JSP em um *Servlet*. Auxiliam na separação de apresentação de conteúdo, em outras palavras, permitem criar conteúdo dinâmico reutilizando componentes predefinidos e interagindo com componentes que utilizam scripts do lado do servidor. Um *JavaBean* é um componente reutilizável que segue certos padrões para o design da classe, possibilitando ser manipulado visualmente em uma ferramenta de desenvolvimento como Netbeans ou Eclipse. Há ainda quatro componentes chaves que são: as diretivas, mensagens ao contêiner JSP que permitem especificar configurações de página, adicionar conteúdo de outros recursos e especificar bibliotecas de *tags* personalizadas. As ações que encapsulam funcionalidades em *tags* predefinidos que programadores podem incorporar em JSPs. Os elementos de script que permitem inserir o código Java que interage com componentes em um JSP para executar o processamento de solicitações. As bibliotecas de *tags* que fazem parte do mecanismo extensão de *tag* permitindo programadores criar *tags* personalizadas. O *JavaServer Pages Standard Tag Library* (JSTL) que fornece funcionalidade para muitas tarefas comuns de aplicativos *web*. Os JSPs podem conter conteúdo estático, como marcações XML ou XHTML. Quando um servidor JSP é ativado e recebe a primeira solicitação para um JSP, o contêiner traduz o JSP em um *Servlet* que trata a solicitação atual e as futuras solicitações (DEITEL; DEITEL 2010).

3.4.2 JavaServer Faces

O JSF é um *framework* de aplicativo *web* que tem por objetivo simplificar o design da interface com o usuário, ampliando a separação de apresentação e lógica de negócio. Este *framework* contempla duas bibliotecas de *tags* personalizadas, JSPs para adicionar estes componentes a uma página JSP. Inclui também suporte a APIs para tratar eventos de componentes, navegação entre páginas de aplicação *Web* e mais.

Com este *framework* é possível criar a aparência e o funcionamento de uma página adicionando elementos a um documento JSP e manipulando seus

atributos. Você manipula o comportamento de cada página nas classes Java relacionadas.

Os componentes disponíveis no JSF são semelhante aos componentes *Swing* utilizados na construção de aplicações desktop. Apesar de existir uma quantidade significativa destes componentes para o desenvolvedor, ainda assim é possível criar componentes personalizados e incorporá-los nas bibliotecas de componentes adicionais, que é uma biblioteca livre e disponibilizada em conjunto de vários projetos de fornecedores independentes. Como por exemplo, a Oracle disponibilizou em sua biblioteca ADF Faces em torno de 100 componentes, e assim têm-se outras bibliotecas mais conhecidas para utilização neste *framework*, como Spring, Struts, Hibernate e o Primefaces (DEITEL; DEITEL 2010).

3.5 MYSQL

Quando se está procurando um sistema de gerenciamento de banco de dados gratuito ou de baixo custo, há uma diversidade disponível no mercado. Mas para se construir um site com alto volume, é necessária uma ferramenta para construir e gerenciar o aplicativo de banco de dados crítico para o negócio.

MySQL proporciona desempenho, apoio, e características de um banco de dados em conformidade com os padrões SQL. Pesquisas apontam como o banco de dados relacional gratuito mais aconselhável na categoria desempenho da atualidade (PAUL DUBOIS, 2008, tradução nossa).

O servidor de banco de dados relacional MySQL nasceu há quase 15 anos a partir de um projeto interno da empresa por funcionários da sede na Suécia TcX Datakonsult AB. Projeto chamado de MySQL, lançado pela primeira vez ao público em geral no final de 1996. O software mostrou-se tão popular que em 2001 eles fundaram uma empresa baseada inteiramente para o desenvolvimento do MySQL. Anunciando inúmeras parcerias de alto nível com corporações como: Red Hat, Veritas, Novell, e Rackspace. Esse crescimento culminou com a aquisição da empresa em 2008 pela Sun Microsystems, que por sua vez foi adquirida pela Oracle Corporation no início de 2009 (W. JASON GILMORE, 2010, tradução nossa).

O MySQL, localmente ou na nuvem, tornou-se uma solução multi-plataforma promovendo alto desempenho, disponibilidade, confiabilidade e aplicações escaláveis.

Atualmente existem 4 versões do MySQL disponíveis no mercado:

- a) MySQL Standard Edition;
- b) MySQL Enterprise Edition;
- c) MySQL Cluster Carrier Grade Edition;
- d) MySQL Community Edition.

Esta última versão disponibilizada de forma gratuita na Internet.

O importante diferencial no MySQL é o motor de armazenamento da plataforma, o InnoDB.

O InnoDB oferece rápida e confiável recuperação de falhas com zero de perda de dados comprometidos. Suporta aplicações altamente simultâneas com bloqueio em nível de linha, *Multi-Version Concurrency Control* (MVCC). Uma interface NoSQL através da API *Memcached* para ingestão de dados de alta velocidade e baixa latência para operações de leitura.

O backup e recuperação do conjunto de buffers InnoDB permite recuperação de instâncias falharam dentro da *web* e *cloud*. O *Performance_Schema* fornece instrumentação detalhada da base de dados, permitindo desenvolvedores a aperfeiçoar consultas e configurações, além de recursos detalhados, estatísticas de consumo por usuários e aplicações (ORACLE CORPORATION, 2013, tradução nossa).

Entre as ferramentas disponíveis durante a instalação temos: MySQL, MySQL Conectores, MySQL Workbench, bancos de dados de amostras e documentação.

Este banco de dados está disponível em todas as principais plataformas: Linux, Microsoft Windows, Oracle Solaris, Apple Mac OS, FreeBSD e entre outros.

Possui conectores para todas as principais linguagens de desenvolvimento, incluindo PHP, Perl, Python, Java, C, C++, C#, Ruby, Node.js.

A ferramenta Workbench disponibilizada é uma interface visual unificada que inclui avançados recursos de modelagem, um editor de SQL visual e

ferramentas de administração abrangentes para projetar banco de dados, desenvolvimento de consulta, configuração do servidor, administração de usuários, e migrações de banco de dados utilizando o assistente (W. JASON GILMORE, 2010, tradução nossa).

4 TRABALHOS CORRELATOS

Este capítulo tem como objetivo, apresentar e abordar trabalhos e pesquisas relacionadas à temática deste projeto.

4.1 MODELO DE RASTREABILIDADE DA CADEIA DE CARNE BOVINA UTILIZANDO REDES DE SENSORES SEM FIO E RFID

O seguinte artigo foi publicado pelos autores Roberto Fray da Silva e Carlos Eduardo Cugnasca na sessão pôster do Congresso Brasileiro de Agroinformática da UFSC em Outubro de 2011.

Realiza uma análise do modelo de rastreabilidade utilizado atualmente pelos agentes da cadeia e, utilizando redes de sensores sem fio e identificação por radiofrequência, propõe um modelo de rastreabilidade utilizando estas tecnologias, para que proporcione um monitoramento e fornecimento de dados em tempo real, auxiliando na tomada de decisões (SILVA; CUGNASCA, 2011).

4.2 SISTEMA AUTOMATIZADO DE ALIMENTAÇÃO INDIVIDUALIZADA PARA SUÍNOS VISANDO APLICAÇÃO EM RASTREABILIDADE ANIMAL

A seguinte dissertação foi submetida pelo autor Aldie Trabachini na Escola Superior de Agricultura da USP, para obtenção do título de Mestre em Ciências com área de concentração em Física do Ambiente Agrícola em 2013.

O estudo realizado objetivou a construção de um sistema de alimentação automática acionado por Identificação de Rádio Frequência, para processos de criação intensivos e extensivos.

A automação do sistema foi desenvolvida com dois módulos, sendo um de controle e outro de comando que eram interligados por rede protocolo Zigbee, onde o sistema de pesagem com o controlador lógico que distribuía individualmente a ração de cada animal no momento de sua chegada à baia (TRABACHINI, 2013).

4.3 AVALIAÇÃO DA PROPAGAÇÃO DE SINAIS DE RADIOFREQUÊNCIA PARA TECNOLOGIA ZIGBEE EM GRANJA DE FRANGO DE CORTE

O seguinte artigo foi publicado pelos autores Eduardo F. Nunes, Nelson L. Cappelli e Claudio K. Umezu na revista “Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental” da editora Agriambi em Outubro de 2011.

Neste trabalho foi realizada a predição de sinais de radiofrequência para a aplicação de RSSF de monitoramento e controle em uma granja de frango de corte.

A tecnologia de comunicação sem fio utilizada foi a Zigbee. Desenvolvido um software para automatizar a leitura de potências, e para a predição de sinais de Radiofrequência utilizou-se o modelo Shadowing adaptado.

Os resultados obtidos demonstraram boas condições de transmissão até 131 m, indicando que a tecnologia Zigbee é adequada, segundo a perspectiva de propagação de sinais, para a implementação de RSSF em granjas de frango de corte (NUNES; CAPPELLI; UMEZU, 2011).

4.4 ZIGBEE-BASED *WIRELESS* SENSOR NETWORK LOCALIZATION FOR CATTLE MONITORING IN GRAZING FIELDS

O seguinte trabalho foi publicado pelos autores Juan Ignacio Huircán, Carlos Muñoz, Héctor Younga, Ludwig Von Dossowa, Jaime Bustosa, Gabriel Vivallob e Marcelo Toneattib na revista “Computers and Electronics in Agriculture” da editora Elsevier em Agosto de 2010.

Este trabalho apresenta um projeto de um sistema de localização em RSSF para um software de monitoramento de bovinos em campos de pastagem. Não foi utilizado nenhum hardware adicional para estimar as distâncias, pois foi utilizado o indicador de qualidade de sinal que é propriedade da rede Zigbee.

Foi desenvolvido um algoritmo de RVI², que é um novo algoritmo de localização, e modificado para atuar juntamente com o indicador de sinal ao invés de simplesmente utilizar o indicador de intensidade de sinal recebido no equipamento.

Os resultados experimentais mostram localizações aceitáveis dos bovinos, dadas às exigências de softwares de monitoramento de baixo custo e consumo de energia (HUIRCÁN et al, 2010).

² RVI é baseada em estimativas de proporção da distância ao invés de estimativas absolutas de distância que muitas vezes são impossíveis de calcular.

5 PROTÓTIPO DE RASTREAMENTO BOVINO

Este projeto tem o propósito de desenvolver um software capaz de realizar a comunicação entre os dispositivos Xbee *Coordinator e End Device*. E assim armazenar as informações coletadas em um banco de dados relacional, criar uma interface de apresentação das informações como uma visão geral, com a finalidade de facilitar o controle e administração de bens do usuário, utilizando do conceito de *dashboards* e mapas.

5.1 METODOLOGIA

Para realização deste trabalho foi necessário compreender os princípios de rede *mesh*, geolocalização, plataforma Java e rede Zigbee, pontos essenciais para entendimento e funcionamento de rastreabilidade bovina. E como auxílio na área de eletrônica foi utilizado o livro Instrumentação Eletrônica Sem Fio de Jadeilson de Santana Bezerra Ramos.

5.1.1 Escolha do Hardware

Inicialmente para definir o hardware sem fio a ser utilizado, a sugestão partiu do professor Msc. Gustavo Bisognin que citou a tecnologia Zigbee durante a etapa inicial de desenvolvimento do projeto, e ao longo do desenvolvimento foi-se ajustando e verificando a possibilidade de utilizá-lo.

Com isso realizou-se uma pesquisa de mercado sobre o dispositivo, seu funcionamento e áreas de aplicação. Visto que é uma tecnologia recente, amplamente utilizada em instalações industriais e automação residencial, então se efetuou uma análise da viabilidade para aplicação desta no cenário rural.

Conforme tabela 3, o objetivo da pesquisa de mercado foi verificar o equipamento mais adequado para o objetivo proposto, simulando então um cenário com 1 animal num raio de 100 metros.

Tabela 3 - Pesquisa Mercado

Rede Básica - 2 nós fixos e 1 móvel			
Quant:	Item	Unitário:	Soma:
1	Xbee Série 2 Coordinator (servidor)	~ R\$ 89,00	~ R\$ 267,00
1	Xbee Série 2 Router (torre)	~ R\$ 89,00	
1	Xbee Série 2 End Device (animal)	~ R\$ 89,00	
3	Bateria 3.3V + adaptador	~ R\$ 20,00	~ R\$ 60,00
Total			~ R\$ 327,00
Obs.: 100 m de cobertura para cada Xbee.			
Rede Básica - 2 roteadores fixos e 1 móvel			
1	Roteador Wi-Fi Mesh (servidor)	~ R\$ 220,00	~ R\$ 660,00
1	Roteador Wi-Fi Mesh (torre)	~ R\$ 220,00	
1	Roteador Wi-Fi Mesh (animal)	~ R\$ 220,00	
Total			~ R\$ 660,00
Obs.: 100 m de cobertura para cada roteador Motorola.			
Rede Básica - Leitores de longo alcance e estrutura cabeada:			
17	Leitor RFID longo alcance (torre)	~ R\$ 1.400,00	~ R\$ 23.800,00
100	Metros cabo RJ45 p/ conectar os leitores	~ R\$ 0,50	~ R\$ 50,00
1	Cartão RFID (animal)	~ R\$ 3,00	~ R\$ 3,00
Total			~ R\$ 23.853,00
Obs.: 5~6 m de cobertura para cada leitor de cartão RFID.			
Rede Básica - Bluetooth de longo alcance:			
1	Antena Bluetooth longo alcance (torre)	~ R\$ 390,00	~ R\$ 390,00
1	Arduino Uno (animal)	~ R\$ 70,00	~ R\$ 70,00
1	Bluetooth curto alcance p/ Arduino (animal)	~ R\$ 0,50	~ R\$ 0,50
Total			~ R\$ 460,50
Obs.: 350~1000m cobertura p/ antena de longo alcance e 10 m p/ curto alcance.			

Fonte: Do autor.

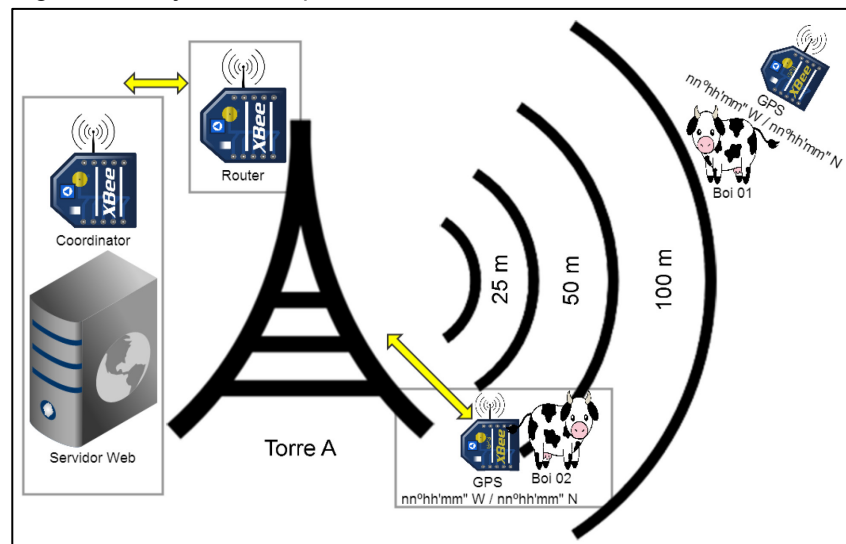
Durante esta análise verificou-se que a melhor alternativa de custo e benefício consistiria em utilizar os dispositivos Xbee e a utilização da rede Zigbee no cenário rural estava destinada para outros fins, não o proposto por este trabalho. Assim como solução para o primeiro desafio, foi adaptar a tecnologia para a rastreabilidade bovina. Algo que contribui significativamente para escolha desta tecnologia é o baixo consumo de energia pela função *sleep* e a flexibilidade de

configuração dos dispositivos. Durante a pesquisa foi verificado que havia disponível no mercado um módulo Xbee integrado com recebimento de sinal GPS, facilitando a captura do sinal no satélite e evitando a aquisição de um módulo de GPS específico.

O fluxo de dados do hardware ocorre da seguinte forma, toda comunicação entre animal rastreado e servidor ocorre pela estrutura sem fio fornecida pelo dispositivo Xbee.

Para melhor entendimento foram criados projetos de arquitetura de como atuaria a rede Zigbee em uma fazenda, conforme figuras 6,7 e 8.

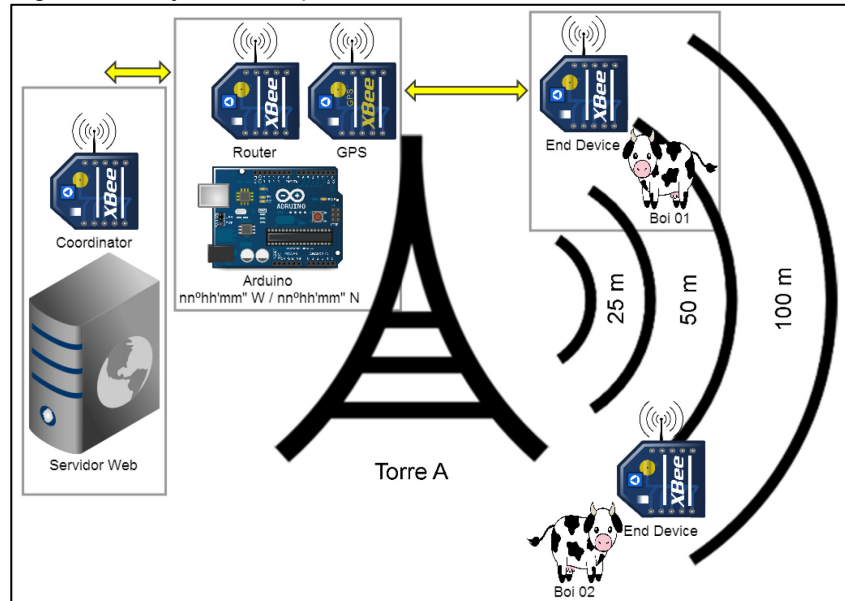
Figura 6 - Projeto de arquitetura 1.



Fonte: Do autor.

A primeira arquitetura, figura 6, poderia ser considerada a mais apropriada, todavia o alto custo de implantação do projeto a torna inviável, pois o módulo de GPS Bee por cabeça de gado é algo que encarece o valor agregado e a manutenção por animal rastreado.

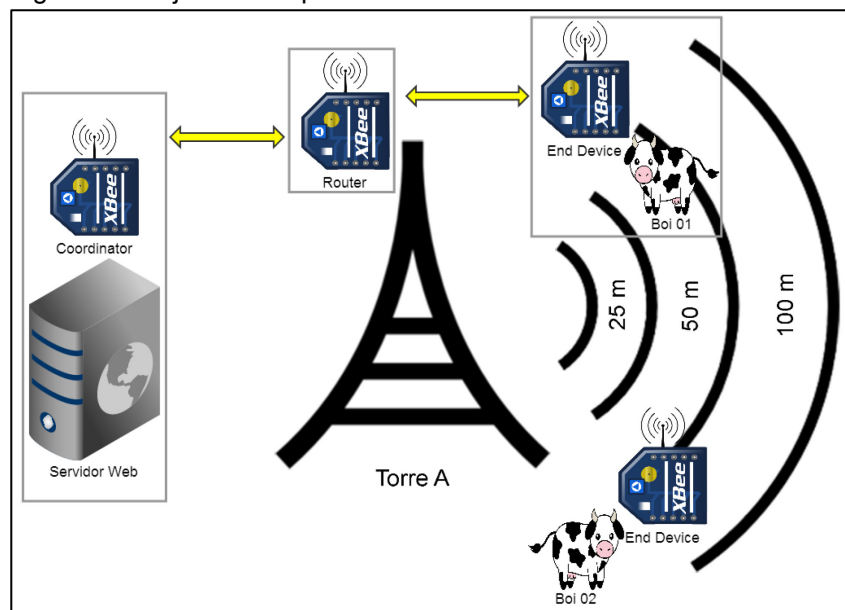
Figura 7 - Projeto de arquitetura 2.



Fonte: Do autor.

Já a segunda arquitetura, figura 7, contém o dispositivo de GPS apenas em cada torre minimizando o orçamento financeiro, todavia não estaria mais disponível a informação da localização exata de cada animal e necessitaria uma placa Arduino para receber o sinal GPS, concatenar as informações de cada animal via *Router* e retransmitir para o *Coordinator* da rede.

Figura 8 - Projeto de arquitetura 3.



Fonte: Do autor.

Por fim a terceira arquitetura, escolhida, não traz a localização exata de cada animal, mas traz a quantidade de ativos nos arredores do alcance de cada uma das torres disponíveis e minimiza de maneira significativa os custos do projeto.

Durante a análise pode se verificar que não seria necessária a localização exata de cada animal. Pois se o animal estiver no raio de alcance da torre, estaria *online* e estando num raio de 100 metros do local desta é naturalmente possível de avista-lo, do contrário não está na área de cobertura do equipamento.

Portanto para utilizar o conceito de latitude e longitude, o dispositivo de GPS poderia ser utilizado apenas durante a fase de implantação, ao obter a localização da torre, ficando a critério do técnico a utilização de qualquer dispositivo como celular, tablet ou navegador para obter o posicionamento global desta. E depois de capturada e cadastrada a posição de latitude e longitude no protótipo do sistema, esta apenas sofreria mudança caso a torre fosse desativada ou realocada.

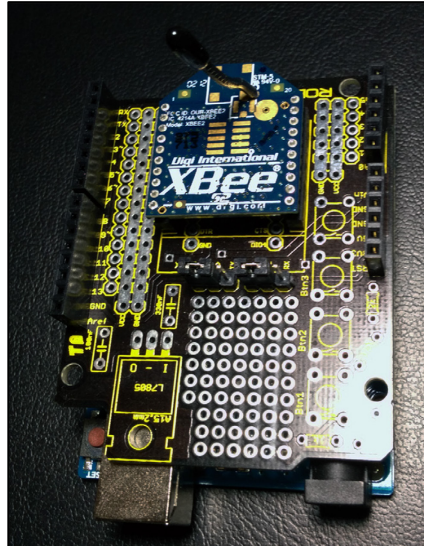
Após escolhida a arquitetura, para realização dos testes do protótipo de sistema foram utilizados os seguintes hardwares:

- a) computador pessoal com Sistema Operacional Win 8.1 Pro;
- b) adaptador CON-USBBEE Xplus*;
- c) 2 placas Xbee Pro Série 2 c/antena*, ver anexo A;
- d) par Conector 10 Vias/2mm para Xbee*;
- e) placa Arduino UNO R3*, ver anexo B;
- f) Arduino Shield XBee RC*, ver anexo C;
- g) par de conector empilhável 6 pinos*;
- h) par de conector empilhável 8 pinos*;
- i) fonte chaveada 12V 1A*;
- j) cabo USB AB*.

Obs.: * Equipamentos adquiridos pelo acadêmico em lojas especializadas em eletrônica e representante da Digi International no Brasil, contato fornecido pelo orientador.

Nenhuma programação foi realizada no Arduino, visto que ele apenas foi utilizado como fonte de alimentação para a antena Xbee colocada sobre a plataforma, conforme figura 9.

Figura 9 – Foto da placa Arduino + Shield + Xbee.



Fonte: Do autor.

A outra placa Xbee foi encaixada no adaptador CON-USBBEE e conectada ao computador.

5.1.2 Integração Hardware e Software

A comunicação entre as antenas ocorre pelo firmware programável, gravado na memória EPROM destas fornecido pelo fabricante Digi International. A conversão dos dados do hardware para o software ocorre no adaptador conectado ao computador, também responsável por receber e enviar comandos para a antena remota. Este adaptador funciona pela porta USB utilizando de uma porta serial emulada como COMX(onde X é o número da interrupção disponível) no sistema operacional Windows.

Depois de preparado o hardware, realizou-se a instalação dos drivers no sistema operacional pelo arquivo “**Digi_USB_RF_Drivers.exe**” que contém as bibliotecas necessárias para reconhecer as antenas conectadas no adaptador.

5.1.3 Firmware – Ajustes e Configurações

Após os drivers, instalou-se o software XCTU do arquivo “**XCTU Next Gen Installer v. 6.1.0 40003026_A.exe**” fornecido pelo fabricante e disponível na Internet. Que possibilitou programar e ajustar o firmware das antenas para criar a primeira rede Zigbee. O diferencial é a possibilidade de programar e fazer o upload do firmware pela própria rede Zigbee, sendo essencial configurar pelo USB do computador apenas a primeira antena, ou seja, o *Coordinator* da rede *mesh*.

No software foi possível reconhecer os dispositivos conectados nas portas seriais no computador, onde os valores atribuídos foram padrão, não sendo necessários demais ajustes.

A flexibilidade de configurações de antena disponível é o ponto forte do software XCTU, dos perfis disponíveis se escolheu:

a) Para a antena pai da rede, o coordenador que ficará no servidor:

- *Product Family*: XB24-ZB,
- *Function set*: Zigbee Coordinator API,
- *Firmware version*: 21A7;

b) Para a segunda antena, que responderá como filho da rede:

- *Product Family*: XB24-ZB,
- *Function set*: Zigbee End Device AT,
- *Firmware version*: 28A7.

O fornecedor do software informa que é possível fazer as antenas responderem de duas formas: modo API ou modo Transparente. No modo transparente os bits que chegam são diretamente transmitidos para outra antena.

No modo API a antena trabalha através de um formato de dados estruturado chamado frame onde cada um é composto por um bloco delimitador inicial, o tamanho do pacote, o pacote do frame e um com o *checksum*.

A antena utilizada como nó filho da rede foi programada como interface Transparente pelo fato de ser mais simples de configurar, acelerando a disponibilização de uso da rede.

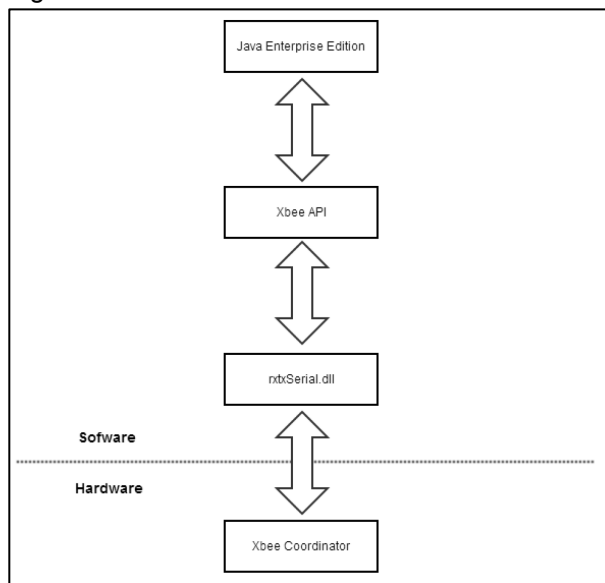
Os perfis e configurações específicas para cada antena deste trabalho estão disponíveis no Apêndice, sendo possível importá-los no XCTU.

5.1.4 Recepção dos Dados

Com a rede Zigbee configurada e disponível para uso, foi desenvolvido um protótipo de aplicação com base na linguagem Java EE utilizando a IDE Eclipse Juno. Num primeiro momento foi desenvolvido um agente receptor da rede Zigbee. Responsável por fazer a ponte entre as tecnologias Java e o dispositivo Xbee *Coordinator*.

O agente realiza o gerenciamento dos nós disponíveis na rede, realizando uma leitura a cada X minutos, onde X pode ser definido pelo usuário. Na adoção de um servidor *Web*, optou-se pelo Glassfish v.4, devido a incompatibilidades e ao nível de complexidade em se configurar o serviço nos demais servidores disponíveis. O funcionamento do agente acontece com o auxílio da API de Java xbee-api criada por Andrew Rapp, que tem como pré-requisito a biblioteca rtxSerial.dll (utilizada versão 2.2pre1 para 64 bits) do sistema operacional para receber os dados da porta serial. Então o fluxo ocorre da seguinte forma:

Figura 10 - Fluxo de dados software X hardware.



Fonte: Do autor.

Durante a inicialização do servidor com o agente verificou-se a porta serial estava devidamente configurada e disponível, evitando que a porta alocada fique em uso pelo software XCTU.

Com o agente rodando é possível identificar todos os nós pertencentes à rede Zigbee que estejam *online*, pois o agente envia um comando em broadcast para a rede perguntando quem está *online*. Os dispositivos *online* que estão no alcance de 100 metros de cada torre respondem informando seu nome, endereço da rede a qual pertence, endereço físico do dispositivo e o tipo de dispositivo seja *End Device*, *Router* ou *Coordinator*.

5.1.5 Comunicação e armazenamento do Agente com o Banco de Dados

Escolhido o banco de dados MySQL pelo fato de ser gratuito, rápido e eficiente para projetos deste porte devido à sua alta performance.

Então efetuou-se a instalação da versão 5.6.17 do MySQL, criou-se o esquema “tcc” para separar das demais tabelas conforme apêndice A. Configurou-se o servidor Glassfish para aceitar a API de persistência de banco de dados, também conhecida como JPA, utilizando o arquivo persistence.xml visto no apêndice B.

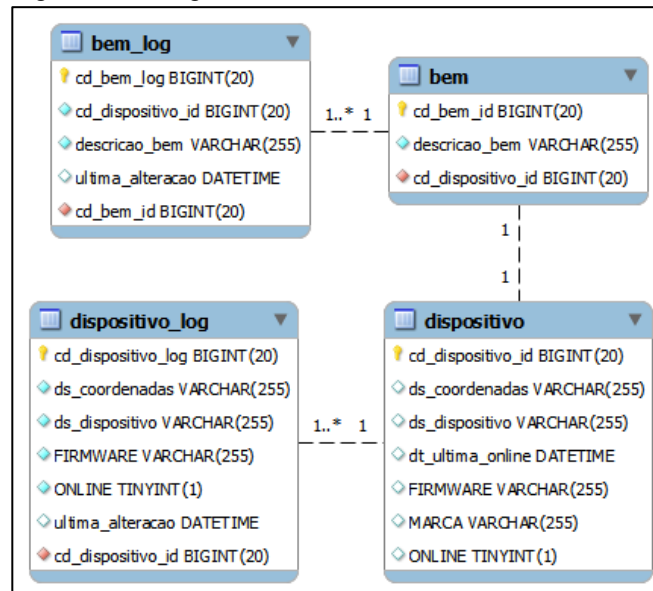
Assim toda informação disponibilizada pelo agente é capturada e armazenada no banco de dados através do JPA. Tal informação é gravada em uma tabela de log, para que fique disponível um histórico para o usuário, possibilitando uma consulta retroativa dos animais *online* em determinado horário ou período do dia.

A estrutura básica das tabelas consiste em duas: Dispositivos e Bens, e uma de log para cada estrutura. Assim é possível auditar, pois fica registrado cada mudança de estado ou atributo daquele bem ou dispositivo.

Podendo conter mais uma tabela para armazenar as torres e uma para usuários.

Em resumo tem-se a figura 11:

Figura 11 - Diagrama UML do Banco de dados.



Fonte: Do autor.

5.1.6 Front-end para Exibição das Informações Coletadas

Concluído o processo de captura e armazenamento das informações, os resultados são mostrados em uma interface *web* 2.0 para o usuário. Desenvolvida utilizando os *frameworks* JSF 2.1, Primefaces v.4 e Twitter Bootstrap na IDE Eclipse Juno. A escolha destes componentes para montar o *front-end* foi devido à facilidade destes e experiência do acadêmico com versões passadas, facilitando a criação do layout, fluxo e funcionamento das páginas para o usuário.

Um dos pré-requisitos do protótipo é apresentar uma tela de *login* para acesso às informações pertencentes à fazenda do usuário. Após *login*, a tela inicial mostrará uma *dashboard* contendo um resumo dos animais *online/off-line*, um mapa exibindo as torres que contém o módulo Xbee Router, apresentando os animais que estão num raio próximo de 100 metros de cada torre, bem como link para os cadastros.

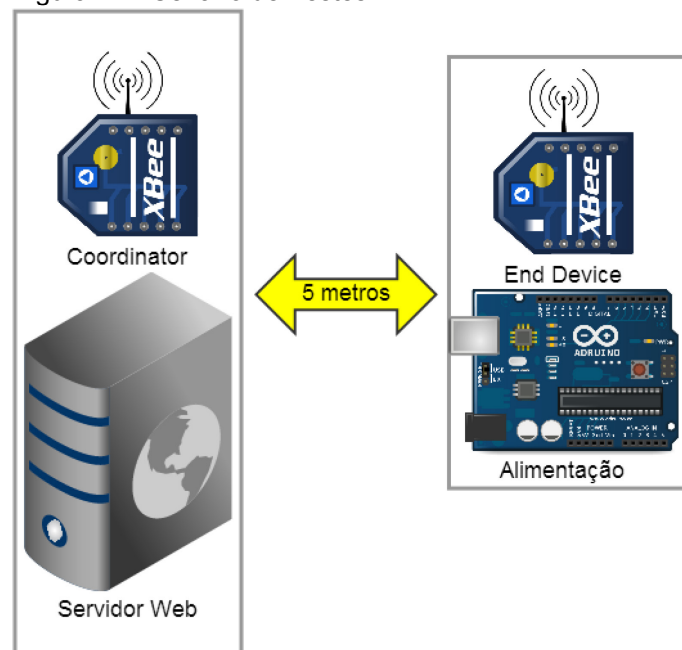
Com essas informações numa interface centralizada na página principal facilita a tomada de decisões e traz uma visão geral dos animais rastreados na fazenda do usuário.

5.2 RESULTADOS OBTIDOS

A realização dos testes e análise de resultados do protótipo ocorreu no ambiente simulado.

Cenário 1: Dispositivo Xbee conectado ao computador, antena alimentada pelo Arduino conforme figura 12.

Figura 12 - Cenário de Testes 1

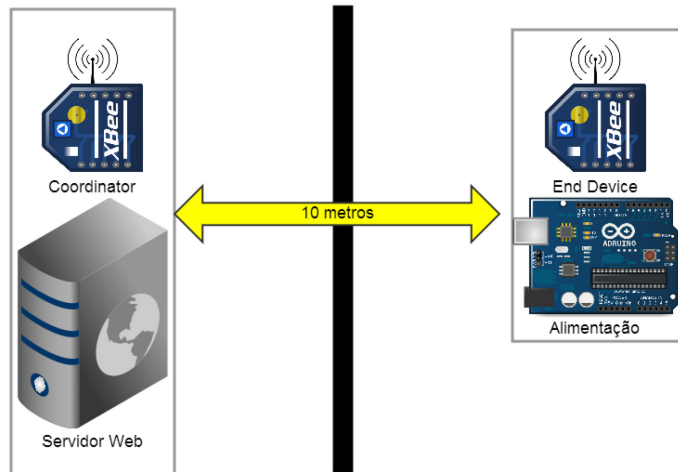


Fonte: Do autor

Neste primeiro cenário, foram realizados testes de comunicação entre as antenas utilizando o software XCTU mencionado, na opção de testes de alcance, com o fluxo dos dados do *Coordinator* para o *End Device*, verificando o envio e recebimento de cada pacote trafegado na rede. E não notou-se perda de pacotes ou interrupções na comunicação devido a intensidade do sinal em razão da proximidade das antenas.

Cenário 2: Movido o *End Device* para um local mais afastado e propenso a interferências conforme figura 13.

Figura 13 - Cenário de Testes 2



Fonte: Do autor

Neste cenário além das paredes de alvenaria do ambiente, dobrada a distância de alcance das antenas, e adicionado demais equipamentos eletroeletrônicos ao cenário, como roteador *Wi-Fi*, televisão, aparelho de som e notebook entre antenas para dificultar a comunicação entre o Coordinator e End Device. Neste cenário não foram observadas perdas de pacote nas transmissões, apenas um atraso para troca de informações entre os dispositivos.

Dentre os testes realizados, um consistiu em mensurar o alcance do rádio das antenas e o outro a consistência dos pacotes enviados e recebidos. Contudo não foi possível realizar testes no alcance máximo do equipamento devido a limitações de espaço físico.

Pode-se verificar que o protótipo atendeu o mínimo do quesito localização, visto que através do serviço disponibilizado, foi possível acompanhar quando um animal está *online* ou *off-line*, qual foi a última antena que o reportou e em que momento ocorreram as mudanças destes estados, assim obtendo uma informação de localização aproximada do bem rastreado. Os testes foram realizados com o serviço de localização agindo a cada 2 minutos na Torre (Coordinator), e durante esse tempo era ligada ou desligada a antena BEE01 (End Device), pertencente ao BOI01 (nome hipotético), para localização foi utilizado uma posição de latitude e longitude pré-estabelecida, conforme projeto de arquitetura 3 especificado no item 5.1.1.

Com os testes comprovou-se que o protótipo do sistema respondeu conforme esperado, alterou a situação do animal conforme o comportamento da antena e manteve um histórico destas alterações de estado.

Mesmo com as paredes e demais redes Wi-Fi do ambiente simulado, o equipamento respondeu bem, apesar das interferências.

Os erros constatados durante os testes foram:

- a) Módulo *Coordinator* desconectado do servidor de aplicação;
- b) Configuração errônea do módulo *Coordinator* conectado a porta USB, devido à configuração prévia.

Com base nas pesquisas de mercado, não foi possível localizar um trabalho com a mesma abordagem utilizada neste contexto, levando em conta o hardware e software utilizado, mas foi possível notar que muitas melhorias ainda podem ser feitas.

Os pontos fracos do projeto são:

- a) não disponibiliza uma localização exata de cada animal;
- b) dependência de infraestrutura própria para servidor de aplicação;
- c) análise aprofundada sobre a implantação do dispositivo em animais, seja coleira, brinco, ou outro meio.

Os pontos fortes do projeto são:

- a) uso de API's no desenvolvimento fortalece a consistência nos dados;
- b) o equipamento utiliza baterias para o funcionamento com baixo consumo de energia;
- c) baixo custo para aquisição dos equipamentos;
- d) o funcionamento da arquitetura escolhida torna a manutenção mais simples.

Levando em consideração os prós e contras deste projeto pode-se apontar resultados satisfatórios no quesito rastreabilidade bovina, partindo de um cenário maior onde 100 metros é uma margem de aproximação aceitável. Visto que um fazendeiro pode possuir uma vasta área de terra destinada aos animais, então necessariamente haveria outras antenas espalhadas nesta para cobrir de forma ideal o terreno.

6 CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou um estudo e aplicação sobre uma importante área no meio rural que é a rastreabilidade de animais bovinos, alertando sobre o constante crescimento e evolução de pesquisas sendo exploradas nesta área, apresentando tecnologias como redes de comunicação sem fio, conceito de posicionamento global e serviços via Internet.

O uso das novas tecnologias empregadas neste trabalho pode proporcionar um melhor foco nesse setor, ao apontar resultados satisfatórios no quesito administração e rastreabilidade de bens.

A pesquisa levou o orientando a explorar áreas não computacionais que foram de grande contribuição para o desenvolvimento deste trabalho. Tal pesquisa inicialmente tornou o nível de desafio da proposta acima do esperado na primeira etapa deste projeto, visto que foram encontradas apenas algumas pesquisas de âmbito nacional utilizando o hardware e software mencionado neste, em outras palavras, a união da área computacional com agropecuária foi algo complexo.

A busca pelo equipamento foi outro desafio, que após uma análise, pesquisas de mercados e diversas cotações conforme visto na tabela 3, para então se definir as antenas necessárias, a estrutura de hardware exigidas por estas, e adquirir os equipamentos ideias para solucionar o desafio proposto.

Verificou-se que o trabalho apresentado atendeu as especificações exigidas, abrindo precedentes para novos projetos na área de rastreabilidade de bens fazendo uso do hardware utilizado neste protótipo.

Dos obstáculos encontrados vale ressaltar, a localização exata e plotagem do animal no mapa, ficando como sugestão para um trabalho futuro a exploração do recurso RSSI disponível em antena de rádio.

Outro obstáculo que vale ressaltar é a complexidade de utilizar as bibliotecas xbee-api e rxtxSerial utilizadas com outros servidores senão o Glassfish, bem como a adaptação do dispositivo Xbee para o meio rural.

Além da sugestão proposta do RSSI, sugere-se como futuras pesquisas:

- a) a criação de um agente que ficará funcionando no terminal instalado com o Xbee *Coordinator*, podendo assim levar o servidor de aplicação para a nuvem, não sendo necessário uma infraestrutura própria;
- b) a utilização de dispositivos repetidores de antena e outros dispositivos de rádio para ampliar o sinal de cobertura do Zigbee;
- c) a utilização conjunta do Arduino, Xbee e um dispositivo de distribuição de alimentação pode gerar um ótimo trabalho futuro, visto que o Xbee pode controlar a entrada e saída de animais do curral e disponibilizar ração em um horário específico ou até mesmo notificar o fazendeiro sobre a chegada de um animal.

O estudo de caso neste trabalho foram bovinos, todavia isto pode ser aplicado e adaptado a outros bens rastreáveis.

REFERÊNCIAS

- ABELÉM, Antônio Jorge Gomes; et al. Redes *Mesh*: Mobilidade, Qualidade de Serviço e Comunicação em Grupo. In: MINICURSOS: 25º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE REDES DE COMPUTADORES E SISTEMAS DISTRIBUÍDOS. p. 59-112, mar. 2007. Disponível em: <<http://sbrc2007.ufpa.br/anais/2007/MC%20-%2002.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2013.
- AHCIET. Boas práticas TIC em gerenciamento pecuário: contexto e vetores que as propiciam. Madrid, 2010. Disponível em: <<http://llojtadevic.org/redaccio/arxius/imatgesbutlleti/las%20tic%20en%20el%20sector%20ganadero.pdf>>. Acesso em: 30 mai. 2014.
- AKYILDIZ, Ian F.; WANG, Xudong; WANG, Weilin. *Wireless mesh networks: a survey*. **Computer Networks**, Atlanta, v. 47, n. 4, p.445-487, mar. 2005. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1389128604003457>>. Acesso em: 05 jun. 2013.
- ALBANO, Cláudio Sonaglio. Problemas e Ações na Adoção de Novas Tecnologias de Informação: Um Estudo em Cooperativas Agropecuárias do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Administração, Escola de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/gianti/files/orientacao/mestrado/defesa/pdf/22_dissertacao_sonaglio.pdf>. Acesso em: 30 mai. 2014.
- ALUR, Deepak; CRUPI, John; MALKS, Dan; Core J2EETM patterns: as melhores práticas e estratégias de design. 1 ed. Rio de Janeiro: Campus, 2002. 406p.
- CEOLIN, C. A. et al. Sistemas de informação sob a perspectiva de custos na gestão da pecuária de corte gaúcha. *Custos e Agronegócios online*, v. 4, maio 2008. Disponível em: <<http://www.custoseagronegocioonline.com.br/especialv4/sistema%20de%20informacao.pdf>>. Acesso em: 02 de maio 2013.
- DEITEL, Paul; DEITEL, Harvey; Java: Como Programar; 8 ed. São Paulo: Pearson, 2010. 1144 p.
- DIAS, T. C. et al. Avaliação técnica e econômica em propriedades produtoras de leite assistidas por um programa de desenvolvimento. In *Simpósio De Excelência Em Gestão E Tecnologia*, 2004, Resende. Anais. Disponível em: <http://www.aedb.br/seget/artigos04/93_93_Artigo_Seget.doc>. Acesso em: 03 de junho 2013.
- FONTANA, Sandro Paulo. Sistema de Posicionamento Global GPS a Navegação do

Futuro. 2. ed, Porto Alegre: Mercado Aberto, 2002. 303 p.

GOMES, Rafael de Oliveira. Rastreabilidade bovina direcionada para o gerenciamento da propriedade rural: controle nutricional e sanitário. Curso de Especialização Em Produção, Departamento de Medicina Veterinária Preventiva, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012. Disponível em: <http://www.emater.tche.br/site/arquivos_pdf/teses/Mono_Rafael_Gomes.pdf>. Acesso em: 02 de maio 2013.

HUIRCÁN, Juan Ignacio et al. ZigBee-based *wireless* sensor network localization for cattle monitoring in grazing fields. Computers and Electronics in Agriculture. Chile, 2010.

JORGE, M. D.; MACHADO, J. G. C. F. Análise de softwares de gestão da pecuária de corte. In: Congresso Sociedade Brasileira De Economia, Administração E Sociologia Rural, 48, 2010, Campo Grande. Anais. Campo Grande: Sober, 2010. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/15/772.pdf>>. Acesso em: 02 de maio 2013.

KARTHIKEYAN, Ramanathan. Routing Strategy Selection for Zigbee *Mesh* Networks. Int. J. Communications, Network and System Sciences, India, v. 1, n. 3, p.608-611, jul. 2010. Disponível em: <<http://www.scirp.org/Journal/PaperInformation.aspx?paperID=2280>>. Acesso em: 17 jun. 2013.

LEE, Jin-Shyan; SU, Yu-Wei; SHEN, Chung-Chou. A Comparative Study of *Wireless* Protocols: Bluetooth, UWB, ZigBee, and Wi-Fi. 33rd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, Taiwan, v. 1, n. 7, p.46-51, nov. 2007. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4460126>>. Acesso em: 21 jun. 2013.

LOPES, M. B. A importância da gestão de custos em empresas rurais. Casa Branca: Bigma Consultoria, 2009. Disponível em: <<http://www.bigma.com.br/artigos.asp?id=25>>. Acesso em: 02 de maio 2013.

LOPES, Marcos Aurélio et al. Principais dificuldades encontradas pelos pecuaristas na implantação da rastreabilidade de bovinos. Ciência Animal Brasileira, Goiânia, v. 8, n. 3, p.515-520, jul. 2007. Trimestral. Disponível em: <<http://www.revistas.ufg.br/index.php/vet/article/view/1715>>. Acesso em: 02 de maio 2013.v

MACHADO, João G. de C. F.; NANTES, José F. D.; MACHADO, Carlos G. de C. F.. Avaliação de um sistema de identificação eletrônica de animais na rastreabilidade de informações. Revista Brasileira de Agrocomputação, Ponta Grossa, v. 1, n. 1, p.13-21, jun. 2001. Disponível em: <http://www.agrocomputacao.deinfo.uepg.br/junho_2001/Arquivos/RBAC_Artigo_02>.

pdf>. Acesso em: 25 de maio 2013.

MADALOZZO, I. A. A utilização de recursos e capacidades na gestão de propriedades rurais em diferentes faixas de lucratividade: uma abordagem sistêmica. 2003. 163 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócios)-Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003. Disponível em: <http://sabi.ufrgs.br/F/Y3F2NN3CTGN8KGLUE7H8L72FXRSM7BJD3NAVT2HBFIH EJS5TP2-01330?func=full-set-set&set_number=045301&set_entry=000015&format=999>. Acesso em: 02 de maio 2013.

MARTINS, F. M.; LOPES, M. A. Boletim agropecuário da Universidade de Lavras: Rastreabilidade bovina no Brasil. Lavras: Editora da UFLA, 2003. 72 p. (Boletim Técnico, 55). Disponível em: <<http://www.editora.ufla.br/upload/boletim/tecnico/boletim-tecnico-55.pdf>>. Acesso em: 02 de maio 2013.

NAUGHTON, Patrick; Dominando o Java. 1 ed. São Paulo: Makron, 1996. 425 p.

NUNES, Eduardo F.; CAPELLI, Nelson L.; UMEZU, Claudio K. Avaliação da propagação de sinais de radiofrequência para tecnologia Zigbee em granja de frango de corte. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, 2011, v.15 n.1 p. 102-107. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v15n1/a15v15n01.pdf>>. Acesso em: 24 jun. 2013.

ORACLE CORPORATION (Estados Unidos) (Ed.). MySQL Enterprise Edition: Product Guide. Califórnia: Oracle, 2013. 23 p. Disponível em: <<http://www.oracle.com/us/products/mysql/mysql-ee-prod-guide-487992.pdf>>. Acesso em: 03 jun. 2014.

PAUL DUBOIS (Estados Unidos). MySQL: Developer's Library. 4. ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education, Inc, 2008. 1301 p. Disponível em: <<http://it-ebooks.info/book/2133/>>. Acesso em: 05 jun. 2014.

PINTO, Lucas de Oliveira e Silva; MATHIAS, Rodrigo D'Angelo. Uma abordagem de domótica utilizando Rede Mesh / ZigBee e Short Message Service (SMS). Universidade São Judas Tadeu. 2009. Disponível em: <<http://ie.org.br/site/ieadm/arquivos/arqnot5573.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2013.

QUADROS, Carlos Jean F. de; et al. Projeto de Redes em Malha Sem Fio: Metodologia de Implantação em Ambientes Indoor e Outdoor. Universidade Federal do Pará. Disponível em: <http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/ein/2011/Artigo_4.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2013.

RAUT, Archana R.; MALIK, Dr. L. G. ZigBee: The Emerging Technology in Building Automation. International Journal on Computer Science and Engineering, India, v.3, n.4, p. 1479-1484, abr. 2011. Disponível em: <<http://www.enggjournals.com/ijcse/doc/IJCSE11-03-04-013.pdf>>. Acesso em: 17 jun. 2013.

RAGHAVENDRA, Ramya et al. *MeshMon: a multi-tiered framework for wireless mesh network monitoring*. John Wiley & Sons: *Wireless Communications & Mobile Computing*, Santa Barbara, Usa, v. 11, n. 8, p.1182-1196, 6 jul. 2010. Disponível em: <<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=iih&AN=65062338&lang=pt-br&site=eds-live>>. Acesso em: 05 jun. 2013.

REZENDE E. H. S.; LOPES M. A. Identificação, certificação e rastreabilidade na cadeia da carne bovina e bubalina no brasil. Lavras: UFLA, 2004. (Boletim Técnico, 58). Disponível em: <<http://www.editora.ufla.br/upload/boletim/tecnico/boletim-tecnico-58.pdf>>. Acesso em: 05 de maio 2013.

ROCHA, José Antônio M. R. GPS : Uma Abordagem Prática. 3 ed Rio de Janeiro: Catau, 2002. 183 p.

SAHOTA, Harleen Kaur; KANG, Sandeep Singh. ZigBee: A Promising *Wireless* Technology. International Journal of Computer Science and Network, v.1, n.6, p. 82-87, dez. 2012. Disponível em: <<http://ijcsn.org/IJCSN-2012/1-6/IJCSN-2012-1-6-47.pdf>>. Acesso em: 17 jun. 2013.

SANTOS, Rafael; Introdução à Programação Orientada a Objetos Usando Java. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevie, 2003. 319 p.

SILVA, Roberto Fray da; CUGNASCA, Carlos Eduardo. Modelo de Rastreabilidade da Cadeia de Carne Bovina Utilizando Redes de Sensores Sem Fio e RFID. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011, 5 p. Disponível em: <http://www.gse.ufsc.br/sbiagro/wp-content/anais/anais/apresentacaoPoster/poster_sessaoII/89826_1.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2013.

TRABACHINI, Aldie. Sistema automatizado de alimentação individualizada para suínos visando aplicação em rastreabilidade animal. Escola Superior de Agricultura da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013, 172 p. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11131/tde-08042013-103257/publico/Aldie_Trabachini_versao_revisada.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2013.

VAREJÃO, Flávio. Linguagens de Programação Java, C e C++ e outras: Conceitos e técnicas. 1 ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004. 334 p.

VALLE, E. R. (Org.). BOAS PRÁTICAS AGROPECUÁRIAS: Bovinos de corte:

manual de orientações. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2011. 69 p.

Disponível em:

< http://cloud.cnpgc.embrapa.br/bpa/files/2013/02/MANUAL_de-BPA_NACIONAL.pdf>. Acesso em: 03 de junho 2011.

W. JASON GILMORE (Estados Unidos) (Ed.). Beginning PHP and MySQL: From Novice to Professional Fourth Edition. 4. ed. Nova Iorque, NY: W. Jason Gilmore, 2010. 787 p. Disponível em: <<http://it-ebooks.info/book/409/>>. Acesso em: 05 jun. 2014.

APÊNDICE(S)

APÊNDICE A – ARQUIVO Comandos.SQL

```
#login:root
```

```
#password:1234
```

```
create schema tcc;
```

APÊNDICE B – ARQUIVO PERSITENCE.XML

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
-<persistence xsi:schemaLocation="http://java.sun.com/xml/ns/persistence
http://java.sun.com/xml/ns/persistence/persistence_2_0.xsd"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xmlns="http://java.sun.com/xml/ns/persistence" version="2.0">
-<persistence-unit transaction-type="RESOURCE_LOCAL" name="WebTCCPU">
<provider>org.eclipse.persistence.jpa.PersistenceProvider</provider>
<class>net.unesc.tcc.gabriel.model.Bem</class>
<class>net.unesc.tcc.gabriel.model.BemLog</class>
<class>net.unesc.tcc.gabriel.model.Dispositivo</class>
<class>net.unesc.tcc.gabriel.model.DispositivoLog</class>
<exclude-unlisted-classes>>false</exclude-unlisted-classes>
-<properties>
<property name="javax.persistence.jdbc.url"
value="jdbc:mysql://localhost:3306/tcc"/>
<property name="javax.persistence.jdbc.driver" value="com.mysql.jdbc.Driver"/>
<property name="javax.persistence.jdbc.user" value="root"/>
<property name="javax.persistence.jdbc.password" value="1234"/>
<property name="hibernate.dialect" value="org.hibernate.dialect.MySQLDialect"/>
<property name="eclipselink.cache.shared.default" value="false"/>
<property name="eclipselink.cache.size.default" value="0"/>
<property name="eclipselink.query-results-cache" value="false"/>
<property name="eclipselink.ddl-generation.output-mode" value="database"/>
<property name="eclipselink.target-database" value="MySQL"/>
<property name="eclipselink.ddl-generation" value="drop-and-create-tables"/>
</properties>
</persistence-unit>
</persistence>

```

APÊNDICE C – ARTIGO

Rastreabilidade Bovina Utilizando a Plataforma Zigbee

Gabriel S. de Souza¹, Fabricio Giordani¹

¹Curso de Ciência da Computação – Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC)
Caixa Postal 3.167 – 88.806-000 – Criciúma – SC – Brasil

{schefferdesouza, fgiordani}@gmail.com

***Abstract.** This article describes the development of a prototype bovine traceability, using the Zigbee platform as an object of study. Zigbee networks are increasingly present in the routine of the people, be it a businessman, a worker of an industry or a home user. The object of this research can be used to track goods, equipment or animal of a given farm. One of its functions is to identify and locate each other within the same network, using the mesh topology. Since there is a possibility, eg occurrence of theft that good, if it was being tracked, the system behind the device could notify the owner of its possession.*

***Resumo.** Este artigo descreve o desenvolvimento de um protótipo de rastreabilidade bovina, utilizando a plataforma Zigbee como objeto de estudo. Redes Zigbee estão cada dia mais presentes na rotina das pessoas, seja ela um empresário, um operário de uma indústria ou um usuário doméstico. O objeto de estudo desta pesquisa, pode ser utilizado para rastrear um bem, equipamento ou animal de uma determinada fazenda. Pois uma de suas funcionalidades é identificar e localizar uns aos outros dentro da mesma rede, utilizando da topologia mesh. Uma vez que há possibilidade de, por exemplo, ocorrência de furto daquele bem, se o mesmo estivesse sendo rastreado, o sistema por trás do dispositivo poderia notificar o detentor de sua posse.*

1. Introdução

O setor em destaque é a organização de pequenas cooperativas que segundo Albano (2001, p. 3), “Tais organizações geralmente se originaram da reunião de pequenos e médios produtores rurais, que vislumbraram na união uma forma de superarem adversidades comuns, tais como custos de produção, dificuldades na comercialização dos produtos e aquisição de melhor tecnologia, entre outras.”.

Os fazendeiros, mais especificamente os pecuaristas, possuem grandes quantidades de animais espalhados por suas propriedades, entre gado, porcos, galinhas, cavalos e entre outros.

Das diversas atividades exercidas pelos pecuaristas, estão: criar, domesticar, alimentar, vacinar e proteger seu patrimônio, ou seja, seu rebanho.

Um exemplo de atividade é a vacinação do gado, com esta atividade vem o primeiro obstáculo. Saber a localização de seu rebanho não é uma tarefa simples, pois o fazendeiro

necessita despender tempo para montar em seu cavalo e percorrer os campos, identificar onde está seu gado, se está bem de saúde, se está agrupado ou até mesmo doente.

Porém na situação atual, há uma quantidade significativa de fazendeiros que não possuem o conhecimento tecnológico ideal, dedicação necessária ou recursos para realizar este levantamento de forma automática. Pois na maioria dos casos o controle atual é realizado em anotações e cadernos, sem conter alguma documentação padronizada do que foi realizado anteriormente, transformando o controle em uma dor de cabeça cada momento em que ocorre uma atualização dos dados dos animais, como por exemplo: animais adquiridos, baixas por doença, baixa natural, venda ou abate.

O objeto deste estudo é oferecer uma ferramenta desenvolvida utilizando de uma linguagem de programação gratuita que faça comunicação com uma rede Zigbee, concatenando as informações com torres e coordenadas de latitude e longitude para obter a localização aproximada de animais e assim fornecer um resumo geral de uma determinada fazenda.

2. Agropecuária

De acordo com a Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne (ABIEC, [2011]), a bovinocultura de corte representa a maior fatia do agronegócio brasileiro, conforme apresenta a tabela 1, gerando faturamento de mais de R\$ 50 bilhões/ano e oferecendo cerca de 7,5 milhões de empregos.

2.1 Bovinocultura

Pesquisas indicam que pecuaristas que não comercializam animais para o abate estão se conscientizando da importância da rastreabilidade (LOPES et al, 2007).

“A rastreabilidade bovina, que no Brasil foi imposta aos produtores como condição obrigatória para exportar carne para a União Européia, é considerada como uma ferramenta de auxílio à gestão rural em diversos trabalhos científicos.” (GOMES, 2012, p. 7).

Há estudos que comprovam que a rastreabilidade bovina beneficia a administração da propriedade rural, pois informação é o insumo básico para uma apropriada gestão à empresa do ramo bovino, contudo há certa ausência de estudos nessa área que promova o detalhamento dos processos de gestão rural promovidos por todo este sistema.

Na teoria, a implantação de um sistema de rastreabilidade é algo simples. Partindo do princípio a atribuição de um código de identificação único, de padrão internacional, para cada animal. O animal é registrado em um banco de dados, no qual deverão ser armazenadas todas as informações relevantes à segurança alimentar que ocorrerem durante sua vida até o abate, dentro do frigorífico e até sua entrega ao consumidor (REZENDE; LOPES, 2004).

3. Tecnologias de Informação X Agropecuária

Com o surgimento e avanço da Internet, empresas passaram a se beneficiar de ferramentas computacionais e banco de dados que auxiliam o processo de tomada de decisão, assim encurtando caminhos, reduzindo custos aos usuários domésticos e as empresas. Porém, no ambiente rural, a utilização do meio computacional encontra-se mais atrasada em relação ao ambiente urbano. Mas, a evolução da tecnologia da informação é, também, considerada um

instrumento indispensável nessa atividade, proporcionando informação, aprendizado e conhecimento, além de ganhos de tempo e redução de custos (CEOLIN et al, 2008).

A rastreabilidade e sua exigência pelos países importadores tem resultado um dos vetores mais eficientes para introduzir a TIC nas indústrias de alimentos de origem agropecuária do mundo inteiro (AHCINET, 2010, tradução nossa).

A exigência da rastreabilidade dos rebanhos, imposta inicialmente pelo mercado consumidor internacional e, posteriormente, regulamentada pelo governo brasileiro, apresenta impacto decisivo no processo de adoção das Tecnologias de Informação como elemento facilitador. Tecnologias como microchips e os brincos com códigos de barra estão sendo amplamente utilizados na pecuária de corte para garantir a qualidade e o controle das informações (JORGE; MACHADO, 2010).

Pesquisas apontam quanto à Tecnologia de Informação que diversos fatores influenciam ao desinteresse e recusa no meio rural por falta de capacitação no uso de informática, resistência cultural a mudanças, desconhecimento dos benefícios do uso de tecnologias. Também, nota-se que ainda hoje boa parte dos produtores rurais adota decisões condicionadas apenas à sua experiência, à tradição, potencial da região e à disponibilidade de recursos financeiros e de mão-de-obra (GOMES, 2012).

4. Rastreabilidade

Rastreabilidade ou capacidade de seguir um rastro, ou acompanhar um trajeto de indivíduos, veículos, objetos ou mercadorias (BRASIL, 2013). A rastreabilidade bovina tem como finalidade ser um processo de identificação, coleta, controle e processamento de dados necessários para o acompanhamento dos eventos, ocorrências, manejos, transferências e movimentações decorrentes na vida do animal (GOMES, 2012).

A rastreabilidade é uma tendência de mercado onde num futuro próximo o pecuarista que sonha obter sucesso terá que se adequar, pois terá que dispor de informações concretas, providas de um banco de dados bem organizado.

Subentende-se com isso que a rastreabilidade será indispensável a todos aqueles que desejarem manter-se num mercado que a cada dia se torna mais exigente e competitivo (REZENDE; LOPES, 2004).

5. Rede Mesh

A rede wireless mesh surgiu recentemente, nesta rede os nós são formados por malhas de roteadores e malhas de clientes utilizando variantes dos padrões IEEE 802.11 e 802.16 (ABELÉM et al, 2007).

Cada nó não opera apenas como host, mas também como um roteador dessa rede, encaminhando pacotes em nome de outros nós podendo ou não estar sob a transmissão direta, ou seja, ponto-a-ponto, de seus destinos (AKYILDIZ; WANG; WANG, 2005, tradução nossa).

A rede mesh é dinâmica, auto-organizável e auto-configurável, com o nós da rede estabelecendo e mantendo automaticamente a conectividade, criando assim uma rede ad hoc entre si. Tal recurso trouxe vantagens como baixo custo inicial, fácil manutenção, robustez e

uma cobertura de serviço confiável. A figura 1 apresenta um exemplo de topologia de rede mesh.

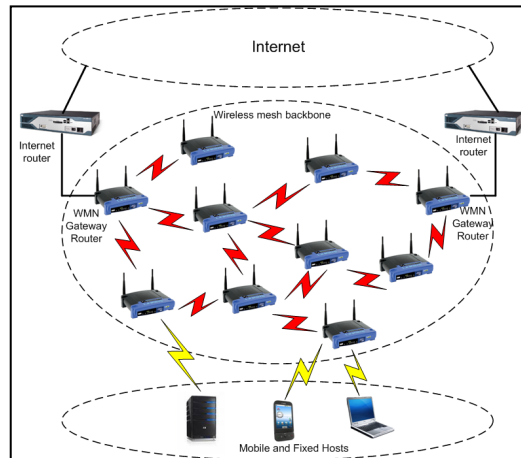


Figura 1. Exemplo de rede mesh

É uma tecnologia sem fio promissora para inúmeras aplicações, como por exemplo, banda larga doméstica, comunitária, vizinhança, empresarial, automação predial e entre outras.

6. Zigbee

Zigbee é um emergente padrão mundial para redes sem fio pessoais, que tem como principal objetivo proporcionar baixo consumo de energia, custo flexível, confiabilidade, escalabilidade. Sendo desenvolvido e padronizado pela empresa Zigbee Alliance. É constituído por três tipos de dispositivos, são eles (KARTHIKEYAN, 2010, tradução nossa):

- a) Zigbee Coordinator;
- b) Zigbee Router;
- c) Zigbee End Device.

O End Device, também conhecido como Terminal possui a habilidade de se comunicar com os outros nós da rede e criar pontes de comunicação entre esta e outros terminais compatíveis como sensores e atuadores. O Router funciona como um terminal, mas também possui a capacidade de um roteador intermediário de retransmissão de sinais para outros nós. Por fim o Coordinator fica responsável por controlar a rede residencial (HAN) e realizar a ponte entre as redes Zigbee para outras redes. A figura 2 traz um esboço para melhor entendimento dos dispositivos atuantes nesta rede.

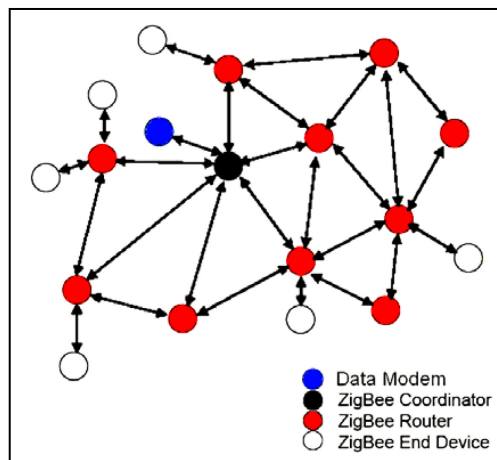


Figura 2. Elementos de uma rede Zigbee

7. Java

A linguagem de Programação Orientada a Objetos (POO) que oferece subsídios para tornar mais rápido e confiável o desenvolvimento de sistemas. Então o enfoque está na abstração dos dados, onde as classes são as estruturas destes dados, os métodos um conjunto de operações que podem ser realizadas sobre estas, e os objetos são instâncias de classes. Há também características como polimorfismo, herança, e entre outras. Para destaque e exemplo de POO tem-se a linguagem Java, criada em 1995 pela Sun Microsystems.

De acordo com Deitel e Deitel (2010), A tecnologia Java evoluiu tão rapidamente na última década que abriu um espectro de aplicações amplo, possuindo assim três versões:

- Java Standard Edition (Java SE), voltado para aplicações desktop;
- Java Micro Edition (Java ME), voltado para aplicações em dispositivos móveis;
- Java Enterprise Edition (JAVA EE).

Esta última é o foco deste estudo, pois é adequada para desenvolver aplicações distribuídas em rede em larga escala e aplicações de uso para Web.

O Java Enterprise Edition ou J2EE é uma plataforma de desenvolvimento de aplicativos empresariais distribuídos, agregando um vasto nicho de tecnologias, assim chamadas às bibliotecas e Application Programming Interfaces (APIs), padrões que foram adotados para atender várias necessidades. Entre as características do J2EE, cita-se a criação de padrões de conectividade de banco de dados como Java Persistence API (JPA), componentes middleware orientado para mensagens, componentes relativos à Web como JavaServer Faces (JSF), protocolos de comunicação, interoperabilidade e entre outros.

8. MySQL

O servidor de banco de dados relacional MySQL nasceu há quase 15 anos a partir de um projeto interno da empresa por funcionários da sede na Suécia TcX Datakonsult AB. Projeto chamado de MySQL, lançado pela primeira vez ao público em geral no final de 1996. O software mostrou-se tão popular que em 2001 eles fundaram uma empresa baseada inteiramente para o desenvolvimento do MySQL.

Proporciona desempenho, apoio, e características de um banco de dados em conformidade com os padrões SQL. Pesquisas apontam como o banco de dados relacional gratuito mais aconselhável na categoria desempenho da atualidade (PAUL DUBOIS, 2008, tradução nossa).

9. Protótipo de Rastreamento Bovino

Este projeto tem o propósito de desenvolver um software capaz de realizar a comunicação entre os dispositivos Xbee Coordinator e End Device. E assim armazenar as informações coletadas em um banco de dados relacional, criar uma interface de apresentação das informações como uma visão geral, com a finalidade de facilitar o controle e administração de bens do usuário, utilizando do conceito de dashboards e mapas.

Realizou-se uma pesquisa de mercado sobre o dispositivo, seu funcionamento e áreas de aplicação. Visto que é uma tecnologia recente, amplamente utilizada em instalações industriais e automação residencial, então se efetuou uma análise da viabilidade para aplicação desta no cenário rural. Verificou-se que a melhor alternativa de custo e benefício consistiria em utilizar os dispositivos Xbee e a utilização da rede Zigbee no cenário rural estava destinada para outros fins, não o proposto por este trabalho. Assim como solução para o primeiro desafio, foi adaptar a tecnologia para a rastreabilidade bovina. Algo que contribui significativamente para escolha desta tecnologia é o baixo consumo de energia pela função sleep e a flexibilidade de configuração dos dispositivos. O fluxo de dados do hardware ocorre da seguinte forma, toda comunicação entre animal rastreado e servidor ocorre pela estrutura sem fio fornecida pelo dispositivo Xbee.

Para melhor entendimento foram criados projetos de arquitetura de como atuaria a rede Zigbee em uma fazenda, conforme figuras 3,4 e 5.

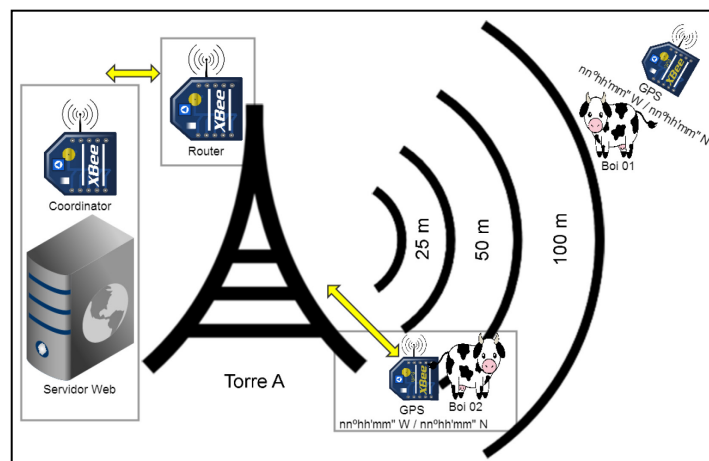


Figura 3. Projeto de Arquitetura 1

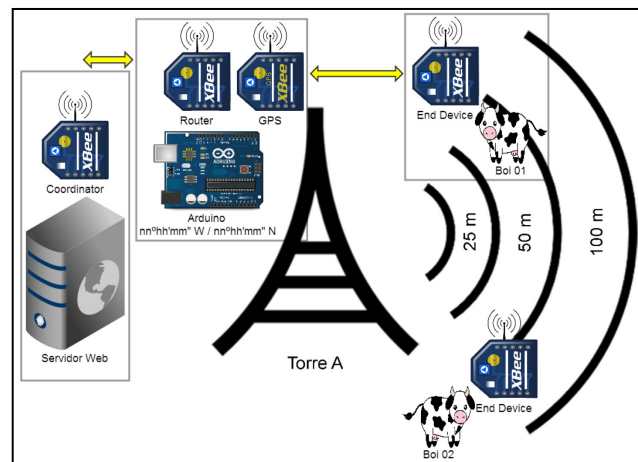


Figura 4. Projeto de Arquitetura 2

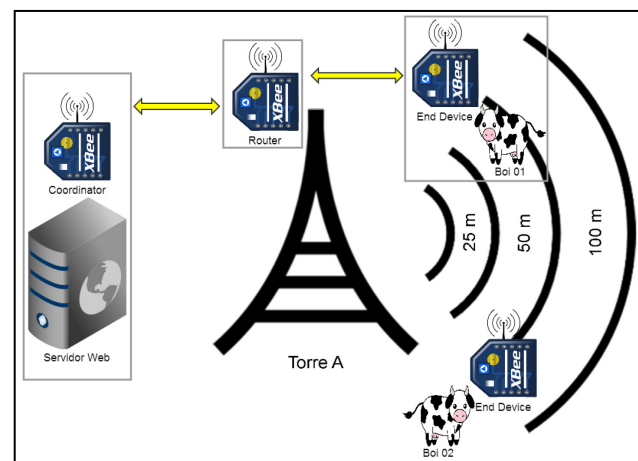


Figura 5. Projeto de Arquitetura 3

A terceira arquitetura, adotada, não traz a localização exata de cada animal, mas traz a quantidade de ativos nos arredores do alcance de cada uma das torres disponíveis e minimiza de maneira significativa os custos do projeto.

Com a rede Zigbee configurada e disponível para uso, foi desenvolvido um protótipo de aplicação com base na linguagem Java EE utilizando a IDE Eclipse Juno. Num primeiro momento foi desenvolvido um agente receptor da rede Zigbee. Responsável por fazer a ponte entre as tecnologias Java e o dispositivo Xbee Coordinator.

O agente realiza o gerenciamento dos nós disponíveis na rede, realizando uma leitura a cada X minutos, onde X pode ser definido pelo usuário.

Assim toda informação disponibilizada pelo agente é capturada e armazenada no banco de dados através do JPA. Tal informação é gravada em uma tabela de log, para que fique disponível um histórico para o usuário, possibilitando uma consulta retroativa dos animais online em determinado horário ou período do dia.

A estrutura básica das tabelas consiste em duas: Dispositivos e Bens, e uma de log para cada estrutura. Assim é possível auditar, pois fica registrado cada mudança de estado ou atributo daquele bem ou dispositivo. Em resumo tem-se a figura 6.

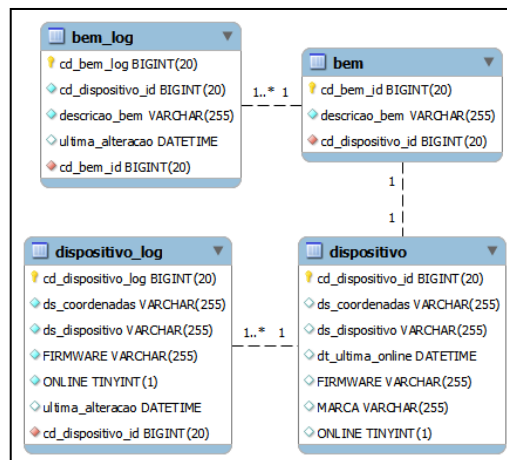


Figura 6. Diagrama UML do Banco de Dados

Concluído o processo de captura e armazenamento das informações, os resultados são mostrados em uma interface web 2.0 para o usuário. Desenvolvida utilizando os frameworks JSF 2.1, Primefaces v.4 e Twitter Bootstrap.

10. Resultados obtidos

A realização dos testes e análise de resultados do protótipo ocorreu no ambiente simulado.

Cenário 1: Dispositivo Xbee conectado ao computador, antena apenas alimentada pelo Arduino conforme figura 7.

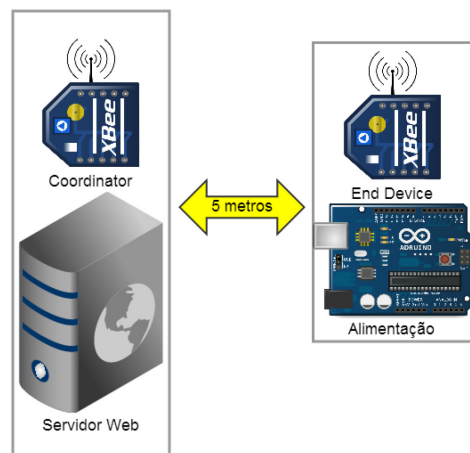


Figura 7. Cenário de Testes 1

Neste primeiro cenário, foram realizados testes de comunicação entre as antenas utilizando o software XCTU mencionado, na opção de testes de alcance, com o fluxo dos dados do Coordinator para o End Device, verificando o envio e recebimento de cada pacote trafegado na rede.

Cenário 2: Movido o End Device para um local mais afastado e propenso a interferências conforme figura 8.

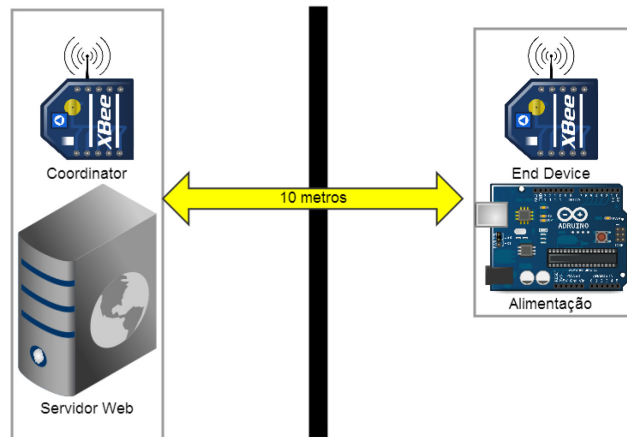


Figura 8. Cenário de Testes 2

Neste cenário além das paredes de alvenaria do ambiente, dobrada a distância de alcance das antenas, e adicionado demais equipamentos eletroeletrônicos ao cenário, como roteador Wi-Fi, televisão, aparelho de som e notebook entre antenas para dificultar a comunicação entre o Coordinator e End Device.

Dentre os testes realizados, um consistiu em mensurar o alcance do rádio das antenas e o outro a consistência dos pacotes enviados e recebidos. Contudo não foi possível realizar testes no alcance máximo do equipamento devido a limitações de espaço físico.

Os pontos fracos do projeto são:

- a) não disponibiliza uma localização exata de cada animal;
- b) dependência de infraestrutura própria para servidor de aplicação;
- c) análise aprofundada sobre a implantação do dispositivo em animais, seja coleira, brinco, ou outro meio.

Os pontos fortes do projeto são:

- a) uso de API's no desenvolvimento fortalece a consistência nos dados;
- b) o equipamento utiliza baterias para o funcionamento com baixo consumo de energia;
- c) baixo custo para aquisição dos equipamentos;
- d) o funcionamento da arquitetura escolhida torna a manutenção mais simples.

Com base nas pesquisas de mercado, não foi possível localizar um trabalho com a mesma abordagem utilizada neste contexto, levando em conta o hardware e software utilizado, mas foi possível notar que muitas melhorias ainda podem ser feitas.

11. Conclusão

Este trabalho apresentou um protótipo de aplicação sobre uma importante área no meio rural que é a rastreabilidade de animais bovinos, alertando sobre o constante crescimento e evolução de pesquisas sendo exploradas nesta área, apresentando tecnologias como redes de comunicação sem fio, conceito de posicionamento global e serviços via Internet.

O uso das novas tecnologias empregadas neste trabalho pode proporcionar um melhor foco nesse setor, ao apontar resultados satisfatórios no quesito administração e rastreabilidade de bens.

Verificou-se que o trabalho apresentado atendeu as especificações exigidas, abrindo precedentes para novos projetos na área de rastreabilidade de bens fazendo uso do hardware utilizado neste protótipo.

Referências

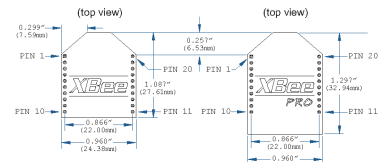
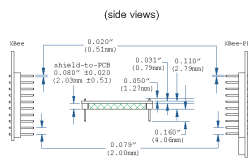
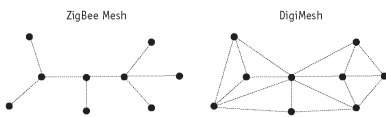
- ABELÉM, Antônio Jorge Gomes; et al. Redes Mesh: Mobilidade, Qualidade de Serviço e Comunicação em Grupo. In: MINICURSOS: 25º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE REDES DE COMPUTADORES E SISTEMAS DISTRIBUÍDOS. p. 59-112, mar. 2007. Disponível em: <<http://sbrc2007.ufpa.br/anais/2007/MC%20-%2002.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2013.
- AHCIET. Boas práticas TIC em gerenciamento pecuário: contexto e vetores que as propiciam. Madrid, 2010. Disponível em: <<http://llojtadevic.org/redaccio/arxiu/imatgesbutlleti/las%20tic%20en%20el%20sector%20ganadero.pdf>>. Acesso em: 30 mai. 2014.
- AKYILDIZ, Ian F.; WANG, Xudong; WANG, Weilin. Wireless mesh networks: a survey. Computer Networks, Atlanta, v. 47, n. 4, p.445-487, mar. 2005. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1389128604003457>>. Acesso em: 05 jun. 2013.
- ALBANO, Cláudio Sonaglio. Problemas e Ações na Adoção de Novas Tecnologias de Informação: Um Estudo em Cooperativas Agropecuárias do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Administração, Escola de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/gianti/files/orientacao/mestrado/defesa/pdf/22_dissertacao_sonaglio.pdf>. Acesso em: 30 mai. 2014.
- CEOLIN, C. A. et al. Sistemas de informação sob a perspectiva de custos na gestão da pecuária de corte gaúcha. Custos e Agronegócios online, v. 4, maio 2008. Disponível em: <<http://www.custoseagronegocioonline.com.br/especialv4/sistema%20de%20informacao.pdf>>. Acesso em: 02 de maio 2013.
- DEITEL, Paul; DEITEL, Harvey; Java: Como Programar; 8 ed. São Paulo: Pearson, 2010. 1144 p.
- GOMES, Rafael de Oliveira. Rastreabilidade bovina direcionada para o gerenciamento da propriedade rural: controle nutricional e sanitário. Curso de Especialização Em Produção, Departamento de Medicina Veterinária Preventiva, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012. Disponível em: <http://www.emater.tche.br/site/arquivos_pdf/teses/Mono_Rafael_Gomes.pdf>. Acesso em: 02 de maio 2013.
- JORGE, M. D.; MACHADO, J. G. C. F. Análise de softwares de gestão da pecuária de corte. In: Congresso Sociedade Brasileira De Economia, Administração E Sociologia Rural, 48,

- 2010, Campo Grande. Anais. Campo Grande: Sober, 2010. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/15/772.pdf>>. Acesso em: 02 de maio 2013.
- KARTHIKEYAN, Ramanathan. Routing Strategy Selection for Zigbee Mesh Networks. Int. J. Communications, Network and System Sciences, India, v. 1, n. 3, p.608-611, jul. 2010. Disponível em: <<http://www.scirp.org/Journal/PaperInformation.aspx?paperID=2280>>. Acesso em: 17 jun. 2013.
- LOPES, Marcos Aurélio et al. Principais dificuldades encontradas pelos pecuaristas na implantação da rastreabilidade de bovinos. Ciência Animal Brasileira, Goiânia, v. 8, n. 3, p.515-520, jul. 2007. Trimestral. Disponível em: <<http://www.revistas.ufg.br/index.php/vet/article/view/1715>>. Acesso em: 02 de maio 2013.v
- PAUL DUBOIS (Estados Unidos). MySQL: Developer's Library. 4. ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education, Inc, 2008. 1301 p. Disponível em: <<http://it-ebooks.info/book/2133/>>. Acesso em: 05 jun. 2014.
- REZENDE E. H. S.; LOPES M. A. Identificação, certificação e rastreabilidade na cadeia da carne bovina e bubalina no brasil. Lavras: UFLA, 2004. (Boletim Técnico, 58). Disponível em: <<http://www.editora.ufla.br/upload/boletim/tecnico/boletim-tecnico-58.pdf>>. Acesso em: 05 de maio 2013.

ANEXO(S)

ANEXO A – DATASHEET XBEE

Platform	XBee® DigiMesh™ 2.4	XBee-PRO® DigiMesh™ 2.4	XBee-PRO® DigiMesh™ 2.4 (Int'l)
Performance			
RF Data Rate	250 Kbps		
Indoor/Urban Range	100 ft (30 m)	300 ft (90 m)	200 ft (60 m)
Outdoor/RF Line-of-Sight Range	300 ft (90 m)	1 mile (1.6 km)	2500 ft (750 m)
Transmit Power	1 mW (+0 dBm)	63 mW (+18 dBm)	10 mW (+10 dBm)
Receiver Sensitivity (1% PER)	-92 dBm		
Features			
Serial Data Interface	3.3V CMOS serial UART		
Configuration Method	API or AT commands		
Frequency Band	2.4 GHz ISM		
Interference Immunity	DSSS		
Serial Data Rate	Up to 115.2 Kbps		
ADC Inputs	Coming in future firmware releases		
Digital I/O	Coming in future firmware releases		
Antenna Options	Wired whip, chip antenna, U.FL connector, RPSMA connector		
Networking & Security			
Encryption	Coming in future firmware releases		
Reliable Packet Delivery	Retries/Acknowledgments		
Addressing Options	PAN ID, channel, 64-bit address		
Channels	16	12	
Power Requirements			
Supply Voltage	2.8 – 3.4VDC		
Peak Current	45 mA	250 mA (Wire, Chip, U.FL), 340 mA (RPSMA)	150 mA (Wire, Chip, U.FL), 180 mA (RPSMA)
Receive Current	50 mA	55 mA	
Power-Down Current	<10 uA		
Regulatory Approvals			
FCC (USA)	Yes		
IC (Canada)	Yes		
ETSI (Europe)	Yes		
C-TICK (Australia)	Yes		
Telec (Japan)	Yes	No	Yes



Visit www.digi.com for part numbers.

DIGI SERVICE AND SUPPORT - You can purchase with confidence knowing that Digi is here to support you with expert technical support and a strong five-year warranty. www.digi.com/support

Digi International
877-912-3444
952-912-3444
info@digi.com

Digi International France
+33-1-55-61-98-98
www.digi.fr

Digi International KK
+81-3-5428-0261
www.digi-intl.co.jp

Digi International (HK) Limited
+852-2833-1008
www.digi.cn



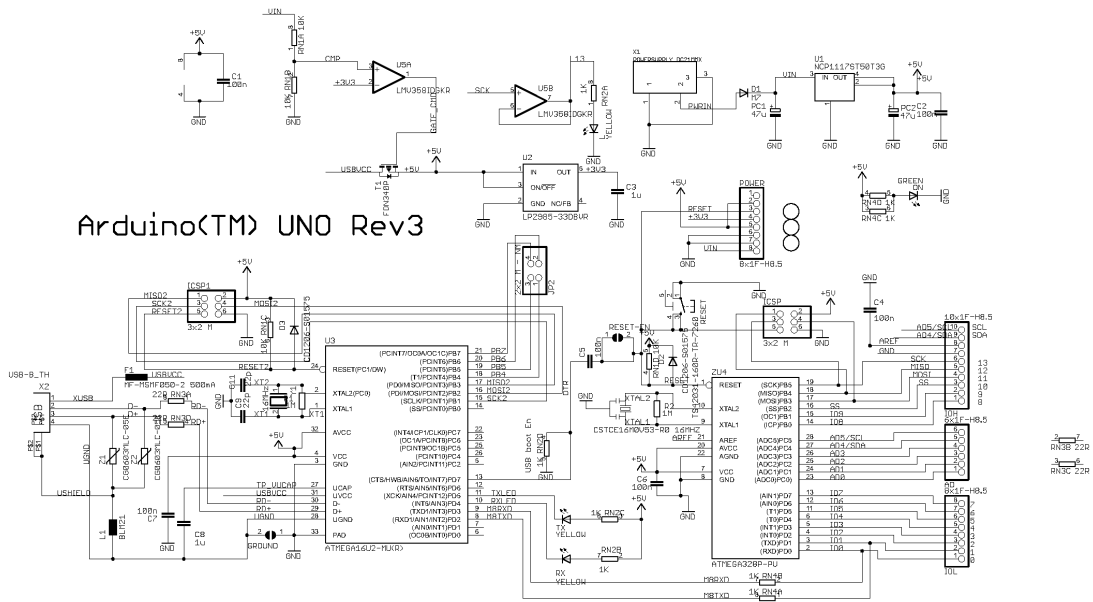
91001486
81/309

BUY ONLINE • www.digi.com



© 2008-2009 Digi International Inc.
All rights reserved. Digi, Digi International, the Digi logo, the Making Wireless M2M Easy logo, ConnectPort, DigiMesh, XBee and XBeePRO are trademarks or registered trademarks of Digi International Inc. in the United States and other countries worldwide. All other trademarks are the property of their respective owners.

ANEXO B – DATASHEET ARDUINO



Reference Designs ARE PROVIDED "AS IS" AND "WITH ALL FAULTS. Arduino DISCLAIMS ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, REGARDING PRODUCTS, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO, ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. Arduino may make changes to specifications and product descriptions at any time, without notice. The Customer must not rely on the absence or characteristics of any features or instructions marked "reserved" or "undefined." Arduino reserves these for future definition and shall have no responsibility whatsoever for conflicts or incompatibilities arising from future changes to them. The product information on the Web Site or Materials is subject to change without notice. Do not finalize a design with this information.

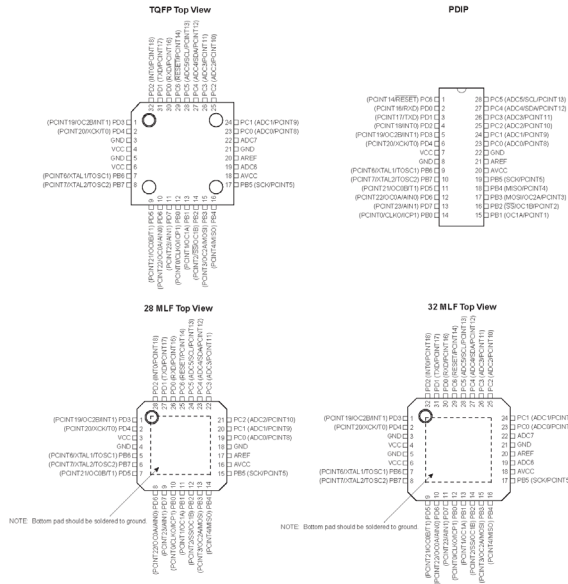
ARDUINO is a registered trademark.

Use of the ARDUINO name must be compliant with <http://www.arduino.cc/en/Main/Policy>

ATmega48PA/88PA/168PA/328P

1. Pin Configurations

Figure 1-1. Pinout ATmega48PA/88PA/168PA/328P



ANEXO C – DATASHEET PROTOSHIELD RC

