

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E
SISTEMAS



ANÁLISE DE UM PROCESSO DE PRODUÇÃO DE UM FRIGORÍFICO
DE CARNE BOVINA UTILIZANDO A TECNOLOGIA RFID

ELIANA TIBA GOMES GRANDE

ABRIL

2012

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
MESTRADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS

**ANÁLISE DE UM PROCESSO DE PRODUÇÃO DE UM
FRIGORÍFICO DE CARNE BOVINA UTILIZANDO A
TECNOLOGIA RFID**

Eliana Tiba Gomes Grande

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Pontifícia Universidade Católica de Goiás como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas**.

Orientador: Sibelius Lellis Vieira, *Dr.*

Goiânia/GO

Abril/2012

G751a Grande, Eliana Tiba Gomes
Análise de um processo de produção de um frigorífico de carne
bovina utilizando a tecnologia RFID [manuscrito] / Eliana Tiba
Gomes Grande. – 2012.
104 f. : il.

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de
Goiás, Goiânia, 2012.

“Orientador: Sibelius Lellis Vieira, Dr.”.

Bibliografia: f. 95-99.

Inclui listas de figuras, tabelas, acrônimos e siglas.

Apêndice.

1. Carne bovina – indústria. 2. Engenharia de produção. 3.
Sistemas de identificação por radiofrequência. 4. Middleware. I.
Pontifícia Universidade Católica de Goiás. II. Vieira, Sibelius
Lellis. III. Título.

CDU: 658.511.3(043.3)

637.5'62

621.396.61

ANÁLISE DE UM PROCESSO DE PRODUÇÃO DE UM FRIGORÍFICO DE CARNE BOVINA UTILIZANDO A TECNOLOGIA RFID

ELIANA TIBA GOMES GRANDE

Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas e aprovada em sua forma final no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Pontifícia Universidade Católica de Goiás em Abril.

Banca Examinadora:

Prof. Ricardo Luiz Machado, Dr.
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção e Sistemas

Prof. Sibelius Lellis Vieira, *Dr.*
Orientador

Prof. Cláudio Afonso Fleury, Dr.
Avaliador

Prof. Eduardo Rodrigues de Carvalho, Dr.
Avaliador

Goiânia – Goiás

Abril/2012

“Graças, porém, a Deus que em Cristo sempre nos conduz em triunfo, e por meio de nós difunde em todo lugar o cheiro do seu conhecimento;”

2º Coríntios, 2:14

À Deus em nome do Senhor Jesus, ao meu marido, aos meus filhos (Gabriel e Geovana),
aos meus pais, à prof.^a Cleusely, *Dr.^a* e ao meu orientador Prof. Sibelius que me deram
todo apoio e carinho.

Resumo da Dissertação apresentada ao MEPROS/PUC Goiás como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas (M.Sc.)

ANÁLISE DE UM PROCESSO DE PRODUÇÃO DE UM FRIGORÍFICO DE CARNE
BOVINA UTILIZANDO A TECNOLOGIA RFID.

Eliana Tiba Gomes Grande

Abril/2012

Orientador: Prof. Sibelius Lellis Vieira, *Dr.*

O Brasil, desde 2008, é o maior exportador de carne bovina no contexto mundial. Nele se concentra o maior rebanho comercial do mundo: cerca de 205,3 milhões de animais (IBGE, 2009). A permanência no topo do *ranking* depende das implementações tecnológicas no setor e de um maior conhecimento do processo produtivo de toda a cadeia da carne bovina, principalmente no que se refere à identificação dos pontos de gargalos. A tecnologia RFID, baseada na transmissão automática dos dados, vem se tornando uma aliada em vários aspectos em qualquer setor produtivo. Através desta tecnologia, pode ser possível não somente rastrear seus produtos durante todo o processo produtivo, mas também fazer controle de estoque, de logística, controle de qualidade com o monitoramento constante da temperatura e umidade, essencial à sanidade do alimento, tudo feito automaticamente em tempo real. Objetivou-se nesta dissertação analisar uma solução para a continuidade da rastreabilidade iniciada pelo SISBOV no contexto do processo produtivo de um frigorífico utilizando a tecnologia RFID. Este monitoramento pode ser acompanhado de qualquer lugar, a qualquer hora, pois a solução analisada possui um *middleware* que processa dos dados lidos pela camada física e disponibiliza-os para vários ambientes, tais como a *Web*. Como resultados da análise têm-se a confirmação da viabilidade da utilização da tecnologia RFID em um ambiente tão incomum como é o caso do processo produtivo de um frigorífico.

Palavras Chave: Processo Produtivo da Carne Bovina, Rastreabilidade, *Middleware*, Simulação.

Abstract da Dissertação apresentada ao MEPROS/PUC Goiás como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas (M.Sc.)

*PRODUCTION PROCESS ANALYSIS IN A SLAUGHTER CATTLE HOUSE USING
RFID TECHNOLOGY*

Eliana Tiba Gomes Grande

April/2012

Orientador: Prof. Sibelius Lellis Vieira, Dr.

Since 2008, Brazil has been the largest beef exporter worldwide and also has had. The largest commercial beef herd in the world, which is around 205.3 million animals (IBGE, 2009). Remaining on the top of the ranking depends on technology implementations in the industry and a greater knowledge of the entire production process of beef cattle, mainly the identification of bottlenecks. The RFID technology, which is based on automatic transmission of data, has become a useful tool in various aspects of any productive sector. Throughout this technology one is able not only to track their products throughout the production process, but also do inventory control, logistics, quality control, with constant monitoring of temperature and moisture, which are essential for health y food, all done automatically in real time . The objective of this work was to analyze a solution for the control of traceability in the production process of a slaughter house using RFID technology. This monitoring can be accompanied from anywhere, and anytime because the RFID system uses the middleware that processes data read by the physical layer and provides them to various environments such as the Web. As a result to analyze has the confirmation of the feasibility of using RFID technology in such an unusual environment as the example of the production process in a slaughter house.

Keywords: *Beef Production Process, Traceability, RFID, Middleware, Emulator.*

SUMÁRIO

Lista de figuras	<i>ix</i>
Lista de tabelas	<i>xi</i>
Lista de siglas e acrônimos.....	<i>xii</i>
1 Introdução.....	14
1.1 Justificativa.....	16
1.2 Objetivo	17
1.2.1 Geral	17
1.2.2 Específico	18
1.3 Estrutura da dissertação	18
2 Referencial teórico	20
2.1 Identificação por radiofrequência.....	20
2.1.1 A camada física na tecnologia de RFID	21
2.1.2 A camada intermediária na tecnologia de RFID	25
2.1.3 A camada de aplicações.....	32
2.1.4 Vantagens e desvantagens	35
2.1.4.1 Vantagens.....	35
2.1.4.2 Desvantagens.....	36
2.2 Aplicações do RFID	36
2.3 Trabalhos correlatos	37
3. Descrição do funcionamento de um frigorífico	39
3.1 Estrutura de um frigorífico	40
3.2 Dinâmica do processo de abate e comercialização da carne	41
3.2.1 Recepção/currais.....	41
3.2.2 Condução e aspensão dos animais	42
3.2.3 Atordoamento	43
3.2.4 Sangria.....	45
3.2.5 Esfola.....	44
3.2.6 Evisceração.....	47
3.2.7 Corte da carcaça.....	47

3.2.8 Refrigeração.....	48
3.2.9 Desossa	49
3.2.10 Estocagem/expedição	49
3.3 Utilização do RFID.....	50
4 Metodologia de pesquisa.....	54
4.1 Materiais	54
4.2 Métodos	56
4.3 Casos de uso	61
4.3.1 Registrar as <i>tags</i> dos ganchos com a do animal.....	63
4.3.2 Registrar as <i>tags</i> dos ganchos com as das bandejas	63
4.3.3 Registrar as <i>tags</i> dos ganchos com a da esteira.....	64
5. RFID com Fosstrak	65
5.1 Arquitetura do Fosstrak	65
5.2 Rifidi <i>Emulator</i>	68
6. RFID no processo produtivo de um frigorífico.....	71
6.1 Configuração do Fosstrak e do Rifidi <i>Emulator</i>	71
6.2 A simulação do processo de negócio do frigorífico	79
6.3 Resultados da simulação.....	85
7. Conclusão e trabalhos futuros	89
7.1 Conclusão	89
7.2 Trabalhos futuros.....	93
Referências bibliográficas.....	95
Anexo I – Guia de instalação e configuração do Fosstrak e do Rifidi <i>Emulator</i>	100

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Arquitetura básica do sistema RFID	21
Figura 2.2 – <i>Transponder(tag)</i>	22
Figura 2.3 – Propagação da onda dipolo	24
Figura 2.4 – Antenas de polarização circular	25
Figura 2.5 – Rede <i>EPCglobal</i>	27
Figura 2.6 – Arquitetura da rede <i>EPCglobal</i>	30
Figura 2.7 – Arquitetura geral do middleware RFID	32
Figura 2.8 – Projeto piloto <i>EPCglobal</i>	37
Figura 3.1 – Fluxograma básico do abate bovino.....	40
Figura 3.2 - Foto da acomodação dos animais nos currais	41
Figura 3.3 - Foto da aspersão dos animais	42
Figura 3.4 - Foto do atordoamento do animal	43
Figura 3.5 - Foto da sangria dos animais.....	45
Figura 3.6 – Foto do início da esfolagem dos animais.....	46
Figura 3.7 – Foto da retirada dos chifres	46
Figura 3.8 - Foto da evisceração dos animais.....	47
Figura 3.9 - Foto da serragem da carcaça.....	48
Figura 3.10 - Foto da tipificação da carcaça.....	48
Figura 3.11 - Foto da refrigeração da carcaça	48
Figura 3.12 - Foto da desossa da carcaça	49
Figura 3.13 - Foto da estocagem	50
Figura 3.14 - Foto da expedição	50
Figura 3.2 – Pontos críticos de controle na implantação do sistema RFID.....	52
Figura 5.1 – <i>Middleware Fosstrak</i> com ALE e suporte a LLRP.....	65
Figura 5.2 – <i>Fosstrak EPCIS</i>	66
Figura 5.3 – <i>Fosstrak TDT</i>	67
Figura 5.4 – <i>LLRP commander</i>	68
Figura 5.5 – Motor de emulação.....	69
Figura 6.1 – Simulação no <i>Rifidi emulator</i>	72
Figura 6.2 – Instalação do <i>LLRP commander</i> no Eclipse	73

Figura 6.3 – Gerenciador de aplicativos Tomcat e ALE <i>webclient</i>	74
Figura 6.4 – Notificador de eventos utilizando a porta 9999	75
Figura 6.5 – Comunicação do <i>Fosstrak</i> com <i>Rifidi emulator</i>	76
Figura 6.6 – Relatório do <i>Fosstrak</i> mostrando o recebimento das mensagens do simulador	77
Figura 6.7 – A mensagem do <i>Fosstrak</i> para o simulador	76
Figura 6.8 – Relatório gerado pelo <i>middleware Fosstrak</i> e disponibilizado para a aplicação cliente	78
Figura 6.9 – Primeira etapa da simulação da fase de esfola (identificar o animal)	79
Figura 6.10 – Segunda etapa da simulação da fase de esfola (identificar o primeiro gancho)	80
Figura 6.11 – Terceira etapa da simulação da fase de esfola (identificar o segundo gancho)	81
Figura 6.12 – Identificação dos ganchos pela antena #0 na fase de evisceração	82
Figura 6.13 – Identificação das bandejas pela antena #1 na fase da evisceração	82
Figura 6.14 – Identificação dos ganchos na fase de desossa	84
Figura 6.15 – Implementação do Diagrama de Classe no Banco de Dados <i>MySQL</i> ...	86
Figura 6.16 – Diagrama de Classe.....	87
Figura 6.17 – Protótipo do Sistema Dedicado Sentinela	88

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – As cinco categorias dos dados EPCIS	32
--	----

LISTA DE ACRÔNIMOS

ABIEC	– Associação Brasileira das Indústrias de Carnes
ALE	– <i>Application-Level Events</i>
API	– <i>Application Programming Interface</i>
CPFR [®]	– <i>Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment</i>
CPP	– Comitê de Políticas Públicas
EPC	– <i>Electronic Product Code</i>
EPCIS	– <i>EPC Information Services</i>
ERP	– <i>Enterprise Resource Planning</i>
FAO	– <i>Food and Agriculture Organization</i>
<i>Fosstrak</i>	– <i>Free and Open Source Software for Track and Trace</i>
GPS	– <i>Global Positioning System</i>
GS1	– <i>Global System 1</i>
GS1 GRAI	– <i>GS1 Global Returnable Asset Identifier</i>
GTIN	– <i>Global Trade Item Number</i>
HF	– <i>High Frequency</i>
HTTP	– <i>Hypertext Transfer Protocol</i>
IBGE	– Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBM	– <i>International Business Machines</i>
IDE	– <i>Integrated Development Environment</i>
IEC	– <i>International Electrotechnical Commission</i>
IP	– <i>Internet Protocol</i>
ISO	– <i>International Organization for Standardization</i>
kHz	– <i>kilogram Hertz</i>
LF	– <i>Low Frequency</i>
LLRP	– <i>Low Level Reader Protocol</i>
MAPA	– Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MHz	– <i>Mega Hertz</i>
MRP	– <i>Manufacturing Resource Planning</i>
MRPII	– <i>Manufacturing Resource Planning II</i>

NBR	– Norma Brasileira
OCDE	– <i>Organisation for Economic Co-operation and Development</i>
ONS	– <i>Object Name Service</i>
RADAR	– <i>Radio Detection And Ranging</i>
RF	– <i>Radio-Frequency</i>
RFID	– <i>Radio-Frequency Identification</i>
RIISPOA	– Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal
RLTS	– <i>Real Time Location Systems</i>
SAP	– <i>Systems, Applications and Products</i>
SDK	– <i>Software Development Kit</i>
SHF	– <i>Super High Frequency</i>
SISBOV	– Sistema Brasileiro de Identificação e Certificado de Origem Bovina e Bubalina
SOA	– <i>Service-Oriented Architecture</i>
SOAP	– <i>Simple Object Access Protocol</i>
SSCC	– <i>Serial Shipping Container Code</i>
SPCP	– Sistemas de Planejamento e Controle da Produção
TDT	– <i>Tag Data Translation</i>
TIMS	– Tecnologias da Informação Móveis e Sem fio
UHF	– <i>Ultra High Frequency</i>
URI	– <i>Uniform Resource Identifier</i>
XML	– <i>Extensible Markup Language</i>

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui o maior rebanho comercial de gado bovino e lidera o *ranking* dos maiores exportadores do mundo. Somente em 2009, a produção de bovinos no Brasil chegou à marca de 205,3 milhões de animais (IBGE PPM, 2009). A Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação (FAO) e a Organização para a Cooperação Econômica e Desenvolvimento (OCDE) projetam um crescimento de 40% do setor agrícola brasileiro até 2019, dado publicado no intitulado Panorama para a Agricultura (2010-2019) (MAPA/ACS, 2010).

Segundo os indicadores do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), os dados estatísticos da produção pecuária em 2010 mostram que foram abatidos cerca de 29 milhões de bovinos e estão em contínuo crescimento, apresentando avanços nos índices de produtividade e acabamento dos produtos. Deste total, foram exportados mais de 1,23 milhões de toneladas de carne bovina no ano de 2010, a um valor recorde de US\$ 3.896,90 por tonelada (MAPA/ACS, 2011).

O Brasil exporta para mais de 170 países, tendo com maiores importadores a Rússia, China, os países do Oriente Médio, Estados Unidos e a Europa. A Rússia, em 2010, importou mais de meio milhão de toneladas entre carne *in natura*, industrializadas, miúdos, tripas e salgadas, rendendo mais de US\$ 1 bilhão para empresas e frigoríficos (ABIEC, 2011).

Manter o país como líder desse mercado é um desafio ainda maior. A solução dos problemas da pecuária brasileira passa, necessariamente, pela organização da cadeia produtiva, por melhorias profundas nas práticas de manejo aplicadas pelo setor produtivo, por um melhor entendimento dessa cadeia por todos os elos, por uma comunicação melhor entre os participantes, pela responsabilidade de cada elo, mas antes

de tudo, pelo auto - conhecimento. Conhecer a pecuária de corte (suas opções, métodos que auxiliem na sua melhoria e no seu crescimento sustentável), passou a ser uma obrigação de cada participante dessa maior fatia do agronegócio brasileiro.

A eficácia (capacidade de atender as necessidades dos consumidores) e a eficiência (gestão interna e coordenação de agentes) devem ser perseguidas de maneira constante, sobretudo num mercado cada vez mais segmentado e que busca diferenciação, num contexto globalizado (BATALHA E SCARPELLI, 2002).

As exigências do mercado consumidor, somadas às pressões das cadeias de produção coordenadas impõem um maior uso de técnicas de gestão em todos os elos da cadeia agroindustrial, desde a produção da matéria-prima até a comercialização dos produtos para o consumidor final (SCARPELLI, 2005).

A tecnologia de Identificação por Radiofrequência (RFID - *Radio Frequency Identification*) é um sistema de identificação automática que tem como objetivo prover informações sobre pessoas, animais, ativos e produtos sem a interferência humana (FINKENZELLER, 2003), ou seja, reduzir automaticamente os possíveis erros de humanos. A transferência de dados por radiofrequência vem substituindo os códigos de barras comumente utilizados para identificação dos produtos.

Esta tecnologia pode acompanhar todo o desenvolvimento do animal (cria, recria e engorda), gerar dados importantes como controle de vacinação, doenças, peso entre outros, inclusive o controle de Rastreabilidade. Com isso, é possível ter um maior controle da logística, pois ela pode informar a posição exata, em tempo real, da saída dos animais do produtor até a chegada nos frigoríficos, dos frigoríficos às empresas de processamento e dos estabelecimentos comerciais aos clientes. É possível também realizar o controle de estoque com maior confiabilidade dos dados fornecidos no

instante dos acontecimentos, em qualquer ponto da cadeia de produção e de suprimentos.

Os animais que utilizam o SISBOV para garantir a rastreabilidade do animal, ao serem abatidos, perdem a identidade sendo seu produto referenciado somente pelo lote de animais. Com a utilização do sistema RFID dentro dos abatedouros e frigoríficos que fazem também o abate, a identidade do animal seria preservada e a rastreabilidade permanecida até o consumidor final.

Além disso, uma característica importante a ser considerada para utilização da tecnologia RFID no processo produtivo da carne bovina consiste no fato das etiquetas serem resistentes às mais adversas condições, podendo ser submetidas a ambientes com certo grau de umidade, sujeira, vibração, temperaturas altas ou baixas sem que suas integridades físicas e lógicas sejam prejudicadas, permitindo posteriormente a reutilização em outra aplicação (SANTINI, 2008).

A tecnologia RFID consiste numa arquitetura formada por *tags*, *transponder* ou etiquetas de radiofrequência (chip introduzido ao produto, pacote, animais etc.), que deve conter o circuito e a informação a ser transmitida, antena receptora/emissora de sinal, um transceptor, que faz a leitura do sinal e transfere a informação para um dispositivo leitor, a leitora do RFID e o Sistema de Gerenciamento dos dados do RFID.

A *EPCglobal Inc* é uma organização sem fins lucrativos que visa estabelecer a Rede *EPCglobal* como um padrão global para a identificação automática. Isso inclui as informações passadas pelos leitores RFID. A Rede *EPCglobal* constitui uma coleção de *hardwares* inter-relacionados, *softwares*, padrões de dados e serviços essenciais que são operados pela *EPCglobal* e delegados (ARMENIO, 2007).

Entre a camada física e os aplicativos corporativos existe o *middleware*, que tem a função de sintetizar os dados (filtragem e agregação) e a comunicação das

informações lidas automaticamente na camada física. O *middleware* fornece um ambiente distribuído para processar os dados de *tags* lidos por leitores, traduzindo-os quando necessário, e lhes encaminha para uma variedade de aplicações de *back-end* utilizando tecnologias adequadas, tais como *Web*, *Remote* e *Windows Services*.

1.1 Justificativa

A tecnologia RFID auxilia na obtenção de dados importantes para gerenciar todo o processo produtivo da cadeia de carne bovina, desde a aquisição dos insumos pelo produtor até o consumidor final. Como plataforma de divulgação das informações desta tecnologia, a Rede Mundial de Computadores, a *Internet*, é possível obter informações em tempo real de qualquer produto, em qualquer lugar, através da Rede *EPCglobal*, padronizadora da tecnologia RFID. A continuidade da rastreabilidade do produto é outro ponto onde a tecnologia RFID pode auxiliar, pois ela é iniciada pelo SISBOV na fase de produção (cria, cria ou engorda) do bovino e é perdida no frigorífico/abatedouro.

1.2 Objetivo

O objetivo desta dissertação é analisar e propor uma solução para a continuidade da rastreabilidade no processo produtivo de um frigorífico utilizando a tecnologia RFID. Esta solução inclui uma análise detalhada do processo de produção do frigorífico e dos requisitos da solução para o controle de rastreabilidade deste processo produtivo utilizando a tecnologia RFID. A utilização de um sistema baseado no padrão EPC permite que este monitoramento possa ser acompanhado de qualquer lugar a qualquer hora, pois o ambiente analisado é baseado em uma arquitetura de camadas que garante a interconectividade de *hardware*, *software* e *web*, através do *middleware*.

1.2.1 Geral

Analisar a utilização do sistema RFID no elo mais forte da cadeia produtiva da carne bovina, o frigorífico, pontuando as problemáticas desta implementação e propor uma solução utilizando o *middleware Fosstrak*. Para simular parcialmente o processo produtivo do frigorífico é empregado o simulador Rifi *Emulator*.

1.2.2 Específico

- Estudar e analisar o processo produtivo do frigorífico em vista da tecnologia RFID.
- Estudar e analisar o ambiente do *Middleware* para RFID.
- Elaborar um estudo de caso do processo produtivo de carne bovina de um frigorífico com solução RFID utilizando o *Middleware Fosstrak* e o simulador Rifi *Emulator*.
- Avaliar a viabilidade da utilização da tecnologia RFID dentro do processo produtivo de um frigorífico.

1.3 Estrutura da dissertação

Estruturou-se o presente trabalho em sete capítulos, sendo o primeiro capítulo uma introdução contendo a justificativa, os objetivos e a estrutura da dissertação.

O segundo capítulo apresenta o referencial teórico. Nele, é apresentado o que é o RFID, a sua estruturação e o seu funcionamento, as vantagens e desvantagens da utilização deste sistema e a sua aplicabilidade na cadeia de suprimento, no controle de estoque, na rastreabilidade e em outras áreas. A tecnologia RFID está visualmente separada em três camadas, sendo a primeira a camada física, a segunda, o *Middleware* e a terceira, os sistemas aplicativos empresariais.

O capítulo três apresenta a estrutura do frigorífico que aborda o abate e o processamento da carne bovina. Está descrito o processo produtivo do frigorífico desde

a entrada do animal nos currais, até o estoque/expedição. A utilização do RFID para este elo e os aspectos polêmicos da sua implementação também fazem parte deste capítulo.

No quarto capítulo estão descritos os materiais e os métodos utilizados neste trabalho. No caso dos materiais, são utilizados sistema de simulação RFID, o *Rifidi Emulator*, um sistema de filtragem e agregação, o Fosstrak, e um sistema de gerenciamento dos dados. O método utilizado é uma simulação de casos de usos de maior relevância dentro elo mais forte da cadeia de produção da carne bovina, o frigorífico, e implementação do sistema RFID para estes casos.

No quinto capítulo, o *middleware* Fosstrak e o simulador *Rifidi Emulator* são explicados, bem como sua estrutura e configuração em um ambiente com o sistema operacional Windows.

No sexto capítulo, a simulação do sistema RFID neste contexto do processo de produção de um frigorífico é realizada levando em conta os casos de uso dos pontos crítico analisados. Neste ponto, tem-se como objetivo identificar a tecnologia empregada para formulação do conhecimento das possibilidades da empregabilidade no processo de negócio do frigorífico.

No sétimo capítulo estão descritos os resultados encontrados e uma análise das vantagens e das desvantagens da utilização deste sistema no frigorífico e as limitações encontradas do método escolhido e também a conclusão desta dissertação e as sugestões para possíveis trabalhos futuros ou prováveis desdobramentos deste estudo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

No presente capítulo é apresentado a tecnologia RFID, seu funcionamento, sua arquitetura em camadas (camada física, camada RFID *middleware*, a rede EPC*Global* e a camada de aplicativos corporativos), vantagens e desvantagens de sua utilização e as aplicações mais relevantes em especial no processo produtivo dos frigoríficos.

A tecnologia RFID não é atual. Ela já vem sendo usada há vários anos no setor militar. A criação do sistema RADAR (*Radio Detection And Ranging*) que permitia a notificação da aproximação de aviões, mesmo quando eles ainda estavam distantes, facilitava a preparação das defesas contra ataques inimigos. Contudo, não se tinha como diferenciar aviões inimigos dos amigos.

O físico escocês Sir Robert Alexander Watson-Watt, criador do sistema de RADAR, desenvolveu também, em conjunto com o exército britânico, um sistema para identificação de “aeronaves amigas” no RADAR, tornado realmente efetiva a preparação contra ataques inimigos. Este sistema consistia na instalação de um *transponder* nos aviões, de modo a dar um sinal apropriado, que avisava automaticamente se o avião era amigável ou não, sistema este utilizado até os dias de hoje (WEISS, 2006).

2.1 RFID – Identificação por rádiofrequência

A tecnologia RFID se baseia em ondas de rádiofrequência para intercâmbio de dados, permitindo realizar remotamente o armazenamento e a recuperação de informações, de modo a dispensar a proximidade ou mesmo a presença de um operador. Como não há necessidade da interferência humana para realizar especificamente a tarefa de entrada de dados, trata-se de um meio automático de captura automática destes.

A arquitetura do RFID está disposta em três camadas, sendo a primeira física que é composta por um conjunto de hardwares formado por *tags*, antenas receptoras/emissoras, leitor (interrogador) do RFID e computadores, ou qualquer outro dispositivo que visualize ou gerencie os dados disponibilizados deste ambiente.

A segunda camada, ou intermediária, se encontra o RFID *middleware*, que sintetiza e organiza os dados disponibilizados pela camada física e repassa para última camada. Na última camada estão os sistemas de tecnologia da informação, os ERPs ou sistemas dedicados, que processam os dados fornecidos pela segunda camada e os transformam em informações importantes para processo de negócio e tomada de decisão.

Para padronizar a comunicação entres as camadas e possibilitar que os dados sejam compreendidos não importando a tecnologia e sistemas utilizados em cada empresa foi desenvolvido um padrão denominado *EPCglobal*. Este padrão especifica o EPC (*Electronic Product Code*) com o objetivo de facilitar o intercâmbio de informações e negociação entre os objetos físicos, fomentar a existência de um mercado competitivo para os componentes do sistema e incentivar a inovação dos produtos e sistemas. Mais detalhes deste assunto na seção 2.1.2.

2.1.1 A camada física na tecnologia de RFID

O funcionamento da tecnologia de rádiofrequência se baseia em *transponders* (*tags*) que se comunicam com a antena e esta passa os dados para a leitora RFID e transfere estes dados sintetizados para os *hosts* (Figura 2.1).

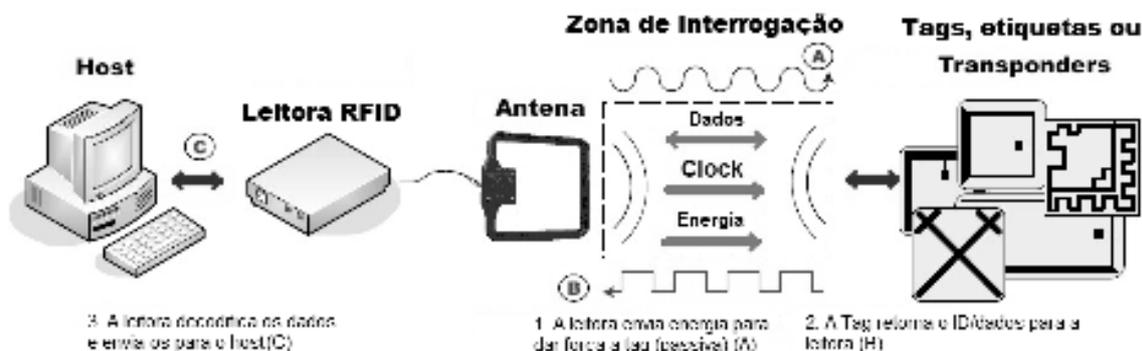


Figura 2.1:Arquitetura básica do sistema RFID

As leitoras/interrogadores podem trocar informações em um sentido (comunicação *half duplex* – da *tag* para a leitora) ou em dois sentidos (comunicação *full duplex* – da *tag* para a leitora e a leitora pode fazer escrita de dados na *tag*). Os dois tipos de comunicação se dão por meio de ondas de radiofrequência em *broadcast*, sendo estas na zona de interrogação da leitora, ou seja, dentro do alcance das ondas.

Os *transponders*, RF *tags* ou simplesmente *tags* são etiquetas RFID cuja sua estrutura básica é um *chip* capaz de armazenar informações e uma impedância fazendo o papel de antena, protegidos por algum material, com plástico ou silicone, de formatos variados tais como chaveiro, cartão, brinco entre outros (Figura 2.2).



Figura 2.2 – Transponders (*tag*)

O *transponder (tag)* é responsável pela identificação de um ser ou objeto portador do mesmo, quando este passa pela zona de interrogação do leitor, podendo ser passivo ou ativo. Tratando-se de um *transponder* passivo, a etiqueta RFID não possui fonte de energia própria. Portanto, ela se alimenta do campo elétrico ou magnético do

leitor. Por não possuírem bateria, são mais baratas e possuem uma vida útil maior. Em compensação, as etiquetas precisam de leitoras mais potentes, pois o seu alcance é menor (SANTINI, 2008). No caso de um *transponder* ativo, a etiqueta RFID possui uma bateria própria para prover a alimentação para seu funcionamento, não necessitando de leitora potente, pois o seu alcance é maior.

As etiquetas se comunicam com as leitoras numa faixa de operação denominada frequência de comunicação, que pode ser de baixa, alta, ultra-alta frequência ou micro-ondas (GLOVER, 2007). A baixa frequência (LF – de 30 a 300 KHz) possui um custo baixo e um alcance de até 90 (noventa) cm . É mais utilizada para controle de acesso, rastreabilidade e identificação de animais. A alta frequência (HF – de 3 a 30 MHz) alcança até 3 (três) metros e é usada, por exemplo, para controle de acesso a edifícios. Para longas distâncias de até 9 (nove) metros, a mais utilizada é a frequência Ultra Alta (UHF – de 300MHz a 3 GHz), aplicada em controles de inventário, controles de estoque e localização de itens. As micro-ondas (acima de 3 GHz) podem chegar acima de 10 (dez) metros de alcance, e são utilizadas para a identificação de veículos como no controle eletrônico de pedágio.

A antena RFID transmite uma onda que possui características tanto magnéticas quanto elétricas, por isso o nome de onda eletromagnética. A utilização da antena depende da circunstância da sua operação e a estreita faixa de frequência designada pelo sistema RFID. O decibel (dB) é usado para descrever o ganho da antena, perda de potência dos cabos e todas as outras especificações.

Os três tipos de antenas são: antena de polarização linear, antena de polarização circular e antena de polarização circular monoestática e biestática. Na antena de polarização linear ou dipolo a onda eletromagnética se propaga inteiramente

em único plano (vertical ou horizontal), e é utilizada para *tags* conhecidas e fixas (Figura 2.3).

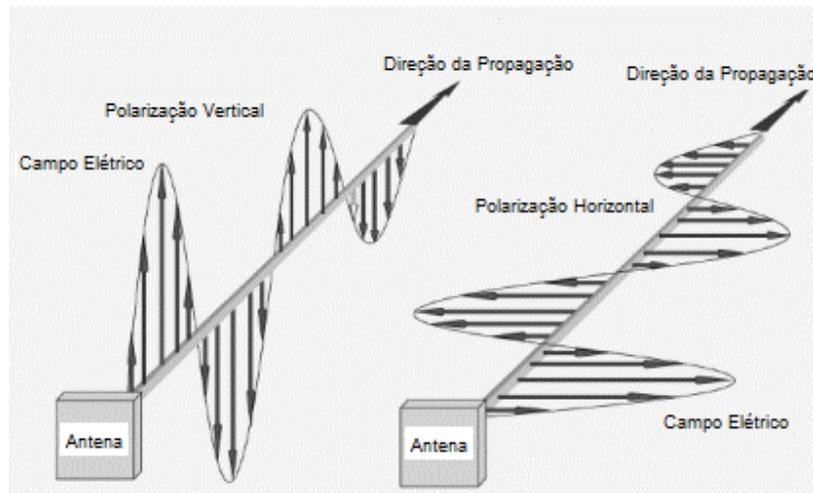


Figura 2.3 – Propagação da onda dipolo.

Na antena de polarização circular, hélice, *patch* ou dipolos cruzados (Figura 2.4), a onda se propaga em dois planos, criando um efeito circular. Dessa forma, o comprimento de onda faz um giro completo. Quando a emissão é contínua, o campo de rotação cobre qualquer *tag*, conhecida ou não, em seu raio de alcance. Entretanto, são perdidos 3 (três) decibéis, se comparada à anterior.

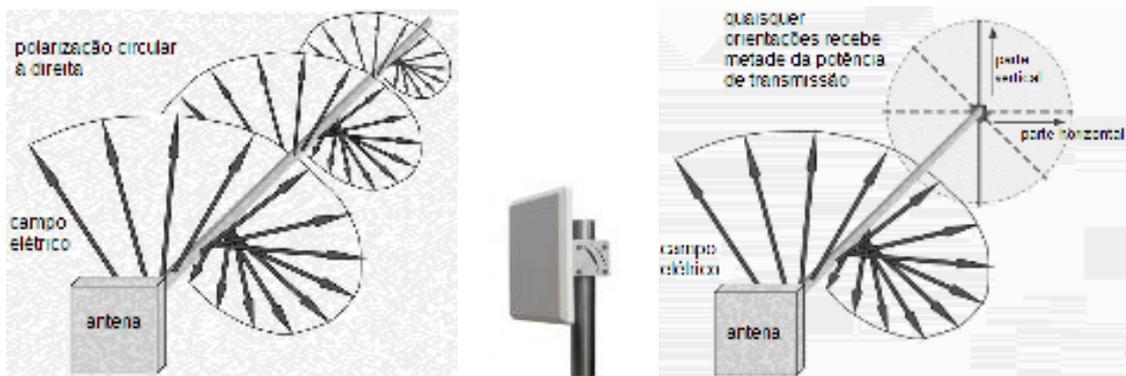


Figura 2.4 – Antenas de polarização circular

A antena de polarização circular monoestática é o tipo mais comum de antena RFID. Ela possui uma porta comum para transmitir e receber sinais. Na antena de polarização circular biestática são duas antenas RFID no mesmo espaço físico, sendo

uma a porta para transmitir e a outra para receber o sinal. O número de portas pode aumentar, mas a função será a mesma.

A antena RFID é ligada à leitora/interrogador através do cabo coaxial. Dependendo do comprimento, pode-se ter perda da energia entre a leitora e a antena chamada de *line loss* (perda de linha). Quanto melhor a qualidade dos cabos, menor é a perda de *line loss*. A antena fornece ganho para compensar a *line loss* entre a leitora e o cabo. O tamanho da antena é proporcional ao ganho obtido. Quanto maior a antena, maior o ganho e vice-versa.

2.1.2- A camada intermediária na tecnologia de RFID

O tipo de informação no sistema RFID varia em complexidade, que vai desde um simples código de identificação como a EPC, até a telemetria, envolvendo medições de parâmetros ambientais, tais como temperatura ou umidade dentro da proximidade do objeto marcado (SCHUSTER et al, 2007).

O sistema EPC é apenas uma maneira de usar RFID - identificação por radiofrequência. O RFID pode ser utilizado mesmo sem os padrões de EPC, como controle de acesso, automatização de cobrança, controle de produção etc. As normas do *Auto-ID Center* do MIT foram licenciadas para a *EPCglobal Inc.* para o desenvolvimento comercial em outubro de 2003. Deste então, diversas empresas indústrias, em conjunto com a *EPCglobal*, continuaram a aperfeiçoar a tecnologia para aplicação prática (SCHUSTER et al, 2007).

Os objetivos dos padrões da *EPCglobal* são: facilitar o intercâmbio de informações e negociação entre os objetos físicos, fomentar a existência de um mercado competitivo para os componentes do sistema e incentivar a inovação dos produtos e sistemas (TRAUB et al, 2005). Para os parceiros trocarem informações, eles devem ter um acordo prévio quanto à estrutura e o significado dos dados a serem trocados, e os

mecanismos pelos quais a troca será realizada. Nos padrões da *EPCglobal* estão incluídos os padrões de dados e normas de intercâmbio de informações que formam a base de troca empresarial e também as especificações para os dispositivos RFID e normas que regem a codificação de dados de EPCs nesses dispositivos (Figura 2.5).

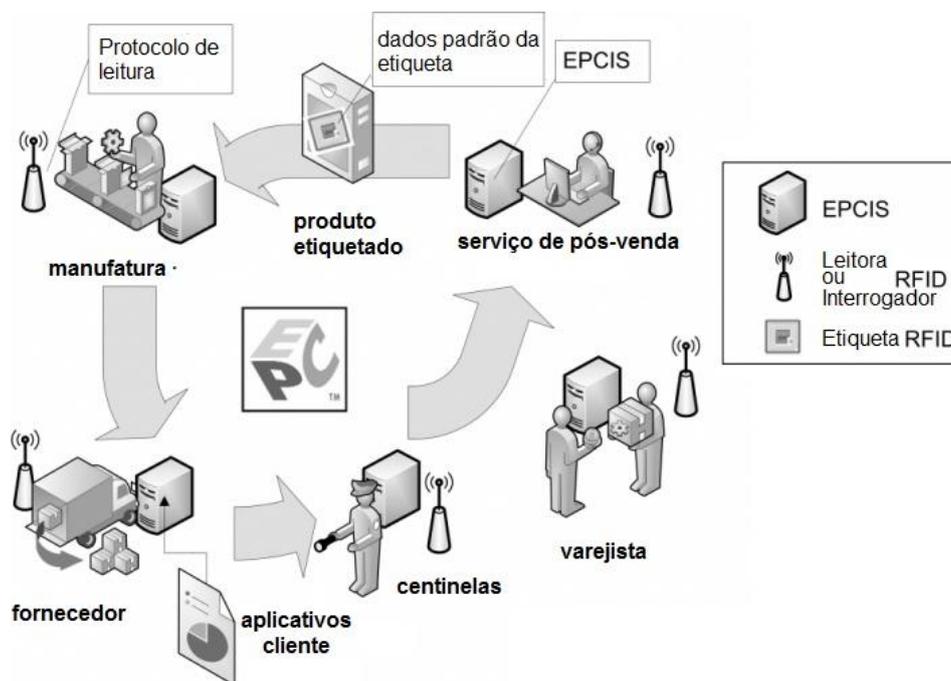


Figura 2.5 – Rede EPCglobal

Os padrões da *EPCglobal* definem as interfaces entre os componentes do sistema que facilitam interoperabilidade de componentes produzidos por diferentes fabricantes. Estes sistemas por sua vez, proporciona escolha aos utilizadores finais, tanto na implementação de sistemas entre parceiros comerciais, como uso interno da empresa. Os implementadores de sistemas são encorajados a inovar seus produtos, enquanto as normas de interface, fornecidas pela *EPCglobal*, garantem a interoperabilidade entre os sistemas concorrentes.

O Código Eletrônico do Produto (*Electronic Product Code* – EPC) é um esquema de identificação e nomeação projetado para identificar unicamente, entre os países participantes, todos os objetos físicos, virtuais e serviços comercializados.

Similar aos vários esquemas de numeração existentes usados no comércio, o EPC é dividido em números que identificam o fabricante e o tipo de produto. Porém, o EPC usa um conjunto adicional de dígitos, que é um número de série para identificação exclusiva de itens. O EPC é a chave para as informações sobre o produto que ele identifica como existente na *EPCglobal Network*. Um número EPC contém:

- Cabeçalho, que identifica o comprimento, tipo, estrutura, versão e geração do EPC, e pode variar em códigos (GS1, SSCC, GS1 GRAI entre outros) (EANUCC, 2006);
- *manager number* (Prefixo de empresa), que identifica a empresa;
- classe de objeto, similar a uma unidade de manutenção de estoque ou SKU (*Stock Keeping Unit*);
- número de série, que é a instância específica da classe do objeto que está sendo etiquetado.

O cabeçalho guarda a versão utilizada por EPC e campos adicionais que podem também ser usados como parte do EPC, a fim de codificar e decodificar adequadamente as informações dos diferentes sistemas de numeração nas suas formas nativas (humano-legível).

As especificações são independentes de plataforma tanto de *software*, quanto *hardware*. Isso significa que a estrutura e a semântica dos dados em um sentido abstrato são especificados separadamente dos detalhes concretos de acesso aos serviços de dados e ligações para protocolos de interface particular. As interfaces são, sempre que possível, especificadas usando a plataforma e linguagem de programação tecnologicamente neutra (GUDGIN, 2003).

A rede *EPCglobal* visa a segurança dos dados manipulados através da política de privacidade. O comitê de políticas públicas (CPP) da *EPCglobal* é responsável pela criação e manutenção da política de privacidade da *EPCglobal*.

O princípio fundamental da *EPCglobal network architecture* é a atribuição de um identidade única para objetos físicos, cargas, locais, bens e outras entidades a serem monitorados. A "identidade única" consiste simplesmente em atribuir um nome à entidade, de tal forma que este seja diferente do nome atribuído a outra entidade. Na arquitetura de rede da *EPCglobal*, a identidade única é o *electronic product code*, definido pela especificação de dados da *tag* (*EPCglobal*, 2005).

Os EPC são projetados de modo que as organizações independentes podem atribuir um EPC novo, sem a possibilidade de colisão. Isto é feito através de um esquema hierárquico, não muito diferente do DNS (*Domain Name System*) da *Internet*, embora um pouco mais estruturado. Cada estrutura de nomeação, que é federado dentro do *namespace* EPC, tem um espaço de códigos gerenciados por um órgão emissor. A GS1 é a agência emissora; por exemplo, onde fornece as estruturas de nomeação EPC base. A mesma aloca uma porção do espaço EPC para uma organização assinante, que então se torna o "*EPC Manager*" para o bloco de códigos. Estes códigos GS1 são feitos através da atribuição de um prefixo de empresa para um assinante. O assinante é livre para atribuir EPC, sem qualquer maior coordenação, com qualquer agente externo.

Os elementos chaves na fundação da *EPCglobal* são o EPC (código eletrônico do produto) e o gerente de EPC. O EPC é o fio que une todos os dados que fluem na *EPCglobal network* e que desempenha um papel central dentro de todos os papéis e interfaces no quadro de arquitetura *EPCglobal*. O gerente de EPC (*EPC manager*) ou gestor de contrato se refere a um assinante *EPCglobal* com direitos de utilização concedidos por uma porção do espaço MPE de uma agência emissora. Isso significa que

a agência emissora emite para o gerente EPC um ou mais blocos de códigos de produtos eletrônicos, com esquemas de codificação designadas, os quais ele, independentemente, pode atribuir aos objetos físicos e outras Entidades, sem envolvimento da agência de emissão.

O gerente de EPC ou gestor de contrato é dito ser a "autoridade de gestão" para o EPC deste bloco. Ele é responsável pela atribuição de um novo EPC a partir do seu bloco atribuído e por associá-lo a um objeto físico ou outra entidade. Ao fazê-lo, o EPC Gerente deve garantir que as propriedades de singularidade apropriadas sejam mantidas. O ato de atribuição de um novo EPC é chamado de "comissionamento".

O gerente de EPC também é responsável por manter o registro no sistema de nomes de objetos (ONS), associado aos blocos de EPC que gere. Os registros do ONS são o ponto de entrada para certos tipos de operações de pesquisa global. Esta responsabilidade se limita a esses blocos de EPC que são atribuídos pelo gerente EPC aos objetos que são trocados com outros assinantes.

Todos os blocos EPC, reservados para uso interno pelo gestor do contrato, não precisam ser refletidos no ONS. Além disso, o gerente de EPC pode optar por não fornecer ONS pesquisa para uma ou todas as suas EPC. Nesse caso não há obviamente nenhuma obrigação de manter os registros do ONS para as EPC. A rede *EPCglobal*, (Figura 2.6), é estruturada essencialmente em seis elementos que são:

- Número EPC: identificador global e único, que serve para realizar consultas sobre o objeto que ele identifica;
- etiqueta EPC (*tag*): portadora de dados (EPC), que comunica com o leitor por RF. É constituída por memória, microprocessador e por uma antena;
- leitor ou interrogador: dispositivo de captura de dados; portátil ou fixo, que se conecta à rede;

- *middleware* EPC: software que controla os leitores. Pode funcionar com ou sem um repositório local de números EPC e informações associadas;
- especificação ALE: é o padrão de interface em nível de aplicação, desenvolvido pela *EPCglobal* para permitir aos clientes obterem observações EPC consolidadas e filtradas, a partir de uma variedade de fontes (GLOVER & BHATT, 2007);
- ONS (*Object Name Service*): recurso partilhado que possui informações associadas ao número EPC (equivalente ao DNS para *internet*);
- EPCIS (*EPC Information Service*): serviço de informações de EPC que contém todos os dados relativos a um EPC. Utiliza-se PML, que é uma linguagem definida em XML, para permitir consultas e obter dados relacionados aos números EPC.

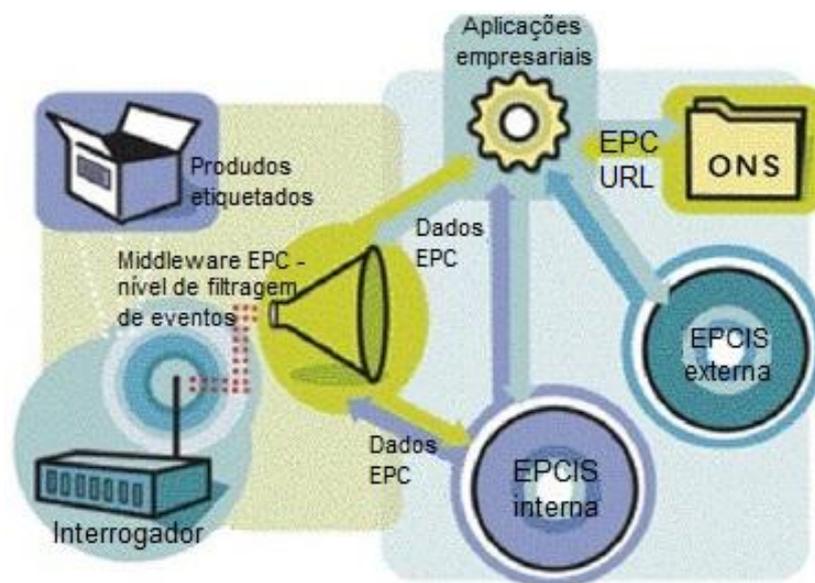


Figura 2.6 – Arquitetura da rede EPCglobal

Fonte: <http://www.rfidjournal.com/article/purchase/2000> modificada pela autora

O *middleware* EPC é um *software* que tem a função de gerir os dados capturados pelos leitores/interrogadores e disponibilizar estes dados para o EPCIS e

para os sistemas empresariais. A implementação de um *middleware*, de um modo geral e básico para um sistema RFID, é dividida em três camadas (Figura 2.7):

- Camada de transmissão de dados: Esta camada contém os diversos modelos de *tags* e leitores que identificam com as *tags* e os leitores físicos a fim de se comunicarem.
- Camada operacional: Esta camada intermediária contém o *middleware* que faz a integração entre os diversos leitores com os diversos sistemas existentes. É nesta camada onde são identificadas as *tags* válidas de vários leitores e o agregamento das mesmas em uma só informação.
- Camada de negócio: Nesta camada, encontra-se toda a infraestrutura de uma empresa que utiliza o sistema RFID. Esta camada caracteriza-se por uma grande heterogeneidade devido aos diversos tipos de plataformas suportados.

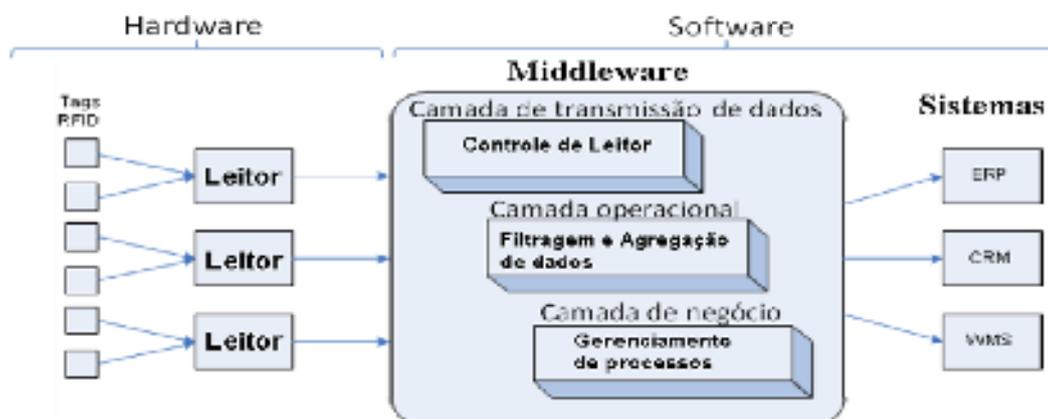


Figura 2.7 – Arquitetura geral do middleware RFID

Fonte: FLOERKEMEIER, Christian; RODUNER, Christof; LAMPE, Matthias; RFID Application Development With the Accada Middleware Platform; IEEE Systems Journal; vol.1, nº2, Dezembro 2007.

O serviço de informação EPC (EPCIS) é o principal veículo para a troca de dados entre assinantes *EPCglobal* na estrutura *EPCglobal*. O EPCIS abrange ambas as interfaces para troca de dados e especificações dos dados entre si. Os dados EPCIS são as informações que compartilham os parceiros comerciais para obterem mais detalhes

sobre o que está acontecendo com os objetos físicos em locais fora de seu domínio, chamados de EPCIS externos. Mas os dados EPCIS podem ser usados dentro da empresa como controle de produção e neste caso, são denominados EPCIS internos. Para a maioria das indústrias que utilizam *EPCglobal network*, os dados EPCIS podem ser divididos em cinco categorias (Tabela 2.1).

Tabela 2.1 – As cinco categorias dos dados EPCIS

Dados	Definição	Categoria
Estáticos	São dados que não mudam ao longo da vida de um objeto físico	Nível de classe de dados estáticos, ou seja, mesmos dados para todos os objetos de uma determinada classe de objeto. Para produtos de consumo, por exemplo, a "classe" é do produto.
		Instância nível de dados estáticos, que podem variar de uma instância para outra, dentro uma classe de objeto. Exemplos de instância em nível de dados estáticos incluem coisas como data de fabricação, número de lote, data de validade, e assim por diante. Instância de nível dados estáticos geralmente toma a forma de atributos associados à CPE específica.
Transacional	São dados que faz crescer e mudar ao longo da vida de um objeto físico	Observações Instância, que registram eventos que ocorrem na vida de um ou mais EPC específicos, como a movimentação dos produtos entre empresas. As observações instância têm, em sua maioria, quatro dimensões: tempo, localização, um ou mais EPC, e etapa do processo de negócios.
		Observações Quantidade, que registram eventos relacionados com a medição quantidade de objetos dentro de uma classe de objeto específico. São observadas as dimensões: tempo, lugar, objeto de classe, a quantidade e a etapa do processo de negócios.
		Observações Transação de Negócio registram uma associação entre uma ou vários EPC e mais uma transação comercial. Nestas são observadas as quatro dimensões: tempo, de um ou mais EPC, uma etapa do processo de negócio e um negócio identificador de transação.

2.1.3 A camada de aplicações empresariais

Esta camada se baseia nos sistemas empresariais que dão suporte aos módulos RFID. Com o avanço da tecnologia da informação os sistemas empresariais estão cada vez mais interativos e alcançam níveis de complexidades maiores. Os sistemas ERP (*Enterprise Resource Planning*), também conhecidos como sistemas integrados de gestão, são sistemas com funcionalidades que suportam as atividades dos diversos processos de negócio das empresas. Eles surgiram a partir das evoluções dos sistemas MRP (*Manufacturing Resource Planning* - Planejamento de Recursos de Manufatura).

O MRP e o MRPII são os SPCP (Sistemas de Planejamento e Controle da Produção) que mais têm sido implementados em empresas de grande porte ao redor do mundo, desde os anos 1970 (CORRÊA & GIANESI, 1996). O MRP permite que, com base na decisão de produção dos produtos finais, seja determinado o que, quanto e quando produzir e comprar os diversos itens semi-acabados, componentes e matérias-primas.

Os sistemas MRP evoluíram para os sistemas MRP II quando deixaram de atender apenas às necessidades de informação referentes ao cálculo da precisão de materiais, para atender às necessidades de informação de tomada de decisão gerencial sobre outros recursos de manufatura. Além das funções de MRP, o MRP II possui as funções de programação mestre da produção, cálculo grosseiro de necessidades de capacidade, cálculo detalhado de necessidade de capacidade, controle do chão de fábrica, controle de compras e, mais recentemente, *Sales & Operations Planning* (Vendas e Planejamento Operacional).

Com a integração dos módulos de Gerenciamento dos Recursos Humanos, Vendas, *Marketing*, Finanças e Controladoria, entre outros, aos módulos de manufatura e a logística dos sistemas MRP II, criou-se os denominados sistemas ERP. A diferença de ter vários sistemas ou apenas um ERP para gerenciamento da empresa se dá pelo fato da unificação dos dados armazenados. No sistema ERP, todos os módulos do sistema utilizam uma base de dados única, evitando a duplicidade de informações, proporcionando mais dinamismo e confiabilidade nas informações gerenciais. Os sistemas ERP são os maiores e mais importantes *softwares* aplicativos utilizados nas empresas de grande porte. Dentre os vários sistemas ERP disponíveis no mercado, os principais e mais utilizados por empresas brasileiras são o SAP (Systems, Applications and Products), o *Oracle* e o Baan (YEN *et al*, 2002).

O ERP SAP, com mais de trinta anos de experiência nas indústrias e uma base de empresas diversificada e crescente, fornece soluções para RFID provadas e escaláveis para integrar sem rupturas os dados reais às aplicações corporativas. Construídas sobre padrões industriais e sobre uma arquitetura orientada a serviços (SOA - Service-oriented architecture), este sistema permite responder imediatamente às regulamentações e, ao mesmo tempo, agrega valor ao negócio.

Dois componentes principais formam a base das soluções RFID do SAP, sendo eles: o SAP *Auto-ID Infrastructure* e o SAP *object event repository*. O primeiro tem como objetivo facilitar a captura de dados serializados de antenas e fornecer o contexto de negócios para transformar os dados em eventos de negócio significativos. O segundo dá suporte aos aplicativos que precisam de visibilidade entre pontos na empresa ou entre a empresa e outros parceiros comerciais, sustentando uma ampla variedade de processos de negócio. Alguns exemplos de atividades monitoradas pelo SAP RFID são: aeroespacial e defesa, automotiva, bens de consumo, ciência da vida e varejo.

A *Oracle* fornece a tecnologia RFID como um conjunto abrangente de recursos para captar, gerenciar, analisar, acessar e responder aos dados de sensores, tais como RFID, localização e temperatura. A estrutura é constituída por banco de dados *Oracle*, *Oracle Fusion Middleware*, *Oracle Enterprise Manager* (Gerenciador Empresarial da *Oracle*) e *Sensor-Based Services* (Serviços Baseado em Sensor). Isto permite que as empresas atribuam a tecnologia RFID de forma rápida e fácil integração de sensores baseados em informações em seus sistemas corporativos.

Dos sistemas ERP *open source* um dos mais conceituados é o *Openbravo*. Ele foi desenvolvido para pequenas e médias empresas, no intuito de torná-las mais competitivas. O projeto desenvolvido pela empresa *iSurf*, com a finalidade de popularização da tecnologia RFID, desenvolveu um módulo chamando CPFR para

integração com o *Openbravo* (iSURF, 2010). Entretanto, até o momento, este módulo não está disponibilizado para instalação no site oficial do ERP *Openbravo*.

Os sistemas dedicados são *softwares* criados especialmente para atender às especificações do cliente, ou seja, todas as necessidades implícitas e explícitas descritas no levantamento dos requisitos do sistema. Um sistema dito de qualidade deve estar de acordo com as normas brasileiras de qualidade de produto de *software* (ISO/IEC 9126 - NBR 13596) e para atender às necessidades do sistema RFID, o sistema necessita estar no padrão *EPCglobal*.

2.1.4 Vantagens e desvantagens

O sistema RFID possui vantagens que superam as desvantagens de sua utilização. A sua maior vantagem é a atualização automática dos dados, o que o torna mais preciso e com uma porcentagem de erro bem menor do que aqueles que são atualizados manualmente. Outra vantagem relevante é a rastreabilidade do produto etiquetado com uma *tag* RFID, tanto dentro do estabelecimento, quando fora dele. Sua maior desvantagem é, por enquanto, o preço ainda bem mais alto do que uma etiqueta comum.

2.1.4.1 Vantagens

Além da precisão dos dados em tempo real em qualquer lugar, o sistema RFID disponibiliza um espaço para armazenamento de dados adicionais nas etiquetas, que variam de 1Kb até 16 Kb. A todo momento, esta capacidade de armazenamento é aumentada. Uma maior segurança é outra vantagem de se utilizar o sistema RFID, devido à possibilidade de tornar o sistema único, limitando o acesso às informações apenas a outros sistemas compatíveis. Na rede *EPCglobal*, padronizadora do EPC que é a base do sistema RFID, é possível obter informações do produto rastreado pela *Internet*, através do registro do mesmo no ONS.

2.1.4.2 Desvantagens

O maior gargalo do sistema RFID é o preço que atualmente se encontra superior ao sistema de código de barras. O Professor Gyou-Jin Cho e sua equipe da Universidade Nacional *Sunchon*, na Coreia do Sul, juntamente com os cientistas da Universidade Rice, nos Estados Unidos, desenvolveram um *chip* que pode ser impresso sobre qualquer embalagem, da mesma forma que os códigos de barra. Até o momento as etiquetas são feitas separadamente do produto e posteriormente coladas sobre ele para ser monitorado. Com a impressão direta, pode-se reduzir o custo do próprio chip RFID, reduzindo um passo no processo industrial de fabricação. Essencialmente, a máquina que imprime o código de barras poderia ser substituída pela "máquina de imprimir *chips*" (CHO, 2010).

2.2 Aplicações do RFID

Atualmente, o que se vê são produtos das lojas nos *shoppings* etiquetados com um *chip* RFID para controle de furtos. Além de proteger seus produtos, deixa os clientes à vontade para apreciação dos mesmos sem a necessidade de funcionários de sentinela sobre eles. Em 2002, o Grupo Pão de Açúcar propôs a criação de um grupo de trabalho com o objetivo de estudar a viabilidade da aplicação da tecnologia de etiquetas inteligentes à realidade brasileira, multiempresa e multidisciplinar (DUARTE et al, 2005). Neste grupo, participaram integrantes com diferentes formações e empresas com experiência internacional no assunto – Accenture, CHEP, Procter & Gaamble e Gillette. Eles constataram que a solução apresentava benefícios claros para o Brasil, mas a disseminação seria de forma mais lenta do que em outros países como Estados Unidos e União Européia. De imediato, perceberam benefícios na cadeia de suprimentos, mas em contra partida, poucos ganhos da eficiência operacional, como ilustra a Figura 2.8.

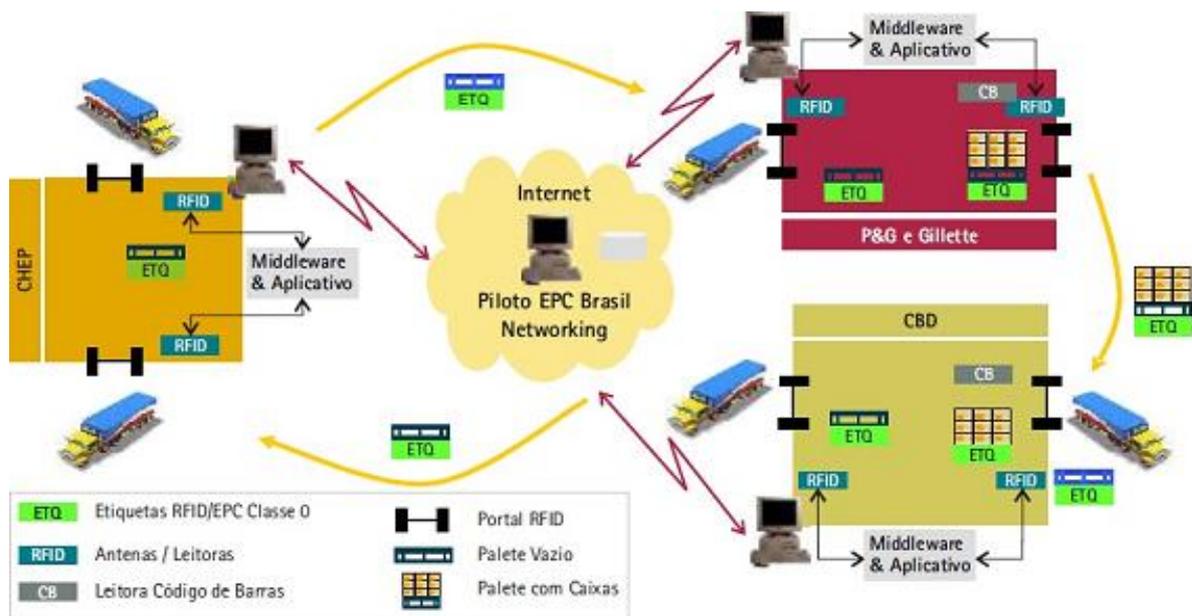


Figura 2.8 – Projeto piloto EPC Brasil networking
 Fonte: http://www.grupopaodeacucar.com.br/fornecedores/revista_RFID_.pdf

Em parceria com a Microsoft, IBM, Intermec e RR Etiquetas, o quiosque de vinhos do supermercado Pão de Açúcar disponibilizou um quiosque multimídia instalado na seção. Nele, ao aproximar os rótulos de vinho, o cliente recebe todas as informações referentes à bebida, tais como sua procedência, tipo da uva, preço, melhor acompanhamento, entre outras.

No Brasil, pode-se destacar as aplicações em relógio de ponto, catracas inteligentes, controle de acesso de pessoas em bares, boates, condomínios, clubes, estacionamento etc., controle de produção, controle de estoque, contagem de produtos, controle de pedágios, caixas eletrônicos e na cadeia produtiva da carne bovina.

2.3 Trabalhos Correlatos

Vários trabalhos têm sido desenvolvidos no sentido de aplicar a tecnologia RFID em sistemas produtivos, mas nenhum oferece soluções para a implementação desta tecnologia em um processo produtivo de frigoríficos.

Um trabalho de mestrado desenvolvido por Alexandro Monteiro Carneiro sobre sistema de gerência de ativos físicos usando tecnologia RFID na subestação de

energia elétrica visa automatizar o processo de conciliação físico e contábil dos ativos e melhorar as ações de manutenção da concessionária de energia. Com isso é possível a verificação da localização exata do ativo registrado no sistema contábil e de manutenção para atualização dos dados relativos ao equipamento (CARNEIRO, 2008).

O trabalho de mestrado intitulado “Contribuição do uso da RFID na cadeia de suprimentos: Aplicação na distribuição de pára-quedas”, de Leonardo de Macedo Martins dos Santos, tem como objetivo demonstrar o potencial da RFID por meio da confecção de um protótipo de sistema para controle de um item específico de alto valor agregado, pertencente à cadeia de suprimentos do exército (SANTOS, 2006).

O trabalho que mais se aproxima deste foi realizado por Eliane Gomes da Costa titulado de “Análise da utilização de tecnologias da informação móveis e sem fio (TIMS) nos diferentes elos da cadeia bovina do estado de Goiás. Ele Trata do mapeamento da cadeia produtiva da carne bovina no estado de Goiás”, as formas de utilização das TIMS para rastreamento e gerenciamento da cadeia bovina do estado de Goiás, a fim de registrar todas as ações de manejo e movimentação dos animais dentro das propriedades rurais (COSTA, 2010).

3. DESCRIÇÃO DO FUNCIONAMENTO DE UM FRIGORÍFICO

O processamento da carne bovina pode ser dividido em abatedouros (ou matadouros), frigoríficos e graxarias. Nos abatedouros, é realizado o abate dos animais, que produz carcaças (carne com ossos) e vísceras comestíveis. Algumas unidades podem também fazer a desossa das carcaças e produzirem os chamados “cortes de açougue”, porém, neste caso, não industrializam a carne.

Os frigoríficos se dividem em dois tipos: 1) os que somente industrializam a carne, ou seja, compram a carne em carcaças ou cortes, bem como vísceras, dos matadouros ou de outros frigoríficos para processamento e geração de derivados e subprodutos; 2) frigoríficos que fazem todo o processo de abatedouros/matadouros e industrializam a carne como mencionados no artigo 21 do capítulo 1, no regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal (RIISPOA, 1952).

Na graxaria ocorre o processamento dos subprodutos e/ou resíduos dos abatedouros ou frigoríficos e de casas de comercialização de carnes (açougues), como sangue, ossos, cascos, chifres, gorduras, aparas de carne, animais ou partes condenadas pela inspeção sanitária e vísceras não-comestíveis.

Os produtos resultantes para comercialização na graxaria são o sebo ou gordura animal que é a matéria prima para a indústria de sabões/sabonetes e para a indústria química e as farinhas de carne e ossos, que podem ser utilizadas para fazer ração de aves de corte e postura.

3.1 Estrutura de um frigorífico

O frigorífico a ser considerado nesta dissertação é do tipo que faz todo o processo abatedouro/matadouro e industrialização da carne. Para melhor entendimento, são ilustradas na Figura 3.1 todas as etapas deste processamento e industrialização da carne.

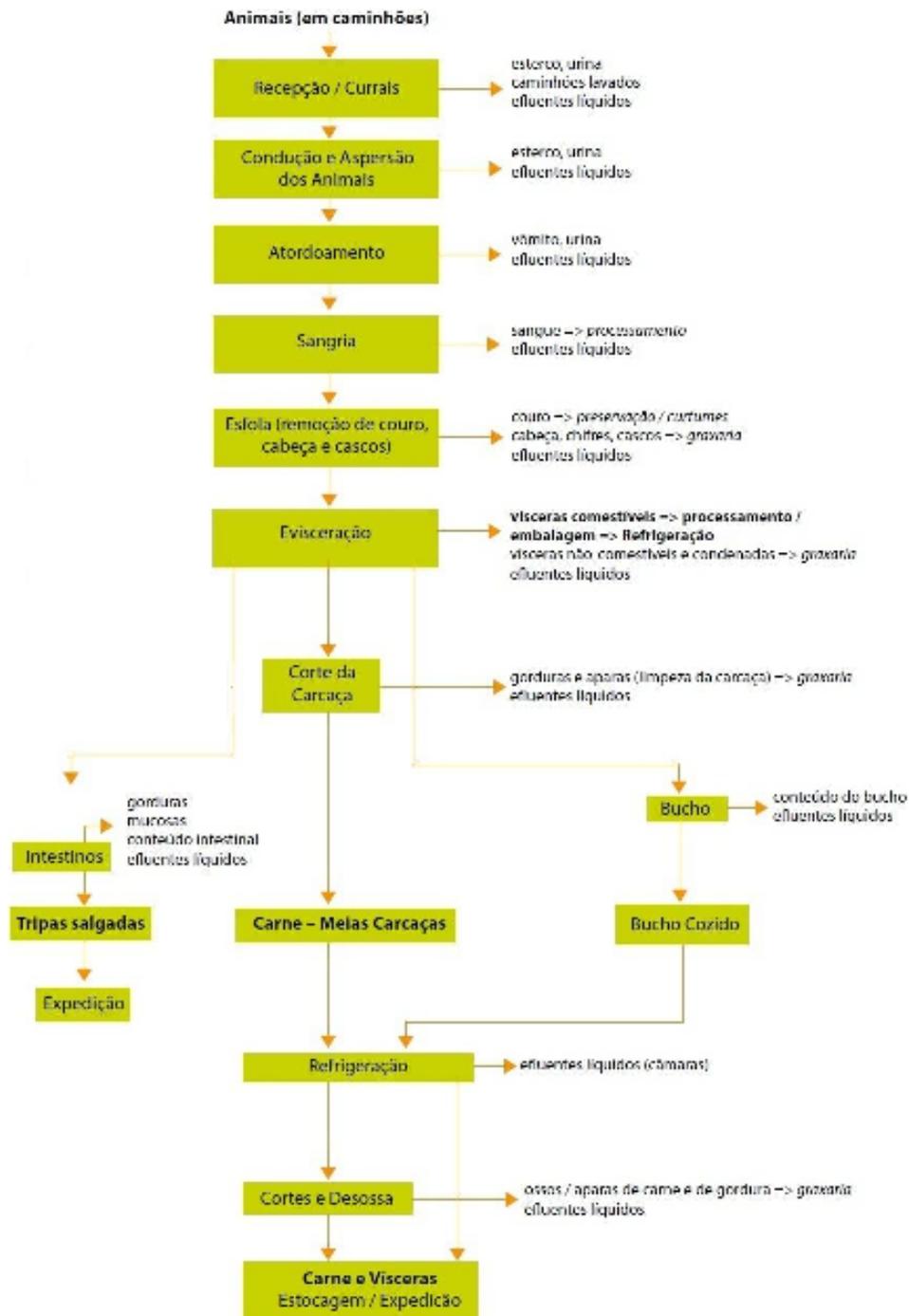


Figura 3.1 – Fluxograma básico do abate bovino
 Fonte: Guia técnico ambiental de abate (bovino e suíno) – Série modificada pela autora

3.2 Dinâmica do processo de abate e comercialização da carne

Há uma demanda crescente por processos denominados abates humanitários que visam reduzir sofrimentos inúteis ao animal a ser abatido (CORTESI, 1994; PICCHI & AJZENTAL, 1993). O abate humanitário é um conjunto de procedimentos técnicos e científicos que garantem o bem-estar dos animais desde as operações de embarque na propriedade rural, até a sangria no estabelecimento de abate (GRACEY & COLLINS, 1992). As vantagens de se utilizar o abate humanitário são suprimir o sofrimento desnecessário do animal e obter uma sangria eficiente, além de propiciar uma carne de ótima qualidade para comercialização.

3.2.1 Recepção/currais

Os bovinos são embarcados, sem a utilização de atos de crueldade e transportados por caminhões ou carretas para os frigoríficos. Lá chegando, os animais são recepcionados pelos fiscais da segurança sanitária para verificação da integridade física. Passados pela verificação, os animais são separados em lotes por procedência e sexo. Eles ficam nos currais por um período que varia entre dezesseis a vinte e quatro horas, descansando e são submetidos à dieta hídrica (THORNTON, 1969) (Figura 3.2).



Figura 3.2 - Foto da acomodação dos animais nos currais

O descanso propicia a melhoria da qualidade da carne, restabelecendo-se os níveis normais de adrenalina e de glicogênio presentes no sangue e músculo respectivamente (SHORTHOSE, 1991), decorrente das perturbações surgidas pelo deslocamento dos animais do local de origem para o estabelecimento de abate (GIL & DURÃO, 1985).

3.2.2 Condução e aspersão dos animais

Finalizado o período de descanso, os animais são conduzidos para um corredor com várias divisões e separados em lotes menores para o abate. Este corredor denominado de “seringa” vai afunilando, ao ponto dos animais andarem em fila única. Durante todo o trajeto os animais são aspergidos com jatos de água clorada, com pressão regulada (Figura 3.3).



Figura 3.3 - Foto da aspersão dos animais

O posicionamento dos jatos são superiores e laterais, sendo o primeiro como os de chuveiros, de cima para baixo. A aspersão dos jatos laterais é feita de baixo para

cima. Desta forma permite a melhor higienização da pele removendo esterco e outras sujeiras dos animais antes do abate (STEINER, 1983).

3.2.3 Atordoamento

O atordoamento é o método utilizado para insensibilizar o animal antes do abate propriamente dito. Quando os animais chegam ao abate, eles entram em um “box” estreito onde são atordoados com aplicação de um instrumento ou método de insensibilização podendo ser: marreta, martelo pneumático não penetrante (*cash knocker*), pistola pneumática de penetração (*pneumatic-powered stunners*), pistola pneumática de penetração com injeção de ar (*pneumatic-powered air injections stunners*), armas de fogo, pistola de dardo cativo acionada por cartucho de explosão, corte da medula (utilizada mais em búfalos), processos químicos, entre outros (Figura 3.4).



Figura 3.4 - Foto do atordoamento do animal

O abate Kosher, realizado conforme os rituais judaicos ou islâmicos, não utiliza o método de atordoamento antes do abate (CORTESE, 1994). O significado de *Kosher* ou *Kasher* é: preparado de acordo com as leis judaicas de alimentação (REGENSTEIN & REGENSTEIN, 1988). Este método consiste na degola do animal, cortando a pele, músculos, traquéia, esôfago, veias jugulares e artérias carótidas, tendo como objetivo a máxima remoção de sangue (REGENSTEIN & REGENSTEIN, 1988).

A pistola pneumática de penetração, produzida no Brasil, produz uma grave laceração encefálica, que produz inconsciência rápida do animal e é considerado um método eficiente de abate de bovinos. Ela possui um terminal em bastão com extremidade convexa, sem injeção direta de ar (ROÇA, 1999).

O martelo pneumático provoca uma hemorragia cerebral difusa com um pino retrátil, inserido na parte superior da cabeça. O pino perfura o osso do crânio e destroi parte do cérebro do animal, deixando-o inconsciente. Outro método usa uma pistola, sem dispositivos penetrantes, que faz o atordoamento por concussão cerebral.

Após o atordoamento, abri-se uma porta lateral, na direção do qual o animal é içado com auxílio de talha ou guincho e de uma corrente presa a uma das pastas traseiras, sendo pendurado em um trilho aéreo chamado de nória. É comum os animais vomitarem nesta fase, e portanto, recebem um jato de água para limpeza do vômito (MUCCILOLO, 1985).

3.2.4 Sangria

O método de abate afeta sensivelmente o processo de sangria, sendo mais eficiente o abate tipo *kasher* (ROÇA, 1999). O tempo entre o atordoamento e a sangria também reflete no volume de sangue colhido. Quanto mais rápido for a sangria após o atordoamento, melhor será o volume de sangue colhido.

O bovino vivo possui, em média, um volume de sangue de 7,3 litros/100Kg. Na sangria, são retirados aproximadamente 3,96 litros/100Kg de sangue (BARTELS, 1980), ou seja, de um bovino com 360 Kg de peso são retirados aproximadamente 14 litros de sangue.

Para obtenção de uma carne com adequada capacidade de conservação, deve ser retirado cerca de 60% do volume total de sangue. O restante fica retido nos músculos e vísceras do animal (PISKE, 1982).

Utiliza-se somente facas nesta fase do processo e em cada utilização, as mesmas são esterilizadas para evitar a contaminação via microrganismos (MUCCILOLO, 1985), (Figura 3.5). Caso o sangue seja direcionado para fins farmacêuticos, são utilizados facas especiais (tipo vampiro) conectadas diretamente nas artérias. O sangue colhido passa por um tubo ligado ao cabo da faca, que o leva para recipientes esterilizados (PISKE, 1982).



Figura 3.5 - Foto da sangria dos animais

3.2.5 Esfolia

Os produtos resultantes da esfolia são o couro, a cabeça, os chifres e as patas. Durante a sangria, o animal é preso através de corrente a uma das pastas traseiras. Quando passa para fase de esfolia, os animais são presos em ganchos e neles ficam até a fase da desossa. Na esfolia, primeiro retiram-se as patas dianteiras, aproveitando os mocotós. Depois, corta-se a pata traseira livre (que não está enrolada na corrente), inicia a retirada do couro e introduz o primeiro gancho (Figura 3.5).



Figura 3.6 – Foto do início da esfolação dos animais



Figura 3.7 – Foto da retirada dos chifres

Em seguida, corta-se a outra pata traseira, introduz no segundo gancho e continua a retirada do couro. Para evitar contaminação da carcaça, o ânus e a bexiga são amarrados. Os mocotós são inspecionados e caso aprovados, são encaminhados para o processamento; caso contrário, são enviados para produção de farinha.

Para facilitar a remoção do couro, este recebe mais alguns cortes como a remoção dos chifres (Figura 3.7). Depois, o equipamento contendo um rolete e duas correntes onde se prende o couro faz o restante da remoção. Quando o equipamento é tracionado, as correntes puxam o couro, removendo-o por completo do animal. O processo de remoção do couro pode ser feito também manualmente utilizando somente facas. Contudo, aumenta-se a probabilidade de contaminação da carcaça por resíduos fecais ainda presentes no couro. O couro passa por um processo de preservação e é vendido para curtumes.

Nesta fase, também são retirados o rabo, o útero (nas fêmeas) e os testículos (nos machos) manualmente, com facas e, posteriormente a cabeça. A cabeça é lavada e inspecionada em suas cavidades (boca, narinas, faringe e laringe). Neste momento, a carcaça é avaliada, classificada e tipificada quanto à idade, ao sexo e tipo exportação ou não.

3.2.6 Evisceração

A evisceração é o processo de remoção das vísceras abdominais e pélvicas, incluindo os intestinos, a bexiga e o estômago. As partes são despejadas nas bandejas e inspecionadas (Figura 3.8).



Figura 3.8 - Foto da evisceração dos animais

Caso estejam em perfeito estado vão para processamento; se condenadas, para graxaria. Os miúdos (fígado, coração, rins) são imediatamente embalados e enviados para a refrigeração. Os intestinos são limpos e deles são produzidas as tripas que são salgadas para fabricação de embutidos ou utilizadas para aplicações médicas. O bucho também é esvaziado, limpo e salgado, por vezes branqueado e refrigerado para posterior expedição. Da vesícula biliar se extrai a bile que é vendida para as indústrias farmacêuticas.

3.2.7 Corte da carcaça

Após a evisceração, a carcaça é serrada ao meio longitudinalmente, seguindo o cordão espinhal, (Figura 3.9). Das carcaças lavadas são removidos todos os vestígios de medula espinhal e uns pequenos aparos de gordura e/ou tecidos sem carne. Neste momento, a carcaça é tipificada quanto à maturidade, ao acabamento, à conformação e ao peso quente, (Figura 3.10). Finalizada a pesagem, as carcaças seguem para refrigeração.



Figura 3.9 - Foto da serragem da carcaça



Figura 3.10 - Foto da tipificação da carcaça

3.2.8 Refrigeração

Para carne não perder suas propriedades e se manter conservada por maior tempo possível, o emprego da refrigeração deve ser feito imediatamente após o abate. O uso das baixas temperaturas retarda o aparecimento de atividades microbianas, assim como as reações químicas e enzimáticas que modificam a carne. As câmaras frias, (Figura 3.11), têm suas temperaturas estabilizadas entre 0 e 4°C. Desta forma, a temperatura da carcaça fica em torno de 7°C, para não congelar a carne e também não escorrer o sangue, garantindo a maciez da mesma. As carcaças ficam nas câmaras frias entre 24 e 48 horas.



Figura 3.11 - Foto da refrigeração da carcaça

3.2.9 Desossa

Após o período de resfriamento, as meias carcaças são encaminhadas para a desossa, caso não sejam enviadas direto para expedição. Este processo é executado manualmente, com a utilização de somente facas (Figura 3.12). As peças são embaladas a vácuo, etiquetadas, encaixotadas e enviadas para as câmaras de estocagem.



Figura 3.12 - Foto da desossa da carcaça

Os desbastes desta operação são normalmente aproveitados na produção de derivados de carne. Os ossos são enviados para graxaria para produção de sebo, farinha de rações e gordura animal industrial.

3.2.10 Estocagem/expedição

Dependendo do destino da carne, a mesma é encaminhada para estoques distintos. Na câmara de estocagem, (Figura 3.13), as caixas lacradas ficam a uma temperatura de 0°C, administrados pelo método PEPS (Primeiro que Entra, Primeiro que Sai).

Para destinos mais longínquos, a carne passa por um processo de congelamento nos chamados “túneis de congelamento”, a uma temperatura de 35°C negativos, por até 48 horas. Após o congelamento, os pacotes são encaminhados, através de esteiras, para

câmaras de congelados. Eles são acondicionados em paletes, onde permanecem até serem embarcados, (Figura 3.14).



Figura 3.13 - Foto da estocagem



Figura 3.14 - Foto da expedição

3.3 Utilização do RFID

A utilização do sistema RFID na cadeia produtiva da carne bovina tem como objetivo, num primeiro momento, estender a rastreabilidade do animal para todo o processo produtivo iniciado pelo SISBOV (Sistema Brasileiro de Identificação e Certificado de Origem Bovina e Bubalina).

O SISBOV garante a rastreabilidade até o abate do animal; depois, esta identidade é perdida. Com o sistema RFID aplicado dentro do processo produtivo do frigorífico, esta identidade não é perdida. Outras informações importantes podem ser fornecidas como classificação, tipificação, permanência no estabelecimento e destinos dos produtos do animal. Além do controle rigoroso entre a quantidade de carne comercializada versus o número de animais abatidos, evitando a sonegação de impostos por parte de alguns frigoríficos e o abate clandestino realizado por pequenos estabelecimentos os quais não seguem as normas de vigilância sanitária.

O animal pode chegar com ou sem identificador SISBOV (usualmente são *chips* embutidos em brincos e broxes) no frigorífico. Para os animais cadastrados no

SISBOV, no momento da esfolagem, o código é lido por uma antena em posição vertical e referenciado ao código EPC instalado nos ganchos. Cada animal é referenciado a dois ganchos, ou seja, cada gancho referencia uma banda (direita ou esquerda) do animal.

Na evisceração, as vísceras são despejadas nas bandejas que também possuem código EPC, nas quais o animal é novamente referenciado. De acordo com o plano de negócio do processo produtivo, estipula-se a quantidade de miúdos em cada pacote. Suponha que sejam 8 miúdos por pacote. Assim que a inspeção liberar para processamento, as *tags* são lidas e é impresso um código EPC que referencie todos os animais cujo os miúdos estão dentro deste pacote.

Outra antena posicionada na refrigeração pode acompanhar a localização exata de cada banda do animal. Na desossa, deve ter outra antena para identificar o animal para posterior emissão de etiquetas nas peças e nos pacotes.

O pacote não é montado com apenas as peças de um animal; pelo contrário, são de vários animais. Novamente, o plano de negócio estipula a quantidade de peças por pacote. Esta informação é passada para o *middleware* RFID, que faz a filtragem e agregação das *tags* e retorna para o sistema dedicado, registrando o pacote.

Outras antenas posicionadas nas entradas e saídas de ambiente como câmara de estocagem, túneis de congelamento, câmara de congelados e áreas de expedição controlam toda a movimentação dos pacotes na área de estocagem do frigorífico.

A desagregação e posterior agregação das informações dos produtos finais de cada fase de processamento são os pontos críticos de controle para a implementação do sistema RFID. Na maioria dos processos produtivos, ocorre somente à agregação de várias peças para criar um produto.

O sistema RFID é muito utilizado para controle de movimentação e logística, onde somente há leitura da *tag* e o repasse desta informação para camadas superiores.

No caso do frigorífico, a todo momento, há desagregação de suas partes e agregação com outras do mesmo tipo, mas de animais distintos, o que gera grande dificuldade em conservar a identidade do animal (Figura 3.15).

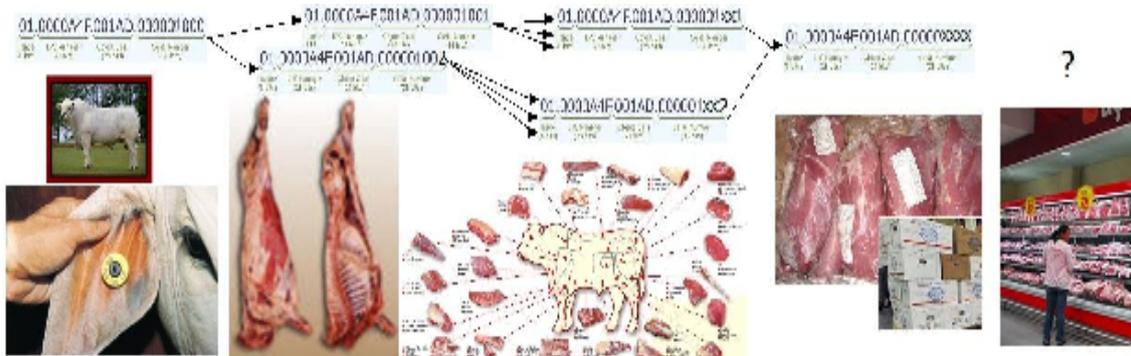


Figura 3.15 – Pontos críticos de controle na implantação do sistema RFID

No momento da esfolagem, quando o animal é introduzido ao gancho, há uma sincronia entre a *tag* da carretilha que contém o gancho com a *tag* do animal para que a leitora posicionada no ponto alto do estágio lhe identifique. As *tags* lidas são repassadas para o *middleware RFID*, que faz a filtragem e agregação e envia as informações para a aplicação processar e alimentar no banco de dados.

Na evisceração, os miúdos, os intestinos e o bucho são despejados de forma manual nas bandejas que também possuem *tags*. Novamente, uma leitora de maior potência na parte superior do ambiente faz a leitura de ambos quando sincronizados e repassa as mesmas para o *middleware RFID*, repetindo o processamento e o armazenamento.

Os miúdos processados são etiquetados com uma *tag* que identifica todos os animais que compõem o pacote determinado pelo processo de negócio da empresa frigorífica e seguem para a refrigeração, estocagem e expedição. Os intestinos e o bucho perdem a identidade única, pois são processados aos milhares, o que impossibilita seu rastreamento conforme demonstrado no item 3.2.6.

Após o resfriamento, as bandas (direita e esquerda) são divididas em quartos traseiro e dianteiro, que podem ser expedidos neste momento, sendo etiquetadas com *tag* contendo informações sobre o animal e todas as informações de seu processamento e quaisquer outras informações relevantes.

Os quartos, quando não expedidos, são enviados para a desossa. Nesta fase, existem esteiras que em seu início, localiza-se uma antena que lê as *tags* dos ganchos e envia as informações para o *middleware RFID*.

De acordo com o processo de negócio estabelecido pela empresa, a etiqueta anexada ao pacote receberá as devidas informações das peças e de seus respectivos animais que a originou. Com o código da etiqueta, o consumidor final poderá ter acesso a todas as informações da procedência do animal que originou a peça de carne, de como e quando foi processada e qual foi o percurso percorrido até o açougue.

Neste capítulo foi apresentado o processo produtivo de um frigorífico, a possibilidade de implantação da tecnologia RFID neste processo e a análise dos pontos críticos na implantação.

No capítulo seguinte, intitulado de materiais e métodos, encontra-se a descrição da visita técnica para o levantamento dos pontos críticos na implantação da tecnologia RFID no contexto do processo produtivo de um frigorífico e os aplicativos utilizados na proposta para viabilização desta implantação.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Este capítulo está organizado em três seções. Nelas são apresentados os materiais e os métodos que guiaram este estudo. No primeiro, há a apresentação das formas encontradas para obtenção das informações necessárias para o entendimento do processo produtivo da carne bovina, do sistema RFID e das ferramentas utilizadas neste estudo. No segundo, é detalhado o método da pesquisa e, finalmente, tece as considerações das escolhas das ferramentas escolhidas para elaboração dos casos de uso.

4.1 Materiais

No capítulo anterior introduziu-se a tecnologia RFID e foi mencionado que mesmo não sendo uma tecnologia atual, somente agora expandiu em diversas áreas. A sua aplicabilidade é notória e com ganhos significativos em diversos aspectos do gerenciamento das informações ao longo da cadeia produtiva.

Até o momento, pouco tem-se falado da aplicação do sistema RFID na cadeia produtiva da carne com ênfase no frigorífico. O SISBOV utiliza esta tecnologia para rastrear os animais desde a sua origem até o frigorífico ou abatedouro. No frigorífico, a identidade única de cada animal é perdida e são repassadas somente informações do lote de animais. Além das informações providas da rastreabilidade do animal antes do abate, outras informações podem ser agregadas ao produto como: sua localização exata dentro e fora do frigorífico, a sua trajetória até cada destino com o tempo gasto para tal, suas características e formas de preparo; entre outras. Isso se dá pelo fato da etiqueta eletrônica possuir um espaço de armazenamento de informações bem considerável e estas informações podem ser disponibilizadas em um ambiente *Web*, o que torna fácil o acesso.

O grande desafio deste trabalho é encontrar uma forma das informações que foram fornecidas pelo sistema SISBOV ou mesmo aquelas que foram cadastradas pelo frigorífico no momento da recepção dos animais no curral sejam mantidas até a expedição dos produtos. Detectaram-se alguns pontos onde estas informações poderiam ser perdidas durante o processo produtivo, sendo estes: o momento da esfolagem, o momento da evisceração e o momento da desossa, pontos estes levantados através da visita técnica, das entrevistas e do levantamento bibliográfico.

A visita técnica se deu no final de 2010 em um dos estabelecimentos do maior frigorífico do país, localizado em Goiânia que, por questões de ética, solicitou a não divulgação de seu nome. Com acompanhamento do gerente de produção, mostrou-se e explicou-se todo o processo interno do frigorífico, desde a compra do animal até o estoque e a área de expedição. Esta visita foi facilitada com o acompanhamento de um produtor de gado de corte que possui antigos laços comerciais com a empresa.

Outro ponto em questão é o fator econômico: como realizar experimentos sem a disposição de orçamento para esta pesquisa? Primeiramente, analisou-se o ERP *Openbravo*. Ele é gratuito e de grande aceitação como sistema de gestão empresarial. O empecilho na utilização deste sistema se dá pelo fato dele não possuir, até o momento deste trabalho, o módulo RFID. Portanto, esta opção foi desconsiderada.

Na procura por soluções econômicas para resolver este problema, encontrou-se o *Fosstrak*. Este sistema aberto e livre, que possui a certificação *EPCglobal*, mostrou uma solução adequada para este estudo. Ele também comunica com um emulador denominado *Rifidi Emulator*, que facilita os testes de usabilidade sem a necessidade de aquisições de antenas e etiquetas eletrônicas, fato este que impossibilitaria a conclusão deste trabalho, pois não há recursos financeiros disponibilizados nem pela autora, nem pela instituição de ensino.

É utilizado o banco de dados *MySQL* por ser gratuito, de grande aceitação comercial e também empregado como repositório de dados EPCIS na arquitetura Fosstrak. Motivo que se repete na linguagem XML, o qual é amplamente usado nesta arquitetura.

4.2 Métodos

A visita técnica foi realizada mediante acompanhamento de um produtor de gado de corte que possui vínculos comerciais junto ao frigorífico. Este produtor interveio juntamente com o gerente geral do frigorífico, abrindo as portas do estabelecimento. O gerente geral disponibilizou o gerente de produção como instrutor e guia de todo o processo produtivo.

Depois da obtenção da autorização da visita, os visitantes são encaminhados para a área de vestiário para troca das vestimentas desinfetadas (toca, calça e blusa brancas). Todos os ambientes possuem um local onde são lavados os pés e as mãos para a não contaminação dos produtos resultantes do processamento.

O primeiro lugar visitado foi o curral onde os animais são recepcionados, inspecionados e por lá ficam durante 24 horas para descansarem e hidratarem. Observou-se que há duchas em todas as divisórias do curral que esguichavam água constantemente. Os animais pareciam calmos e relaxados.

Os animais são separados em pequenos lotes do mesmo proprietário, sendo a quantidade determinada pelo tamanho de cada curralete. A ordem para o abate se dá pelo sexo e por ser rastreado ou não. Primeiros são abatidos os bois rastreados, depois os não rastreados, seguido das vacas rastreadas e, por último, as não rastreadas.

O desenho do curral facilita a mobilidade dos bovinos, pois nas laterais se encontram os curraletes dos animais e no meio o corredor de circulação que dá acesso a outro corredor denominado "seringa", este por sua vez leva a insensibilização. A seringa

está disposta de forma inclinada para cima e ao seu final uma curva que impossibilita a visão dos animais anteriores. Desta forma, os animais que estão atrás não sabem o que acontece quando chegam ao final da seringa. Naquele momento, estavam sendo encaminhados os bois para a insensibilização e estes não tiveram dificuldade de encontrar o caminho a seguir.

Para acompanhar o processo de insensibilização e abate deve-se entrar na instalação de insensibilização e abate. Novamente, foi necessário a higienização para entrar neste ambiente.

A visualização da insensibilização não pôde ser observada, mas foi explicado pelo gerente de produção que o método utilizado é o martelo pneumático não penetrante. Ele afirma que o resultado é muito bom e diminui possíveis contaminações de microorganismos por não haver penetração. Após a insensibilização, o animal despenca de uma altura de mais ou menos 1,5 metros e é içado com uma corrente em uma das patas traseiras. A partir deste momento, o animal segue por uma esteira onde é abatido e se faz a sangria.

O animal abatido continua na esteira, que eleva para iniciar o processo de esfola. Na metade do caminho, fica um funcionário com uma leitora de etiqueta de mão realizando a leitura do código e a retirada do brinco (caso o animal seja rastreado). Junto dele fica um terminal onde o funcionário valida a leitura e confirma a baixa do código lido no sistema SISBOV.

Não há passagem para continuar o acompanhando da esteira, então deve-se sair da instalação de insensibilização e abate e entrar na instalação da esfola. Fez-se novamente a higienização. Na esfola, retiram-se as patas dianteiras e a pata traseira que não está com a corrente. A esfola começa de cima para baixo, ou seja, das patas traseiras para as dianteiras, precisamente a pata traseira que está sem a corrente. Após a

retirada do couro desta pata até a coxa, a pata é colocada em um gancho. Remove-se a corrente da outra pata e faz-se a retirada do couro até a coxa e a introduz no outro gancho.

Observou-se que a esteira corre lentamente pelo ambiente, dando o tempo exato para cada funcionário realizar sua função específica. De tempo em tempo, a esteira pára para que os funcionários possam sair para se alimentar ou fazer suas necessidades fisiológicas.

Depois da total retirada do couro, é retirada a cabeça onde seus dentes são lavados para a primeira classificação da carne denominada “classificação por maturidade”. O gerente de produção explicou que a carne com boa aceitação para o mercado externo é do animal com dois a quatro dentes permanentes. Isso corresponde a idade de 2 anos a 2 anos e meio.

Na evisceração, são retidas as vísceras e despejadas nas bandejas. Quando detectado algo anormal, as mesmas são inspecionadas, que podem ser condenadas ou não. A inspeção é efetuada rotineiramente por auxiliares de inspeção, sob supervisão do médico veterinário. São examinadas as patas, a cabeça-língua, a cronologia dentária, a bexiga, o baço, os pâncreas, o útero (para as fêmeas), o fígado, os pulmões, o coração, os rins, os quartos traseiros e os dianteiros. Os exames são separados em linhas de inspeção, que vão da letra A a J. Ao final da inspeção, os quartos dos animais recebem carimbos de autorização para consumo ou não, emitido pelo SIF (Serviço de Inspeção Federal), executado pelo DIF (Departamento de Inspeção Final), de responsabilidade do médico veterinário.

No trajeto das esteiras dos ganchos existem os desvios para a carcaça ser melhor analisada. Estes desvios são denominados de “sequestro de carcaça”. A carcaça sequestrada pode ser condenada ou não. Quando não, ela pode ser retornada para o

curso normal do processo produtivo ou ter outro destino. Um dos motivos da segunda opção é quando a carcaça se encontra magra demais para comercialização. Então, são feitos cortes na carcaça, o que inviabiliza o aproveitamento das peças de carne e esta é destinada à conserva, salga ou salsicharia. A condenação da carcaça se dá pela existência de alguma patologia que venha prejudicar a saúde humana ao ser consumida. Esta recebe um carimbo de "condenado" e é destinada para graxaria.

Depois desse processo, a meia carcaça é novamente tipificada conforme o acabamento. Isso significa que é medida a espessura de gordura no exterior das meias carcaças e é verificada a quantidade de gordura intra-muscular na carne (marmorização). Um funcionário tipifica o acabamento e dá entrada no sistema do frigorífico através de um computador de mão.

A gordura ajuda na conservação da carne, principalmente a carne destinada para exportação. Quanto melhor for a marmorização e o acabamento, melhor a aceitação no mercado externo, afirma o gerente de produção.

As meias carcaças são pesadas e é neste momento que se calcula o valor a ser pago ao produtor dos produtos fornecidos. O produtor pode acompanhar até este momento do processo produtivo e conferir o valor do seu recebimento.

Após a pesagem, as meias carcaças seguem para as câmaras de refrigeração que já estão previamente preparadas para seu recebimento. Quando completas, são fechadas com cadeados pela inspeção federal. O gerente explicou que o resfriamento é importante para a carne não perder o volume de água interno, deixando-a mais macia para o consumo. Ele ressaltou que a carne não é congelada, somente fica firme para desossa. No chão da câmara de resfriamento, pôde-se observar pouco sangue escorrido da carcaça.

No momento da visita, o processo de desossa não estava acontecendo, mas o gerente mostrou o ambiente e descreveu seu processo. A câmara de resfriamento possui duas portas: uma para entrada das meias carcaças e outra para a saída delas. A primeira que entra é a primeira a ser dividida em quartos. Os quartos do animal podem ser comercializados ou ir para desossa. Na desossa, há uma esteira onde estes quartos são desossados em peças menores, separadas por tipos e empacotadas. Dependendo do seu destino (mercado interno ou externo), elas vão para o estoque nas câmaras de refrigeração ou para túnel de congelamento.

O processo de congelamento é todo automático. Naquele momento da visita, estava ocorrendo à limpeza do ambiente pelos funcionários. Eles estavam retirando o gelo do local. O gerente de produção afirmou que não há condições de ninguém ficar lá, a não ser no momento da limpeza, pois no local a temperatura chega a atingir 35°C negativos.

O gerente mostrou a câmara de resfriamento e de congelamento. A câmara de resfriamento é utilizada para os produtos destinados para localidades próximas do frigorífico. Na câmara de congelamento, permanecem os produtos com destinos mais longínquos. O gerente de produção completou dizendo que os produtos ficam neste ambiente até completar a quantidade solicitada pelos pedidos. Após isso, vão para a área de expedição.

Na área de expedição, os funcionários dão a baixa no estoque e organizam os pacotes nos caminhões devidamente condicionados com a temperatura ideal para o transporte. Dalí em diante, os produtos seguem para seus destinos.

A entrevista foi realizada, de forma informal, com uma professora da Universidade Federal de Goiás, Campus Avançado de Jataí, com experiência na área de medicina veterinária, e ênfase em inspeção e tecnologia de produtos de origem animal.

Esta professora forneceu informações sobre o processo funcional de um frigorífico, incluindo materiais digitais e comentários para elaboração dos casos de uso.

4.3 Casos de uso

Alguns pontos importantes a serem considerados são:

- O bovino rastreado possui seu cadastro no SISBOV.
- O bovino não rastreado não possui seus dados pré-cadastrado, que se faz necessário o seu cadastramento manual.
- As etiquetas anexadas aos ganchos e as bandejas já estão cadastradas e podem ser alteradas. Caso contrário, deve-se fazer seus cadastramentos.

O processo produtivo da carne bovina é mais complexo para o sistema RFID na busca pela integridade da identidade do animal. Isso acontece pelo fato de que na maioria dos processos produtivos existe uma composição de vários componentes para se gerar um produto final. No caso do frigorífico, o animal é desmembrado e suas partes unidas às partes de outros animais para compor os pacotes e, por fim, comercializadas.

Através do levantamento teórico, da visita técnica e dos materiais fornecidos pela professora da UFG foram levantados pontos no processo produtivo de maior relevância, pontos estes onde a identificação do animal é perdida. Estes pontos são: a fase de esfolagem, a fase da evisceração e a fase da desossa. Para cada um destes pontos, foi feita uma descrição do trâmite das informações passando pelas camadas do sistema RFID.

Estes pontos são identificados como casos de uso, onde são realizadas umas séries de ações a partir de eventos pré-estabelecidos. O primeiro caso de uso a ser descrito é o caso de uso - registrar a associação dos ganchos com o animal na fase de esfolagem. Neste momento, o animal será associado às *tags* de dois ganchos, um gancho para cada banda do animal. Esta associação é viável pelo fato da *tag* do gancho ser fixa,

possivelmente já está cadastrada no sistema e a do animal registrada na entrada da esfola.

O segundo caso de uso encontra-se na evisceração. As bandejas, igualmente etiquetadas com a *tags* fixas, recebem as vísceras do animal, *tags* estas, já conhecidas pelo sistema. Durante a visita, foi visualizado que as vísceras são divididas. Em uma bandeja, coloca-se os miúdos e, em outra, o bucho e os intestinos.

Os miúdos são despejados em um túnel até a embalagem. Posteriormente, acontece o empacotamento e estes seguem para a refrigeração. Cada pacote recebe uma etiqueta eletrônica (*tag*) com a identificação de quais bovinos eles se originaram. Isso é possível porque há uma sincronia entre os ganchos e as bandejas. A leitora identifica as *tags* do gancho que está referenciada ao animal e passa para o sistema. Outra leitora identifica a bandeja que está recebendo as vísceras e, repassa as informações para o sistema que associa a bandeja com o animal.

No sistema de produção atual do frigorífico, são embalados miúdos de vários animais, o que torna impossível a identificação de quais animais estão no mesmo pacote. Portanto, há necessidade da associação da *tag* do gancho com a *tag* da bandeja.

O bucho e os intestinos, na visão da autora, não poderão receber a identificação do animal que os originou, pois são processados aos milhares como mostra a seção 4.1.6.

O último caso de uso deste trabalho é o momento da desossa. Antes de acontecer a desossa, a meia carcaça é dividida em quarto dianteiro e em quarto traseiro. Os quartos, sendo vendidos desta forma, recebem uma etiqueta com o código EPC, que informa todos os dados do animal. Caso seja encaminhada para a desossa, várias peças de vários animais são colocadas em uma embalagem plástica e empacotadas, perdendo a identificação de quais animais compõem o pacote. Novamente a necessidade do

rastreamento no momento da desossa através da associação das *tags* das esteiras com as *tags* dos ganchos na entrada desse processo.

4.3.1– Registrar as *tags* dos ganchos com a do animal

Posterior à sangria, o animal é identificado pela leitora de RFID, que repassa esta informação para *middleware* RFID. Este filtra e envia de forma única para o sistema cliente, que registra sua entrada na fase de esfola.

Na esfola, depois das retiradas das patas dianteiras, corta-se a pata traseira livre (que não está enrolada na corrente) e inicia o processo de retirada do couro. Depois, coloca-se esta pata no primeiro gancho. A mesma leitora que identificou o animal também identifica a etiqueta do primeiro gancho. Repete-se então, o processo de repasse desta informação pelo *middleware* RFID até o sistema, que registra o relacionamento (o animal com o gancho).

Em seguida, corta-se a outra pata traseira, introduz-se no segundo gancho já identificado pela leitora e relacionado com o animal e se dá continuidade a retirada do couro.

4.3.2– Registrar as *tags* dos ganchos com as das bandejas

Uma leitora com duas antenas, sendo que uma posicionada na parte superior próximo as esteiras, lê as *tags* dos ganchos e a outra antena localizada próxima às bandejas faz a leitura das *tags* das mesmas. As duas antenas repassam estas informações para *middleware* RFID de forma sincronizada, onde se filtra e envia de forma única para o sistema cliente, que registra sua entrada na fase de evisceração.

De acordo com o processo de negócio da empresa, define-se a quantidade de miúdos por pacote. Esta definição é importante para a validação dos dados passados pelas leitoras e agregação deles, o que gera um código eletrônico que os identifique.

Supondo um exemplo hipotético em que a quantidade seja de dois animais por pacote. É sabido que são duas bandejas e dois ganchos para cada animal. Então existem quatro bandejas, sendo que somente o conteúdo de duas delas vão para o empacotamento. Registrado no sistema esta associação (animal-bandejas), o sistema gera um novo código eletrônico com os dados dos dois animais, nos quais seus miúdos estão empacotados.

4.3.3 – Registrar as *tags* dos ganchos com a esteira

Na fase da desossa a meia carcaça ou os quartos são desossados. No ambiente da visita, esta fase era feita de forma consecutiva. Isto significa que em uma única esteira, as partes do animal seguiam, sendo retiradas as suas peças até ficar somente os ossos.

Para este ambiente, foi pensada uma solução onde uma leitora posicionada no início da esteira, lê a *tag* do gancho e repassa as informações para o *middleware* RFID, que por sua vez, as envia para o sistema identificador do animal. Quando as peças deste animal forem sendo retiradas e embaladas, o sistema ai registrando até completar o pacote de peças do mesmo tipo. A finalização ocorre com a emissão de uma *tag* com os dados de todos os animais que originaram as peças do pacote.

No presente capítulo, foram apresentados os materiais , os métodos utilizados na pesquisa e a identificação dos casos de uso do processo produtivo de um frigorífico.

O *middleware* faz o gerenciamento e intercâmbio das informações entre a camada física e os aplicativos empresariais ou cliente. Com a capacidade de se comunicar com diversos dispositivos (hardware) e simuladores (exemplo: Rifidi *Emulator*), o *middleware* Fosstrak é um dos poucos *middleware* com a certificação da *EPCglobal* e este é o assunto do próximo capítulo.

5. RFID COM FOSSTRAK

O *middleware* tem como função o gerenciamento de informações e de comunicação, o atendimento das necessidades de um conjunto de aplicações de forma genérica e independente de plataforma. Ele deve simplificar a comunicação de aplicativos através de abstrações e dar suporte ao compartilhamento de recursos a aplicativos distribuídos, ou seja, deixar a plataforma transparente para as aplicações, além de filtrar e agregar os dados recebidos pela camada física (BERNSTEIN, 1996).

O Fosstrak atende todas as funcionalidades exigidas por um *middleware*, com uma interface intuitiva de fácil utilização. Além disso, o Fosstrak possui o certificado da rede EPCglobal, pois atende aos requisitos necessários do padrão EPC.

5.1 Arquitetura do Fosstrak

A plataforma Fosstrak é um sistema RFID *open source* que implementa as especificações da Rede EPC. Esta plataforma se divide em quatro módulos: EPCIS Repositório; Biblioteca TDT (Tradução de dados da *tag*); *Middleware* Filtragem e Coleção com ALE e Suporte a LLRP; e o LLRP *Commander* (Figura 5.1).

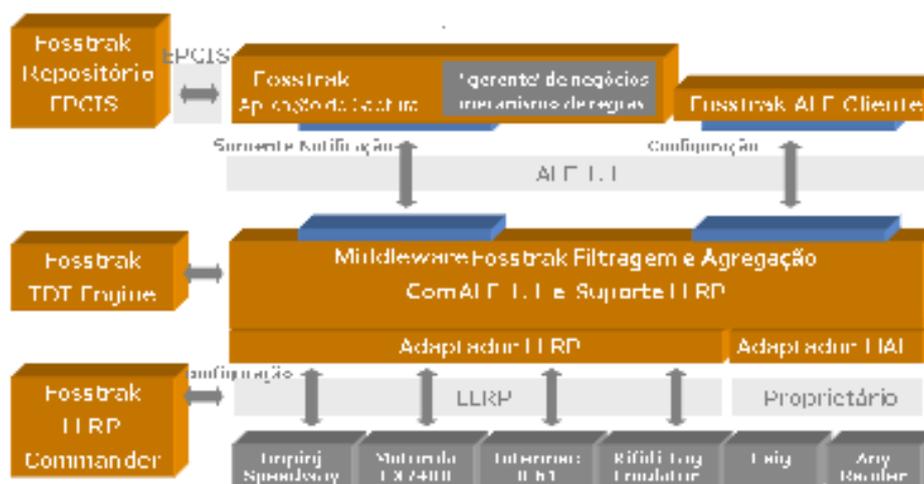


Figura 5.1 – Middleware Fosstrak com ALE e suporte a LLRP

Fonte: <http://www.Fosstrak.org/fc/> modificada pela autora

O Fosstrak EPCIS é uma implementação completa da especificação do padrão EPCIS e tem como objetivo permitir que aplicações incorporem EPC relacionados com os dados em seus negócios. Ele fornece meios para armazenar dados EPC persistentemente e oferece um quadro para adicionar dados a um repositório, bem como consultá-lo. Para implementar esses meios, o projeto de Fosstrak EPCIS fornece três módulos separados: um repositório EPCIS, um aplicativo de captura EPCIS, e um aplicativo de consulta EPCIS. A Figura 5.2 ilustra o cenário básico de interação para esses três módulos.

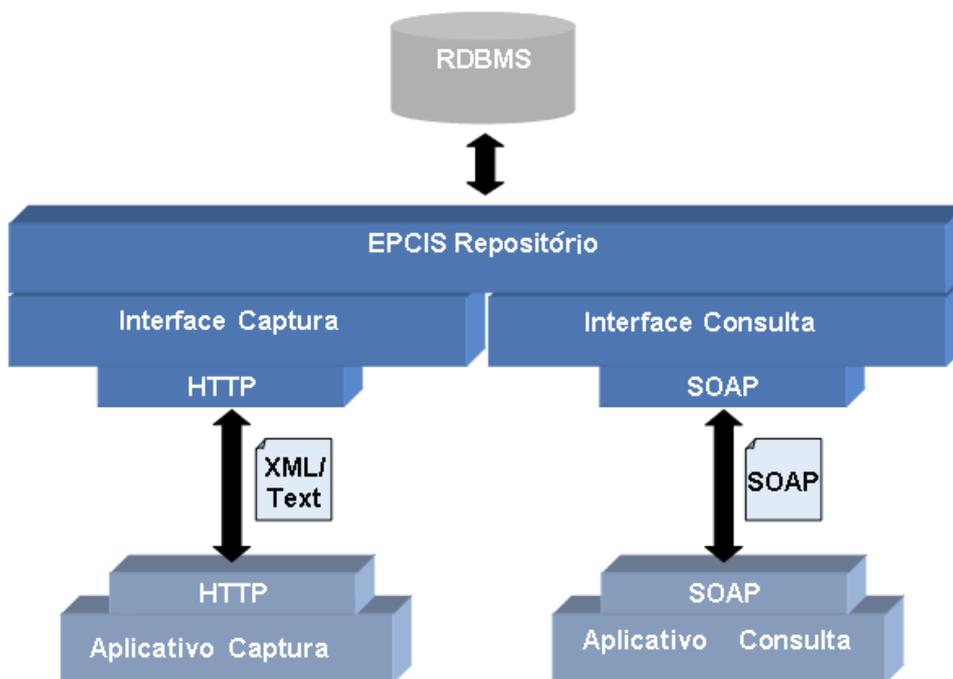


Figura 5.2 – Fosstrak EPCIS

Fonte: <http://www.Fosstrak.org/> modificada pela autora

A arquitetura do Fosstrak EPCIS é cliente-servidor, sendo o cliente o aplicativo de captura EPCIS e o pedido de consulta EPCIS e o servidor é um repositório EPCIS que fornece as interfaces para que os clientes se conectem. O repositório analisa as solicitações dos clientes e os processa de acordo com as regras definidas na especificação.

O Fosstrak *Tag Tradução Data Engine* (TDT - Tradução de dados da *tag*), fornece tradução flexível (codificação / decodificação) entre essas representações diferentes de um EPC. Tradução de dados representa uma forma conveniente para os desenvolvedores para integrar a funcionalidade TDT em seu software. Na Figura 5.3 pode-se visualizar as conversões que são:

- Converter uma *string* binária EPC, lida de uma *tag*, em uma *tag* – código URI, para uso com ALE (Application-Level Events);
- Converter uma *string* binária EPC lida de uma *tag* em um URI-identidade pura para uso com EPCIS;
- Converter uma *string* binária EPC em um formato legado (eg GTIN + número serial) para uso com aplicações legadas;
- Converter uma EPC em um *hostname*, para ser pesquisado, a fim de executar uma consulta ONS;
- Converter um EPC em um formato binário, para escrever um EPC para uma *tag*.

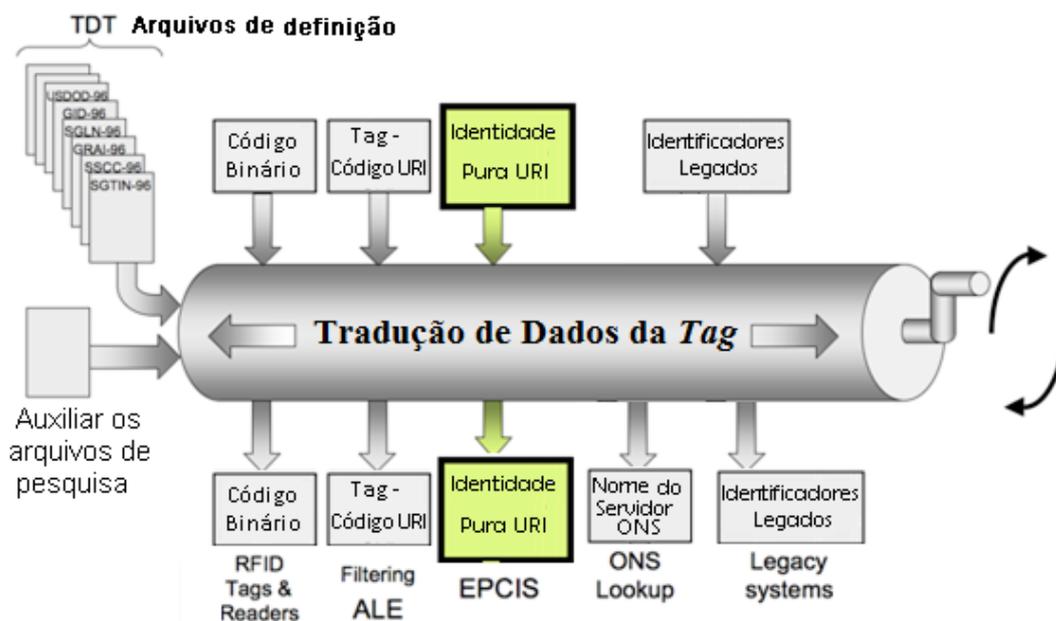


Figura 5.3 – Fosstrak TDT
 Fonte: <http://www.Fosstrak.org/> modificada pela autora

O objetivo do LLRP *Commander* é o de fornecer uma interface gráfica, demonstrado na Figura 5.4, que facilite o controle de leitores RFID e que dê suporte ao protocolo LLRP. O LLRP *Commander* permite ao usuário construir, enviar e receber mensagens LLRP, sem a necessidade de escrever código, podendo controlar vários leitores LLRP simultaneamente, tais como o *Rifidi Emulator*.

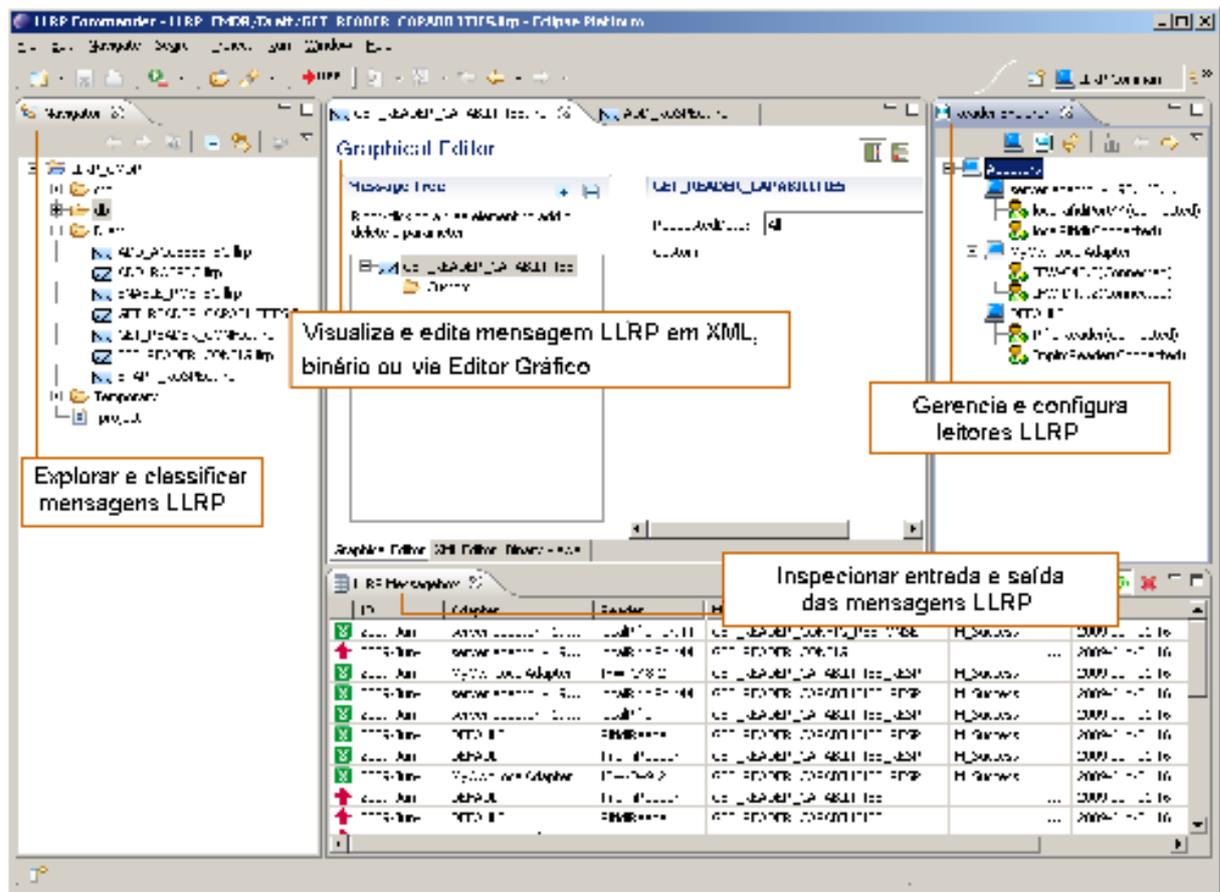


Figura 5.4 – LLRP Commander
 Fonte: <http://www.Fosstrak.org/> modificada pela autora

5.2 Rifidi Emulator

Rifidi é uma plataforma *open source* de *middleware* para prototipação de um sistema completo de RFID. O objetivo é proporcionar experimento ou otimização de processos empresariais, sem a necessidade de aquisição de antenas e *tags* para isso e facilitar a ambientação do sistema RFID para diversos setores que desejam aplicá-lo. A plataforma Rifidi é composta de dois produtos específicos, sendo um para criação de

protótipos e a outro voltado para desenvolvimento de produção e implantação de aplicativos.

O *Rifidi Toolkit* é uma IDE baseada no Eclipse e destinada à prototipagem e simulação de *hardware* RFID. Nele, é possível construir uma infra-estrutura “virtual” de RFID com leitores RFID, *tags* RFID e eventos que se comportam exatamente como os seus homólogos da vida real. O núcleo do *Rifidi Toolkit* é um motor de emulação (Figura 5.5), que pode simular um leitor de RFID para protocolo de baixo nível de comunicação e suas *tags*. Isso permite a capacidade de criar cenários e simular tipo de dados de RFID, que normalmente só é possível para implementação em larga escala.

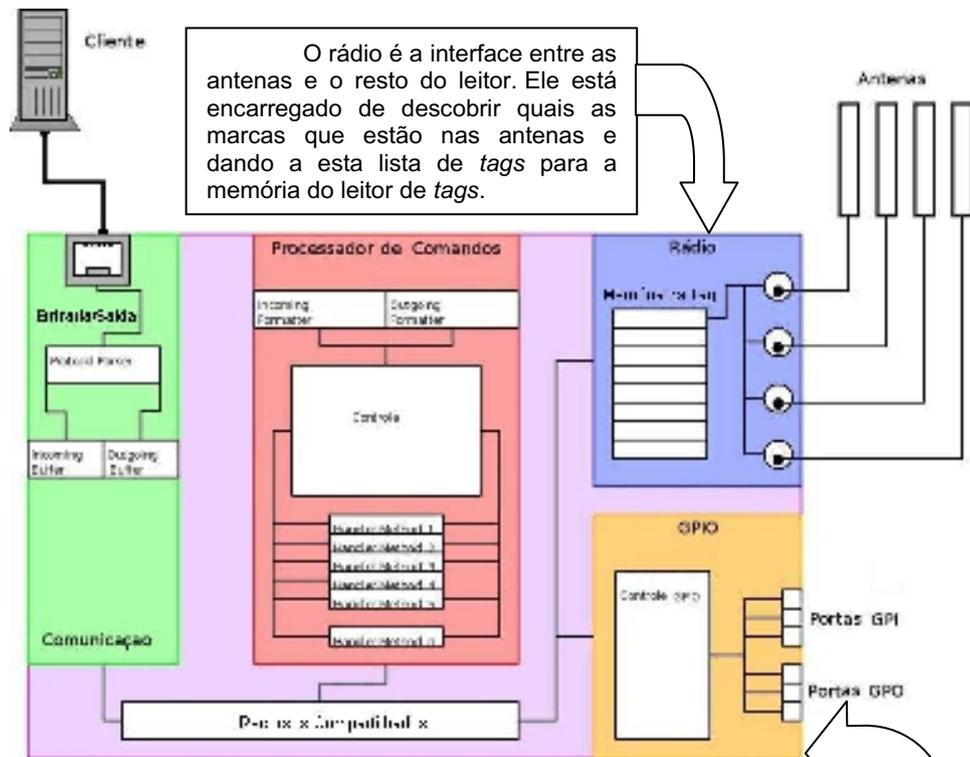


Figura 5.5 – Motor de Emulação
 Fonte: <http://www.rifidi.org/> modificada pela autora

O GPIO (General Purpose Input / Output) é como ‘linhas extra’ e ‘linhas out’ no leitor, usado para fazer a interface com outros dispositivos/aparelhos.

Rifidi *Toolkit* é construído sobre este motor de emulação e oferece três produtos distintos que trabalham juntos para ajudar a realizar prototipagem RFID completo, que são: o Rifidi *Emulator*, o Rifidi *Designer* e o Rifidi *Tag Streamer*.

Rifidi *Emulator* é uma ferramenta de desenvolvimento de núcleo de Rifidi *Toolkit* que permite emulação dos leitores baseados em leitores comerciais e *tags*. Ela possui uma interface gráfica, através da qual se pode criar leitoras e as *tags*. As *tags* arrastadas para as antenas dos leitores são identificadas como *tags* presentes no raio de cobertura da antena.

Rifidi *Designer* é uma ferramenta de apresentação personalizada, tendo como base o motor de emulação. Ela possui uma interface gráfica de fácil usabilidade e visualização que cria cenários 3D. A finalidade desta ferramenta é representar uma cadeia de produção usando sistema RFID.

Rifidi *Tag Streamer* é uma ferramenta de teste de carga que permite gerar um grande número de leitores virtuais e *tags* para testar o sistema RFID. No Rifidi *Tag Streamer* é possível especificar as ordens dos leitores no sistema e em que instante as *tags* começarão a passar por eles. Também é possível executá-la em várias máquinas e as configurações são mantidas em documentos XML.

O Rifidi *Edge* é uma plataforma de *Middleware* robusta para desenvolvimento e implantação de aplicações RFID. De acordo com as informações fornecidas pelo *site* oficial do Rifidi (www.rifidi.org), esta plataforma cuida das complexidades na interação com RFID e dos dispositivos de outros sensores que fornecem alta performance para processamento de dados do RFID.

Os leitores que podem ser simulados em qualquer uma das ferramentas do Rifidi são: Alien9800, LLRP, *Symbi*, *Awid*, EPC e *ThingMagic*.

6. RFID NO PROCESSO PRODUTIVO DE UM FRIGORÍFICO

Após os levantamentos das informações de funcionamento do processo produtivo de um frigorífico, somados com os esclarecimentos do *middleware* Fosstrak e do simulador Rifidi, tem-se a possibilidade de se criar simulações na busca pela viabilidade da utilização da tecnologia RFID neste contexto, e este é o assunto deste capítulo.

6.1 Configuração do Fosstrak e do Rifidi *Emulator*

São utilizados para implementar o sistema RFID, os sistemas apache-tomcat-6.0.33, o *Fosstrak LLRP Commander* instalado no Eclipse 3.6.1 e o *Rifidi Emulator*. Os arquivos *fc-server-1.0.2.war* e *fc-webclient-1.0.2.war* devem ser incluídos na pasta *webapps* do *Tomcat*. Devem ser descarregados da *Internet* os arquivos *reader-rp-client*, *ROSPEC_example.llrp* e *ECSpec_current.xml* (FOSSTRAK, 2009)(RIFIDI, 2011).

O *Rifidi Emulator* é utilizado para criar uma simulação do processo de produção do frigorífico. Foram criadas leitoras em algumas fases mais relevantes do processo produtivo como na fase de esfolagem, na evisceração, no corte, na refrigeração, no estoque, nos túneis de congelamento e na câmara de congelados. As *tags* foram criadas para representar as *tags* contidas nos componentes (ganchos, esteiras etc.) e arrastadas para as antenas das leitoras (Figura 6.1).

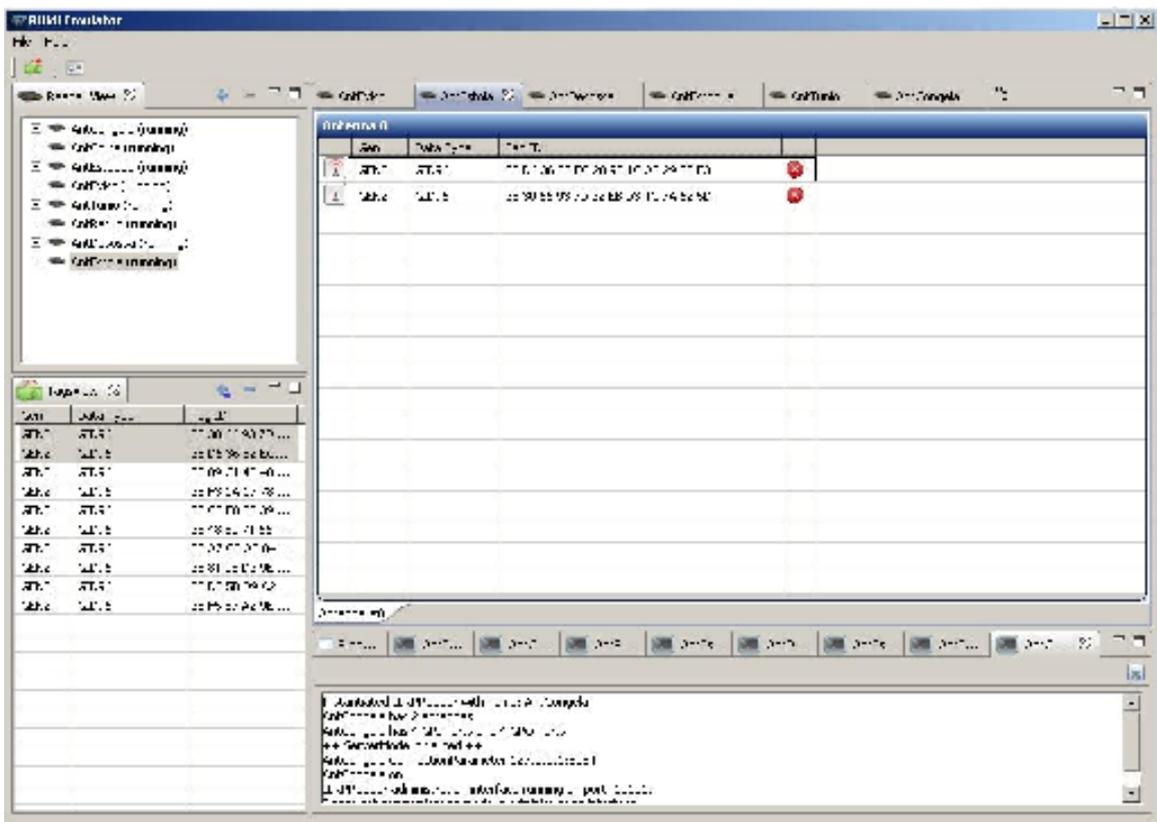


Figura 6.1 – Simulação no RifiDi Emulator

Na linha de tempo do processo produtivo do frigorífico, a antena localizada na posição inicial da esfolta identifica apenas uma *tag* que é a do animal. Quando esta antena identifica à segunda *tag*, que é a do gancho, deve ocorrer a ligação entre o gancho e o animal. Neste momento as duas *tags* lidas são registradas em um banco de dados que conecta as duas. A próxima *tag* que se refere ao próximo gancho também deve ser registrada no banco de dados que faz referência ao mesmo animal.

O LLRP *Commander* é *plug-in* que deve ser instalado no Eclipse (mais detalhes no Anexo I). O LLRP *Commander* faz uso do ambiente do Eclipse para criar, alterar e manipular mensagens em XML entre o simulador e a camada de aplicação cliente (Figura 6.2).

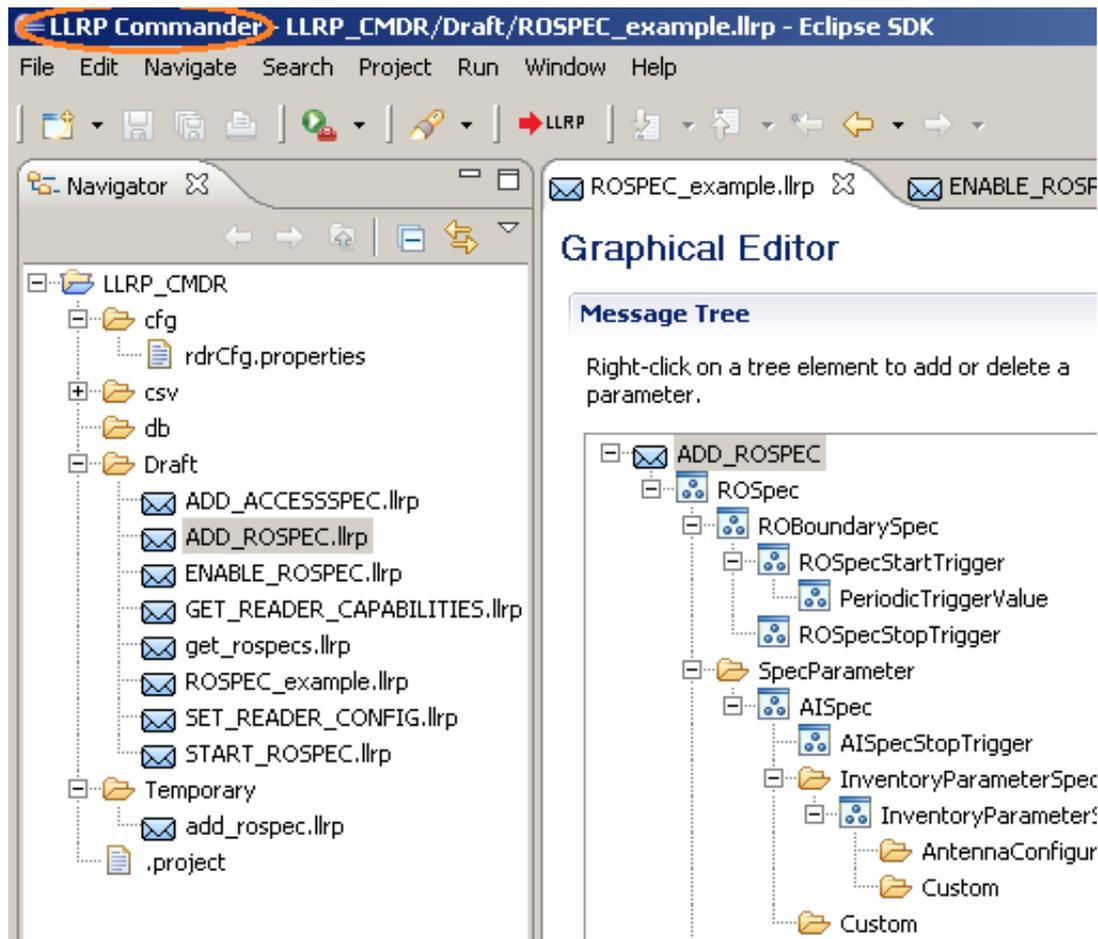


Figura 6.2 – Instalação do LLRP Commander no Eclipse

Criada a simulação no Rifidi *Emulator* pode-se ativar o *Tomcat* para configurar ALE *Webclient*, sendo que o *Tomcat* só é ativado depois de configuradas suas variáveis de ambiente no sistema operacional. Para isso, basta criar uma nova variável `JAVA_HOME` na guia das variáveis do sistema, ou editar se já existente, definindo como valor o caminho da pasta de instalação do *Tomcat*. O *Tomcat* é um servidor de aplicações Java para web, tipicamente um *container Web*. Trata-se de um *software* livre e de código aberto, robusto e eficiente, o suficiente para ser utilizado mesmo em um ambiente de produção.

Digitados senha e usuário, deve aparecer a tela mostrada na Figura 6.3 no navegador de *Internet*. Isso significa que o *Tomcat* está ativado. Abre-se outra aba no navegador e inclui o seguinte endereço: `http://localhost:8080/fc-webclient-`

1.0.2/services/ALEWebClient.jsp. Neste ambiente que é possível a execução das configurações do Fosstrak ALE *Webclient*.

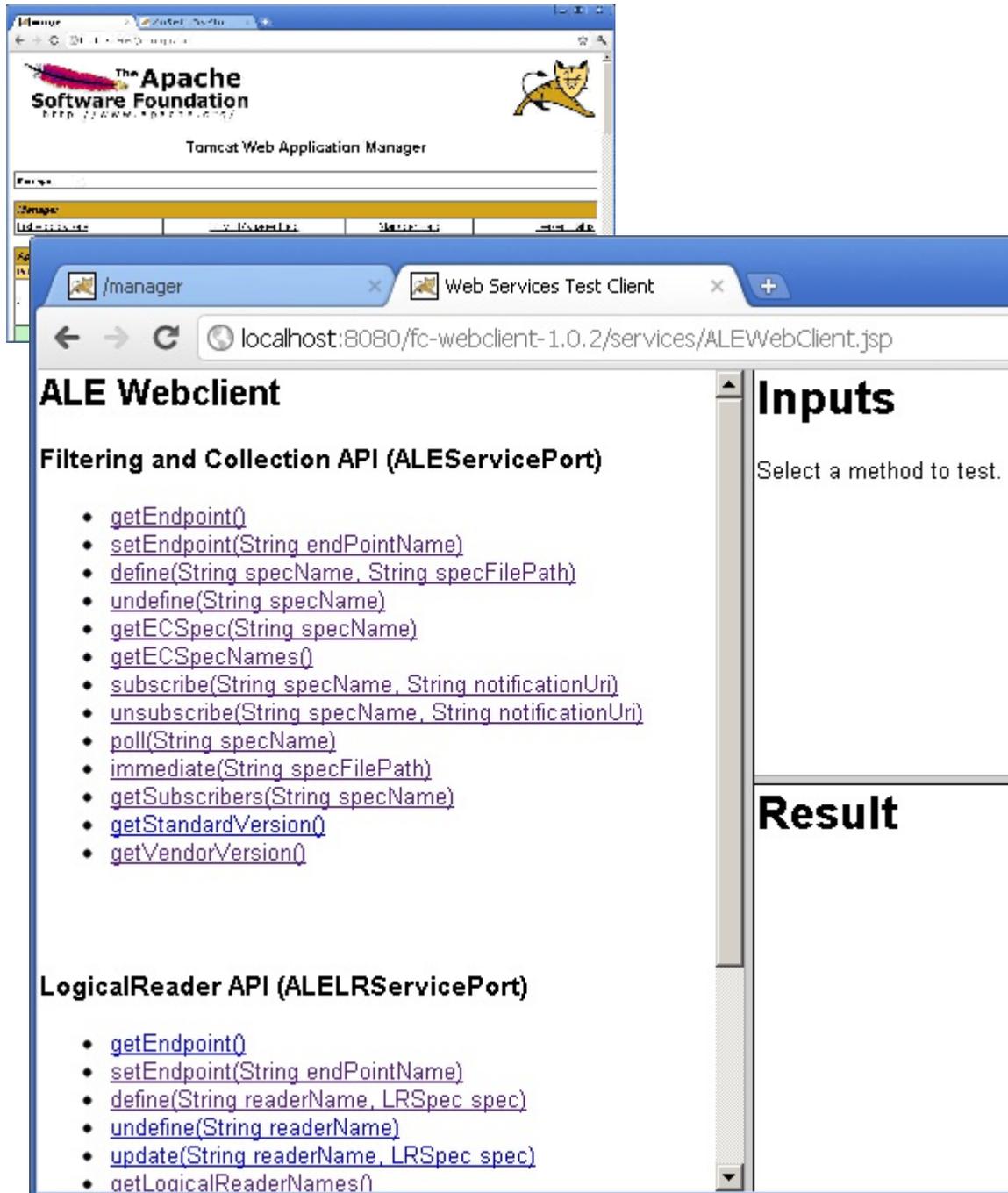
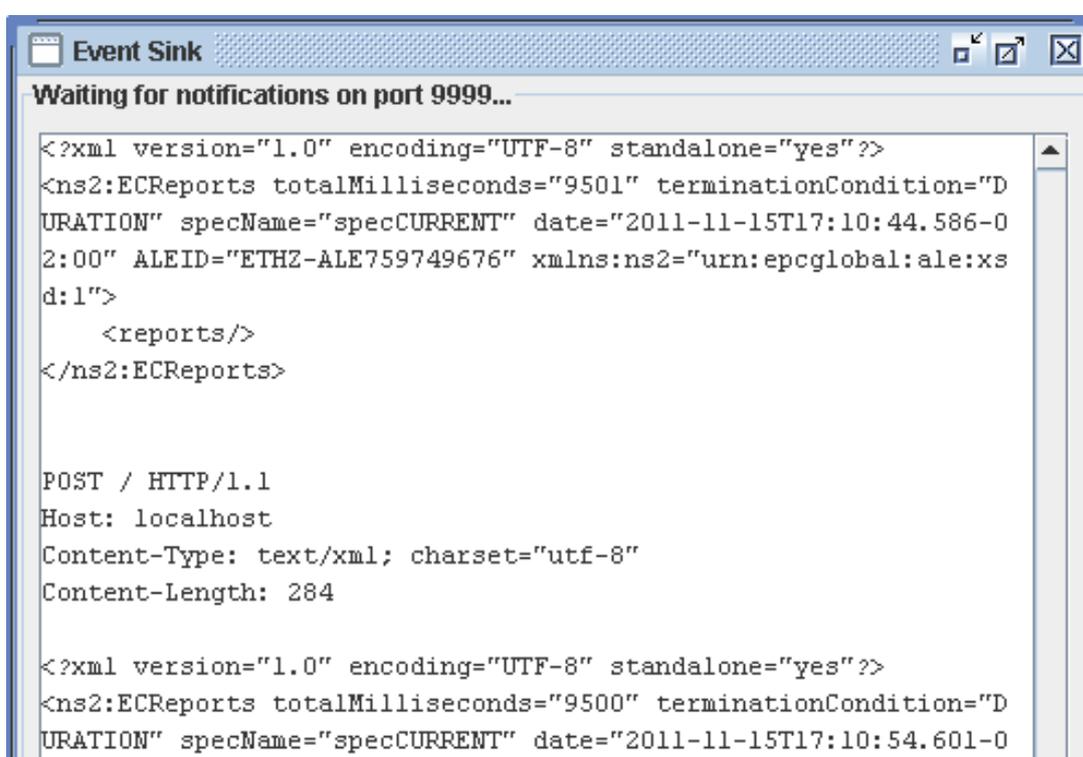


Figura 6.3 – Gerenciador de aplicativo *Tomcat* e *ALE Webclient*

Para exibir os relatórios com os dados agregados enviados a partir do Fosstrak ALE Middleware, inicia-se a ferramenta que exibe Fosstrak solicitações de

entrada HTTP. Através do *prompt* de comando dentro da pasta que se encontra o arquivo *reader-rp-client-0.5.0.jar*, deve-se executar o seguinte comando: `java -cp reader-rp-client-0.5.0.jar org.Fosstrak.reader.rp.client.EventSinkUI 9999`. A Figura 6.4 mostra o resultado esperado da execução do aplicativo cliente em Java.

Assim que iniciar a comunicação entre o Rifi di *Emulator* e o *Fosstrak* a tela deve ser preenchida automaticamente.



```
Event Sink
Waiting for notifications on port 9999...

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes"?>
<ns2:ECReports totalMilliseconds="9501" terminationCondition="D
URATION" specName="specCURRENT" date="2011-11-15T17:10:44.586-0
2:00" ALEID="ETHZ-ALE759749676" xmlns:ns2="urn:epcglobal:ale:xs
d:1">
  <reports/>
</ns2:ECReports>

POST / HTTP/1.1
Host: localhost
Content-Type: text/xml; charset="utf-8"
Content-Length: 284

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes"?>
<ns2:ECReports totalMilliseconds="9500" terminationCondition="D
URATION" specName="specCURRENT" date="2011-11-15T17:10:54.601-0
```

Figura 6.4 – Notificador de eventos utilizando a porta 9999

Depois da configuração feita no Fosstrak ALE *Webcliente*, pode-se executar o *middleware* pelo *Eclipse*. Neste ambiente, cria-se leitoras lógicas para ligar as leitoras físicas no Rifi di *Emulator* (Figura 6.5).

O *middleware* Fosstrak envia para o simulador Rifi di *Emulator* mensagens para receber as leituras das *tags* dentro de sua área de cobertura. O resultado destas leituras é enviado para o *middleware* também em forma de mensagens (Figura 6.6).

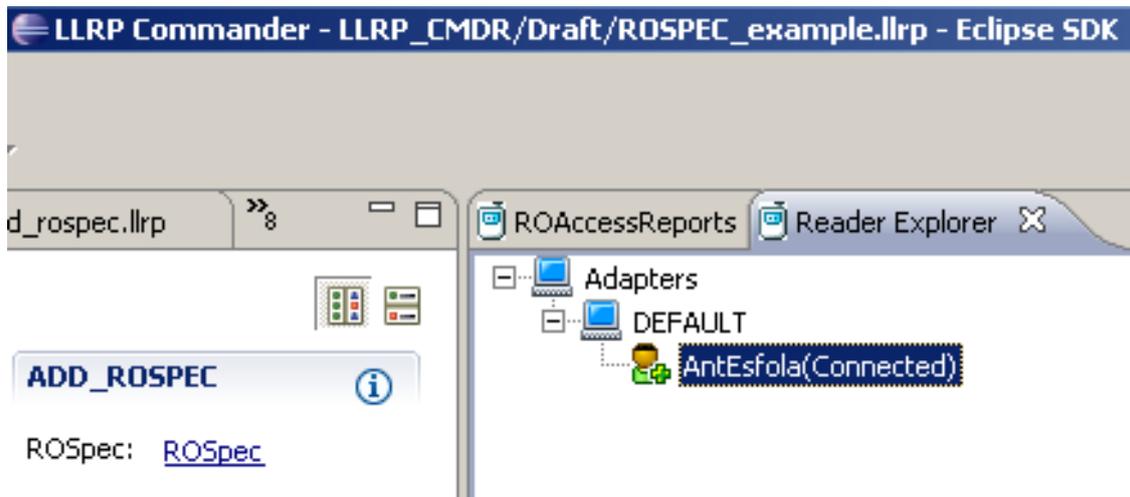


Figura 6.5 – Comunicação do Fosstrak com Rifi di Emulator

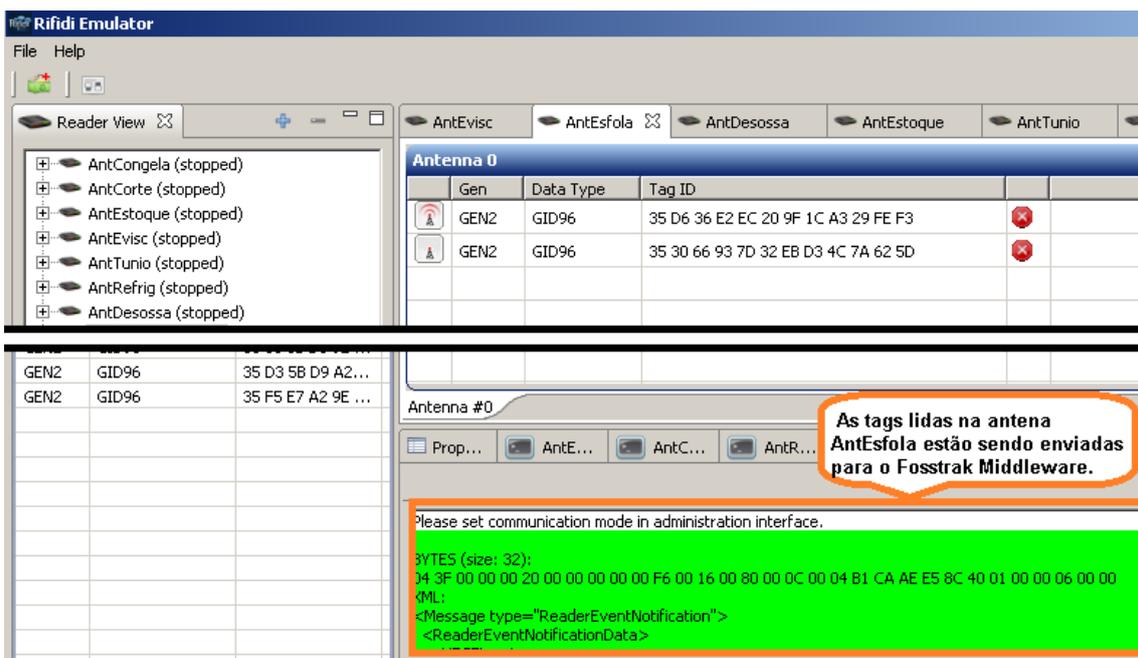


Figura 6.6 – A mensagem do Fosstrak para o simulador

2011-11-15...	DEFAULT	AntEsfola	35d636e2ec209f1ca329fef3
2011-11-15...	DEFAULT	AntEsfola	353066937d32ebd34c7a6...
2011-11-15...	DEFAULT	AntEsfola	35d636e2ec209f1ca329fef3
2011-11-15...	DEFAULT	AntEsfola	353066937d32ebd34c7a6...
2011-11-15...	DEFAULT	AntEsfola	35d636e2ec209f1ca329fef3
2011-11-15...	DEFAULT	AntEsfola	353066937d32ebd34c7a6...
2011-11-15...	DEFAULT	AntEsfola	35d636e2ec209f1ca329fef3
2011-11-15...	DEFAULT	AntEsfola	353066937d32ebd34c7a6...

Figura 6.6 – Relatório do Fosstrak mostrando o recebimento das mensagens do simulador

O relatório visualizado no Fosstrak se refere as *tags* lidas de tempos em tempos na zona de cobertura da leitora no Rifi di Emulator. Este tempo é estipulado pelo *middleware* e pode ser alterado pelo usuário no módulo de visualização e edição de mensagem LLRP em XML no LLRP *Commander*.

O *middleware* Fosstrak filtra e agrega a leitura das *tags* enviadas pelo Rifi di Emulator e a disponibiliza para a aplicação cliente, como pode ser observada na Figura 6.8. No relatório de notificação da porta 9999 encontram-se as seguintes informações: o servidor (*host*) que no caso é local; o tipo do conteúdo; o comprimento do relatório; a versão do XML; a codificação; se é autônomo ou não; condição de término; a data completa com dia, mês, ano, hora, minuto e segundo; a identificação única ALE; e as etiquetas EPC em vários formatos.

Event Sink

Waiting for notifications on port 9999...

```

Host: localhost
Content-Type: text/xml; charset="utf-8"
Content-Length: 1629

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes"?>
<ns2:ECReports totalMilliseconds="9553" terminationCondition="DURATION" specName="specCURRENT"
 date="2012-02-19T09:13:30.853-02:00" ALEID="ETHZ-ALE-951272995" xmlns:ns2="urn:epcglobal:ale:xsd:1">
  <reports>
    <report>
      <group>
        <groupList>
          <member>
            <epc>urn:epc:id:gid:224620078.12716529.54277046003</epc>
            <tag>urn:epc:tag:gid-96:224620078.12716529.54277046003</tag>
            <rawHex>urn:epc:raw:96.:35D636E2EC209F1CA329FEF3</rawHex>
            <rawDecimal>urn:epc:raw:96.16661674839697829242551795443</rawDecimal>
          </member>
          <member>
            <epc>urn:epc:id:gid:254910839.8537296.32722629106</epc>
            <tag>urn:epc:tag:gid-96:254910839.8537296.32722629106</tag>
            <rawHex>urn:epc:raw:96.:35F31A1778244D079E6BB1F2</rawHex>
            <rawDecimal>urn:epc:raw:96.16696597709158440916793143794</rawDecimal>
          </member>
          <member>
            <epc>urn:epc:id:gid:10228868.1039073.33091799960</epc>
            <tag>urn:epc:tag:gid-96:10228868.1039073.33091799960</tag>
            <rawHex>urn:epc:raw:96.:3509C14840FDAE17B46CCB98</rawHex>
            <rawDecimal>urn:epc:raw:96.16414498602487678057969404824</rawDecimal>
          </member>
        </groupList>
      </group>
    </report>
  </reports>
</ns2:ECReports>

```

Resultado da filtragem e agregação das tags.

LLRP Comm...

cessReports x Reader Explorer

ne	Adapter	Reader	EPC	ROSpecID	SpecI...	Inve...	A	P	C	F.
2-19...	server a...	AntEsfola	3509c14840fdae17b46ccb98	1	0	0	1	0	0	2.
2-19...	server a...	AntEsfola	35d636e2ec209f1ca329fef3	1	0	0	1	0	0	2.
2-19...	server a...	AntEsfola	35f31a1778244d079e6bb1f2	1	0	0	1	0	0	2.
2-19...	server a...	AntEsfola	3509c14840fdae17b46ccb98	1	0	0	1	0	0	2.
2-19...	server a...	AntEsfola	35d636e2ec209f1ca329fef3	1	0	0	1	0	0	2.
2-19...	server a...	AntEsfola	35f31a1778244d079e6bb1f2	1	0	0	1	0	0	2.
2-19...	server a...	AntEsfola	3509c14840fdae17b46ccb98	1	0	0	1	0	0	2.
2-19...	server a...	AntEsfola	35d636e2ec209f1ca329fef3	1	0	0	1	0	0	2.
2-19...	server a...	AntEsfola	35f31a1778244d079e6bb1f2	1	0	0	1	0	0	2.

Figura 6.8 – Relatório gerado pelo *middleware* Fosstrak e disponibilizado para a aplicação cliente

6.2 A simulação do processo de negócio do frigorífico

O processo de produção de um frigorífico pelo Rifi *Emulator* citados nos casos de uso dos itens 4.3.1, 4.3.2 e 4.3.3, é descrito a seguir.

O primeiro caso de uso (Registrar a associação das *tags* dos ganchos com a do animal na fase de esfola), inicia com a identificação da primeira *tag*, a do animal. Esta informação, lida de tempos em tempos pela leitora, é passada para o *middleware* que filtra esta informação agregando em um único dado e repassa para a aplicação cliente, como demonstra a Figura 6.9.

Nesta Figura, são mostrados os três aplicativos abertos e conectados um ao outro. O primeiro, contornado de azul, é o aplicativo cliente " *reader-rp-client-0.5.0.jar* ", explicado anteriormente. O segundo, contornado de vermelho, é o simulador da camada física, o Rifi *Emulator*. O terceiro, de amarelo, é o *middleware* Fosstrak utilizando o *LLRP Commander* para se comunicar como o Rifi *Emulator*.

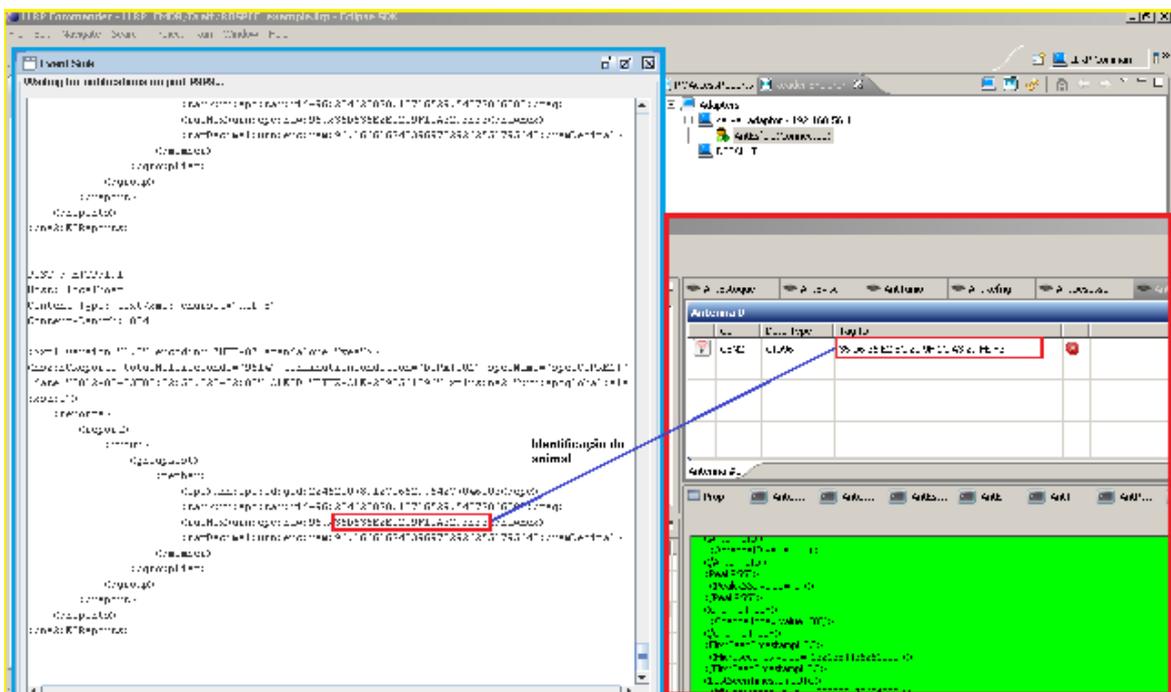


Figura 6.9 – Primeira etapa da simulação da fase de esfola (identificar o animal)

Em seguida, a identificação do primeiro gancho pela mesma leitora onde ocorre a associação entre os dois é visualizada na Figura 6.10.

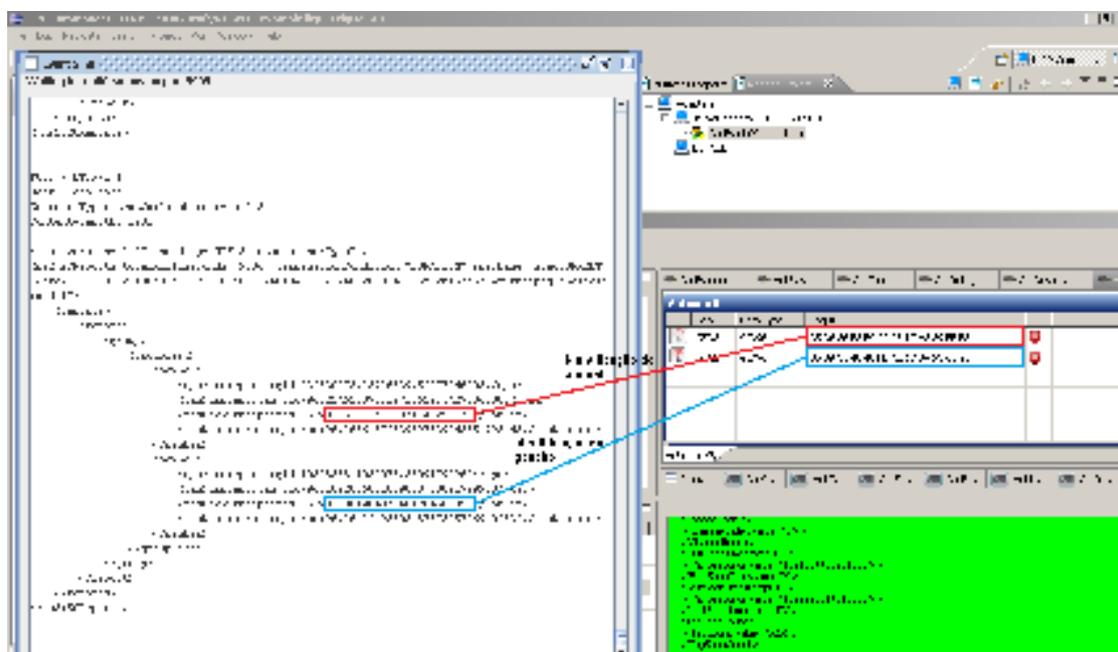


Figura 6.10 – Segunda etapa da simulação da fase de esfolia (identificar o primeiro gancho)

Como o animal é pendurado a dois ganchos, um para cada pata traseira, o segundo gancho também é identificado pela antena e associado ao animal, como mostra a Figura 6.11. Pode-se visualizar nesta Figura a emulação da fase de esfolia pelo RifiDi *Emulator* e enviando uma mensagem do tipo "ROAccessReport" para o *middleware* Fosstrak. A mensagem enviada aparece na guia "ROAccessReport" do *middleware* Fosstrak em forma de lista contendo os seguintes dados: a data/hora; o adaptador utilizado mais o IP da máquina (servidor); a leitora; o código EPC; entre outros.

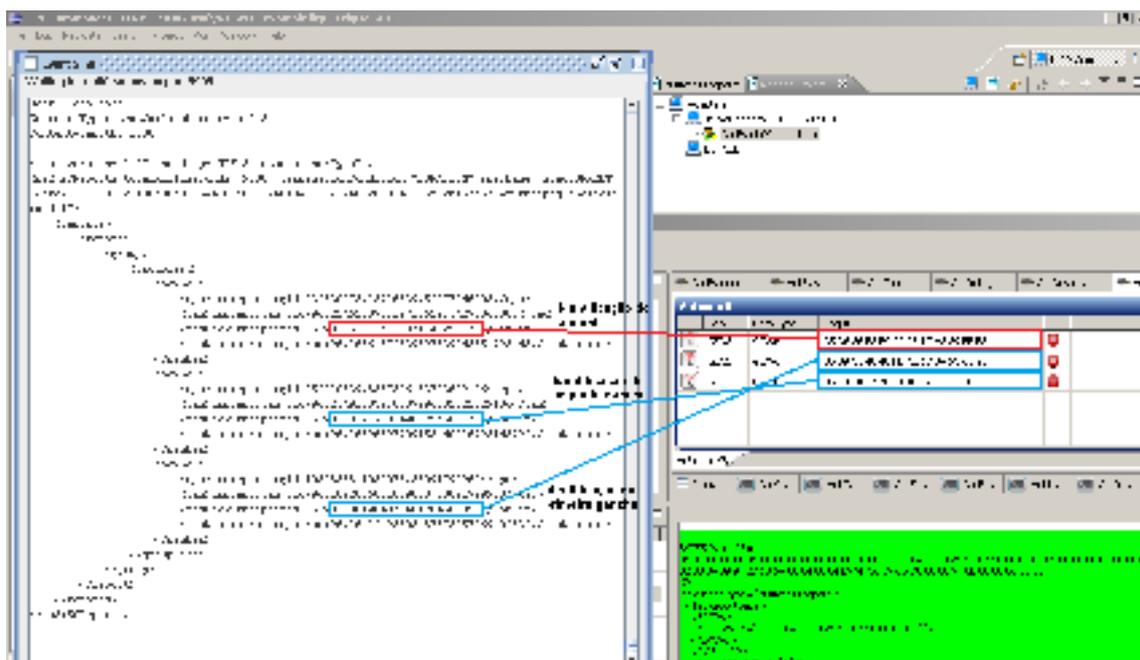


Figura 6.11 – Terceira etapa da simulação da fase de esfola (identificar o segundo gancho)

O *middleware* Fosstrak coliga os códigos EPC que não se repetem e gera um relatório desta leitora disponibilizando para a aplicação cliente denominada "*Event Sink*" (coletor de eventos).

No segundo caso de uso (Registrar a associação das *tags* dos ganchos com as das bandejas na fase de evisceração), uma antena (antena #0) posicionada na parte superior próximo as esteiras registra a passagem das *tags* dos ganchos na entrada da fase de evisceração, visualizado na Figura 6.12.

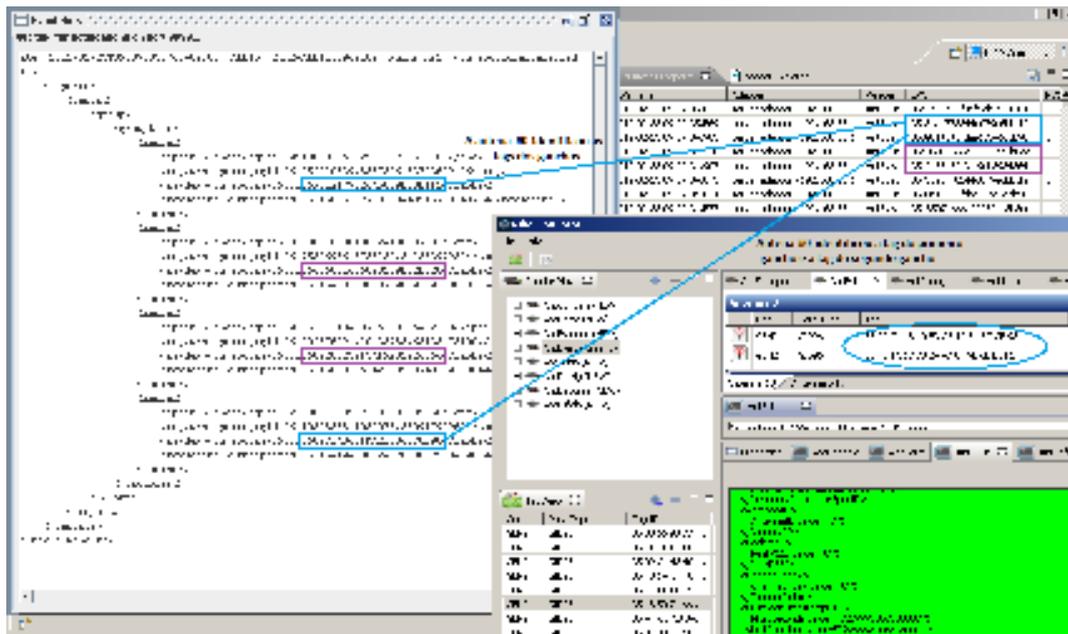


Figura 6.12 – Identificação dos ganchos pela antena #0 na fase de eviscação.

Outra antena (antena #1), localizada próximo das bandejas, registra também a passagem das *tags* das bandejas. As duas antenas repassam, de forma sincronizada, estas informações para leitora dessa fase, que informa ao *middleware* Fosstrak. Este, por sua vez, filtra e envia de forma única para a aplicação cliente, que registra sua entrada na fase de eviscação, visualizada na Figura 6.13.

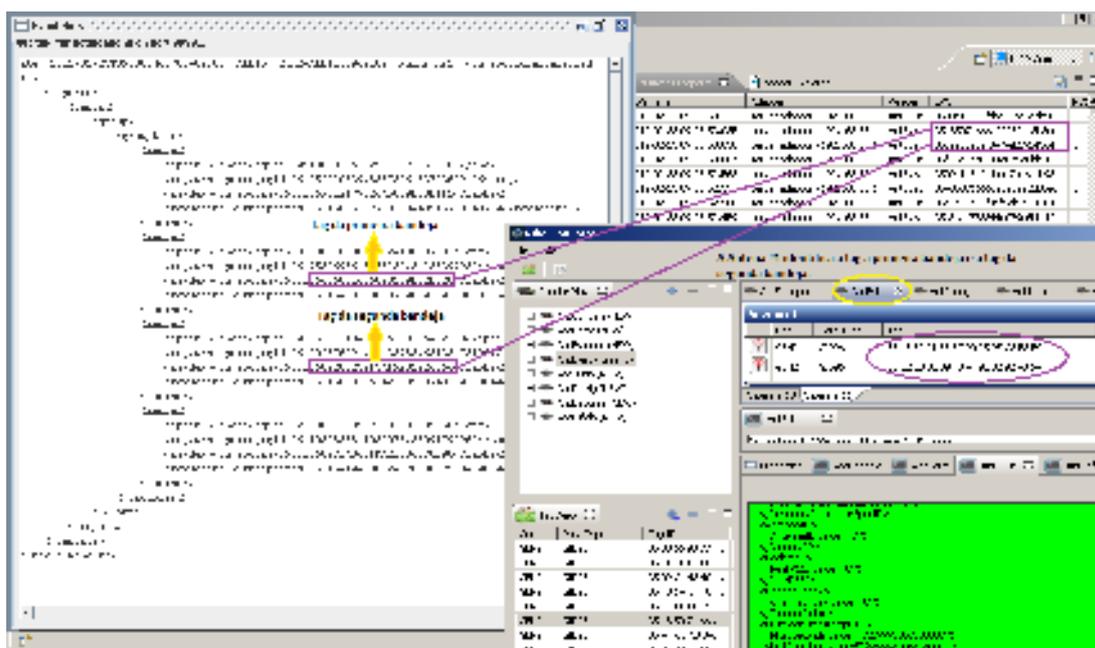


Figura 6.13 – Identificação das bandejas pela antena #1 na fase da eviscação.

Seguindo o exemplo dado no item 4.3.2, em que a quantidade é de dois animais por pacote, e sabendo-se que são duas bandejas e dois ganchos para cada animal, têm-se portanto, quatro bandejas e quatro ganchos nesta etapa, sendo que, de forma intercalada, uma bandeja deve ser desprezada, pois nela há os intestinos e o bucho, que serão processados de maneira tal, que impossibilita seu rastreamento.

Restam somente duas bandejas a serem registradas pelo aplicativo cliente. Para que não haja um gasto a mais de etiquetas inteligentes nas bandejas que serão desprezadas, pode-se fazer a não etiquetagem das mesmas. Poderia ser feita uma identificação visual nas bandejas etiquetadas, como uma marca, ou uma cor diferente. Com esta identificação os colaboradores desta fase saberão que é nesta bandeja que deverão despejar os miúdos.

De acordo com este pensamento têm-se: duas *tags*, um para cada gancho; e um *tag* para a bandeja com os miúdos. Assim que for identificada a segunda bandeja, uma nova *tag* é gerada com os dados dos dois animais para ser anexada ao pacote. Este pacote, com este código EPC, pode ser rastreado em qualquer ponto pós-frigorífico até o seu destino final. Através deste código pode-se chegar aos dois animais que geraram o pacote de miúdos.

Não é possível chegar em apenas a um animal, porque no processo produtivo do frigorífico em estudo, os miúdos não são embalados individualmente. Os miúdos são introduzidos em um saco e posteriormente empacotado.

No terceiro caso de uso, onde ocorre o registro da associação entre as *tags* dos ganchos com a da esteira na fase de desossa, existe um grande ponto polêmico. O quarto (meia carcaça dividida em duas partes), que entra nesta fase deve ser identificado pela leitora no início da esteira. Parte-se da suposição que o quarto segue a esteira sendo desmembrado até sobrar somente os ossos, e suas peças sejam embaladas uma a uma

em sacos distintos, e colocadas em pacotes. Estes pacotes comportam uma quantidade "x" de peças iguais de vários animais. A seguir, apresenta-se uma situação em que seja possível a utilização do sistema RFID para a rastreabilidade da peça de um animal.

A simulação feita pelo *Rifidi Emulator*, nesta fase (Figura 6.14), é singela, pois a *tag* deve ser identificada uma a uma. O importante é saber o tamanho do pacote e o tamanho de cada peça, e só assim poder identificar a quantidade específica de peças que comportará cada pacote. Estes dados devem ser informados pelo gerente de produção e adicionados aos dados fornecidos pela balança em cada ponto de empacotamento no aplicativo cliente.

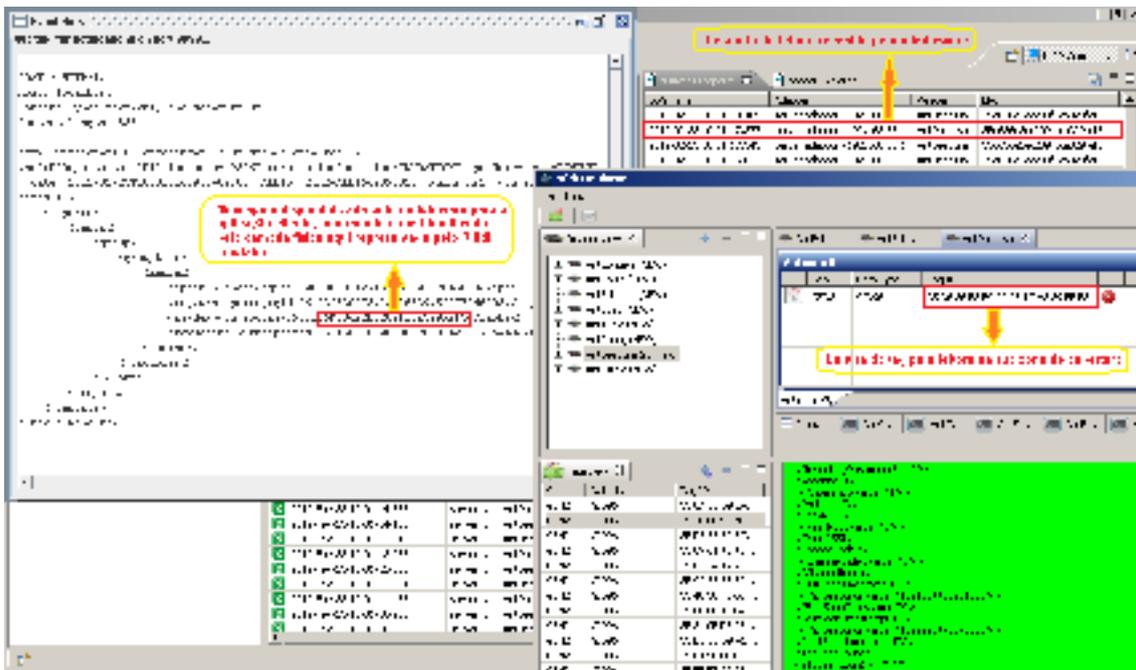


Figura 6.14 – Identificação dos ganchos na fase de desossa.

Neste momento, a aplicação proposta denominada "Sentinela" receberia estas informações (capacidade do pacote em peso e/ou em quantidade de peças) e monitoraria a quantidade de *tags* lidas no início da esteira e o peso máximo suportado pelo pacote. Outro ponto relevante é a quantidade de peças por quarto do animal. Com esta

informação mais as informações de capacidade do pacote pode-se fazer uma previsão de quantos quartos são necessários para preencher cada pacote.

De acordo com estas informações fornecidas para este ambiente, pensou-se em uma solução em que uma leitora posicionada no início da esteira lê a *tag* do gancho, repassando para o *middleware* Fosstrak, que por sua vez envia para o sistema onde identifica o animal. Quando as peças deste animal forem sendo retiradas e embaladas, o sistema registra até completar o pacote de peças do mesmo tipo. Ao final, emite-se uma *tag* com os dados de todos os animais que originaram as peças do pacote.

6.3 Resultados da simulação

Na simulação, realizada na seção anterior, pode-se observar que é possível a implementação da tecnologia RFID em um contexto tão incomum como o processo produtivo de um frigorífico, onde há repetidas vezes a desagregação de partes e agregações de outras.

O aplicativo cliente, citado em todo momento na simulação, possui um papel importante para a viabilidade do sistema RFID. É ele que registrará dados da passagem do animal pelas fases de produção dentro do frigorífico, e é ele também que fará a integração com o processo de negócio da empresa frigorífica nos cálculos para compor os pacotes das peças de carnes ou miúdos.

Este sistema utiliza uma estrutura de banco de dados onde os registros destes dados são armazenados. Para criação do banco de dados foi selecionado um banco relacional, de livre acesso de utilização e com perfeita integração com o *middleware* Fosstrak, o banco de dados *MySQL*. No banco de dados *MySQL*, conforme mostrado na Figura 6.15, criou-se um banco denominado “Frigoboirfid”, e nele criou-se as tabelas: animal; animal_componente; componente; cortes; estágio; pacotes; propriedade; proprietário; sub_produto_corte; e subproduto.

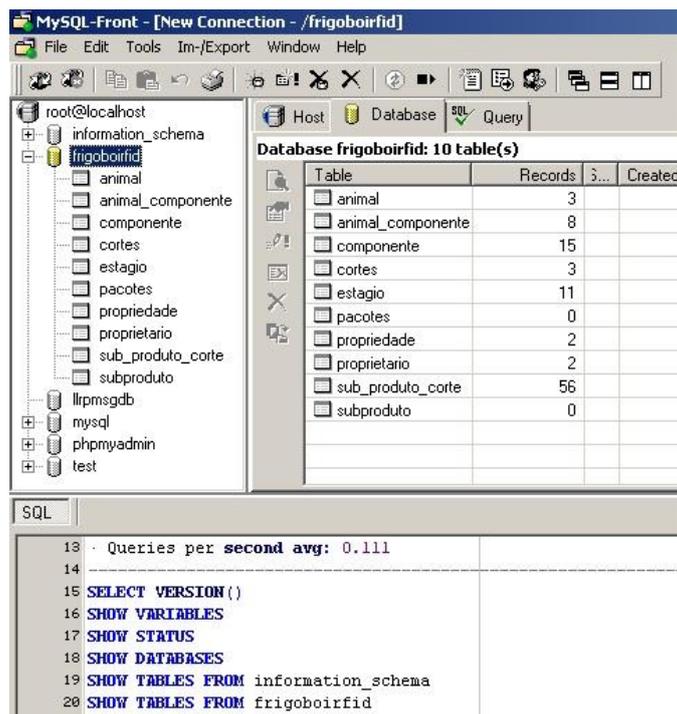


Figura 6.15 – Implementação do Diagrama de Classe no Banco de Dados MySQL

No diagrama de classe, Figura 6.16, pode-se observar o relacionamento das tabelas juntamente com seus atributos, operações e cardinalidade. A tabela “proprietário” está relacionada com as propriedades em uma cardinalidade “um para vários”. Isso significa que um proprietário (pessoa física ou jurídica) pode ter uma ou mais propriedades, mas uma propriedade pode ser somente um proprietário.

A mesma lógica acontece entre o animal e a propriedade, onde cada animal pertence apenas a uma propriedade, mas uma propriedade pode possuir vários animais. A tabela “componente” refere-se aos ganchos, as bandejas e as esteiras. Os componentes podem ser proprietários de uma fase ou passar por várias delas, como é o caso dos ganchos. Eles percorrem as fases de esfolagem até a desossa.

Os componentes são referenciados ao animal quando ele os utiliza. Como o componente pode ser utilizado por vários animais e um animal pode utilizar vários componentes dentro do processo produtivo, criou-se a tabela animal_componente. A

tabela “animal_componente”, nada mais é que a ligação do componente ao animal em um determinado instante (dia do mês, hora, minuto e segundo).

Cada animal gera vários produtos, identificado na tabela como “SubProduto”. Estes produtos são agrupados em pacotes do mesmo tipo para serem comercializados. Para montar cada pacote, colocam-se produtos de vários animais. No sistema atual dos frigoríficos, não se sabe de quais animais os produtos foram gerados. Os dados que são introduzidos nas etiquetas são: o dia, a hora do abate e o lote do proprietário. Com o sistema RFID pode se chegar aos bovinos que geraram os produtos de cada pacote dando seguência a rastreabilidade bovina.

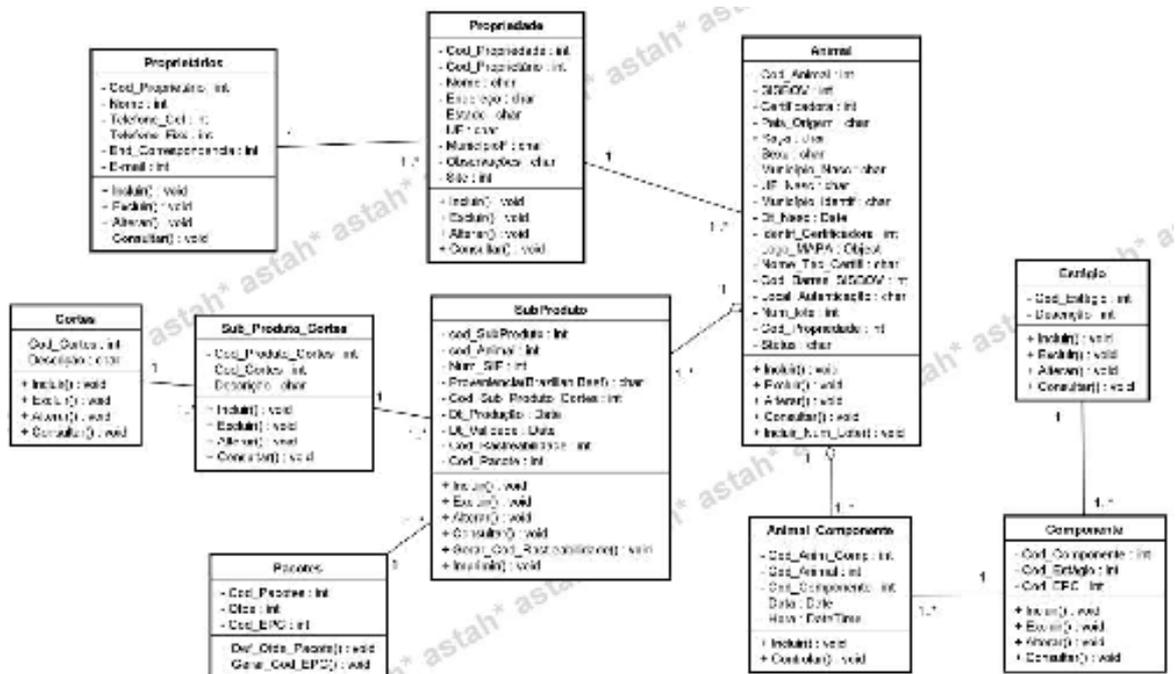


Figura 6.16 – Diagrama de classe

A partir do banco de dados Frigobairfid criou-se o protótipo do sistema denominado “Sentinela”, onde usuário pode visualizar a movimentação dos animais e seus produtos durante o processo produtivo. Até o momento, está implementado apenas a passagem pela fase de esfola do processo produtivo do frigorífico, ou seja, o caso de

uso proposto nesta dissertação. A Figura 6.17 mostra o formulário principal do sistema Sentinela.

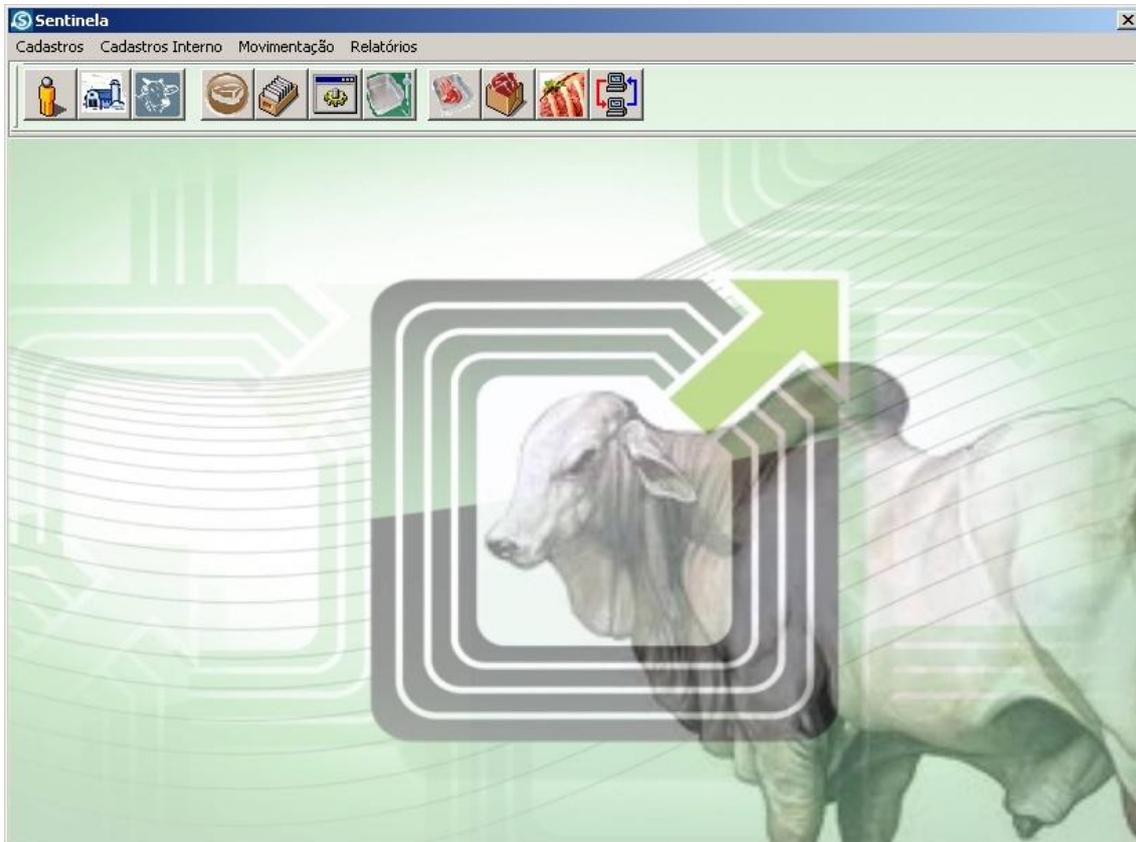


Figura 6.17 – Protótipo do Sistema Dedicado Sentinela

No presente capítulo foram descritos as simulações dos casos de uso no Rifi *Emulator* com o *middleware* Fosstrak para filtrar e agregar os dados identificados pela leitora e a passagem das informações para o sistema cliente. O rastreamento é completado quando as informações são registradas em um banco de dados através do sistema cliente.

No próximo capítulo estão as conclusões referente à análise da viabilidade da utilização do sistema RFID no processo produtivo de um frigorífico e as sugestões de trabalhos futuros.

7. CONCLUSÃO E TRABALHOS

FUTUROS

Objetiva-se neste trabalho a análise da viabilidade da utilização do sistema RFID em um ambiente produtivo de um frigorífico, bem como identificar pontos críticos de controle e propor soluções para cada ponto.

A seguir são apresentadas as conclusões encontradas de acordo como os objetivos específicos e as sugestões para trabalhos futuros.

7.1 Conclusão

A tecnologia RFID é uma revolução no processo de identificação de produtos, de pessoas e de serviços, com impacto direto no controle de estoque, no controle de patrimônio, nos controles de acessos, nos processos logísticos de toda a cadeia de suprimentos. As etiquetas “inteligentes” são mais resistentes que os códigos de barras, possuem maior capacidade de armazenamento de dados e a possibilidade de reutilização. Estes são uns dos fatores positivos da utilização desta tecnologia.

Na rastreabilidade do produto do animal bovino não foi diferente, sendo de fato possível sua implantação em um ambiente tão incomum como é o caso do frigorífico. Neste contexto, a tecnologia RFID não basta para se garantir a rastreabilidade do animal até o último elo da cadeia de produção da carne bovina. É necessário um banco de dados bem estruturado juntamente com um aplicativo cliente, para o tratamento da camada de negócio, em conjunto com a tecnologia RFID para ser possível esta rastreabilidade. A proposta de utilização desta tecnologia neste ambiente (em um frigorífico) envolve leitoras em lugares estratégicos, etiqueta nos ganchos e nas

bandejas, dentro do processo produtivo, e etiqueta nos pacotes dos produtos com todas as informações dos animais que os originou para controle de estoque e expedição.

As etiquetas (*tag*) dos ganchos e das bandejas são passivas e contêm o código EPC que as identificam. O sistema Sentinela deve fazer uso desta informação para referenciar ao animal. Para saber em qual fase do processo produtivo o bovino se encontra, leitoras instaladas em lugares estratégicos identificam a *tag*, em sua zona de cobertura, e transmite esta informação para o *middleware* a elas conectada, que por sua vez, repassa esta informação de forma filtrada e agregada para a aplicação cliente.

Desta forma, fazendo uso de etiquetas passivas, fixas e reutilizáveis, a implantação desta tecnologia se torna viável. Para que haja maior controle sobre o produto dentro e fora do frigorífico, etiquetas ativas com sensores de temperaturas e umidade podem ser anexadas aos pacotes, mas isso encareceria a implantação desta tecnologia, pois são sensivelmente mais caras.

Vários outros benefícios adquirem-se na utilização desta tecnologia na cadeia produtiva de carne bovina, tais como: na precisão dos dados em estoque; o controle de temperatura e umidade dos produtos nas câmaras de resfriamento e congelamento; a agilidade da entrada e da baixa dos estoques, pelo fato de não haver a conferência individual dos pacotes; além da continuidade da rastreabilidade bovina.

As informações adquiridas pela rastreabilidade, dentro de um frigorífico, podem ser incluídas no repositório EPCIS. Este repositório é acessado por todos os membros da rede *EPCglobal*. Estas informações podem ser também disponibilizadas para *Internet* através da ONS, onde qualquer pessoa pode ter acesso.

No presente trabalho foram identificados alguns pontos positivos e negativos na utilização do *middleware* Fosstrak e do Rifi *Emulator* na rastreabilidade da cadeia de carne bovina. Os pontos positivos são: o *middleware* Fosstrak comunica-se

perfeitamente com o Rifi *Emulator*; ambos não exigem computadores (pessoais ou *notebook*) de grande porte. Computadores de médio e pequeno porte atendem suas necessidades de execução; o Rifi *Emulator* é de fácil instalação e utilização; no Rifi *Emulator* não há limite de criação de leitoras ou etiquetas.

Os pontos negativos são: no *middleware* Fosstrak possui dificuldades em passar estas informações para o(s) aplicativo(s) cliente; o *middleware* Fosstrak é de difícil instalação e utilização; o *middleware* Fosstrak se comunica com uma leitora por vez; o Rifi *Emulator* é limitado em recursos de configuração, como a colocação da *tag* na zona de cobertura da antena é feita somente manualmente; tanto o Rifi *Emulator* quando o *middleware* Fosstrak possui limitações no sistema operacional Windows (foi utilizado o sistema operacional Windows7).

A complexa estrutura do Fosstrak não se resume em um sistema único. Existem vários aplicativos necessários para sua execução que são instalados e/ou ativados separadamente. Por isso a dificuldade de se integrar todos os aplicativos para a completa execução do Fosstrak.

No caso da limitação do *middleware* Fosstrak ao conectar com apenas uma leitora por vez, isto se dá pelo fato dele criar um adaptador para ligar a esta leitora utilizando o endereço IP (*Internet Protocol* – protocolo de *Internet*) da máquina. Como cada computador tem um IP único e a simulação é feita nele. Portanto o *middleware* só pode conectar a uma leitora por vez. Em um ambiente real, o *middleware* Fosstrak funcionaria perfeitamente, pois cada leitora possui um IP diferente.

A utilização de um simulador como o Rifi *Emulator*, para representar casos de uso de um frigorífico, apresentou-se uma opção determinante para concretização desta dissertação, pois sem ele seria inviável a implementação desta tecnologia em um ambiente educacional.

Vários motivos levaram à utilização da simulação para realizar os testes de viabilidade no processo produtivo de um frigorífico, na busca pela rastreabilidade animal. O primeiro é porque este sistema de simulação é gratuito, ou seja, não gera custos financeiros. O segundo é que pode ser feita uma simulação antes de se implementar um sistema. O terceiro motivo é a falta de um ambiente para realizar estas simulações em Goiás. Hoje, só existe um laboratório para simulações da tecnologia RFID no Brasil acreditado pela *EPCglobal*, denominado RFID CoE (Centro de Excelência em RFID). Ele está localizado em Sorocaba, São Paulo.

O resultado da simulação dos casos de uso apresentada na seção 6.2 assegura a possibilidade de implementação do sistema RFID no processo produtivo de um frigorífico, sendo um de seus benefícios a garantia da permanência da rastreabilidade do bovino em seus produtos (quartos, peças) e de quais bovinos formam os pacotes de miúdos.

O sistema RFID (as *tags* posicionadas nos ganchos e nas bandejas, mais as leitoras localizadas no início de cada fase em conjunto com a aplicação cliente com o banco de dados bem estruturado), mesmo ocorrendo a desagregação de suas partes e agregação dos produtos do mesmo tipo para gerar os pacotes, pode manter a identidade do bovino em seus produtos finais.

Mesmo com todas as dificuldades encontradas, o trabalho ilustra que a viabilidade da utilização do sistema RFID em um processo produtivo de um frigorífico é totalmente possível. Os benefícios adquiridos não se limitam a rastreabilidade animal, perdido no momento do abate na estrutura atual, mas também do controle de estoque, agilidade na área de expedição do produto, no controle da logística (NOGUEIRA, 2005), na transparência da produção e manipulação dos produtos entre outros.

7.2 Trabalhos Futuros

Por ser uma pesquisa inédita na utilização de sistema RFID para o processo produtivo de um frigorífico, alguns pontos devem ser melhorados e analisados com mais profundidades, sendo eles:

- **Simulação em um ambiente real** – A simulação deste trabalho em um ambiente real pode apresentar nos pontos críticos não visualizados até o momento.
- **Desenvolvimento do sistema Sentinela** - A continuidade da implementação do sistema na busca pelo controle total da cadeia de produção.
- **Tratamento das informações na camada intermediária** (no *middleware*) - A aplicação ficaria com a responsabilidade de passar as formatações necessárias para que o *middleware* possa responder corretamente a aplicação.
- **Disponibilidade das informações na rede EPCIS** – onde todos os participantes da rede possam visualizar as informações dos animais e dos produtos gerados que estão disponibilizadas pelo frigorífico, afim de, tomada de decisão de seus negócios.
- **Disponibilidade das informações na rede Web** – onde o consumidor tem a possibilidade de rastrear o produto consumido como também suas características e todas as informações a ele pertinente.
- **Implementação do sistema RFID no ambiente de um frigorífico real** – levantar pontos críticos de comunicação da parte física em cada fase de produção, analisando os dados e propondo soluções.

- **Análise e implementação de etiquetas com controle de temperatura na fase de estoques** – realizar um estudo detalha da utilização de etiquetas com controle de temperatura durante o processo de, resfriamento, congelamento e estocagem dos produtos nas câmaras frias afim de garantir a qualidade do produto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIEC - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE CARNES – **Exportações Brasileiras de Carne Bovina/2011** Disponível em: <<http://www.brazilianbeef.org.br/>>. Acesso em: 21 de fev 2012, 16:30:20

ARMENIO, F. et al., **The EPCglobal Architecture Framework, EPCglobal Final Version**, pp. 7, Setembro 2007.

BARTELS, H. **Inspección veterinária de la carne**. Zaragoza-za: Acribia, 1980. 491p.

BATALHA, M. O.; SCARPELLI, M. **Gestão agroindustrial e tecnologia da informação: sugestões para uma agenda de pesquisa**. Administração e Gestão do Agronegócio. Agrosoft, 2002.

BERNSTEIN, P. A., **Middleware: a model for distributed system services**. *Communications of the ACM*, New York, vol. 39, nº.2. 1996.

BOSE R. C., 2003, **Proposta para um sistema de rastreamento e análise de movimento de animais de laboratório**. Tese de M.Sc, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC, Brasil.

BRASIL - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Intercâmbio comercial do agronegócio: principais mercados de destino** / Ministério da Agricultura e Abastecimento. Secretaria de Relações Internacionais do Agronegócio. – Brasília: Mapa/ACS, 2010.

BRASIL - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Intercâmbio comercial do agronegócio: principais mercados de destino** / Ministério da Agricultura e Abastecimento. Secretaria de Relações Internacionais do Agronegócio. – Brasília: Mapa/ACS, 2011.

CAMPOS, M. V.; **Listeriose – Uma infecção causada pela bactéria listéria**; Publicado em: 24/05/2007; Disponível em: < <http://www.revistavigor.com.br/2007/05/24/listeriose-uma-infeccao-causada-pela-bacteria-listeria/> >. Acesso em: 01 de abr 2011, 21:30:45.

CARNEIRO, A. M., 2008, **Sistema de Gerência de Ativos Físicos usando Tecnologia RFID na Subestação de Energia Elétrica**. Dissertação de M.Sc, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande – MS, Brasil.

CHO, Gyou-Jin et al. “All-Printed and Roll-to-Roll-Printable 13.56-MHz-Operated 1-bit RF Tag on Plastic Foils”, **Journal: IEEE Transactions on Electron Devices - IEEE TRANS ELECTRON DEVICES** , vol. 57, no. 3, pp. 571-580, 2010.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. **Just in Time, MRP II e OPT - Um enfoque estratégico**. 2ª ed. São Paulo: Editora Atlas, 1996.

CORTESI, M. L. **Slaughterhouses and humane treatment**. Rev. Sci. Tecn. Off. Int. Epiz., v.13, n.1, p.171-193, 1994.

COSTA, Eliane Gomes da, 2010, **Análise da utilização de Tecnologias da Informação Móveis e Sem Fio (TIMS) nos diferentes elos da cadeia bovina do Estado de Goiás**. Dissertação de M.Sc, Universidade do Vale do Rio dos Sinos – RS, Brasil.

DUARTE, M. et al. **Projeto piloto RFID/EPC Brasil – A cadeia de suprimentos do futuro**. São Paulo, Agosto de 2005.

EDMUND W. S., STUART J. A., DAVID L. B.; **Global RFID - The Value of the EPCglobal Network for Supply Chain Management**, Ed Springer, 2007.

EPCGLOBAL, “**EPC Tag Data Standards Version 1.1 Rev 1.27**”, EPCglobal Standard Specification, May 2005.

FINKENZELLER, K. **RFID Handhbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification**. John Wiley & Sons, 2º edição, 2003.

FLOERKEMEIER, C.; RODUNER, C.; LAMPE, M.; **RFID Application Development With the Accada Middleware Platform**; IEEE Systems Journal; vol.1, nº2, Dezembro 2007.

FOSSTRAK. Fosstrak. Disponível em: <<http://www.fosstrak.org/index.html>>. Acesso em: 01 de abr 2011, 08:40:30.

GEORGE R., **Networked RFID-Systems, Software and Services**, Ed Springer, 2008.

GIL, J. I., DURÃO, J.C. **Manual de inspeção sanitária de carnes**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1985. 563p.

- GLOVER, B.; BHATT, H. **Fundamentos de RFID**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2007.
- GRACEY, J.F., COLLINS, D.S. **Humane Slaughter**. In: Meat hygiene. London: Baillière Tindall, 1992. p.143-167.
- GRUMOVSKI, Dieison. “Sistema de Gerenciamento de Dados Coletados pela Tecnologia RFID”, **E-Tech: Tecnologias para Competitividade Industrial**, Florianópolis, vol. 2, no. 2, pp. 14-37, 2009.
- GUDGIN, M.; HADLEY, M.; MENDELSON, N.; MOREAU, J-J.; NIELSEN, H. F. SOAP Version 1.2, **W3C Recommendation**, June 2003. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/soap12>>. Acesso em: 06 abr 2011, 07:40:30.
- IBGE/2009 - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – **Produção da Pecuária Municipal/2009**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/servidor_arquivos_est/>. Acesso em: 01 de abr 2010, 08:30:20.
- IBGE/2010 - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – **Indicadores IBGE – Estatística da Produção Pecuária/2010**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/download/estatistica.shtm>>. Acesso em: 01 abr 2011, 09:08:30.
- iSURF, “**An Interoperability Service Utility for Collaborative Supply Chain Planning across Multiple Domains Supported by RFID Devices**”; Submetido em: Agosto, 2010. Disponível em: <http://www.srdc.com.tr/isurf/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=180&Itemid=51>. Acesso em: 10 jan 2011, 08:20:45.
- MARKS, S. ; ROBERTS, T. **Escherichia coli O157:H7** Ranks as the Fourth Most Costly Foodborne Disease. Food Safety, p. 51-59, setembro-dezembro 1993.
- MUCCIOLO, P. **Carnes: estabelecimentos de matança e de industrialização**. São Paulo:Íncone, 1985. 102p.
- NOGUEIRA FILHO, C.C. da C., 2005, **Tecnologia RFID aplicada à Logística**. Tese de M.Sc, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro – RJ, Brasil.
- OLIVEIRA, É., SANVITTO, G.,GUS, P.,ZELMANOWICZ, R. U.; Título: **Intoxicação Alimentar Por Salmonella**; Publicado em: 01/11/2001 - Revisão : 10/02/2010 – Disponível

em: <<http://www.abcdasaude.com.br/artigo.php?484>>. Acesso em: 01 de abr 2011, 07:30:34.

PICCHI, V., AJZENTAL, A. **Abate bovino segundo o ritual judaico**. Revista Nacional da Carne, São Paulo, v.18, n.202, p.53-57, 1993.

PISKE, D. **Aproveitamento de sangue de abate para alimentação humana**. I. Uma revisão. Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.19. n.3, p.253-308, 1982.

REGENSTEIN, J.M., REGENSTEIN, C.E. **Current issues in kosher foods**. *Trends in Food Science Technology*, n.3, p.50-54, 1991.

REGENSTEIN, J.M., REGENSTEIN, C.E. **The kosher dietary laws and their implementation in the food industry**. *Food Technology*, Chicago, v.42, n.6, p.86-94, 1988.

RIFIDI. Rifidi – Software Defined RFID. Disponível em: <<http://www.rifidi.org>>. Acesso em: 09 maio 2011, 09:10:25.

RIISPOA – Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – Decreto Nº 30.691 de 29 de Março de 1952; disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>>. Acesso em: 13 de jun 2011, 08:30:16.

ROÇA, R.O. **Abate humanitário: o ritual *kasher* e os métodos de insensibilização de bovinos**. Botucatu: FCA/UNESP, 1999. 232p. Tese (Livre-docência em Tecnologia dos Produtos de Origem Animal) - Universidade Estadual Paulista.

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

SANTOS, L. de M. M. dos, 2006, **Contribuição do uso da RFID na Cadeia de Suprimentos: Aplicação na Distribuição de Pára-quedas**. Dissertação de M.Sc, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro – RJ, Brasil.

SCARPELLI, M. **Planejamento e controle da produção**. Gestão Agroindustrial. 2005.

SCHUSTER E.W., ALLEN S.J., BROCK D.L., **Global RFID: the value of the EPCglobal network for supply chain management**. Springer-Verlag. New York, 2007

SHORTHOSE, W.R. Experiência australiana na utilização do búfalo para carne. In: **Simpósio Sobre Búfalo como Produtor de Carne**, 1, 1991, Campinas,1991.

STEINER, H. **Working model of standardized technique for the hygienic slaughtering of cattle**. Fleischwirtschaft, Frankfurt, v.63, n.7, p.1186-1187, 1983.

THORNTON, H. **Compêndio de inspeção de carnes**. Londres: *Bailliere Tindall an Cassel*, 1969. 665p.

TRAUB, K. et al, **The EPCglobal Architecture Framework**, EPCglobal *Final Version of 1 july* 2005.

WEISS, S.A. **RFID (Radio Frequency Identification): Principles and Applications**. Disponível em: <<http://www.eecs.harvard.edu/cs199r/readings/rfid-article.pdf>>. Acesso em 11 de jun 2011, 07:06:40.

ANEXO I – GUIA DE INSTALAÇÃO E CONFIGURAÇÃO DO FOSSTRAK E DO RIFIDI EMULATOR

Objetivo

Este documento prescreve a configuração das ferramentas necessárias para a execução do sistema Sentinela utilizando o FOSSTRAK e o RIFIDI EMULATOR.

Pré-requisitos

Arquivos necessários para a instalação do sistema:

- Fosstrak F&C Server 1.0.2
- Fosstrak F&C Webclient 1.0.2

Os seguintes programas deverão estar previamente instalados:

- Fosstrak LLRP Commander
- Rifidi Reader Emulator
- Apache Tomcat

Os seguintes arquivos deverão, ser baixados em uma pasta no diretório raiz:

- reader-rp-client versão 0.5.0 ou superior, disponível na página <http://maven-repository.fosstrak.org/releases/org/fosstrak/reader/reader-rp-client-0.5.0>
- ROSPEC_example.llrp (é uma mensagem ADD_ROSPEC do tipo LLRP)
- ECSpec_current.xml (é uma mensagem ECSpec em um ambiente ALE que faz uma varredura na leitora visualizando as etiquetas eletrônicas lidas por ela)
- LLRPReader.xml (define o arquivo da leitora lógica em um ambiente ALE)

Passo 1 - Preparar Tomcat:

Com o Tomcat instalado, copie os dois arquivos WAR (fc-server-1.0.2.war and fc-webclient-1.0.2.war) para o diretório RAIZ_TOMCAT/webapps e inicialize o Tomcat.

Os dois arquivos WAR serão instalados automaticamente, ou seja, são criadas duas pastas com os nomes *fc-server-1.0.2* e *fc-webclient-1.0.2* no diretório *webapps*.

Passo 2 - Configurar Emulador de Leitor LLRP:

O emulador Rifi di será utilizado para emular a geração de leitores e tags RFID. Com o Rifi di instalado faça:

- Inicie o emulador Rifi di.
- Carregar arquivo *Fri goRFID.rfts* através do menu *File > Open IDE Configuration*.
- Iniciar leitor '*AntEsfol a*' clicando com o botão direito na leitora e selecionando a opção *start reader*.

Caso seja dese je criar uma nova leitora, clique no botão com o “+” na janela *Reader View*. Selecione a leitora do tipo “*LLRPReader*” que utiliza a porta 5084 (*default*) no modo “*Reader Wizard*”. Clique com o botão direito na leitora e selecionando a opção *start reader* para ativar a leitora.

Para exibir os relatórios com os dados agregados enviados a partir do Fosstrak ALE Middleware, inicia-se um aplicativo cliente denominado “*reader-rp-client-0.5.0.jar*” que exibe solicitações HTTP recebidas. Verifique se a porta desde que não seja utilizado por outra aplicação.

No *prompt* de comando apontado para o arquivo onde se localiza *reader-rp-client-0.5.0* execute o seguinte comando:

```
java -cp <READER_RP_CLIENT_VERSION>.jar org.fosstrak.reader.rp.client.EventSinkUI <PORT>
```

Exemplo:

```
java -cp reader-rp-client-0.5.0.jar org.fosstrak.reader.rp.client.EventSinkUI 9999
```

A tela permanecerá vazia até que a configuração do middleware ALE esteja completa.

Passo 3 - Configurar o Fosstrak ALE *Webclient*

O Fosstrak ALE *Webclient* será usado para configurar o *F&C Server*. Para usar o *Webclient* é necessário especificar a URL através da qual o *F&C Server* será acessado.

Inicie o navegador de *Internet* e o direcione para o endereço do *Webclient*:

`http://localhost:8080/fc-webclient-1.0.2/services/ALEWebClient.jsp`

Na próxima etapa deverão ser especificados os dois “*endpoints*” que permitem o *Webclient* reconhecer a localização da “*Filtering and Collection API*” e da “*Logical Reader API*”.

Defina o 'endpoint' para o F&C Server selecionando o método “*setEndpoint(String endPointName)*” na “*Filtering and Collection API*”. Insira a URL:

`http://localhost:8080/fc-server-1.0.2/services/ALEService`

Clique o botão “*Invoke*” para executar o comando.

Para verificar se a conexão entre o *Webclient* e o F&C Server foi estabelecida clique no método “*getVendorVersion()*”. Este método retorna o número da versão. Neste caso a versão é 0.1.

Defina novamente o 'endpoint' agora para a “*Logical Reader API*” do F&C Server selecionando o método “*setEndPoint(String endPointName)*” na “*Logical Reader API*”. Insira a URL:

`http://localhost:8080/fc-server-1.0.2/services/ALELRService`

Clique o botão “*Invoke*” para executar o comando.

Para verificar se a conexão entre o *Webclient* e o F&C Server foi estabelecida clique no método “*getVendorVersion()*”. Este método retorna o número da versão que deve ser a mesma da anterior.

Passo 4 - Definir os leitores conectados ao ALE Middleware via ALE Logical Reader API

A próxima etapa consiste em configurar o F&C Server com o leitor LLRP conectado. Clique no método “*define(String readerName, LRSpec spec)*” na seção *Logical Reader API* para definir um leitor lógico.

Denomine o leitor como “AntEsfola” e use o arquivo *LLRPReader.xml* como LRSpec.

readerName: AntEsfola

specFilePath: ..\Arquivos\Files\LLRPReader.xml

Para verificar se o leitor foi criado clique no método “*getLogicalReaderNames()*”, o método retorna uma lista dos leitores lógicos definidos. Observe se o leitor recém criado foi listado. Ele aparecerá entre colchetes.

Depois disso é possível observar troca de mensagem entre o emulador RifiDi com o Fosstrak ALE *middleware*.

A especificação do leitor lógico pode ser analisada através do método “getLRSpec(String readerName).

Passo 5 - Definir o comportamento do F&C Server via ALE Filtering and Collection API

Na próxima etapa será definida uma ALE ECSpec. Esta especificação reporta ao ALE *Middleware* como a leitura de *tags* RFID oriundas do emulador RifiDi deverão ser filtradas e agregadas.

Invoque o método "define (String specName, String specFilePath)".

specName: ECSpec_current

specFilePath: ..\Arquivos\Files\ ECSpec_current.xml

Para verificar se o ECSpec foi corretamente definido clique no método “getECSpecNames()”. Uma lista de nomes dos ECSpecs definidos será retornada. Observe se a ECSpec recém definida foi listada. Ele aparecerá entre colchete.

Passo 6 - Especificar o Consumidor dos eventos gerados pelo ALE

Quando não há um 'subscriber' para uma ECSpec, a ECSpec não é executada. Precisa-se, portanto, especificar um ouvinte, assinando o coletor de eventos para o ECSpec "specCURRENT" adicionado anteriormente. Para especificar um 'listener' execute o método “*subscribe(String specName, String notificationUri)*” e registre a URL na qual a aplicação está escutando.

notificationURI: http://localhost:9999

specName: ECSpec_current

O ALE começará a enviar *ECReports* vazios para a aplicação uma vez que o emulador RifiDi ainda não está configurado para enviar leituras de *tags* EPC via protocolo LLRP.

Passo 7 - Configurar o Emulador RifiDi para enviar Relatório das Leituras através do LLRP Commander

Inicie o LLRP *Commander* (via Eclipse) e crie um novo adaptador. Ele automaticamente reconhecerá a(s) leitora(s) e conectará à ela(s). Cheque se há troca de mensagens entre o LLRP *Commander* e o leitor. Para isso, envie uma mensagem

GET_READER_CAPABILITIES clicando com o botão direito do *mouser* em cima da leitora .

Crie uma nova mensagem LLRP do tipo *ADD_ROSPEC* e troque seu conteúdo pelo conteúdo do arquivo *ROSPEC_example.llrp*. Envie a mensagem para o Emulador Rifi di clicando no botão *llrp* nas teclas de atalhos do menu. Envie a mensagem “*ENABLE_RO_SPEC*”, clicando com o botão direito do *mouser* encima da leitora, para instruir o leitor a habilitar a ROSpec recém enviada.

Agora o leitor virtual está preparado para enviar *tags* para o ALE. No *Rifi di Emulator* adicione *tags* a leitora arrastando com o *mouser* as *tags* para a leitora. Isso significa que estas *tags* estão na área de cobertura da leitora.

Links utilizados:

<http://maven-repository.fosstrak.org/releases/org/fosstrak/fc/fc-server/1.0.2/>

<http://maven-repository.fosstrak.org/releases/org/fosstrak/fc/fc-webclient/1.0.2/>

<http://www.fosstrak.org/llrp/index.html>

<http://tomcat.apache.org/>