

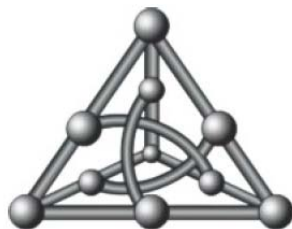
Termus - Uma Plataforma Para Aferição Remota de Temperatura de Bovinos da Raça Brangus

Quintino Izidio dos Santos Neto

Dissertação de Mestrado

Orientação: Prof. Dr. Edson Norberto Cáceres

Dissertação apresentada à Faculdade de Computação da Universidade Federal de Mato
Grosso do Sul como parte dos requisitos para obtenção do título de **Mestre em
Ciência da Computação**.



Faculdade de Computação
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
23 de dezembro de 2010

Conteúdo

Agradecimentos	5
Resumo	6
Abstract	7
Lista de Figuras	9
Lista de Tabelas	10
1 Introdução	11
1.1 Motivação e Objetivos	12
1.2 Estrutura do documento	14
2 Pecuária de precisão	15
2.1 Boas Práticas Agropecuárias (BPA)	15
2.2 Rastreabilidade	17
2.3 Pecuária de precisão	19
2.4 RFID - Identificação por radiofrequência	20
2.5 Rastreabilidade bovina com RFID	25
2.6 Principais aplicações de RFID	30
2.7 Tecnologias utilizadas	30
2.7.1 <i>Transponder LifeChip®</i>	30
2.7.2 <i>Middleware Cerberus</i>	32
2.7.3 Portal e-SAPI <i>bovis</i>	33

3	Monitoramento remoto da temperatura de bovinos	36
3.1	Introdução	36
3.2	Definição do problema	36
3.3	Solução Proposta	40
4	Plataforma Termus	41
4.1	Introdução	41
4.2	Descrição da plataforma Termus	41
4.2.1	Processo de soluções	41
4.2.2	Visão mais detalhada	43
4.3	Arquitetura da plataforma Termus	44
4.4	Tecnologia utilizada no desenvolvimento da plataforma Termus	46
4.5	Conclusões	48
5	Implementação do experimento	50
5.1	Justificativa	50
5.2	Seleção dos <i>transponders</i>	50
5.3	Implante dos <i>transponders</i>	54
5.4	Formas de coleta de dados	56
5.4.1	Considerações iniciais	56
5.4.2	Coleta de dados de temperatura de bovinos em baias	56
5.4.3	Coleta de dados de temperatura de bovinos em condições de campo	59
5.5	Modelagem da correção da temperatura do <i>transponder</i>	62
5.5.1	Considerações iniciais	62
5.5.2	Avaliação dos 24 <i>transponders</i> mais confiáveis	62
5.5.3	Verificação de presença de valores discrepantes	62
5.5.4	Correlação entre as três temperaturas, Tamb, Tchip e Tretal	63
5.5.5	Análise do <i>transponder</i> no campo com uma equação por animal	64
5.5.6	Análise geral do <i>transponder</i> no campo	64
5.6	Validação da modelagem	65
5.6.1	Introdução	65

5.6.2	Validação	65
5.7	Conclusões	67
6	Conclusões e trabalhos futuros	69
6.1	Conclusões	69
6.2	Trabalhos futuros	69
	Referências Bibliográficas	71
	Anexo I	74
	Anexo II	79

Agradecimentos

A Deus pela sua infinita bondade.

A minha querida família por seu apoio e presença em todos os momentos de minha vida. Meus pais, Oldemar e Maria Walterina, que sempre estiveram do meu lado e aos meus irmãos.

Um agradecimento especial, a minha irmã Olga, que sempre acreditou na minha capacidade e que desde criança, e até hoje, vem me orientando e incentivando.

Um agradecimento especial à minha esposa, Rosymeire, pelo seu apoio, carinho e estímulo durante todo o meu Mestrado, e aos meus filhos, Priscila e Felipe, pela paciência e incentivo para ir mais longe.

A todos os professores e funcionários da Faculdade de Computação (FACOM) da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), que sempre me acolheram muito bem.

A todos meus colegas da Embrapa Gado de Corte, que me apoiaram e incentivaram para que eu concluísse o Mestrado.

Um agradecimento especial ao Dr. Pedro Paulo Pires, pelo apoio durante todo o curso, e seus ensinamentos de dignidade, respeito ao próximo, inteligência, responsabilidade e bom humor.

Agradeço a Dra. Thais Basso e Dr. Roberto Torres pela ajuda durante os experimentos, conclusões.

Ao professor Dr. Edson Norberto Cáceres pela sua ajuda e extrema paciência para comigo, a quem admiro como pesquisador, professor e pela sua qualidade técnica e profissional.

E a todos os meus amigos de Campo Grande, Rio de Janeiro e Rio Branco que estão sempre torcendo por mim.

Este trabalho foi financiado pelo CNPq e teve o apoio do projeto e-SAPI *bovis* e é parte do projeto Embrapa Carne, Couro e Pele de Qualidade.

Resumo

Santos Neto, Q.I. **Termus** - *Uma Plataforma Para Aferição Remota de Temperatura de Bovinos da Raça Brangus*. Campo Grande, 2010. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

A pecuária de precisão é uma ferramenta cada vez mais utilizada para auxiliar no correto tratamento dos produtos, na busca de alimentos cada vez mais saudáveis, no controle adequado do negócio, visando ao crescimento da produtividade e no atendimento das demandas para conquista de novos mercados, tanto interno como externo. A pecuária de precisão introduz novas tecnologias de informação e comunicação no controle e automação da produção de carne. Em função disso, dispositivos eletrônicos tais como *transponders* RFID, balanças eletrônicas, GPS, leitores de códigos de barras, sensores de biometria, entre outros, são cada vez mais utilizados. Isso possibilita uma forma mais segura e eficiente para identificação dos animais, pois elimina erros na transcrição manual de dados e a necessidade de contenção do animal. Com as informações de todas as ocorrências relevantes, tais como vacinas, regime alimentar, variação de peso, indícios de febre, etc, ao longo da vida do animal, podemos rastrear a origem de problemas ao longo de toda cadeia de produção. As aferições de temperatura em bovinos são feitas tradicionalmente por termômetro introduzido no reto do animal. Conforme estudos realizados na Embrapa Gado de Corte, a prega umbilical é o local ideal para implantação do *transponder*. Por isso, deve-se converter a temperatura medida pelo *transponder* implantado na prega umbilical em temperatura retal. Neste trabalho, estudamos a utilização de um novo dispositivo idealizado pela Embrapa Gado de Corte e propomos uma ferramenta para aferição remota da temperatura de bovinos da raça Brangus. Essa ferramenta possibilitará o monitoramento de variações da temperatura do rebanho, de forma segura, rápida e precisa. A ferramenta está integrada ao portal e-SAPI *bovis* e é mais um avanço no estudo da utilização de dispositivos eletrônicos na pecuária de precisão.

Palavras-chave Pecuária de precisão, Identificação por radiofrequência, Rastreabilidade bovina, RFID, aferição remota da temperatura.

Abstract

Santos Neto, Q.I. ***Termus*** *A Plataform For Identification and Measurements of Remote Temperature of Bovine of the Brangus Race*. Campo Grande, 2010. Dissertation of Master's degree—Federal University of Mato Grosso do Sul.

Precision farming is a tool increasingly used to aid in proper treatment of products in search of more healthy food, in order effectively control of the business aiming at productivity growth and in fulfilling the requirements for acquiring, both internal and external new markets. Precision farming introduces new information and communication technologies in automation and control of meat production. As a result, electronic devices such as RFID transponders, electronic scales, GPS, barcode readers, biometric sensors, among others, are increasingly being used. This enables a more secure and efficient way to identify animals by eliminating errors in manual transcription of data and the need for animal restraint. With the information from all relevant events, such as vaccines, diet, weight changes, signs of fever, etc., throughout the life of the animal, we can trace the source of problems throughout the production chain. The temperature measurements in cattle are traditionally made by introducing a thermometer in the animal's rectum. According to studies carried out at Embrapa Beef Cattle, fold cord is ideal for deployment of the transponder. Therefore, you must convert the temperature measured by the transponder implanted in the umbilical fold in rectal temperature. This work reports study the of a new device idealized by Embrapa Beef Cattle and proposes a tool for monitoring the temperature of bovine of the Brangus race. The tool is integrated with the SAPI-bovis platform and is another step in studying the use of electronic devices in precision farming.

Keywords

Precision farming, Radio Frequency Identification, bovine traceability, RFID, Measurements of Remote Temperature.

Lista de Figuras

1.1	Participação dos tipos de produtos nas exportações de carne bovina do Brasil, jan-ago de 2010.	13
2.1	Sistema RFID.	21
2.2	Esquema de um <i>transponder</i>	22
2.3	<i>Transponders</i> utilizados em bovinos.	23
2.4	Estrutura do código.	24
2.5	Sumário dos sistemas FDX e HDX.	24
2.6	<i>Bolus</i>	25
2.7	Características observadas desde 1996.	26
2.8	Histórico do desenvolvimento dos <i>transponders</i> na Embrapa Gado de Corte.	26
2.9	<i>LifeChip</i> ®.	31
2.10	Dados comparados por nove meses entre <i>LifeChip</i> ® e temperatura retal em um único cavalo.	32
2.11	Visão funcional dos componentes do <i>middleware</i> Cerberus.	33
2.12	Camadas que compõem o núcleo <i>middleware</i> Cerberus.	33
2.13	Tela inicial portal e-SAPI <i>bovis</i>	34
2.14	Zona de risco geoprocessada - Suspeita de doença em um dado animal.	35
2.15	Arquitetura e-SAPI <i>bovis</i>	35
3.1	<i>Transponder</i> TXMU00 idealização da Embrapa Gado de Corte.	38
3.2	Antena e leitora FS2001-ISO utilizada neste trabalho.	39
4.1	Processo da solução.	42
4.2	Visão detalhada do processo com Termus.	43

4.3	Interface do <i>software</i> Termus.	45
4.4	Diagrama do Termus.	46
4.5	Exemplo de como pode ser utilizado o Termus. A seta em roxo mostra que o Termus pode ser embarcado na leitora FS2001-ISO.	47
5.1	Leitura dos <i>transponders</i> TXMU00.	53
5.2	Alguns <i>transponders</i> TXMU00.	54
5.3	Termômetro digital e estufa B.O.D.	54
5.4	Pinça dente de rato, termômetro digital e <i>transponders</i> dentro da estufa B.O.D.	54
5.5	Implante do <i>transponder</i>	55
5.6	Aferição da temperatura do <i>transponder</i> na prega umbilical.	56
5.7	Aferição da temperatura retal com termômetro digital.	57
5.8	Aferição da temperatura do ambiente com termômetro de máximo e mínimo.	57
5.9	Aferições nas baias do animal 101.	58
5.10	Aferições no campo do animal 101 às 7h30.	59
5.11	Aferições no campo do animal 101 às 13h00.	60
5.12	Aferições no campo do animal 101 às 15h30.	61
5.13	Temperaturas reais calculadas pelo <i>software</i> Termus.	67

Lista de Tabelas

2.1	Orientações do programa BPA.	16
2.2	Vantagens e desvantagens da identificação por radiofrequência (RFID). . .	29
4.1	Componentes de cada módulo.	43
4.2	<i>Tags</i> de configuração do Termus.	45
5.1	Dados coletados durante os testes.	52
5.2	Tabela de <i>transponders</i> selecionados.	53
5.3	Parte inicial e final dos dados coletados nas baias.	57
5.4	Parte inicial e final dos submetidos a estatística com os dados coletados no campo.	61
5.5	Temperaturas calculadas pelo <i>software</i> Termus.	66
8.1	Aferições da temperatura do animal 101 na baia, 7h30, 13h00 e 15h30. . .	75
8.2	Aferições da temperatura do animal 101 no campo às 7h30.	76
8.3	Aferições da temperatura do animal 101 no campo às 13h00.	77
8.4	Aferições da temperatura do animal 101 no campo às 15h30.	78

Capítulo 1

Introdução

O Brasil destaca-se no cenário mundial como o maior produtor de carne bovina e possuidor do maior rebanho comercial do planeta. Conforme dados do IBGE, o rebanho brasileiro era de aproximadamente 200 milhões (199.752.014) de cabeças em 2007, aumentando cerca de 1,3% em 2008, com aproximadamente 202 milhões (202.287.191) [2].

A exportação de produtos bovinos é muito importante para a economia brasileira e as exigências do mercado internacional, em relação à qualidade da carne, são imperativas para o sistema de produção nacional. Para atender às exigências do mercado consumidor, os produtores necessitam de novas práticas e ferramentas para a produção de carne.

A pecuária de precisão diz respeito a inovações tecnológicas que monitoram o animal no seu ambiente, sendo uma forma eficiente de gerenciar os sistemas de produção animal. Consiste, também, na medição de diferentes parâmetros dos animais; na modelagem desses dados para selecionar a informação desejada; e no uso desses modelos em tempo real, visando o monitoramento e o controle de animais e rebanhos. A base da proposição da pecuária de precisão está no monitoramento individual e remoto dos animais e das pastagens, possibilitado pelos novos avanços na área de tecnologias. As aplicações dessas tecnologias são potencialmente imensas, inclusive podendo contribuir para a rastreabilidade dos produtos, uma vez que oferece registros quanto a origem dos produtos e o seu meio de produção [7].

Dentre os parâmetros monitorados pela pecuária de precisão, destacamos a importância do conhecimento rápido e preciso da temperatura dos animais, pois o início do estado febril pode ocorrer por meio de uma série de problemas infecciosos, inflamatórios imunológicos, etc. No caso da febre aftosa, a elevação da temperatura e a diminuição do apetite são os primeiros indícios da infecção. Nos dois primeiros dias, a infecção progride pelo sangue produzindo febre, depois aparecem as vesículas na boca e cascos, então a febre desaparece. A febre aftosa é uma doença extremamente infecciosa. O sangue contém grandes quantidades de vírus durante as fases iniciais da enfermidade, quando o animal é muito contagioso. Quando as vesículas arrebentam, o vírus passa à saliva e com a baba infecta os alojamentos, os pastos e as estradas onde passa o animal doente. O vírus resiste durante meses em carcaças congeladas, principalmente na medula óssea, dura muito tempo na erva dos pastos e na forragem ensilada, persiste por tempo prolongado na farinha de

ossos, nos couros e nos fardos de feno [25].

Com o conhecimento prévio da variação de temperatura no rebanho, pode-se detectar o animal doente e tomar providências para evitar o possível contágio de outros.

A aferição da temperatura em bovinos é bastante trabalhosa. Primeiro tem-se que trazer os animais espalhados no campo; juntar todos no mangueiro; conduzir um a um no brete; conter cada animal no tronco; introduzir o termômetro no reto do animal e aguardar dois minutos e finalmente soltá-lo. Além de trabalhoso, causando estresse e consequentemente perda de peso, este procedimento envolve mão de obra especializada, o que encarece a produção.

O conhecimento remoto da temperatura dos animais, sem a necessidade da execução de manejo, gera uma série de vantagens, pois elimina-se a necessidade de deslocamento dos animais, o estresse, perda de peso, mão de obra para execução desta tarefa, etc.

As dificuldades naturais de manejo e gerenciamento de bovinos podem ser atenuadas com os recursos da pecuária de precisão. Para isso, precisamos estudar como introduzir esses dispositivos na indústria da carne. A introdução não é simples, pois muitos desses dispositivos foram projetados para outras aplicações. As dificuldades envolvem o ambiente (gerenciamento a campo), o usuário final (funcionário da propriedade rural), os dispositivos utilizados (cerca, balança, antena, etc) e os animais.

A Embrapa Gado de Corte e a UFMS desenvolveram várias soluções para problemas na área de pecuária de precisão. Essas soluções envolvem estudos na área de rastreamento e identificação eletrônica por radiofrequência. Esses estudos mostram as vantagens e potencialidades da utilização da identificação eletrônica na pecuária de precisão [22, 23, 5, 29].

1.1 Motivação e Objetivos

O nosso estudo foi motivado pela importância da vigilância sanitária pela aferição remota da temperatura em bovinos e os resultados obtidos com a tecnologia de radiofrequência na solução de problemas da pecuária de precisão.

A geração de indicadores, relacionados à alteração térmica em bovinos, auxiliarão na tomada de decisão a especialistas que atuam na cadeia da carne, possibilitando que ações preventivas sejam tomadas, tais como exames, avaliação de animais, etc. Essas medidas preventivas podem evitar o agravamento da saúde do animal e possibilitam a detecção e controle de epidemias.

Ao nosso conhecimento, por meio de pesquisas realizadas, esse é o primeiro estudo de detecção remota de alterações térmicas em bovinos usando a tecnologia de radiofrequência (RF).

O principal objetivo é o controle remoto permanente da temperatura do corpo dos animais, e com essas informações, apoiar a vigilância sanitária no controle de surtos de doenças febris. A indústria da carne necessita de uma ferramenta para auxiliar na

prevenção de febre aftosa, pois os prejuízos causados por essa doença para o Brasil são imensos. Para se ter uma idéia dos prejuízos, segundo Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes - Abiec, o volume de exportações, só de carne bovina, sem contar outros produtos, tais como, carne suína, carne de frango, etc, que são atingidos pelo embargo, em números atualizados de janeiro a agosto de 2010, é de 873.535 toneladas de carne bovina, totalizando US\$ 3.284.446.000 (Figura 1.1).



EXPORTAÇÕES DE CARNE BOVINA DO BRASIL, JAN-AGO 2010
BRAZILIAN BEEF EXPORTS, JAN-AUG 2010

Produto / Product	2010				2009		
	US\$ (000)	TON	US\$/Ton	Ton Eqc / CWE	US\$ (000)	TON	US\$/Ton
In natura/Chilled and Frozen Beef	2.641.344	684.273	3.860	888.641	1.893.738	609.500	3.107
Industrializadas/Processed Beef	372.114	92.324	4.031	230.812	441.533	110.469	3.997
Miúdos/Offal	122.171	53.675	2.276	53.675	123.637	56.454	2.190
Tripas/Casings	142.986	42.034	3.402	42.034	152.314	42.343	3.597
Salgadas/Salted Beef	5.831	1.230	4.742	1.230	13.662	2.426	5.631
TOTAL	3.284.446	873.535	3.760	1.216.391	2.624.885	821.191	3.196

Figura 1.1: Participação dos tipos de produtos nas exportações de carne bovina do Brasil, jan-ago de 2010.

O grande desafio da medição remota de temperatura em bovinos é idealizar um artefato que envie, para a leitora, a temperatura do corpo do animal. Esse artefato/*transponder*¹ já é utilizado em outras espécies de animais com manejo e finalidade diferentes da dos bovinos. Além do *transponder* com mais essa função, tem-se que conseguir ou idealizar uma leitora ISO-compatível que consiga interpretar os sinais com a temperatura do *transponder*. Um outro problema é o da localização do *transponder* no animal, pois os bovinos possuem características como, tamanho, peso, força, que diferem dos animais onde essa tecnologia foi testada. No caso da localização do *transponder* e por meio de estudos de pesquisa na Embrapa Gado de Corte, chegou-se a conclusão que o melhor lugar para implantação do *transponder* é o saco cego da prega umbilical e rúmen [13]. Como o local definido não coincide e nem é próximo do reto do animal, que é o local onde é aferida a temperatura em bovinos, tem-se outro grande desafio, que é converter a temperatura do local onde está implantado o *transponder* em temperatura retal.

Além da prevenção de doenças, o monitoramento constante da temperatura corporal pode ter outras aplicações, tais como a detecção de cio em bovinos. Esta detecção representa hoje um grande entrave para os programas de inseminação artificial bem como de seleção de fêmeas para precocidade sexual, pois não existe um método fácil, rápido, e barato para a tomada desta medida.

Outra utilização potencial do *transponder* com medição de temperatura é o monitoramento das condições de estresse térmico em bovinos, contribuindo para ampliação dos

¹O termo é uma contração das palavras *transmitter* e *responder*. Também conhecido como **tag**, é um dispositivo tipicamente utilizado para o rastreamento de itens, composto por um *chip* conectado a uma antena, em um substrato [3].

conhecimentos em bem estar animal [23].

Portanto esta proposta contribuirá na geração de novos conhecimentos e tecnologia na pecuária de precisão, na cadeia produtiva da pecuária bovina, além de contribuir significativamente com impactos científico-tecnológicos, socioeconômicos e ambientais.

Este trabalho é parte das atividades do projeto de identificação eletrônica e rastreabilidade, ora em andamento na Embrapa Gado de Corte, que se integrará aos projetos Portal e-SAPI *bovis* - Sistema Agropecuário de Produção Integrada e *Middleware* Cerberus. O e-SAPI *bovis* é uma plataforma Web para integração de informações da rede de carne bovina [31] e o *middleware* Cerberus tem a função de abstrair a conexão entre sistemas e os equipamentos de identificação por radiofrequência utilizados no agronegócio [29].

1.2 Estrutura do documento

Neste capítulo apresentamos a motivação e objetivos para o desenvolvimento deste trabalho, sua utilidade, a contribuição para segurança alimentar, entre outras.

O restante do documento está organizado da seguinte forma: o Capítulo 2 apresenta os conceitos e as tecnologias envolvidas na pecuária de precisão; o Capítulo 3 descreve o monitoramento remoto da temperatura de bovinos; o Capítulo 4 apresenta uma plataforma para aferição remota de temperatura de bovinos; o Capítulo 5 descreve a implementação do experimento para o desenvolvimento da plataforma Termus e validação dos resultados; o Capítulo 6 as conclusões e trabalhos futuros; por fim, as referências bibliográficas.

Capítulo 2

Pecuária de precisão

Neste capítulo, introduzimos os conceitos e tecnologias envolvidas neste trabalho.

2.1 Boas Práticas Agropecuárias (BPA)

As Boas Práticas Agropecuárias - Bovinos de Corte (BPA)[10] referem-se a um conjunto de normas e de procedimentos a serem observados pelos produtores rurais, que além de tornar os sistemas de produção mais rentáveis e competitivos, asseguram também a oferta de alimentos seguros, oriundos de sistemas de produção sustentáveis.

Pontos que necessitam de melhorias são identificados e, com isso, auxiliam os produtores na correção das não conformidades observadas, de modo a atender os requisitos do Programa BPA.

Com as BPAs, o produtor rural poderá identificar e controlar os diversos fatores, que influenciam a produção, contribuindo para o aumento do desfrute do rebanho e na redução das perdas. Isso resulta em sistemas de produção mais competitivos, mediante a consolidação do mercado interno e a ampliação das possibilidades de conquista de novos mercados que valorizam a carne e o couro de alta qualidade.

O programa BPA, que apresentaremos a seguir, foi desenvolvido pela Embrapa Gado de Corte e outras entidades ligadas à cadeia produtiva da carne bovina e bubalina. Esse programa orienta os produtores como administrar corretamente suas propriedades, aumentando a rentabilidade e fornecimento de alimentos seguros para a sociedade.

As BPAs [10] consistem em um conjunto de orientações (Tabela 2.1) que devem ser observadas pelos produtores rurais, de modo a garantir a rentabilidade e a competitividade dos sistemas produtivos.

Orientação	Objetivo
Gestão da propriedade rural	Trata das quatro funções que compõem a administração da propriedade rural: planejamento, organização, direção e controle. Uma gestão adequada exige que todas essas funções sejam exercitadas em um nível mínimo, aplicadas às diversas áreas funcionais da empresa.
Função social do imóvel rural	Trata do atendimento a critérios e exigências estabelecidas em lei nas áreas social, ambiental e de produtividade do imóvel rural.
Gestão dos recursos humanos	Trata das relações sociais e trabalhistas que regulamentam a participação do trabalhador rural nos sistemas produtivos, tendo a ética como base, e como parceiros, a cultura e os valores morais que são inseparáveis.
Gestão ambiental	Trata do manejo adequado dos recursos naturais existentes na propriedade rural, em conformidade com as leis ambientais e com as técnicas recomendadas para a conservação do solo, da biodiversidade, dos recursos hídricos e da paisagem.
Instalações rurais	Trata da adequação das instalações agropecuárias de modo a não causar danos ao animal (couro e carcaça) e garantir a segurança do pessoal responsável pelo manejo dos animais.
Manejo pré-abate	Trata do conhecimento e aplicação de operações que envolvem manejo, instalações e condições de transporte visando à redução da incidência de lesões que podem comprometer o rendimento e a qualidade da carcaça e do couro bovino.
Bem-estar animal	Trata do conhecimento sobre o comportamento animal e aplicação de estratégias de manejo que levam em consideração as necessidades fisiológicas e comportamentais dos bovinos, com ganhos diretos e indiretos na produção de carne e couro de qualidade.
Manejo das pastagens	Trata dos cuidados que devem ser observados na formação, recuperação e utilização das pastagens. Por serem o principal componente da alimentação dos bovinos, a oferta e o valor nutritivo das forrageiras afetam diretamente a produtividade do rebanho, e o manejo adequado destas pode prolongar sua vida produtiva, reduzindo os custos de reforma ou recuperação.
Suplementação alimentar	Trata da qualidade dos insumos e aditivos utilizados na suplementação animal, de forma a garantir a produção de alimentos economicamente viáveis e isentos de resíduos que possam prejudicar a saúde humana.
Identificação animal e rastreamento	Trata das formas de identificação individual e o registro de ocorrências que contribuem, de maneira significativa, na avaliação do desempenho individual e do rebanho e no rastreamento das informações obtidas ao longo da vida do animal.
Controle sanitário	Trata das medidas preventivas e curativas de controle sanitário recomendadas para o bom desempenho do rebanho, assegurando a produção de alimento seguro e saudável.
Manejo reprodutivo	Trata das principais práticas de manejo que visam a otimizar o desempenho reprodutivo e produtivo do rebanho de cria, de forma racional, econômica e sem promover a degradação ambiental.

Tabela 2.1: Orientações do programa BPA.

Vantagens para o setor produtivo

É uma ferramenta de gestão, que quando aplicada corretamente, resultará na redução dos custos de produção e no aumento da rentabilidade. Além disso, a garantia do fornecimento de alimentos seguros, provenientes de sistemas de produção sustentáveis, poderá facilitar o acesso aos mercados mais exigentes, tanto nacional como internacional.

Vantagens para entidades parceiras

Direcionar, de forma eficaz e rápida, ações de geração e/ou transferência de tecnologia para o fortalecimento do setor produtivo brasileiro.

Benefícios

Identificação e correção dos pontos críticos; Redução das perdas e da má utilização de produtos; Redução de riscos: ações trabalhistas e ambientais; Melhoria da qualidade da carcaça e do couro; Agregação de valor e melhoria da competitividade; Acesso a mercados diferenciados.

Fazendo uma avaliação do BPA, podemos contatar que, seguindo o conjunto de orientações pertencentes ao programa, tais como, gestão da propriedade rural, identificação individual de animais, controle sanitário, entre outros, além de tornar o sistema produtivo rentável e competitivo, a segurança alimentar, a sustentabilidade na produção, etc, tem-se a possibilidade, por meio de análises, de transformar os dados armazenados durante todo processo de produção em informações pertinentes ao negócio. Essas informações permitem traçar históricos de vários setores do negócio, inclusive sobre a vida dos animais do rebanho individualmente, possibilitando assim, a capacidade de rastreamento de cada animal, e essa capacidade nada mais é do que a rastreabilidade.

2.2 Rastreabilidade

As BPAs, para serem eficazes no que diz respeito ao aumento da rentabilidade e competitividade na produção, oferta de alimentos seguros oriundos de produções sustentáveis, necessitam da utilização de novas tecnologias, que vão proporcionar uma rastreabilidade eficiente nos diversos setores da produção.

A rastreabilidade passou a ser uma exigência do mercado mundial da carne. Com isso, aumentou a demanda cada vez mais exigente do consumidor por alimentos seguros e saudáveis, produzidos de acordo com as normas das BPAs, que possui em suas orientações, rastrear todo processo de produção. Esse aumento da demanda fez da rastreabilidade uma ferramenta extremamente importante em todo processo de produção na indústria da carne, proporcionando ao consumidor alimentos seguros e saudáveis.

A rastreabilidade pode ser entendida como a capacidade de detectar a origem e de seguir o rastro de um gênero alimentício, de um animal ou de uma substância, ao longo de toda fase de produção, transformação e distribuição. A seguir apresentamos três definições que estão inseridas no contexto da agropecuária. Elas caracterizam o controle de animais, a cadeia alimentar e certificação.

Martins [18] define rastreabilidade como um sistema de controle de animais que per-

mite sua identificação individual desde o nascimento até o abate, registrando todas as ocorrências relevantes ao longo de sua vida. A rastreabilidade existe para garantir ao consumidor um produto seguro e saudável, por meio do controle de todas as fases de produção, industrialização, transporte, distribuição e comercialização, possibilitando uma perfeita correlação entre o produto final e a matéria-prima que lhe deu origem.

Segundo Moe [19], rastreabilidade na cadeia alimentar é a capacidade de localizar um produto e seu histórico através da cadeia produtiva, passando por etapas de colheita, transporte, armazenamento, processamento, distribuição e vendas. Além disso, a rastreabilidade pode ser realizada internamente aos passos da cadeia produtiva, por exemplo, rastreando as matérias-primas que foram utilizadas para a fabricação de um produto. Segundo o autor, algumas vantagens da rastreabilidade interna são: melhor controle de processo, correlação de dados dos produtos com características de matérias-primas e maior homogeneidade na qualidade das matérias-primas utilizadas.

Para Rezende [26], rastreabilidade é a capacidade de traçar o histórico, a aplicação ou a localização de um item por meio de informações previamente registradas. A rastreabilidade é parte da qualidade total e é a base de todos os programas de certificação, sendo o produtor o primeiro envolvido e o que demanda a adequada identificação dos animais, fazendo com que toda a cadeia da carne mantenha documentação que comprove a sua aplicação. A rastreabilidade é necessária para atender à demanda do consumidor que a cada dia se torna mais consciente e exigente de seus direitos. Como exemplos, pode-se citar o aumento crescente da demanda por produtos orgânicos, a exigência de carnes sem anabolizantes para a Europa, o controle dos produtos modificados geneticamente e uma demanda generalizada por alimentos seguros e saudáveis.

Na teoria, a implantação de um programa de rastreabilidade bovina é simples, baseia-se na atribuição de um código de identificação único, de padrão internacional, para cada animal. O animal é registrado em um banco de dados, no qual deverão ser armazenadas todas as informações relevantes à segurança alimentar que ocorrerem durante sua vida até o abate, dentro do frigorífico e daí até sua entrega ao consumidor. Os franceses chamam esse controle de “do pasto ao prato”. A qualquer momento, se ocorrer uma anormalidade com esse animal ou com um corte de sua carne, por meio da identificação padronizada, é possível, rápida e eficazmente consultar o seu histórico (rastros) e obter informações que permitirão a identificação da causa da anormalidade e a tomada de ações para a solução do problema. Este processo é intitulado rastreamento e, à sua capacidade de aplicação, de rastreabilidade.

Para implementar um sistema de rastreabilidade eficiente, necessitamos de ferramentas computacionais, tanto de *software* quanto de *hardware*. No nosso trabalho, utilizamos *transponders* RFID para efetuar a rastreabilidade bovina e obter informações da temperatura dos animais.

A rastreabilidade e todo processo envolvido, tem como foco principal a saúde do ser humano, dando subsídios para que todos consigam produzir alimentos saudáveis e de qualidade.

2.3 Pecuária de precisão

A necessidade de otimizar segmentos das etapas e processos de produção. Cada vez mais trabalhos de pesquisa são desenvolvidos, quer na utilização de sensores biocompatíveis, quer em estratégias de gestão da informação e desenvolvimento de *softwares* de decisão. Esses trabalhos, associados a diversos mecanismos de controle, contribuem para a otimização de cada segmento da cadeia produtiva. O conceito de produção animal, numa perspectiva cada vez mais competitiva e empresarial, torna a atividade de produção animal cada vez mais precisa, dependendo menos de variáveis casuísticas, e mais de decisões inteligentes.

A maximização dos índices produtivos alcançados e a minimização de custos de produção passam pela eficiência da relação entre as variáveis ao longo do período de produção. Desta forma, o conceito de precisão tem uma relação muito íntima com a questão da eficiência produtiva. Os valores desejáveis devem ser atingidos com o menor grau de impacto financeiro possível. Os investimentos em tecnologia (*microchips*, balanças eletrônicas, *softwares*, Internet, entre outros), com a finalidade de proporcionar o ambiente adequado, a quantidade e qualidade de alimentação fornecida, aliados ao material genético e ao manejo praticado, só terão o retorno esperado se houver uma eficiência da intervenção necessária em determinadas fases da produção, com a precisão exigida. Em outras palavras, a precisão está relacionada com o monitoramento efetivo e controle das etapas de produção, pois não é possível imprimir uma melhoria num processo, se este não for conhecido em todas as suas fases [7].

A pecuária de precisão é um conceito de pecuária baseada na existência de uma grande diversidade de informações pertinentes ao negócio. Ela preconiza cada vez mais o uso de novas tecnologias, como posicionamento global (GPS e DGPS), identificação remota de animais, sensores, satélites ou imagens aéreas, *software* de gerenciamento, e sistema de informações geográficas (SIG) para avaliar e compreender as variações do campo, estudados pela Geomática.

As informações coletadas podem ser usadas para avaliar com maior precisão a eficiência no manejo do rebanho, na produção, no controle da sanidade animal, na sustentabilidade, estimar as necessidades de outros insumos, redução nos custos ocasionados pela falta de controle, e de forma mais precisa prever o rendimento e, conseqüentemente, aumentar a rentabilidade do negócio.

Com a pecuária de precisão pretende-se evitar a aplicação de práticas inflexíveis, utilizando informações para adequação das práticas às necessidades do negócio, independentemente da propriedade e das condições da região. Os satélites permitem aos produtores facilmente o levantamento de suas terras. Os sistemas de posicionamento global (GPS) podem encontrar a localização de um campo dentro de uma propriedade. Eles podem, então, apresentar uma série de mapas de SIG que demonstram que os campos são úmido ou seco, e onde há erosão do solo e outros fatores que, por exemplo, podem ajudar na definição de tipos de pastagens que são mais adequadas. Os dados podem ser utilizados pelo produtor que automaticamente adotará práticas mais favoráveis para o seu negócio.

A pecuária de precisão pode ser usada para melhorar a gestão da propriedade de várias

perspectivas:

Perspectiva agronômica: o ajuste de práticas culturais para ter as reais necessidades da cultura (por exemplo, qual melhor tipo de pastagens, uma melhor gestão na fertilização, etc);

Perspectiva técnica: melhor gestão dos calendários (por exemplo, o planejamento das atividades de vacinações obrigatórias);

Perspectiva ambiental: redução dos impactos agrícolas (manter matas ciliares e reservas ambientais);

Perspectivas econômicas: aumento da produção e/ou redução dos custos, aumento da eficiência (por exemplo, menor custo da prática da adubação da pastagem).

Outro benefício para o produtor é, ajudá-lo a produzir e manter um histórico de suas práticas de produção e resultados, visando a eficiente tomada de decisões e cumprimento dos requisitos de rastreabilidade (cada vez mais necessária nos países desenvolvidos).

Aplicação da pecuária de precisão também é adotada com a finalidade de fazer o mapeamento da qualidade das pastagens. Nesse contexto, a pecuária de precisão fornece ao produtor informações a serem aplicadas para a tomada de decisões racionais para aumentar a produtividade de seu negócio, cuidar da qualidade da cobertura vegetal de pastagens, evitar fenômenos de erosão e degradação devido à sobrecarga de animais por área e orientar o manejo técnico de propriedades e empresas rurais de médio e grande porte, com segurança e baixo custo. Pode ser feito diagnóstico que permite, por exemplo, saber se a área em estudo está sub ou super utilizada, ou seja, se o uso dos recursos naturais está sendo feito de maneira racional, tanto tecnicamente como economicamente.

A pecuária de precisão, para ter sua eficiência maximizada na indústria da carne, necessita análise de dados coletados. Grande parte desses dados serão transformados em informações sobre os bovinos, agregando mais valor ao produto final. Para coleta dos dados, a pecuária de precisão utiliza cada vez mais dispositivos eletrônicos, que garantem a integridade e exatidão das informações. Esses dispositivos constituem-se de GPS, balanças eletrônicas, sensores, dispositivos de identificação por radiofrequência, etc. A plataforma Termus utilizou principalmente a tecnologia de identificação por radiofrequência (RFID) para monitoramento da temperatura dos animais.

Deixar de olhar para o rebanho como um todo e passar a tratar cada animal de acordo com as suas características individuais, otimizando a utilização dos recursos, é a melhor definição de “Pecuária de Precisão”.

2.4 RFID - Identificação por radiofrequência

Existem várias tecnologias que podem ser utilizadas na rastreabilidade bovina, tais como, brinco auricular, tatuagem dentro da orelha, marca com ferro quente, tinta, etc. Nesses identificadores foram constatadas algumas dificuldades que podem causar grande transtorno na administração do negócio. Por exemplo, o brinco pode cair ou sujar, a marca com ferro quente pode inflamar e/ou ser coberta com pêlo do animal e/ou sujar e ficar ilegível, a tatuagem pode desaparecer com a sujeira ou pigmentação da pele.

Todas essas tecnologias possibilitam apenas a rastreabilidade do animal e são bastante limitadas do ponto de vista da pecuária de precisão.

O *transponder* RFID é um acrônimo do nome (*Radio-Frequency IDentification* - que significa identificação por radiofrequência). O RFID é um método de identificação automática que utiliza sinais de rádio, que são capturados remotamente por meio de dispositivos, o sistema é constituído por um *transponder*¹, antena e unidade de controle (transceptor) (Figura 2.1).

A utilização do *transponder* RFID na identificação de animais se mostrou eficiente e segura [13]. Os *transponders* básicos são formados por capacitor, CI (*microchip*), revesti-

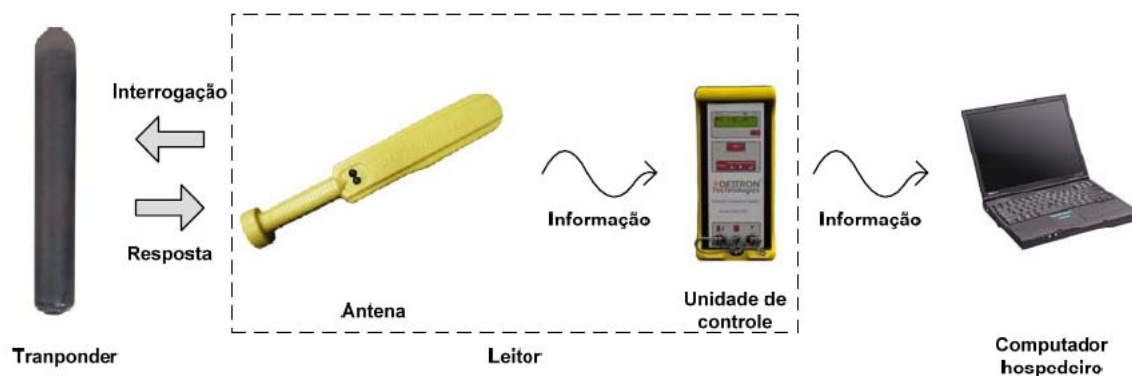


Figura 2.1: Sistema RFID.

mento e antena [28] (Figura 2.2).

Os *transponders* RFID podem ser classificados quanto à geração de energia, método de troca de informações e faixa de frequência.

Quanto à geração de energia, os *transponders* podem ser passivos, ativos e semipassivos.

Os *transponders* **passivos** não possuem bateria. Normalmente memórias do tipo ROM (*Read Only Memory*), usualmente de 32 a 128 *bits*, que não podem ser modificadas. Respondem ao sinal enviado pela leitora, sendo estimulados por ondas de rádio, que carregam seu capacitor com energia suficiente para transmitir a identificação nele gravada.

Os *transponder* **ativos** possuem bateria, que lhes permitem enviar o próprio sinal. Por envolver mais componentes e tecnologias, tem um custo maior do que os passivos e semipassivos.

Já o *transponder* **semipassivo** possui bateria apenas para o *chip*, eventuais sensores (como exemplo de eventual sensor, o sensor de temperatura) e intensificação do sinal permitindo a reflexão mais rápida da resposta ao leitor.

O método de troca de informações entre os *transponders* e os leitores, pode ser HDX (*half duplex*) ou FDX (*full duplex*).

¹O termo é uma contração das palavras *transmitter* e *responder*. Também conhecido como **tag**, é um dispositivo tipicamente utilizado para o rastreamento de itens, composto por um *chip* conectado a uma antena, em um substrato [3].



Figura 2.2: Esquema de um *transponder*.

Os *transponders* **HDX** funcionam da seguinte forma: a leitora envia sinais de rádio por meio de uma antena; quando o *transponder* entra no alcance do sinal, o capacitor é energizado; quando a leitora faz um intervalo no envio do sinal, o *transponder* envia a identificação. Já os *transponders* **FDX** funcionam da seguinte forma: quando o *transponder* entra no alcance do sinal da antena, o capacitor é energizado, é realizada uma sincronização entre leitora e *transponder* e imediatamente o *transponder* envia seus dados (identificação e/ou outros dados de eventuais sensores), ou seja, a leitora não faz pausa no envio do sinal.

Os sistemas de RFID são também classificados pela faixa de frequência que operam. A faixa de frequência dos *transponders* podem ser de alta ou baixa. Os Sistemas de **baixa frequência** vão de 30 KHz a 500 KHz e servem para curta distância de leitura, tendo um baixo custo operacional. Os Sistemas de **alta frequência** vão de 850 MHz a 950 MHz e de 2,4 GHz a 2,5 GHz e servem para leitura em média e longa distâncias e leituras a alta velocidade [6].

O *transponder* RFID é um dispositivo comumente usado para o rastreamento de itens, possibilitando a transmissão das informações nele gravadas, quando interrogado por uma leitora e pode ser capaz de armazenar novas informações [16]. Pode ser colocado em uma pessoa, animal, equipamento, embalagem ou produto, dentre outros.

Os *transponder* em forma de *bolus* (cápsula injetável) podem ser revestidos por cerâmica, resina de mamona, porcelana ou outro material biocompatível. A forma e o peso (aproximadamente 70 g) dos *transponders* devem ser projetados para que permaneça no interior do retículo/rúmen do animal [17]. A Figura 2.3 mostra alguns tipos de revestimentos dos *transponders*.

Padronização

Como a evolução do RFID, durante o século XX, foi lenta, sistemas foram desenvolvi-



Figura 2.3: *Transponders* utilizados em bovinos.

dos separadamente e com arquiteturas proprietárias por cada fabricante. Muitas vezes utilizava-se uma tecnologia que seria útil para uma atividade específica (restringindo sua aplicação àquela atividade), ou ainda pior, com as arquiteturas proprietárias, cada tipo de sistema obedece as exigências de seu fabricante sem que outras empresas ou companhias tenham acesso à tecnologia, conseqüentemente, há também uma grande diversidade desses sistemas dentro de uma mesma atividade. Sob essa perspectiva, é evidente a necessidade de uma padronização dos sistemas utilizados em RFID. Duas organizações vêm tentando estabelecer uma padronização: a ISO/IEC e a EPC Global. A criação de um padrão diminui bastante o custo devido à maior compatibilidade entre diferentes tipos de sistemas, facilitando sua implantação e disseminando, ainda mais, esta tecnologia ao redor do globo [9].

Em se tratando de identificação eletrônica por radiofrequência de bovinos, destacam-se duas principais normas:

- A norma **ISO 11784** [15] é um padrão internacional para a estrutura do código de identificação animal por radiofrequência (Figura 2.4).
- A norma **ISO 11785** [16] é um padrão internacional que define o protocolo de comunicação entre os *transponders* e as leitoras (Figura 2.5).

Nº Bit	Informação	Combinação	Descrição
1	(1) animal e (0) não animal.	2	Indica se o <i>transponder</i> é usado para identificação animal ou não.
2 – 15	Campo reservado.	16.384	Bits para futuro uso.
16	Indica se existe(1) ou não existe (0) bloco de dados.	2	Este bit indica se dados adicionais vão ser recebidos (ex. Dados fisiológicos, dados de eventuais sensores, etc).
17 – 26	ISO3166 código do país com 3 dígitos numéricos.	1.024	Os códigos de país 900-998 pode ser usado para se referir aos fabricantes individuais de <i>transponders</i> . Código 999 é usado para indicar que o <i>transponder</i> é um teste e não precisa conter um número único de identificação.
27 – 64	Código nacional de identificação.	274.877.906.944	Número único dentro de um país.

Figura 2.4: Estrutura do código.

Parâmetros	Sistema FDX	Sistema HDX
Frequência de ativação	134,2 KHz	134,2 KHz
Modulação	AM-PSK	FSK
Frequência de retorno	129,0 KHz até 133,2 KHz 135,2 KHz até 139,4 KHz	124,2 (1) 134,2 (0)
	DBP modificado	NRZ
Taxa de transmissão	4.194 bit/s	7.762,5 bit/s (1) 8.387,5 bit/s (0)
Estrutura do código:		
Cabeçalho	11	8
Código de identificação	64	64
Código de detecção de erro	16	16
Bits de aplicativos	24	24
Bits de Controle	13	--

Figura 2.5: Sumário dos sistemas FDX e HDX.

2.5 Rastreabilidade bovina com RFID

O aumento da produção bovina e o rastreamento de animais exigidos pelo comércio internacional motivaram a Embrapa Gado de Corte a desenvolver, a partir de 1996, um sistema de identificação eletrônica de animais com a utilização de *software*, e de *transponder* encapsulado por resina de mamona, para uso subcutâneo e outro em forma de *bolus* (Figura 2.6).

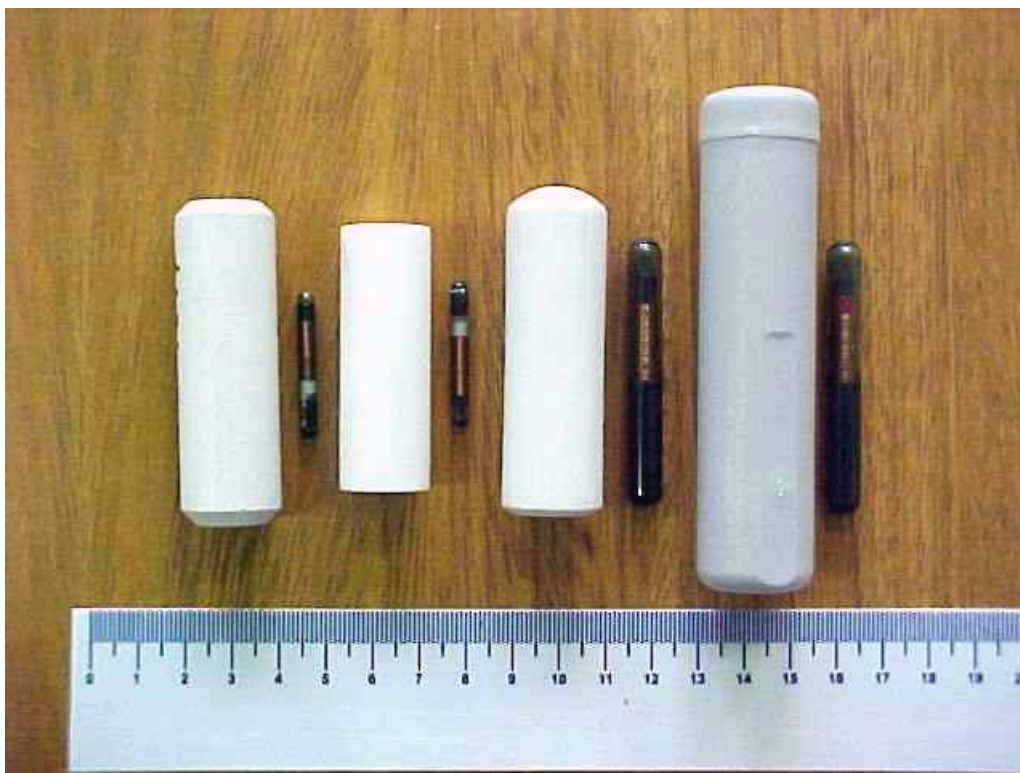


Figura 2.6: *Bolus*.

A ocorrência da doença da vaca louca e febre aftosa na Europa exigiram a eliminação de rebanhos doentes, o que causou grandes prejuízos, obrigando a União Européia a aplicar a Resolução CE 820/97, modificada em 2000 pela Resolução 1760/2000 [11], seguida por Coréia e Japão, para exigir que toda importação de carne bovina estivesse inserida em um programa de identificação e registro. Esse programa possibilita o levantamento de todas as informações sobre o animal, desde o seu nascimento até o consumo do produto final. No entanto, tal exigência não pode ser totalmente satisfeita sem que houvesse uma identificação precisa do animal [22]. Esse sistema garante a exatidão das informações e possibilita tomada de decisão precoce para o aumento da produtividade do rebanho. A utilização de tatuagens, marcas a ferro quente e brincos numerados, ocasiona muitos erros na identificação dos animais, o que motivou a utilização de *transponders*.

Na Figura 2.7 pode-se observar algumas características da utilização dos *transponders* na identificação remota de bovinos.

A Figura 2.8 mostra a trajetória e evolução da pesquisa em Identificação Eletrônica,

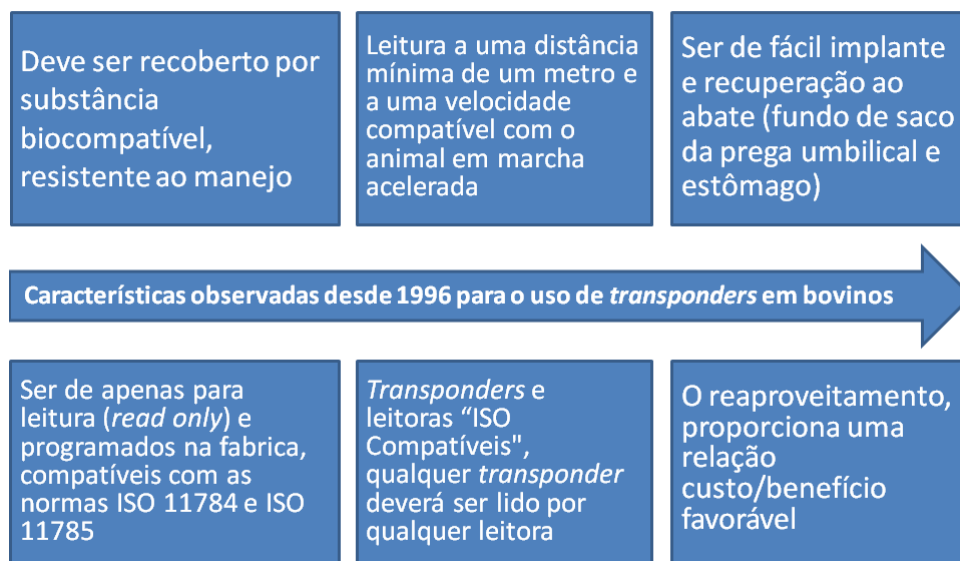


Figura 2.7: Características observadas desde 1996.

na Embrapa Gado de Corte. Desde 1996 a Embrapa Gado de Corte estuda a utilização de (*transponders*) RFID para identificação eletrônica de bovinos. Várias soluções para encapsulamento dos *transponders* foram utilizadas, tais como, resina de mamona, garrafas de plástico recicladas, plásticos, cerâmica, entre outros.

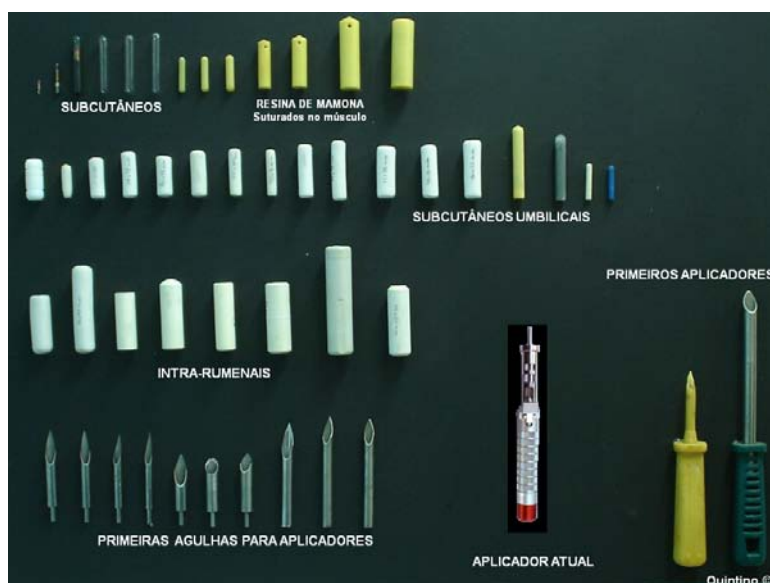


Figura 2.8: Histórico do desenvolvimento dos *transponders* na Embrapa Gado de Corte.

A adoção da identificação eletrônica em bovinos possibilita um controle rápido e seguro

dos rebanhos, e com isso aumenta a competitividade da indústria da carne brasileira nos mercados internos e externos.

Como vimos, um dos objetivos da pecuária de precisão é fornecer ao administrador dados precisos para tomada de decisões importantes na administração do negócio.

A utilização da identificação eletrônica em bovinos, além de aumentar a exatidão e eficiência na rastreabilidade e controle da sanidade dos animais, é uma forma segura de obtenção de informações sobre animais em campo, evitando o contato, a aproximação e o estresse.

Nesta seção apresentamos uma visão geral da tecnologia de identificação eletrônica, suas vantagens e desvantagens, outras aplicações que caracterizam o estado atual de desenvolvimento dos *transponders* e o portal e-SAPI *bovis* que é uma ferramenta de extrema importância para pecuária de precisão.

Vantagens e desvantagens da utilização da identificação por radiofrequência (RFID)

Vantagens:

- A principal vantagem do uso da identificação por radiofrequência é realizar a leitura sem o contato com o animal e sem a necessidade de uma visualização direta do leitor com o *transponder*. É possível, por exemplo, colocar o *transponder* dentro de um produto e realizar a leitura sem ter que desempacotá-lo, ou, por exemplo, aplicar o *transponder* em uma superfície que será posteriormente coberta de tinta ou graxa.
- O tempo de leitura é baixíssimo, ou seja, menor que 100 milissegundos, tornando uma solução para processos onde se deseja capturar as informações com o *transponder* em movimento.
- O custo do *transponder* teve uma queda significativa nos últimos anos[28].
- Capacidade de armazenamento, leitura e envio dos dados para *transponder* ativo e regravável.
- Durabilidade das etiquetas com possibilidade de reutilização.
- Contagens instantâneas de estoque, facilitando os sistemas empresariais de inventário.
- Precisão nas informações de armazenamento e velocidade na expedição.
- Prevenção de roubos e falsificação de mercadorias.
- Coleta de dados de animais ainda em campo.
- Processamento de informações nos abatedouros [6].

Percebe-se que tais vantagens são significativas e que agregam informações aos produtos que antes implicavam em mais tempo para serem obtidas.

Desvantagens:

- Apesar da queda do custo nos últimos anos, a tecnologia de identificação por radiofrequência em relação a outros sistemas é um dos principais obstáculos para o aumento de sua aplicação comercial. Atualmente, uma etiqueta inteligente custa nos EUA cerca de 25 centavos de dólar, na compra de um milhão. No Brasil, segundo a Associação Brasileira de Automação, esse custo sobe para 80 centavos até 1 dólar a unidade.
- O preço final do conjunto (antenas, leitoras, ferramentas de filtragem das informações e sistemas de comunicação) é ainda elevado, pois a tecnologia não se limita apenas ao microchip.

- O uso em materiais metálicos e condutivos pode afetar o alcance de transmissão das antenas. Como a operação é baseada em campos magnéticos, o metal pode interferir negativamente no desempenho. Entretanto, encapsulamentos especiais podem contornar esse problema, fazendo com que automóveis, vagões de trens e contêineres possam ser identificados, resguardadas as limitações com relação às distâncias de leitura. Nesse caso, o alcance das antenas depende da tecnologia e frequência usadas, podendo variar de poucos centímetros a alguns metros (cerca de 30 metros), dependendo da existência ou não de barreiras [6].

A Tabela 2.2 resume as principais vantagens e desvantagens na utilização de *transponders* RFID.

Vantagens	Desvantagens
Não há contato com o animal.	Custo alto em relação a outros sistemas.
Tempo de leitura baixo (100 ms).	Preço final do conjunto (antenas, leitoras, <i>software</i> , etc).
O custo em declínio.	Materiais metálicos podem interferir na distância de leitura.
Capacidade de armazenamento.	
Durabilidade (sem prazo de validade).	
Reutilizável.	
Facilidade em contagem de inventário.	
Precisão das informações/identificação.	
Prevenção de roubo.	
Coleta de dados em campo.	
Processamento de informações sem atrapalhar a logística.	

Tabela 2.2: Vantagens e desvantagens da identificação por radiofrequência (RFID).

2.6 Principais aplicações de RFID

O *transponder* RFID é uma tecnologia emergente que tem sido aplicado com sucesso em gestão de cadeia de fornecimento, fabricação e logística, mas a sua gama de aplicação se estende muito para além destas áreas. Há um enorme potencial de aplicação ainda mais ampla, e um número crescente de empresas já começaram projetos-piloto ou a utilizá-lo com sucesso em ambientes do mundo real [20].

A seguir pode-se observar várias aplicações que utilizam a tecnologia RFID.

- Hospitalares: implantado no paciente, transmite sua identificação possibilitando o acesso aos registros completos de sua saúde.
- Locadoras: instalados nos veículos, para obter relatórios automaticamente usando leitores de RFID, tanto para os disponíveis para locação, quanto para localização dos veículos alugados.
- Bagagens: instalados nas bagagens, minimiza o número de perdas durante seu transporte.
- Indústria: instalados nas ferramentas, que em grandes indústrias facilita o processo de localização.
- Bibliotecas: instalados nos livros, identifica o acervo e rastreamento dos exemplares.
- Identificação Animal: análise de riscos, gerência de surtos e garantia de qualidade e procedência dos animais, rastreamento desde o nascimento do bezerro até o consumo, agilidade e segurança no manejo.
- Outras aplicações: aviação, gestão de edifícios, construções, tecidos e confecções, garantias de segurança alimentar, logística e gestão da cadeia de abastecimento, mineração, gestão de resíduos sólidos urbanos, museus, varejo.

2.7 Tecnologias utilizadas

Nesta seção apresentamos três tecnologias utilizadas no desenvolvimento da plataforma Termus. O *LifeChip*®, um *transponder* RFID que além da identificação remota de animais possibilita a aferição da temperatura. O *Middleware* Cerberus que possibilita a rastreabilidade a campo, no qual a plataforma Termus será utilizada e o Portal e-SAPI *bovis*, que integra um conjunto de aplicações em pecuária de precisão.

2.7.1 *Transponder LifeChip*®

O *transponder LifeChip*®, desenvolvido pela *Destron Fearing* que é representada pela *Digital Angel* no Brasil, é um *transponder* (Figura 2.9) com medição de temperatura

para equinos, com aplicação intramuscular, no pescoço. O *LifeChip*® é biocompatível, possui 15 dígitos para identificação, satisfaz os padrões do *United States Department of Agriculture* (USDA) [30] para vigilância de doenças, ou seja, utiliza todas padronizações, contendo o diferencial que é a medição de temperatura, e também segue os padrões ISO 11784 [15] e ISO 11785 [16].



Figura 2.9: *LifeChip*®.

O *LifeChip*® pode ser implantado em cavalos e pôneis de todas as idades, raças e tamanho. Potros podem receber *LifeChip*® na ocasião do exame neonatal. Sua aplicação é feita pelo médico-veterinário com o auxílio de uma seringa. O tamanho de cada *transponder LifeChip*® é pouco maior do que um grão de arroz.

Com a tecnologia opcional *Bio-Thermo*® (sensor de temperatura), o *transponder LifeChip*® pode prover uma leitura rápida e segura da temperatura do corpo do cavalo [12].

Outra característica é a parte porosa que cobre o *transponder (BioBond*®), fazendo com que o organismo do animal encapsule o objeto estranho, reduzindo a probabilidade dele migrar do pescoço para outra parte do corpo do animal [30].

Em um experimento feito por nove meses pela *Destron Fearing* [12] (Figura 2.10), chegou-se a uma variação consistente, simbiótica² de -3°C indicada pelo *Bio-Thermo*® nas leituras em cima do mesmo curso de tempo. Com isso concluiu-se que a temperatura retal atual do cavalo será 3°C mais alta que o *LifeChip*® que utiliza a tecnologia *Bio-Thermo*®. Diante disso, a temperatura do cavalo será a temperatura do *Bio-Thermo*® mais 3°C [12]. Em função desse experimento, constatou-se que o *transponder LifeChip*® pode ajudar os criadores a monitorar a saúde dos animais.

Um trabalho de pesquisa realizado pela *Destron Fearing* testou o *transponder LifeChip*®, sendo sua aplicação subcutânea para ajudar no desenvolvimento de vacinas designadas para proteção de suínos [32].

²Relação vantajosa entre dois organismos vivos diferentes.

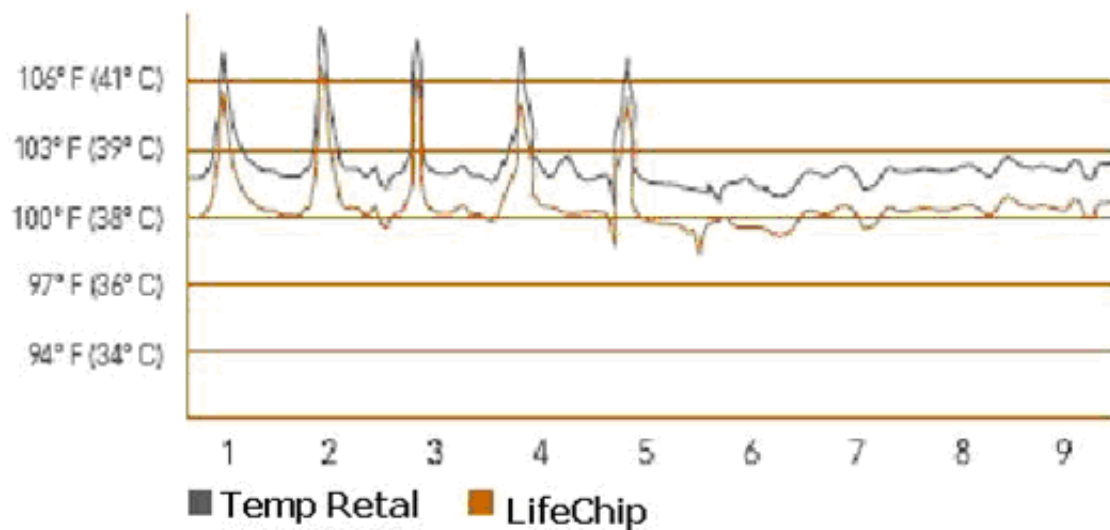


Figura 2.10: Dados comparados por nove meses entre *LifeChip*® e temperatura retal em um único cavalo.

2.7.2 *Middleware Cerberus*

Para facilitar a visualização do contexto no qual esta solução está inserida, a Figura 2.11 apresenta uma visão de alto nível dos componentes participantes de uma solução genérica do domínio de RFID. O *middleware* Cerberus possui os seguintes requisitos: prover a propagação, filtragem e a agregação dos dados; ler e escrever no *transponder*; gerenciar leitoras e implementar algum nível de privacidade em relação aos dados capturados.

O *middleware* Cerberus [29] apresenta duas partes principais: a primeira é a interface, que permite realizar e testar de forma amigável a sua configuração. A segunda parte do *middleware*, que é executada em *background*, gerenciará os equipamentos e os dados de acordo com o arquivo de configuração. O núcleo do Cerberus é composto de três camadas: camada física, camada de gerenciamento e camada de integração (Figura 2.12).

O *middleware* Cerberus tem a função de abstrair a conexão entre sistemas e os equipamentos utilizados no agronegócio, facilitando a integração de diversas tecnologias. Na sua camada de gerenciamento (Figura 2.11), fará a conexão do **Termus** com o transceptor (leitor) que interrogará os *transponders* para obtenção da identificação e da temperatura.

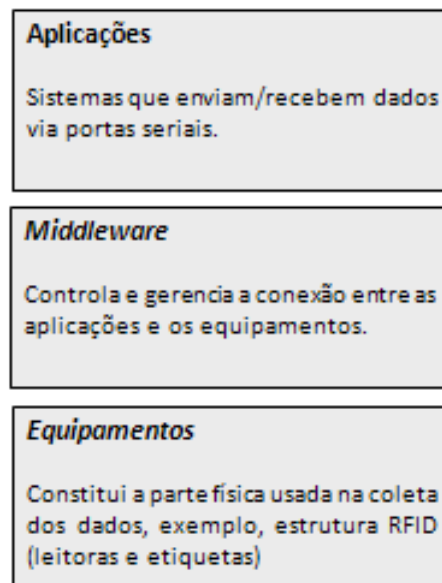


Figura 2.11: Visão funcional dos componentes do *middleware* Cerberus.

Configuração	Camada de Integração	- troca de mensagem; - compartilhamento de arquivo; - compartilhamento de memória.
	Camada de Gerenciamento	- filtragem do dados; - agregação do dados; - formatação dos dados.
	Camada Física	- comunicação com os equipamentos.

Figura 2.12: Camadas que compõem o núcleo *middleware* Cerberus.

2.7.3 Portal e-SAPI *bovis*

A plataforma *Web* de alta usabilidade intitulada “e-SAPI *bovis*” [31] (Figura 2.13) tem como objetivo viabilizar a integração das informações de bovinos e bubalinos e prover a gestão de qualidade e rastreabilidade destes animais. Esta plataforma foi concebida por uma parceria entre a Embrapa Gado de Corte e a Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), agregando conhecimentos das áreas de agronegócio, saúde animal e tecnologias de informação e comunicação.

O e-SAPI *bovis* é um sistema *Web* de planejamento, gestão e avaliação de informações relativas à produção pecuária bovina nacional, com a proposta de assegurar confiabilidade e agilidade no acompanhamento destas informações por parte de todos os atores envolvidos na cadeia produtiva da carne bovina.

A plataforma é composta por cinco grandes módulos: (1) e-GTA: Sistema de Guia de Trânsito de Animais Eletrônica; (2) Sistema de Gestão de Rastreabilidade e de Análise de Riscos Sanitários (Figura 2.14); (3) e-SAPI client: Módulo Importador/Exportador de

dados; (4) Sistema de Gestão de BPA (Boas Práticas Agropecuárias - Bovinos de Corte) e (5) Módulo de Gerenciamento Taurus.

O e-SAPI *bovis* utilizará em sua arquitetura (Figura 2.15) a plataforma Termus para determinar, por meio de monitoramento e coleta de dados a campo, dados referentes à variação de temperatura dos animais dos rebanhos gerenciados pelo portal. Com os dados referentes às temperaturas reais de cada animal dos rebanhos, obtidos por meio do Termus, o portal poderá, ao suspeitar de um foco de doença, propagar um alerta para as autoridades responsáveis, como as agências reguladoras, institutos de defesa e o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). Assim, foi implementado o Sistema de Gestão de Rastreabilidade e Análise de Riscos, capaz de realizar a propagação de alertas de focos de doenças. Com base na integração do portal com o *Google Earth*, na Figura 2.14 é ilustrada a zona de alta vigilância gerada pelo sistema para um dado animal com suspeita de uma determinada doença.



Figura 2.13: Tela inicial portal e-SAPI *bovis*.



Figura 2.14: Zona de risco geoprocessada - Suspeita de doença em um dado animal.

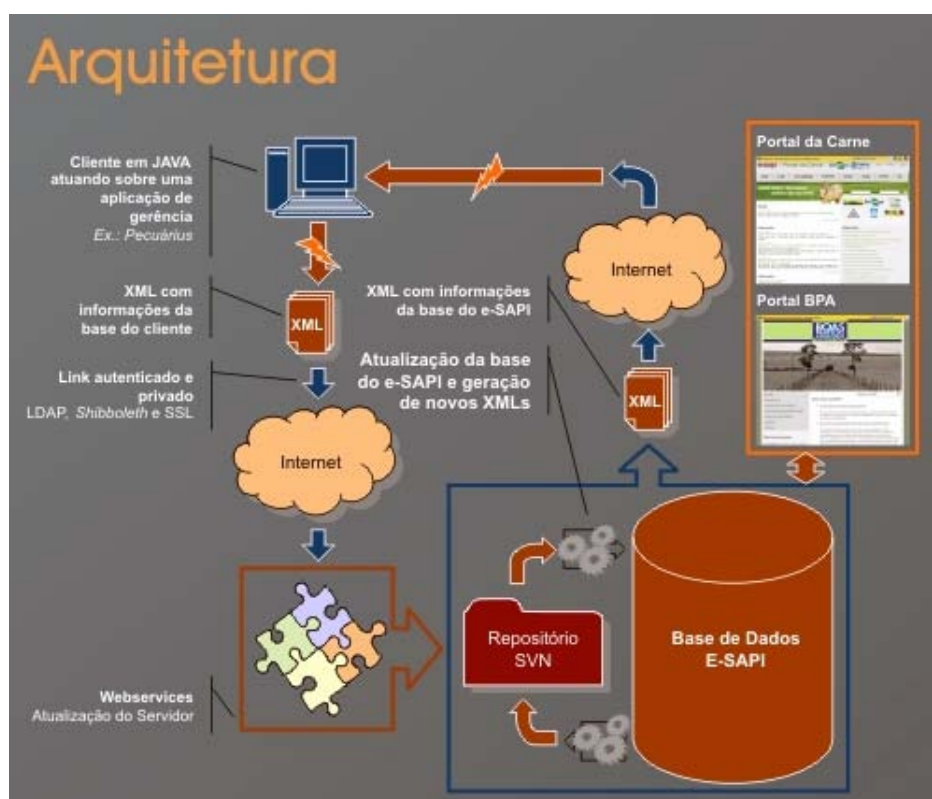


Figura 2.15: Arquitetura e-SAPI *bovis*.

Capítulo 3

Monitoramento remoto da temperatura de bovinos

3.1 Introdução

Neste capítulo são apresentados alguns problemas que afetam a produção de carne no Brasil. Apresentamos uma plataforma cujo objetivo, junto com outras soluções já desenvolvidas, é de auxiliar a detecção precoce de doenças; e auxiliar na implementação das BPAs na produção de carne.

3.2 Definição do problema

Nos anos recentes, a segurança alimentar vem se tornando uma questão de ordem global. No caso específico da carne bovina, com o diagnóstico da encefalopatia espongiforme bovina (BSE), conhecida como doença da vaca louca, em março de 1996, e a posterior hipótese de relação entre esta doença de bovídeos e a doença de Creutzfeld-Jacob (DCJ), como uma nova variante de distúrbio similar em seres humanos, e também, surtos de febre aftosa, a rastreabilidade tornou-se o foco das atenções, tanto dos consumidores quanto da indústria da carne no mundo [23]. Desde então, para recuperar a confiança dos consumidores, os participantes da cadeia de suprimento de gado e de carne estão trabalhando para elevar os padrões de segurança dos alimentos.

Em adição, e como consequência dessas tendências, o consumidor tem exigido o rastreamento do alimento dentro da cadeia produtiva, requerendo, ainda, que o processo seja transparente. Com relação ao Brasil e mais especificamente o Mato Grosso do Sul, a febre aftosa, quando detectada no rebanho, causa um grande impacto na indústria da carne.

No último surto de febre aftosa, os prejuízos foram causados pelas perdas diretas devido ao uso de rifle sanitário em toda propriedade onde houve caso clínico, e pelas perdas indiretas devido às interdições econômicas impostas pelos países importadores. Houve também prejuízos causados pela adoção de programa emergencial para combate ao foco.

Esse programa prevê contratação de veterinários para a realização de uma operação-cinturão na região do foco, a fim de evitar sua expansão; o controle animal nas barreiras existentes nas divisas e fronteiras; e o envio de missão brasileira à Organização Internacional, para trabalhar no sentido de evitar que o foco resulte em algum tipo de embargo internacional às exportações brasileiras de carne [21].

Um dos primeiros sintomas da febre aftosa é elevação da temperatura e a diminuição do apetite. Nos dois primeiros dias a infecção progride pelo sangue produzindo febre, depois aparecem as vesículas na boca e cascos, então a febre desaparece [25].

Diante do exposto, entende-se que a rápida detecção de variações incomuns de temperatura nos rebanhos diminuiria, ou até evitaria, surtos de doenças febris como a febre aftosa. Hoje, a única forma de monitorar a temperatura do rebanho é conter os animais e aferir a temperatura manualmente.

O tempo para aferição da temperatura de cada animal usando o método tradicional, sem contar o tempo de recolhimento e contenção do animal, é de dois minutos [25].

Considerando 60 mil propriedades rurais em Mato Grosso do Sul [27] e aproximadamente 22 milhões de bovinos em 2008 [2]. Considerando uma propriedade com 1.000 animais, o tempo para aferição da temperatura de todo rebanho seria de 33 horas só de termômetro no interior do animal, sem contar o tempo de manejo, o que inviabiliza o monitoramento da temperatura do rebanho, utilizando o método tradicional.

Para um monitoramento eficaz, as aferições usando o método tradicional terão que ser feitas em períodos curtos de tempo, por exemplo, diariamente, três em três dias, semanalmente, etc. Como a característica de criação de bovinos no Brasil é extensiva, é economicamente inviável fazer o manejo do rebanho até o mangueiro, conter animal a animal, para aferição da temperatura (dois minutos). Esse processo envolve mão de obra, provoca estresse animal e conseqüentemente perda de peso. Dependendo da quantidade de animais, serão necessários vários dias para aferição completa de todo rebanho. Esses fatores inviabilizam o monitoramento da temperatura do rebanho.

Dado o problema da dificuldade de monitorar a temperatura em bovinos utilizando métodos convencionais, e o sucesso na utilização de *transponders* RFID na solução de outros problemas relacionados às BPAs, o desafio do monitoramento remoto de temperatura em bovinos foi posto.

Além da febre aftosa, que é uma doença aguda que acomete os animais fissípedes (que têm os cascos partidos), extremamente contagiosa e causada por um vírus, o monitoramento remoto da temperatura em bovinos poderá detectar algumas doenças que são caracterizadas por febre. Entre as mais comuns na pecuária de corte destacamos: salmonelose, essa doença, também chamada de paratifo, é mais comum em animais jovens, ela provoca enterite (inflamação intestinal), acompanhada de diarreia, febre alta, descoordenação nervosa e morte em 24 a 48 horas; pasteurelose, é uma doença infecciosa aguda, que causa febre, perda do apetite, diarreia sanguinolenta e prostração [4]; e também, pneumonia, babesiose, pneumoenterite, entre outras [25].

Muitos estudos relatam que o local para implantação dos *transponders* no corpo dos bovinos é a base do pavilhão auricular. No entanto, estudos realizados na Embrapa Gado

de Corte constataram que a implantação do *transponder* no pescoço do bovino não é adequado e viável pelas condições de manejo adotadas no Brasil, pois o artefato pode ser facilmente quebrado com o manejo habitual de se usar o laço na base dos cornos e pescoço do bovino e utilização de guilhotina no pescoço para contenção do animal no tronco. Além disso a distância de leitura (10 a 20 cm) é muito pequena e exige o contato com o animal, comprometendo também a segurança do manejador.

Um outro problema, é que existe a possibilidade de “migração” do *transponder* pelo corpo do animal, que foi um grande obstáculo nos trabalhos de pesquisa realizados.

Em experimentos também realizados na Embrapa Gado de Corte, constatou-se que o local deve ser de fácil implante e colocado no corpo do animal de forma que não “migre”, a fim de permitir a leitura confiável e que tenha fácil recuperação ao abate, ou seja, fundo de saco da prega umbilical e estômago [22, 23, 5].

A intenção foi de manter as características e padronizações observadas no *transponder* utilizado, e ao mesmo tempo, inserir mais uma função, a capacidade de medir a temperatura do corpo do animal. Com isso a Embrapa Gado de Corte idealizou e encomendou um *transponder* com sensor de temperatura acoplado ao *chip* (componente interno do *transponder*), o **TXUM00 Umbilical Implant** (Figura 3.1).



Figura 3.1: *Transponder* TXMU00 idealização da Embrapa Gado de Corte.

O **TXUM00 Umbilical Implant** é um tipo de *transponder* que possui um termômetro, que ao mesmo instante da leitura, mede a temperatura do animal. Ele usa a tecnologia FDX-B¹ [15, 16], possui frequência de 134,2 kHz, o que possibilitou sua operação em ambientes com alto ruído elétrico, umidade e grandes superfícies metálicas, e pode ser lido a aproximadamente 1,2 m de distância, dependendo da orientação do *transponder* em relação à antena.

O *transponder* é protegido por uma cápsula externa biocompatível, tem a capaci-

¹A tecnologia FDX-A possuía 10 dígitos para o código identificação. A FDX-B aumentou para 15 dígitos o código de identificação.

dade de medir a temperatura do corpo do animal quando é interrogado pela antena e foi aprovado pelo FDA² para ser comercializado. O **TXUM00** possui 65 mm de comprimento, 9,8 mm de diâmetro, 8,54 g de peso e sua temperatura de operação é de -25 °C até +50 °C.

De acordo com estudos anteriores, ele deve ser inserido na prega umbilical, não tendo restrições para a implantação em relação ao peso e à idade do animal. Logo, assim que os animais nascem, eles podem receber o **TXUM00** imediatamente [5]. Para leitura deste novo *transponder*, foi usada a leitora FS2001-ISO (Figura 3.2), que possibilita a leitura da temperatura no seu visor.



Figura 3.2: Antena e leitora FS2001-ISO utilizada neste trabalho.

Alguns desafios tecnológicos foram superados para conclusão desse trabalho. Primeiro, foi a definição do local para instalação dos *transponders*. Em função dos estudos realizados pela Embrapa Gado de Corte [22], optou-se por utilizar o local de implante, o saco cego da prega umbilical. Devido à localização ser na parte mais externa do corpo do animal, isso acarreta muita influência da temperatura externa, o que leva a considerar também a temperatura ambiente, ou seja, nos cálculos estatísticos, para se chegar à temperatura real ou aproximada do reto do animal, tem-se que levar em consideração três variáveis, temperatura ambiente, temperatura retal e temperatura do *transponder*.

Devido à localização mais interna, nos estudos realizados com *transponder LifeChip®*, com aplicação intramuscular no pescoço do cavalo, chegou-se a uma variação consistente, simbiótica de -3°C indicado pelo *Bio-Thermo®*, com isso concluiu-se que a temperatura retal atual do cavalo será 3°C mais alta que o *LifeChip®* [12]. No caso dos bovinos, como a localização do *transponder* é mais externa, não houve uma variação consistente simbiótica.

O segundo desafio foi projetar a forma com que os dados coletados no campo, geralmente sem energia elétrica, cheguem ao computador instalado muitas vezes no escritório da propriedade. Para resolver esse problema utilizou-se uma linha de comunicação também

²Food and Drug Administration, United States Department of Health and Human Services.

por radiofrequência e com baixo consumo de energia, como meio alternativo de comunicação para realidade do campo.

O terceiro desafio foi abstrair a conexão entre os sistemas e os equipamentos utilizados no agronegócio (RFID, balança, GPS, etc). O *middleware* Cerberus [29] facilitou em muito a conexão dos sistemas com os equipamentos utilizados para coleta de dados tanto na parte experimental como na validação.

O último desafio e principal para o desenvolvimento da plataforma Termus, objetivo desse trabalho, foi a análise dos dispositivos e dados. O primeiro passo foi o de selecionar os dispositivos para o teste; posteriormente os dados obtidos no experimento necessitaram de um tratamento estatístico para validação dos resultados.

3.3 Solução Proposta

A presente proposta visa desenvolver e validar um sistema eletrônico para identificação e medida remota de temperatura corpórea de bovinos em condições de campo. Com a possibilidade do controle remoto permanente da temperatura do corpo dos animais poder-se-á monitorar estas informações, apoiando a vigilância sanitária no controle de surtos de doenças febris, como o de febre aftosa em Mato Grosso do Sul, que desequilibrou a economia nacional.

Esta proposta visa também a geração de conhecimentos e tecnologia de elevado potencial de aplicação em diversos segmentos da cadeia produtiva da pecuária bovina, além de contribuir significativamente com impactos científico-tecnológicos, socioeconômicos e ambiental, gerar renda ao produtor, e agregar valor aos produtos carne, couro e leite bovinos.

Capítulo 4

Plataforma Termus

4.1 Introdução

Plataforma, neste contexto, é um conjunto de artefatos de *hardware* e *software* que objetivam a automatização de um processo.

Neste capítulo são apresentadas a descrição da plataforma Termus; uma visão geral da solução proposta; as tecnologias utilizadas para seu desenvolvimento; sua arquitetura e como ela se relaciona com o portal e-SAPI *bovis* [31], *middleware* Cerberus [29] e o *software* de gerenciamento de rebanhos; e a as conclusões.

4.2 Descrição da plataforma Termus

Analisando os problemas anteriormente apresentados, a solução proposta foi encomendar um novo *transponder* para medição de temperatura e desenvolver uma plataforma que, utilizando a tecnologia de identificação por radiofrequência, consiga monitorar a variação de temperatura em rebanhos. Para fins de nomenclatura e identificação desta solução, o nome **Termus** está sendo atribuído à plataforma proposta.

O **Termus** apresenta-se como uma plataforma, cuja função é converter a temperatura do *transponder* situado na prega umbilical do animal em temperatura retal, possibilitando o monitoramento da temperatura do rebanho.

4.2.1 Processo de soluções

Primeiramente apresentamos uma visão geral, ou seja, menos detalhada da plataforma proposta para solução do problema descrito anteriormente. A plataforma é composta por quatro módulos, Preparação, Interface, *Softwares* e Disponibilização. Pode-se observar na Figura 4.1 os módulos em sequência, que disponibilizarão os dados do campo na internet (portal e-SAPI *bovis*).

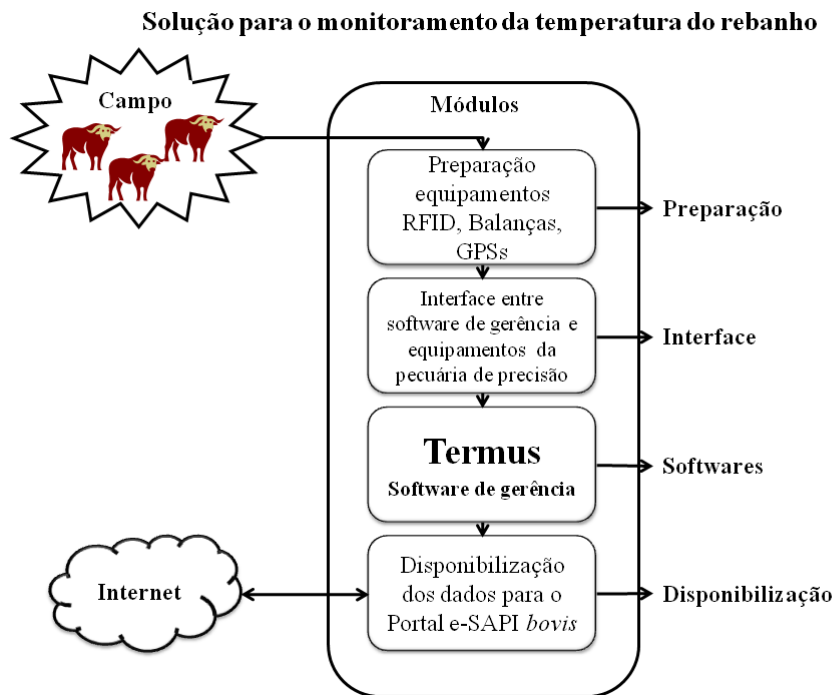


Figura 4.1: Processo da solução.

Preparação

Nesse módulo são definidos os equipamentos utilizados na pecuária de precisão e monitoramento da temperatura do rebanho: os *transponders* com termômetro a serem utilizados, leitora preparada para interrogar os ditos *transponders*, balança e seu protocolo de comunicação, GPS, equipamento de emissão dos dados a distância e módulo de energia solar.

Interface

Nesse módulo, de extrema importância, utiliza-se um *middleware* para conexão dos equipamentos utilizados na pecuária de precisão com o computador. Mais precisamente, o *middleware* vai permitir ao *software* executado pelo computador ler os dados coletados pelos equipamentos. Essa interface deve ser configurada de forma amigável o suficiente para entendimento e manuseio por pessoas envolvidas com o trabalho no campo.

Softwares

Esse módulo é composto por um *software* de gerência, e o *software* de conversão da temperatura umbilical em temperatura retal.

Disponibilização

Esse módulo se encarrega de sincronizar os dados obtidos no campo com os dados do portal e-SAPI *bovis*. Com isso, os envolvidos no negócio têm a possibilidade de gerenciamento dos dados utilizando qualquer conexão internet.

4.2.2 Visão mais detalhada

Na Figura 4.2 pode-se observar mais detalhes da plataforma para solução do monitoramento da temperatura do rebanho no campo. Na Tabela 4.1 tem-se todos componentes de cada módulo da solução.

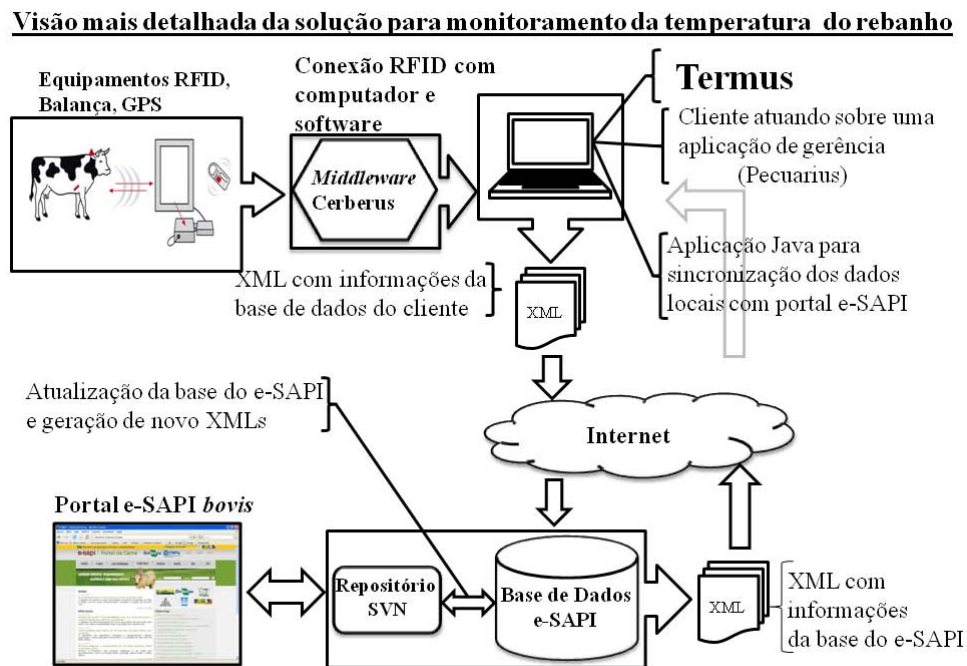


Figura 4.2: Visão detalhada do processo com Termus.

Módulos	Componentes
Preparação	- <i>umbilical transponder</i> TXMU00 - Leitora 2001F-ISO - GPS Garmin - WiwBox - Módulo de energia solar KS60
Interface	- <i>Middleware</i> Cerberus [29]
Softwares	- <i>Software</i> de gerência Pecuarios - Termus, <i>software</i> de conversão de temperatura
Disponibilização	- <i>Software</i> de sincronização <i>client</i>

Tabela 4.1: Componentes de cada módulo.

4.3 Arquitetura da plataforma Termus

O Termus tem sua interface própria (Figura 4.3), onde será apresentada a condição térmica do animal. Os cálculos para estimativa da temperatura retal do animal foram desenvolvidos a partir de especificações resultantes de análise estatística.

A arquitetura do Termus é composta basicamente de duas classes e utiliza o Cerberus [29] como uma de suas bibliotecas, como mostra a Figura 4.4. A primeira classe é responsável pela interface (RegressaoView) e a segunda (Regressao) é responsável pelo cálculo das temperaturas do *transponder* implantado no animal (TrP fórmula 5.1), do erro padrão (Var_Erro fórmula 5.2) e limites máximo e mínimo (Tmax e Tmin, fórmulas 5.3 e 5.4). A segunda classe pode ser inserida em outro *software* que tenha sua própria interface.

Foi utilizado o *middleware* Cerberus [29] como uma biblioteca para fazer a conexão com os equipamentos de identificação eletrônica, e obter os dados com a identificação e temperatura do *transponder* inserido no animal.

A Figura 4.5 mostra a arquitetura da plataforma Termus integrado ao Portal e-SAPI *bovis*. A plataforma pode ser utilizada para emissão de alertas sanitários, e outras aplicações da pecuária de precisão. O *core* do Termus poderá ser embarcado em leitoras de *transponders* com termômetro, como por exemplo a FS2001-ISO, para que possa ser utilizado em qualquer *software* de gerência.

A configuração do Termus é feita por meio da edição do arquivo XML (listports.xml). A seguir é apresentado um exemplo deste arquivo configurado para ler a porta serial COM5.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<list-objects>
  <list-object-name>Ports</list-object-name>
  <objects xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
    xsi:type="java:br.ufms.embrapa.core.Port">
    <equipment-name>Leitora Destron</equipment-name>
    <port-name>COM5</port-name>
    <baud_rate>9600</baud_rate>
    <data-bits>1</data-bits>
    <stop-bits>1</stop-bits>
    <parity>1</parity>
    <start-stream>35</start-stream>
    <end-stream>39</end-stream>
    <EndOfInputChar>0x0D,0x0A</EndOfInputChar>
    <EndOfCharInclusive>false</EndOfCharInclusive>
    <read-unique>false</read-unique>
    <filter-values>99999</filter-values>
    <file-name>termus.xml</file-name>
    <directory-name>C:/TEMP</directory-name>
```

</objects>

A Tabela 4.2 mostra cada uma das *tags* usadas e sua descrição.

<i>Tag</i>	<i>Valor default</i>	<i>Descrição</i>
<i>equipment-name</i>	Leitora Destron	Nome do equipamento ligado à porta serial.
<i>port-name</i>	COM5	Nome da porta serial (COM1, COM2, COM3 etc).
<i>baud-rate</i>	9600	A taxa de transferência é a velocidade na qual os dados são enviados através de um canal
<i>data-bits</i>	1	Quantidade de <i>bits</i> por dado.
<i>stop-bits</i>	1	Bit que marca o fim de transmissão e tempo para o receptor reiniciar.
<i>parity</i>	1	Bit adicionado ao pacote de dados com o propósito de detecção de erro.
<i>start-stream</i>	35	Início da informação a ser lida.
<i>end-stream</i>	39	Fim da informação a ser lida.
<i>EndOfInputChar</i>	0x0D,0x0A	Caracteres que marcam o fim de uma informação válida.
<i>EndOfCharInclusive</i>	false	Marca se o bit de parada faz parte da informação.
<i>read-unique</i>	false	Marca se pode ou não ocorrer a leitura repetida de um mesmo valor.
<i>filter-values</i>	99999	Indica um conjunto de valores a ser ignorado pelo <i>middleware</i> .
<i>file-name</i>	termus.xml	Nome do arquivo de saída.
<i>directory-name</i>	C:/TEMP	Nome do diretório de saída.

Tabela 4.2: *Tags* de configuração do Termus.



Figura 4.3: Interface do *software* Termus.

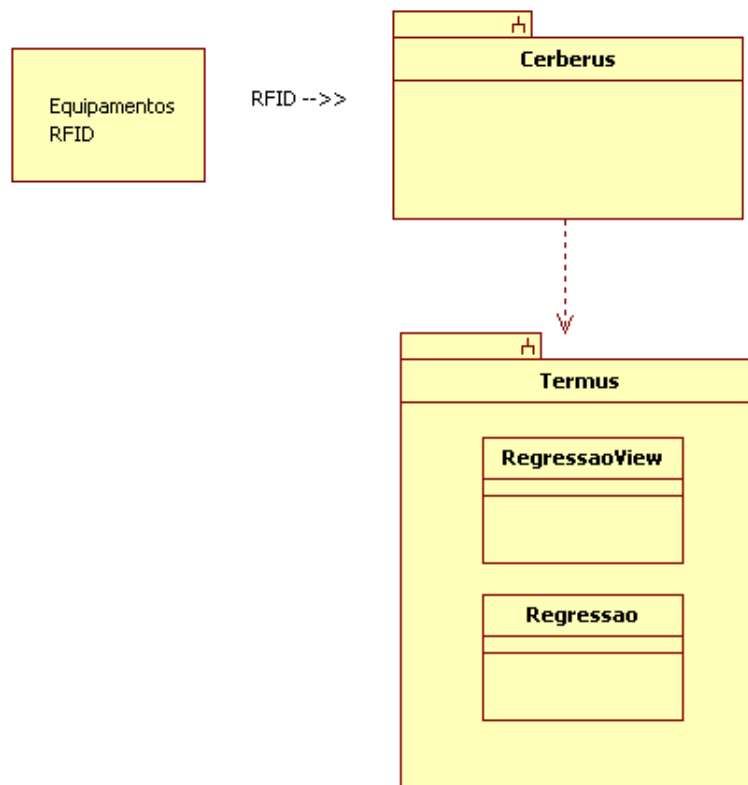


Figura 4.4: Diagrama do Termus.

4.4 Tecnologia utilizada no desenvolvimento da plataforma **Termus**

Para a especificação e implementação da plataforma **Termus** foram utilizadas as seguintes tecnologias e ferramentas de *software* livre:

NetBeans IDE (Ambiente Integrado de Desenvolvimento)

NetBeans é um projeto *Open Source* (código aberto) de sucesso com uma ampla base de usuários, uma comunidade crescente, aproximadamente 100 parceiros pelo mundo (e aumentando). A *Sun Microsystem* fundou o projeto *Open Source NetBeans* em junho de 2000 e continua sendo seu principal patrocinador. O *NetBeans IDE* é um ambiente de desenvolvimento, uma ferramenta para programadores escrever, compilar, depurar e implantar programas. É escrito em Java, mas pode suportar qualquer linguagem de programação. Existe também um enorme número de módulos para aprimorar o *NetBeans IDE*. O *NetBeans IDE* é um produto gratuito sem restrições de uso [1].

Java

Java é uma linguagem de programação orientada a objeto, desenvolvida na década de 90, lançada formalmente em 1995, por uma equipe de programadores chefiada por James

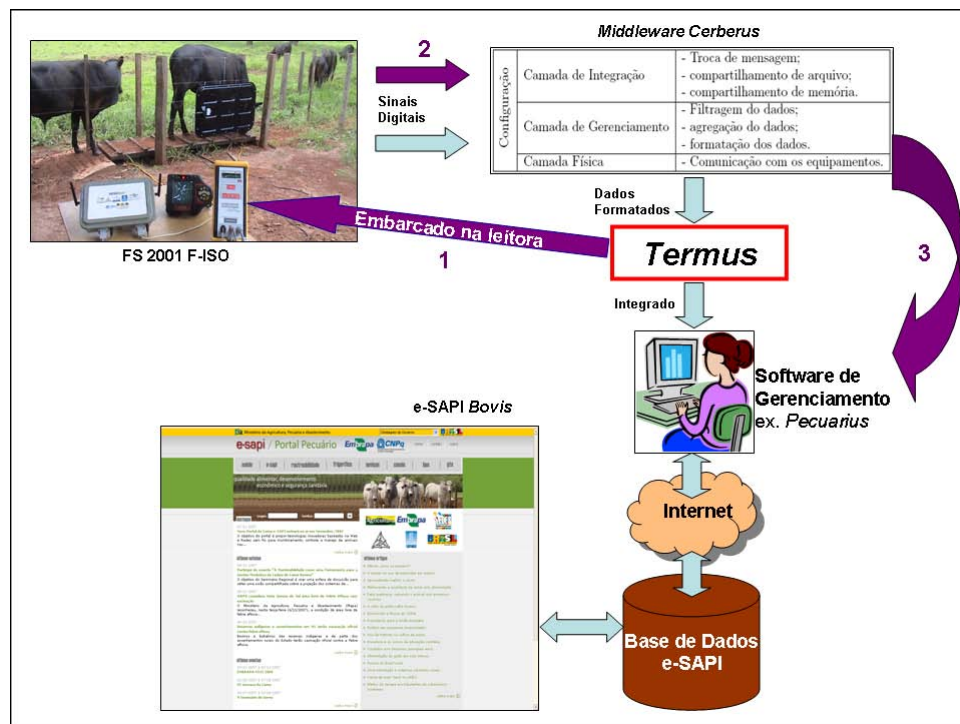


Figura 4.5: Exemplo de como pode ser utilizado o Termus. A seta em roxo mostra que o Termus pode ser embarcado na leitora FS2001-ISO.

Gosling, na empresa *Sun Microsystems* que recentemente se uniu à *Oracle Corporation*. Diferentemente das linguagens convencionais, que são compiladas para código nativo, a linguagem Java é compilada para um “bytecode” que é executado por uma máquina virtual (JVM) que roda sobre o sistema operacional. A linguagem de programação Java é a linguagem convencional da Plataforma Java, mas não sua única linguagem. Java possui outras características importantes como vasto conjunto de bibliotecas (ou *APIs*), possui facilidades para criação de programas distribuídos e multitarefa (múltiplas linhas de execução num mesmo programa) e desalocação de memória automática por processo de coletor de lixo (*garbage collector*), entre outras[8].

Desenvolvimento

A metodologia utiliza o conceito de desenvolvimento iterativo e incremental. Isto significa que há um processo de produção de *software* em pequenos passos, abrangendo todos os componentes do ciclo de vida do sistema (levantamento de requisitos, análise, projeto, implementação, teste, documentação e controle de qualidade) em quantidades discretas de tempo[24].

As fases resultantes da iteração incremental controlada são:

- Especificação
- Elaboração
- Construção

- Transição

Dessa forma, ao final de cada uma das fases, obtêm-se os produtos finais que formam o corpo do sistema. É importante ressaltar que os produtos finais propostos para cada fase serão utilizados à medida que forem necessários, conforme cada caso no tocante à sua complexidade de entendimento e representação.

Fase de Especificação

Realização dos levantamentos do problema a ser atacado, quando são estabelecidos os objetivos do sistema bem como delimitado o seu escopo. Neste momento, o foco de trabalho está voltado principalmente para o levantamento de requisitos e análise, buscando uma compreensão clara do problema. Como para cada fase do projeto todos os componentes do ciclo de vida sistêmico são checados, já nessa fase pode ser obtido um protótipo inicial da aplicação, ou das funções mais críticas.

Fase de Elaboração

A fase de elaboração do *software* consiste em uma análise mais refinada no produto a ser construído, juntamente com o plano detalhado do trabalho a ser realizado. O enfoque nesse momento é a análise e o projeto. Ao final dessa fase ter-se-á um protótipo mais maduro e validado.

Fase de Construção

Nesta fase um produto completo é desenvolvido com base em todo o conhecimento adquirido até aqui. Os componentes que demandam maior atenção nesse momento são: o projeto, a implementação e os testes. O produto final é obtido ao final dessa fase.

Fase de Transição

Aqui será apresentado o ambiente para disponibilizar o produto ao usuário final. Esta fase compreende a migração da base histórica, se houver, alimentação inicial do banco de dados, se houver, e demais atividades necessárias para colocação do produto em produção.

4.5 Conclusões

Após a análise da complexidade de todo o processo, concluiu-se que a parte mais trabalhosa e que demandou mais tempo foi a coleta de dados para elaboração da especificação de requisitos.

Neste trabalho, foram usados diversos tipos de equipamentos utilizados na pecuária de precisão. Dentre os equipamentos estão, balança, GPS, placas transmissoras de dados, módulo de energia solar, leitoras RFID. A integração e utilização desses equipamentos demandaram um grande esforço durante o desenvolvimento do trabalho. A maior dificuldade foi a seleção dos *transponders* que foram utilizados no experimento.

O desenvolvimento do *core*, que converte a temperatura do *transponder* em estimativa da temperatura retal, demandou um grande trabalho de análise estatística dos dados até

a obtenção final das fórmulas de regressão.

O Termus foi projetado para funcionar junto com o *software* de gerência. Pode ter seu *core* embarcado no *software* de gerência. Pode ser embarcado no portal e-SAPI *bovis* para conversão de temperaturas originais (não convertidas anteriormente). E também pode ser embarcado nas leitoras de *transponders* com temperatura, como por exemplo a leitora FS2001-ISO da *Destron Fearing*.

Capítulo 5

Implementação do experimento

5.1 Justificativa

O *transponder* TXUM00, fabricado para esse trabalho, não possuía nenhum estudo que comprovasse sua eficiência na aferição de temperatura em bovinos. Em função disso, a primeira fase do experimento foi a realização de testes para seleção dos *transponders* mais confiáveis para utilização nas outras duas fases do experimento.

Na segunda fase do experimento, os *transponders* TXUM00 foram implantados na prega umbilical dos bovinos que estavam confinados em baias cobertas, onde não havia muita variação da temperatura ambiente. Devido ao local do implante do *transponder* ser na parte mais externa do corpo do animal, a variação da temperatura ambiente teve que ser considerada. Nesta fase foram aferidas as temperaturas do reto do animal, do *transponder* e do ambiente.

Na terceira e última fase do experimento os animais foram colocados no campo, onde a temperatura ambiente sofre uma grande variação conforme a hora do dia. Nesta fase, também foram aferidas as temperaturas do reto do animal, do *transponder* e do ambiente.

5.2 Seleção dos *transponders*

Esta fase do experimento caracterizou-se por selecionar os *transponders* mais confiáveis para realização das outras duas fases do experimento.

O experimento com os *transponders* (Figuras 5.1 e 5.2) com sensor de temperatura começou no dia 5 de março de 2007, quando iniciaram-se as avaliações de 103 *transponders* com o intuito de verificar a confiabilidade em relação à temperatura correta do ambiente em que se encontravam.

Primeiramente esses *transponders* foram testados em laboratório utilizando uma estufa B.O.D.¹ (Figura 5.3), onde todos os 103 *transponders* foram submetidos a avaliações diárias.

Esses *transponders* foram divididos em grupos, cada grupo contendo de 23 a 25 *transponders*. As avaliações foram realizadas diariamente de 10 em 10 minutos, sendo que a estufa B.O.D foi calibrada com as respectivas temperaturas: 38, 39, 40, 41 e 42 °C. Estas temperaturas foram selecionadas em função da variação das temperaturas em bovinos. Para as avaliações, dentro da estufa B.O.D, utilizou-se um termômetro digital, o leitor dos *transponders* e uma pinça, dentro da estufa que precisava ser aberta a cada 10 minutos para as avaliações. Por isso, foi coletada a temperatura inicial antes de se abrir a estufa, e a temperatura do *transponder* depois que a avaliação daquele grupo de *transponders* já tinha sido realizada. Os *transponders* foram avaliados sem o contato do calor humano, pois foram segurados com uma pinça dente de rato (Figura 5.4) e também avaliados com o contato humano. No final deste experimento, que teve três meses de duração, encerrando no dia 5 de junho de 2007, gerou-se uma tabela com 1179 amostras (Tabela 5.1), que foi tratada com o pacote de estatística SAS® [14], assim sendo, foram selecionados 24 *transponders* (Tabela 5.2) mais confiáveis, ou seja, praticamente não houve diferença de temperatura em relação à estufa B.O.D.

A Tabela 5.1 é composta por dez colunas:

- Observador - pessoa que executou a aferição da temperatura dos *transponders*;
- Método - forma com que eram segurados os *transponders*, com pinça (1) e sem pinça (2);
- Posição - o *transponder* tem um lado arredondado e outro reto. Todos eram colocados na mesma posição dentro da estufa, ora na posição 1, ora na posição 2;
- Ordem - ordem em que cada *transponder* era retirado da estufa;
- TempIni - temperatura inicial do *transponder* no momento da aferição;
- horario - horário final da aferição da temperatura do *transponder*;
- HI - horário inicial da aferição da temperatura do *transponder*;
- Tempo - tempo do primeiro *transponder* em relação aos *transponders* subsequentes;
- Chip - identificação dos *transponders*;
- TempChip - temperatura final dos *transponders* no momento da aferição.

¹B.O.D.-*Biochemical Oxygen Demand* (Demanda Bioquímica de Oxigênio) Temperatura, umidade e luminosidade controladas.

Observador	Metodo	Posicao	ordem	TempIni	horario	HI	Tempo	Chip	TempChip
marcelo	sem pinça	1	1	38	08:50:23	08:50:23	0	198905	38,1
marcelo	sem pinça	1	1	38	08:50:25	08:50:23	2	202524	37,9
marcelo	sem pinça	1	1	38	08:50:27	08:50:23	4	202513	38,1
marcelo	sem pinça	1	1	38	08:50:29	08:50:23	6	201856	38,1
marcelo	sem pinça	1	1	38	08:50:31	08:50:23	8	202512	38,0
marcelo	sem pinça	1	1	38	08:50:33	08:50:23	10	198901	37,9
marcelo	sem pinça	1	1	38	08:50:35	08:50:23	12	201876	38,2
marcelo	sem pinça	1	1	38	08:50:37	08:50:23	14	201755	38,2
marcelo	sem pinça	1	1	38	08:50:39	08:50:23	16	201857	39,1
marcelo	sem pinça	1	1	38	08:50:42	08:50:23	19	201860	37,6
marcelo	sem pinça	1	1	38	08:50:44	08:50:23	21	201745	38,1
marcelo	sem pinça	1	1	38	08:50:46	08:50:23	23	201850	37,9
marcelo	sem pinça	1	1	38	08:50:49	08:50:23	26	198897	38,4
marcelo	sem pinça	1	1	38	08:50:51	08:50:23	28	197966	37,9
marcelo	sem pinça	1	1	38	08:50:53	08:50:23	30	201553	39,3
marcelo	sem pinça	1	1	38	08:50:55	08:50:23	32	201740	38,5
marcelo	sem pinça	1	1	38	08:50:58	08:50:23	35	202496	39,2
marcelo	sem pinça	1	1	38	08:51:00	08:50:23	37	201563	38,1
marcelo	sem pinça	1	1	38	08:51:03	08:50:23	40	201663	38,4
marcelo	sem pinça	1	1	38	08:51:05	08:50:23	42	201849	38,2
marcelo	sem pinça	1	1	38	08:51:07	08:50:23	44	202531	37,3
marcelo	sem pinça	1	1	38	08:51:09	08:50:23	46	196493	37,9
marcelo	sem pinça	1	1	38	08:51:11	08:50:23	48	201858	38,6
marcelo	com pinça	1	2	38	08:59:37	08:59:37	0	202524	40,1
marcelo	com pinça	1	2	38	08:59:40	08:59:37	3	202531	37,2
marcelo	com pinça	1	2	38	08:59:41	08:59:37	4	201876	37,9
marcelo	com pinça	1	2	38	08:59:44	08:59:37	7	201755	37,4
marcelo	com pinça	1	2	38	08:59:46	08:59:37	9	201745	38,1
	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.	.	.	.	.
rodrigo	com pinça	2	9	42	12:39:35	12:39:35	0	202513	42,2
rodrigo	com pinça	2	9	42	12:39:37	12:39:35	2	201755	41,8
rodrigo	com pinça	2	9	42	12:39:39	12:39:35	4	201850	41,9
rodrigo	com pinça	2	9	42	12:39:41	12:39:35	6	201860	41,7
rodrigo	com pinça	2	9	42	12:39:43	12:39:35	8	202531	41,4
rodrigo	com pinça	2	9	42	12:39:45	12:39:35	10	198898	41,8
rodrigo	com pinça	2	9	42	12:39:46	12:39:35	11	201663	42,1
rodrigo	com pinça	2	9	42	12:39:48	12:39:35	13	201563	42,2
rodrigo	com pinça	2	10	42	12:49:07	12:49:07	0	201553	42,7
rodrigo	com pinça	2	10	42	12:49:09	12:49:07	2	197966	42,0
rodrigo	com pinça	2	10	42	12:49:12	12:49:07	5	198905	41,9
rodrigo	com pinça	2	10	42	12:49:14	12:49:07	7	201563	42,3
rodrigo	com pinça	2	10	42	12:49:17	12:49:07	10	202513	42,0
rodrigo	com pinça	2	10	42	12:49:19	12:49:07	12	201663	42,2
rodrigo	com pinça	2	10	42	12:49:21	12:49:07	14	201856	42,0
rodrigo	com pinça	2	10	42	12:49:23	12:49:07	16	198898	41,7
rodrigo	com pinça	2	10	42	12:49:25	12:49:07	18	201860	41,6
rodrigo	com pinça	2	10	42	12:49:27	12:49:07	20	202524	42,1
rodrigo	com pinça	2	10	42	12:49:28	12:49:07	21	196493	42,0
rodrigo	com pinça	2	10	42	12:49:30	12:49:07	23	202531	41,4
rodrigo	com pinça	2	10	42	12:49:32	12:49:07	25	201850	42,1
rodrigo	com pinça	2	10	42	12:49:34	12:49:07	27	201755	42,0
rodrigo	com pinça	2	10	42	12:49:36	12:49:07	29	201740	42,0
rodrigo	com pinça	2	10	42	12:49:38	12:49:07	31	198897	41,9
rodrigo	com pinça	2	10	42	12:49:40	12:49:07	33	198901	42,0
rodrigo	com pinça	2	10	42	12:49:53	12:49:07	46	201858	42,3
rodrigo	com pinça	2	10	42	12:49:55	12:49:07	48	201849	42,0
rodrigo	com pinça	2	10	42	12:49:58	12:49:07	51	201857	42,1
rodrigo	com pinça	2	10	42	12:50:00	12:49:07	53	202496	42,5
rodrigo	com pinça	2	10	42	12:50:03	12:49:07	56	201876	42,2
rodrigo	com pinça	2	10	42	12:50:05	12:49:07	58	202512	41,8

Tabela 5.1: Dados coletados durante os testes.

1	985140000196493
2	985140000197966
3	985140000198897
4	985140000198898
5	985140000198901
6	985140000198905
7	985140000201553
8	985140000201563
9	985140000201663
10	985140000201740
11	985140000201745
12	985140000201755
13	985140000201849
14	985140000201850
15	985140000201856
16	985140000201857
17	985140000201858
18	985140000201860
19	985140000201876
20	985140000202496
21	985140000202512
22	985140000202513
23	985140000202524
24	985140000202531

Tabela 5.2: Tabela de *transponders* selecionados.Figura 5.1: Leitura dos *transponders* TXMU00.

Figura 5.2: Alguns *transponders* TXMU00.

Figura 5.3: Termômetro digital e estufa B.O.D.

Figura 5.4: Pinça dente de rato, termômetro digital e *transponders* dentro da estufa B.O.D.

5.3 Implante dos *transponders*

Como os animais têm a capacidade de controlar sua temperatura interna (homeostase térmica), e essa capacidade, muitas vezes varia conforme a raça, concentrou-se o experimento na raça Brangus pela facilidade de acesso aos animais [25].

Nesta fase do experimento, foram utilizados 13 animais da raça Brangus de idade

média de 8 meses, sendo estabilizados no dia 18 de junho de 2007. Os 13 *transponders* TXUM00 mais eficientes foram colocados nos animais por meio de uma microcirurgia, com uma incisão de 2,5 cm, colocando o *transponder* no subcutâneo e fazendo na sequência uma sutura com dois pontos simples separados um pouco à frente da prega umbilical dos animais (Figura 5.5). Após a microcirurgia para o implante dos *transponders* houve rejeição e queda em alguns casos, sendo que os *transponders* que caíram foram recuperados e recolocados nos mesmos animais. A queda desses *transponders* ocorreu pelo fato de os animais terem 8 meses de idade, já com seu sistema imunológico formado, havendo assim uma rejeição do *transponder* por não reconhecê-lo como parte do seu organismo (corpo estranho). Outro fator que contribuiu para a queda desses *transponders* foi a umidade, pois as baias cobertas eram lavadas todos os dias na parte da manhã para retirar os dejetos e manter o máximo de higiene no local.



Figura 5.5: Implante do *transponder*.

Como os animais foram desmamados e trazidos diretamente para as baias, houve um período de adaptação de 21 dias.

5.4 Formas de coleta de dados

5.4.1 Considerações iniciais

O experimento foi realizado no laboratório Mangueiro Digital que se encontra instalado e em operação na Embrapa Gado de Corte.

Foram realizadas duas coletas de dados em cenários diferentes. Em baias onde estavam isolados os animais, e o segundo com animais soltos no campo.

5.4.2 Coleta de dados de temperatura de bovinos em baias

No dia 17 de julho de 2007, as avaliações de temperatura começaram a ser realizadas três vezes ao dia (7h30, 13h00 e 15h30). Até o dia 1º/8/2009 foram coletados dados de temperatura somente dos *transponders* (Figura 5.6).

Já a partir do dia 3/8/2007 foi aferida a temperatura retal com termômetro clínico digital inserido diretamente no reto do animal, a uma profundidade aproximada de 10 cm, em contato direto com a mucosa (Figura 5.7); a temperatura do *transponder* com a leitora de mão; e a temperatura do ambiente (Figura 5.8), medida com o uso de um termômetro de máxima e mínima. As avaliações nas baias foram realizadas até o dia 29/10/2007, gerando a Tabela 5.3.



Figura 5.6: Aferição da temperatura do *transponder* na prega umbilical.



Figura 5.7: Aferição da temperatura retal com termômetro digital.



Figura 5.8: Aferição da temperatura do ambiente com termômetro de máximo e mínimo.

seq	data	hora	brinco-animal	tempchip	tempretal	tempamb	tempmax	tempmin
1	3/8/2007	07:30	162	37,9	38,1	29	33	19
2	3/8/2007	07:30	119	37,0	38,4	29	33	19
3	3/8/2007	07:30	108	36,9	38,0	29	33	19
4	3/8/2007	07:30	121	38,6	38,8	29	33	19
5	3/8/2007	07:30	158	36,1	37,9	29	33	19
6	3/8/2007	07:30	105	37,0	38,4	29	33	19
7	3/8/2007	07:30	117	36,6	38,4	29	33	19
8	3/8/2007	07:30	118	37,0	38,4	29	33	19
9	3/8/2007	07:30	101	37,6	38,7	29	33	19
10	3/8/2007	07:30	124	36,9	39,4	29	33	19
...	...	...	...	...	...	...	...	...
2196	29/10/2007	15:30	105	37,5	38,9	34	34	23
2197	29/10/2007	15:30	117	37,5	38,7	34	34	23
2198	29/10/2007	15:30	118	38,2	38,9	34	34	23
2199	29/10/2007	15:30	123	38,8	38,7	34	34	23
2200	29/10/2007	15:30	101	37,6	38,9	34	34	23
2201	29/10/2007	15:30	124	37,4	38,7	34	34	23
2202	29/10/2007	15:30	112	37,9	38,9	34	34	23
2203	29/10/2007	15:30	113	39,0	39,0	34	34	23
2204	29/10/2007	15:30	159	39,9	38,7	34	34	23
2205	29/10/2007	15:30	161	37,7	38,6	34	34	23

Tabela 5.3: Parte inicial e final dos dados coletados nas baias.

A Figura 5.9, baseada nos dados do ANEXO I (Tabela: Aferições da temperatura do animal 101 na baia, 7h30, 13h00 e 15h30), com as temperaturas do *transponder* e do reto do animal 101, em aferições feitas em todo período na parte da manhã, meio-dia e à tarde, demonstra que não houve uma relação simbiônica², ou seja, não houve uma diferença constante em que a predição da temperatura do reto poderia ser feita pela temperatura do *transponder* sem levar em consideração a temperatura ambiente.

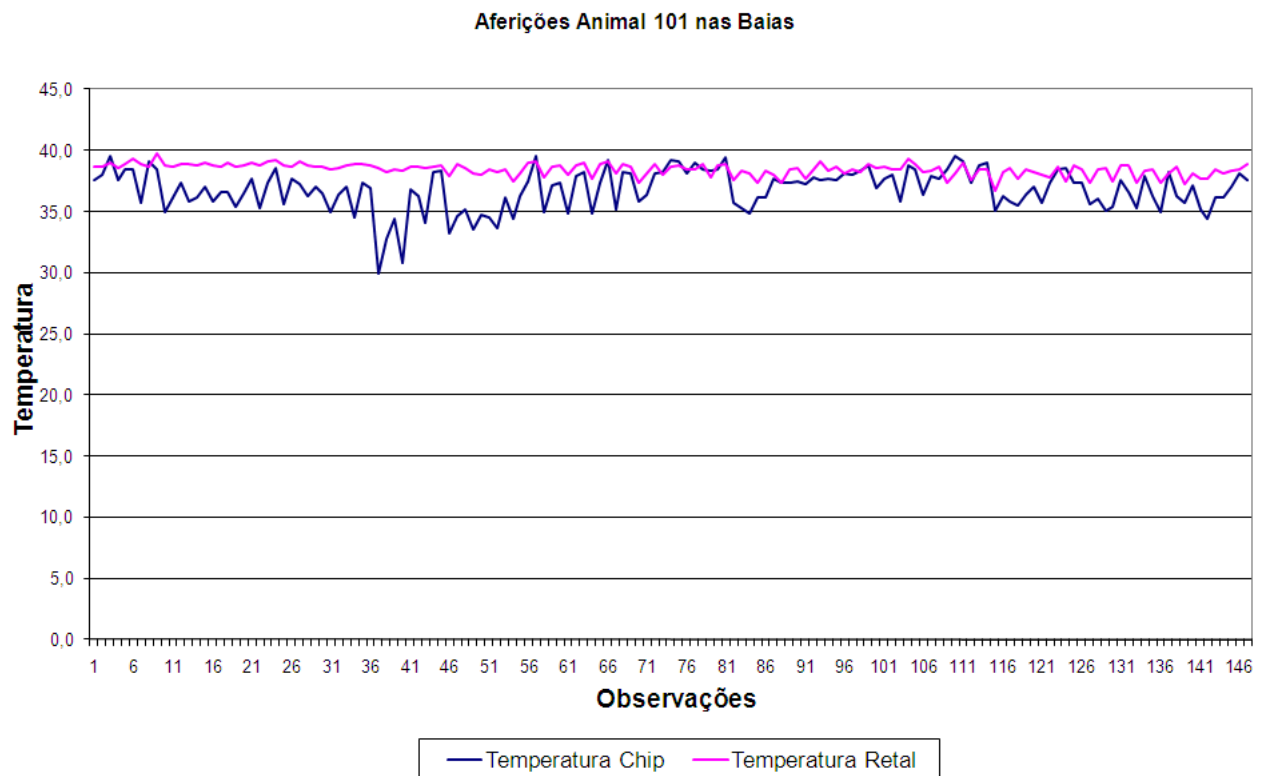


Figura 5.9: Aferições nas baías do animal 101.

²Relação vantajosa entre dois organismos vivos diferentes.

5.4.3 Coleta de dados de temperatura de bovinos em condições de campo

A terceira fase do experimento teve início no dia 31/10/2007, sendo os animais soltos em piquetes para que as aferições de temperatura começassem a ser realizadas a campo. Foram feitas aferições de temperatura retal, temperatura do *transponder* e temperatura ambiente (máxima e mínima) três vezes ao dia. As aferições eram realizadas no tronco do laboratório Mangueiro Digital onde os animais eram contidos às 7h30, às 13h00 e às 15h30. O experimento foi conduzido até o dia 17 março de 2008, sendo que nessa fase ocorreu apenas uma rejeição de *transponder*.

As Figuras 5.10, 5.11 e 5.12, baseadas nos dados do ANEXO I (Tabelas: Aferições da temperatura do animal 101 no campo às 7h30, Aferições da temperatura do animal 101 no campo às 13h00 e Aferições da temperatura do animal 101 no campo às 15h30, respectivamente), com as temperaturas do *transponder* e do reto do animal 101, em aferições feitas em todo período na parte da manhã, meio-dia e à tarde, também demonstraram que não houve uma relação simbiótica.

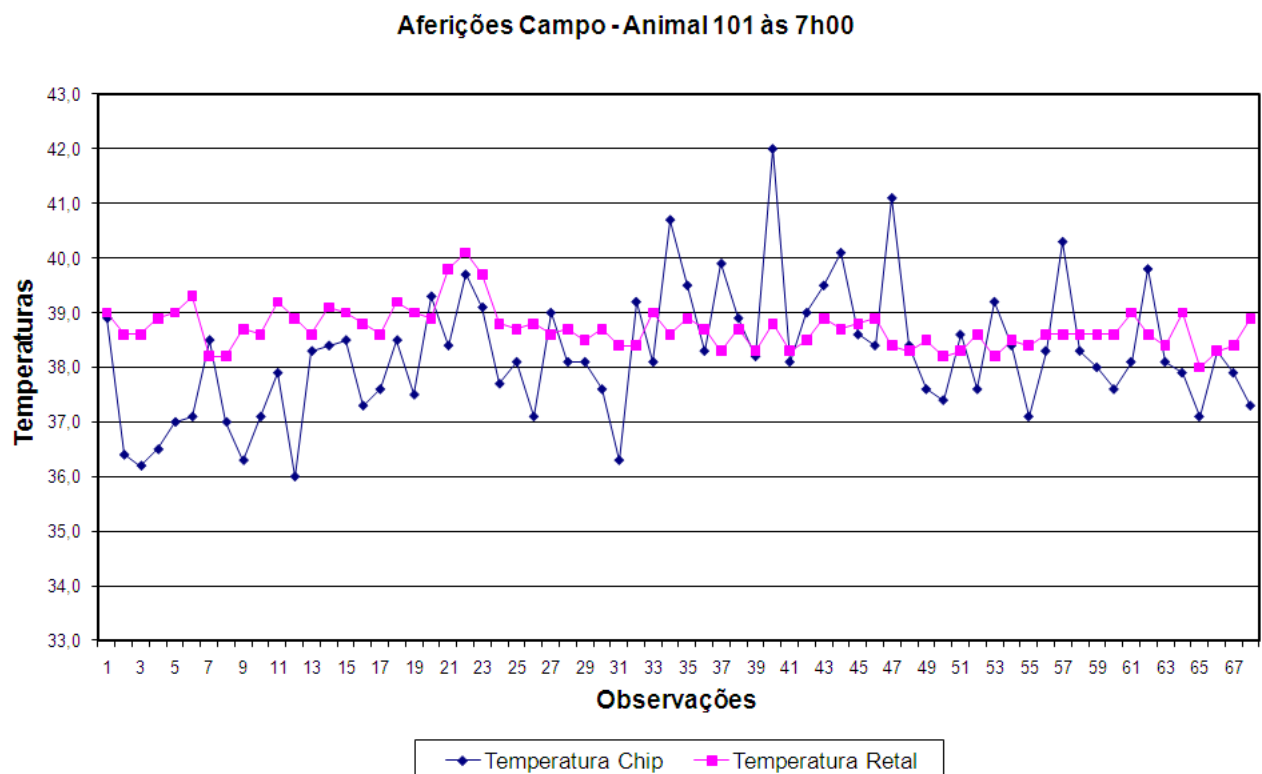


Figura 5.10: Aferições no campo do animal 101 às 7h30.

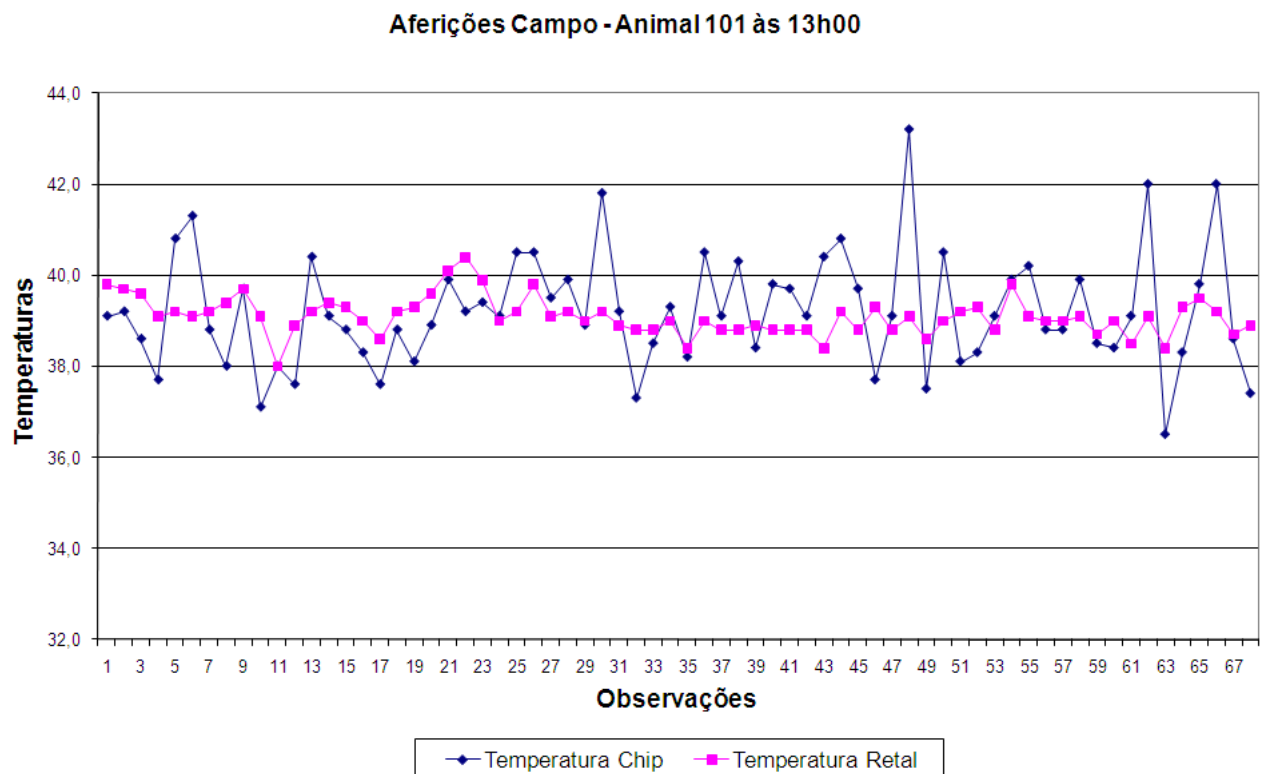


Figura 5.11: Aferições no campo do animal 101 às 13h00.

Na Tabela 5.4 podemos observar o conteúdo das partes inicial e final, e a estrutura dos dados das amostras que foram tratados com a utilização do pacote de estatística SAS®. Nossa amostra era composta por 2.178 tuplas (registros ou linhas), cada tupla com 9 atributos (colunas ou campos), que são: Seq (sequência), Data, Hora, Animal, Tchip (temperatura do *transponder*), Tretal (temperatura retal), Tamb (temperatura ambiente), Tmax (temperatura ambiente máxima do dia naquela hora), Tmin (temperatura ambiente mínima do dia naquela hora).

As análises estatísticas efetuadas na Seção 5.5 indicaram que a temperatura ambiente influenciou na temperatura do *transponder* do animal. De posse desses resultados desenvolvemos um modelo de correção da temperatura do *transponder*, para ser embarcado na leitora. Assim, cada vez que o *transponder* fosse lido, a leitora automaticamente mostraria uma estimativa da temperatura real do reto do animal.

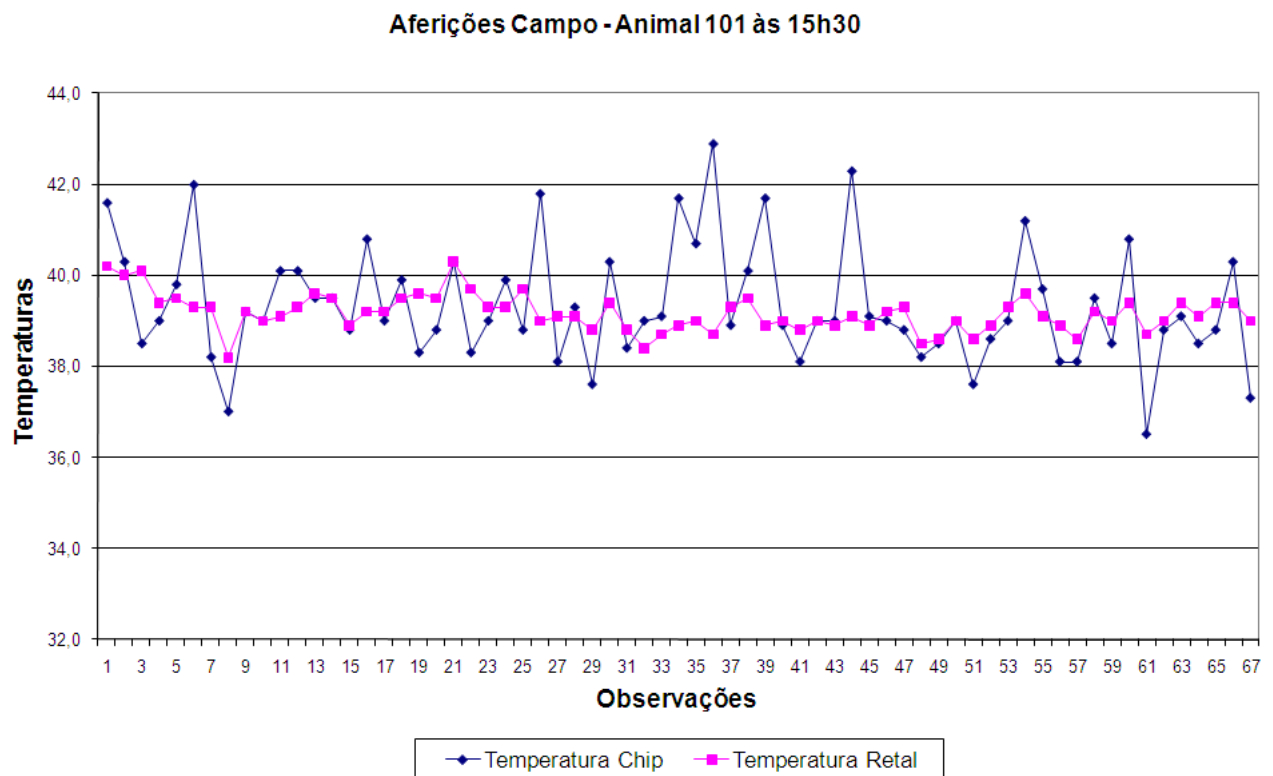


Figura 5.12: Aferições no campo do animal 101 às 15h30.

seq	data	hora	brinco-animal	tempchip	tempretal	tempamb	tempmax	tempmin
1	22/11/2007	15:30	101	40,1	39,1	28	33	23
2	29/01/2008	15:30	119	45,3	39,4	25	25	23
3	01/11/2007	07:30	161	44,2	39,2	28	34	27
4	17/12/2007	15:30	158	44,1	39,4	28	33	24
5	05/11/2007	15:30	123	43,8	40,1	30	33	23
6	08/11/2007	07:30	158	43,5	39,0	26	33	24
7	27/11/2007	07:30	158	43,5	39,2	24	31	24
8	23/11/2007	13:00	118	43,5	39,6	31	33	24
9	11/01/2008	15:30	123	43,5	39,5	28	29	24
10	31/10/2007	15:30	159	43,5	40,4	32	33	25
11	25/01/2008	13:00	105	43,3	39,4	28	25	22
12	01/02/2008	13:00	101	43,2	39,1	30	29	24
13	27/11/2007	13:00	119	43,2	39,7	30	31	24
14	27/11/2007	13:00	158	43,2	41,6	30	31	24
15	21/02/2008	15:30	158	43,2	39,2	28	29	23
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
2164	12/11/2007	07:30	112	35,1	38,5	19	32	19
2165	05/11/2007	07:30	117	35,1	38,3	26	33	23
2166	14/03/2008	07:30	117	35,1	38,4	20	25	21
2167	09/01/2008	07:30	108	34,9	38,6	21	29	22
2168	18/01/2008	07:30	108	34,9	38,5	23	28	23
2169	06/11/2007	07:30	112	34,9	39,1	24	29	23
2170	11/02/2008	07:30	117	34,8	39,1	23	33	21
2171	11/03/2008	13:00	112	34,8	38,6	24	29	23
2172	12/11/2007	07:30	105	34,6	38,7	19	32	19
2173	01/11/2007	07:30	117	34,5	38,5	28	34	27
2174	17/03/2008	07:30	117	34,5	38,5	25	29	23
2175	12/11/2007	07:30	123	34,5	38,6	19	32	19
2176	12/03/2008	13:00	118	34,5	38,0	25	29	23
2177	12/11/2007	07:30	118	34,1	38,7	19	32	19
2178	12/11/2007	07:30	124	33,9	38,5	19	32	19

Tabela 5.4: Parte inicial e final dos submetidos a estatística com os dados coletados no campo.

5.5 Modelagem da correção da temperatura do *transponder*

5.5.1 Considerações iniciais

As análises estatísticas foram feitas utilizando o pacote SAS® [14]. Nesta seção apresentamos os resultados das análises estatísticas dos dados coletados antes da implantação, nas baias e no campo. Os resultados obtidos foram incorporados no desenvolvimento da plataforma Termus.

5.5.2 Avaliação dos 24 *transponders* mais confiáveis

Nesta etapa utilizamos os dados dos *transponders* da primeira fase do experimento. No relatório do ANEXO II (Relatório estatístico com os 24 *transponders* mais confiáveis), foi feita uma análise estatística da temperatura do *transponder* utilizando o procedimento GLM (*General Linear Models* - Modelos Lineares Gerais) do SAS® com os efeitos da temperatura da estufa, a ordem da tomada de temperatura aninhada dentro do valor da temperatura da estufa, o efeito do *transponder* e o efeito linear do tempo (que levou da abertura da estufa até a coleta da temperatura do *transponder*). Considerando aleatório o efeito do *transponder*, foram estimados os componentes de variância do resíduo e do *transponder*. Abaixo tem-se o resultado desta avaliação.

ERRO DE UM MESMO *TRANSPONDER* EM UMA MESMA TEMPERATURA

Var(Error) = 0.052074 (desvio-padrão = 0.228197)

Intervalo de confiança 95% = Tempreal+ViésdoChip-0.447267 até Tempreal+ViésdoChip+0.447267

ERRO SISTEMÁTICO DE CADA *TRANSPONDER*

Var(*Chip*) = (5.5182877 - 0.052074) / 46.911 = 0,116523 (desvio padrão = 0,341355)

Intervalo de confiança 95% = Temp real - 0.669055 até Temp real + 0.669055

ERRO TOTAL (2 medidas tomadas em *chips* diferentes)

Var = 0.052074 + 0,116523 = 0,168597 (desvio padrão = 0,4106)

Intervalo de confiança 95% = Temp real - 0.8048 até Temp real + 0.8048

5.5.3 Verificação de presença de valores discrepantes

Nos três relatórios do ANEXO II [Estudo inicial das estatísticas descritivas das variáveis em estudo(Tretal, Tchip e Tamb)], foi utilizado o procedimento *univariate* do SAS® para obter estatísticas descritivas das medidas de temperatura e verificar a presença de valores discrepantes no banco de dados, como mostram os quadros seguintes.

```

The UNIVARIATE Procedure
Variable:  Tretal  (Tretal = Temperatura retal)
      Extreme Observations
----Lowest-----      ----Highest---
Value      Obs      Value      Obs
35.6      2151      41.6      192
35.8      2136      41.6      200
36.2      2100      41.6      208
36.4       516      41.6      273
37.0      1932      41.7      371

```

```

The UNIVARIATE Procedure
Variable:  Tchip  (Tchip = temperatura do chip)
      Extreme Observations
----Lowest-----      ----Highest---
Value      Obs      Value      Obs
33.9      2178      43.5       10
34.1      2177      43.8        5
34.5      2176      44.1        4
34.5      2175      44.2        3
34.5      2174      45.3        2

```

```

The UNIVARIATE Procedure
Variable:  Tamb  (Tamb = Temperatura ambiente)
      Extreme Observations
----Lowest-----      ----Highest---
Value      Obs      Value      Obs
19         2178      36        959
19         2177      36        975
19         2175      36       1103
19         2172      36       1111
19         2164      36       1209

```

Diante dos dados apresentados pela avaliação estatística do SAS®, que mostra não haver valores discrepantes no banco de dados, demos sequência à avaliação.

5.5.4 Correlação entre as três temperaturas, Tamb, Tchip e Tretal

No relatório do ANEXO II (Correlação entre as variáveis - em todos os animais), foi utilizado o procedimento CORR do SAS® para fazer uma avaliação inicial da associação entre as medidas de temperatura no ambiente e no animal (avaliada pela temperatura retal e pela fornecida pelo *transponder*).

Pearson Correlation Coefficients		
Prob > r under H0: Rho=0		
Number of Observations		
	Tchip	Tretal
Tamb	0.42856 2178	0.41631 2177
Tchip		0.44199 2177

Uma correlação alta, próximo de 1, diz que uma variável tem alto poder de prever a outra. Podemos observar que a correlação entre Tamb (temperatura ambiente) e Tchip (temperatura do *transponder*) (0.42856), é baixa nas 2.178 observações, a correlação entre Tamb e Tretal (temperatura retal) (0.41631), também é baixa nas 2.177 observações, e Tchip e Tretal (0.44199) também é baixa nas 2.177 observações.

5.5.5 Análise do *transponder* no campo com uma equação por animal

No relatório do ANEXO II (Análises do *transponder* no campo - com uma equação por animal e efeito da hora do dia), utilizando o procedimento GLM do SAS®, foi feita uma análise estatística mais complexa, envolvendo além dos efeitos lineares, efeitos quadráticos da temperatura do *transponder* com uma equação por animal (*transponder*) e incluindo o efeito da hora de coleta da temperatura (dá uma idéia do estresse térmico acumulado no dia), mesmo assim o coeficiente de determinação (R²) do modelo continuou baixo (33,84%) e o desvio padrão residual elevado (0,410344).

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Tretal Mean
0.338470	1.048131	0.410344	39.15008

5.5.6 Análise geral do *transponder* no campo

No relatório do ANEXO II (Análise geral do *transponder* no campo com todos os animais assumindo uma só equação) foi feita uma análise de regressão da temperatura retal do animal em função dos efeitos lineares da temperatura do *transponder* e da temperatura ambiente utilizando o procedimento GLM do SAS®.

Tanto a temperatura do *transponder* quanto a temperatura ambiente tiveram um efeito altamente significativo sobre a temperatura do animal (retal). As fórmulas obtidas para predição foram:

$$(Temperatura\ retal\ predita)TrP = 33,6642 + (0,1130 * Tchip) + (0,0416 * Tamb) \quad (5.1)$$

$$Var_Erro = 0,1844 + 0,0637 + 0,0000513 * Tchip^2 + 0,0000094 * Tamb^2 \quad (5.2)$$

$$Tmax = TrP + 1,96 * \sqrt{Var_Erro} \quad (5.3)$$

$$Tmin = TrP - 1,96 * \sqrt{Var_Erro} \quad (5.4)$$

A temperatura retal do animal está situada no intervalo de máximo e mínimo (Tmax e Tmin).

Com base nos dados obtidos da análise estatística, os limitadores desse modelo de predição são:

1) O coeficiente de determinação (R²) do modelo é muito baixo (25,83%), mostrando que apenas cerca de 1/4 das variações de temperatura no animal são preditas pelo conhecimento das temperaturas do *transponder* e do ambiente.

2) O coeficiente de regressão da temperatura retal em função da temperatura do *transponder* é muito baixo (0,1130%) comparado com a situação ideal em que o *transponder* daria diretamente a temperatura do animal (neste caso o coeficiente deveria ser igual a um).

3) O resíduo do modelo é alto (0,4294) indicando que a diferença entre a temperatura predita e a real do animal pode ser muito grande. Se fizermos um intervalo de predição com 95% de probabilidade de acerto, teremos um erro de até 0,8416°C (= 1,96 x 0,4294), para mais ou para menos.

5.6 Validação da modelagem

5.6.1 Introdução

A correção da temperatura dos *transponders*, apresentando uma estimativa da temperatura real do reto dos animais, foi implementada no Termus.

Nesta parte do trabalho, as temperaturas do *transponders* e do reto do animal foram aferidas no tronco do laboratório Mangueiro Digital. Dados reais coletados com as temperaturas dos *transponders* e do reto dos animais soltos no campo foram submetidos ao Termus.

5.6.2 Validação

Para validar os resultados da plataforma Termus e avaliar sua utilização em sistemas de gerenciamento que fazem monitoramento remoto da temperatura dos animais, foram

coletados dados reais de identificação e temperatura nos 13 animais, durante seis dias, nos horários de 7h30, 13h00 e 15h30 (Tabela 5.5).

Seq	Tmínima	Temp Retal	Tmáxima
1	38,1	39,0	40,3
2	38,1	39,3	40,3
3	37,9	37,5 **	40,1
4	37,8	38,9	40,0
5	38,0	39,2	40,3
6	37,8	39,1	40,0
7	37,9	38,6	40,1
8	38,0	39,2	40,3
9	38,1	41,4 **	40,3
10	37,8	39,0	40,0
11	38,4	39,5	40,7
12	38,1	39,8	40,3
13	38,1	39,2	40,3
14	38,2	39,8	40,5
15	38,4	40,1	40,7
...	...	...	...
220	38,2	39,4	40,5
221	38,3	40,1	40,5
222	38,4	39,3	40,7
223	38,0	39,3	40,3
224	38,1	39,2	40,4
225	38,0	39,6	40,3
226	38,1	39,5	40,3
227	38,0	39,1	40,3
228	38,1	39,3	40,4
229	38,2	39,1	40,5
230	38,1	39,3	40,4
231	38,1	39,2	40,4
232	38,0	39,1	40,3
233	38,2	39,1	40,5
234	38,2	39,4	40,5

Tabela 5.5: Temperaturas calculadas pelo *software* Termus.

Pode-se notar que, nos dados parciais da tabela, as temperaturas reais do reto dos animais (Temp Retal) praticamente ficaram dentro da faixa de mínimo (Tmínima) e máximo (Tmáxima). Em 234 amostras ocorreram dois casos em que a temperatura retal real não ficou nos limites; na terceira linha a temperatura retal real ficou menor que a mínima e, na nona linha, a temperatura retal real ficou maior que a máxima.

No gráfico da Figura 5.13, que contemplou todos os dados reais coletados no período de 31/10/2007 a 8/11/2007, tem-se uma visão do comportamento das temperaturas. O gráfico apresenta a temperatura retal real do animal em 99,14% dos casos, sempre contida nos limites estabelecidos pelas fórmulas **5.3** e **5.4**.

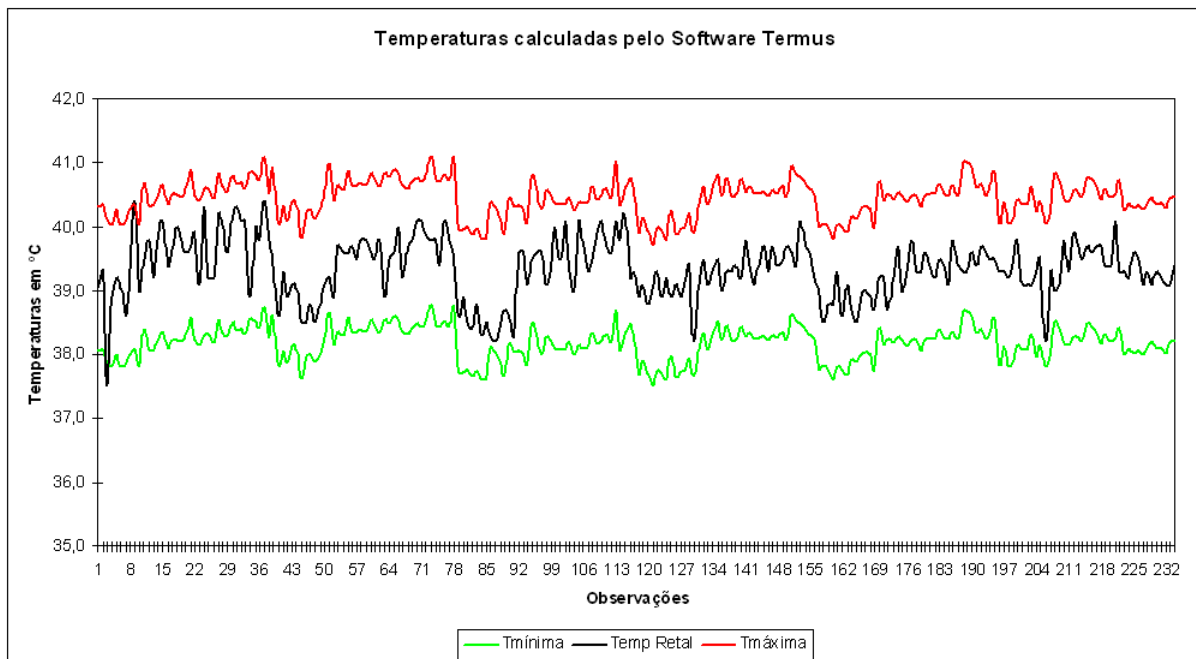


Figura 5.13: Temperaturas reais calculadas pelo *software* Termus.

5.7 Conclusões

Com a realização do experimento, obtivemos as seguintes conclusões:

Os *transponders* fabricados para esse trabalho apresentaram baixa ineficiência na aferição da temperatura. Recomenda-se revisão na tecnologia utilizada na sua construção.

Constatou-se que o material que encapsula o *transponder* **TXUM00** pode sofrer rejeição pelo corpo do animal que tenha o sistema imunológico maduro. Recomenda-se a implantação do *transponder* logo ao nascimento.

Análises constataram a impossibilidade de uma relação simbiótica³ entre a temperatura retal do bovino e a temperatura do *transponder* implantado no animal, como ocorreu com o *transponder* LifeChip® com implantação intramuscular no pescoço do cavalo.

Em relação ao objetivo desse trabalho, chegou-se a resultados positivos, quatro fórmulas (5.1, 5.2, 5.3 e 5.4), que possibilitam a aferição da temperatura em bovinos no campo, considerando que a temperatura do *transponder* está contida no intervalo de mínimo e máximo, variando 1°C para mais ou para menos em 99,14% das amostras no experimento. Esses resultados indicam que é possível detectar animais com temperatura que indicam a condição febril, com a utilização do Termus.

Analisando as temperaturas de máximo e mínimo da Tabela 5.5, calculadas por meio das fórmulas que utilizam a temperatura do *transponder*, nota-se que o intervalo entre as duas temperaturas varia entre 2,2°C e 2,3°C. Agora, analisando visualmente o gráfico,

³Relação vantajosa entre dois organismos vivos diferentes.

nota-se que a temperatura retal do animal, na maioria dos casos, localiza-se bem afastada dos limites. Logo, um estreitamento desse intervalo ($2,2^{\circ}\text{C}$ e $2,3^{\circ}\text{C}$) poderia ser estudado.

E talvez a mais importante, é que foi levantado o problema da aferição remota de temperatura em bovinos utilizando a tecnologia RFID. Esse trabalho demonstra que é possível a aferição remota da temperatura em bovinos. Com ajustes na tecnologia utilizada na fabricação dos *transponders*, e/ou outra metodologia de pesquisa, é possível alcançar a precisão na aferição da temperatura, assim como a aferição utilizando os meios convencionais.

Capítulo 6

Conclusões e trabalhos futuros

6.1 Conclusões

Por meio de análises estatísticas realizadas, chegamos à conclusão que, dos *transponders* idealizados e encomendados pela Embrapa Gado de Corte, apenas 25% possuíam precisão satisfatória.

Também por meio das análises estatísticas, não foi possível obter 95% de confiabilidade na predição da temperatura retal por meio da temperatura do *transponder*, mesmo considerando a temperatura ambiente.

Considerando a temperatura do *transponder* e a temperatura ambiente, chegou-se às fórmulas, ***Temperatura retal predita, Var-erro, Tmax e Tmin*** apresentadas na Página 65. As fórmulas possibilitaram estabelecer um intervalo de mínimo e máximo, com 2°C entre os limites, onde a temperatura real do animal oscila em 99,14%, os resultados foram implementados no Termus.

Finalmente, concluímos que a plataforma *Termus*, utilizando o TXUM00, pode identificar a condição febril dos animais, não sendo eficiente, por exemplo, para detecção de prenhez de bovinos.

6.2 Trabalhos futuros

Visando ao aperfeiçoamento futuro da plataforma Termus, propõe-se:

- Utilizar *Web Service*, que é uma solução eficiente na integração de sistemas e na comunicação entre aplicações diferentes, para integrar o Termus ao Portal e-Sapi.
- Embarcar o *plataforma* Termus em leitoras de *transponders* com termômetro, para que a conversão de temperatura dos *transponders* seja feita internamente, e o visor da leitora mostre a temperatura retal do animal.
- Realizar estudos para melhoria dos *transponders*, e também testar novos locais de

sua implantação, para que haja maior precisão na predição da temperatura.

- Aplicar a mesma metodologia utilizada para realização deste trabalho em animais de outras raças.

Referências Bibliográficas

- [1] <http://www.netbeans.org>. Data de Acesso: 4 de julho de 2009.
- [2] Produção da pecuária municipal 2008. IBGE, 2008.
- [3] Glossário de identificação por rádio frequência - rfid. <http://www.rfidsystems.com.br>, 2010. Data de Acesso: 15 de março de 2010.
- [4] E. Afonso. Criação de bovinos de corte na região sudeste. *Sistemas de Produção*, (2), julho 2003. ISSN 1679-1495 Versão Eletrônica.
- [5] G. B. Barreto. Aplicação rfid no gado de corte no brasil - o impacto do rastreamento eletrônico para o produtor. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2007. Trabalho de Graduação em Engenharia de Produção - Desenvolvido na Embrapa.
- [6] C. G. Bernardo. A tecnologia rfid e os benefícios da etiqueta inteligente para os negócios, setembro 2004. Universidade Anhanguera de São Paulo.
- [7] P. C. F. Carvalho e et al. Do bocado ao pastoreio de precisão: compreendendo a interface planta-animal para explorar a multifuncionalidade das pastagens. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39:109 – 122, junho 2009. ISSN 1516-3598.
- [8] H. M. Deitel e P. J. Deitel. *Java Como Programar*. Bookman, 3ª edição, 2001.
- [9] O. C. M. B. Duarte e et al. Rfid - radio frequency identification, 2010. UFRJ - Departamento de Eletrotécnica - Data de Acesso: 26 de setembro de 2010.
- [10] Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS. *Boas práticas agropecuárias - bovinos de corte - Editor técnico Ezequiel Rodrigues do Valle*, 2 edição.
- [11] Parlamento Europeu. Regulamento (ce) n.o 1760/2000. *EUR-Lex* - <http://eur-lex.europa.eu>, 2000.
- [12] Destron Fearing. Equine radio-frequency identification (rfid) microtransponders system with bio-thermo® technology, 2007. Manufactured by: Destron Fearing - 490 Villalume Avenue - South St. Paul, MN 55075.
- [13] P. F. I. Goiozo e et al. Avaliação da taxa de fixação de bolus de cerâmica em bezerros recém-nascidos, 2001.

- [14] SAS Institute Inc. *SAS/STAT® User's Guide*, volume 2. SAS Institute Inc., Cary, NC: SAS Institute Inc., 4ª edição, 1989.
- [15] International Organization for Standardization, 1, ch. de la Voie-Creuse, Case postale 56 CH-1211 Geneva 20, Switzerland. *ISO 11784 - Radio-frequency identification of animals - Code structure*, second edition edição, agosto 1996. Printed in Switzerland.
- [16] International Organization for Standardization, 1, ch. de la Voie-Creuse, Case postale 56 CH-1211 Geneva 20, Switzerland. *ISO 11785 - Radio-frequency identification of animals - Technical concept*, first edition edição, outubro 1996. Printed in Switzerland.
- [17] J. G. C. F. Machado e J. F. D. Nantes. Identificação eletrônica de animais por radiofrequência (rfid): Perspectiva de uso na pecuária de corte. 2(1):29-36, junho 2004. Revista Brasileira de Agrocomputação - <http://www.agrocomputacao.deinfo.uepg.br/publicacoes.htm>.
- [18] M. A. Martins, F. M. e Lopes. Rastreabilidade bovina no brasil. Boletim Agropecuário 55, Universidade Federal de Lavras - UFLA, Editora UFLA - Caixa Postal 37 - Lavras - MS, agosto 2003.
- [19] T. Moe. Perspectives on traceability in food manufacture. Trends in Food Science e Technology 9, 1998. 211-214.
- [20] E. W. T Nagai e et al. Rfid research: An academic literature review (1995-2005) and future research directions. *International journal of Production Economics*, (112):11, junho 2007.
- [21] C. Oliveira. O surto da febre aftosa. Jornal Inovação - Jornal Express, outubro 2005. <Http://www.inovacao.jex.com.br/gerais/o+surto+da+febre+aftosa>.
- [22] P. P. Pires. Identificação eletrônica e rastreamento de bovinos, gado de corte informa. Comunicado Técnico 49, Embrapa Gado de Corte, BR 262 Km 4 - Vila Popular, Campo Grande, Brasil, agosto 2001. ISSN 1516-5558.
- [23] P. P. Pires. Electronic identification and management of cattle. University of Contestado - UnC - Concordia Unit - Concordia - SC - Brazil, setembro 2002. First Virtual Global Conference on Organic Beef Cattle Production.
- [24] R. S. Pressman. *Engenharia de Software*. McGraw-Hill, São Paulo, 6ª edição, 2006.
- [25] O. M. Radostits, C. G. Clive, D. C. Blood, e et al. *Clínica Veterinária: um tratado de doenças dos bovinos, ovinos, suínos, caprinos e equinos*. Guanabara Koogan, 9 edição, 2002. ISBN: 8527707063.
- [26] E. H. S. Rezende e M. A. Lopes. Identificação, certificação e rastreabilidade na cadeia bovina e bubalina no brasil. *Vet Arquivos, Biblioteca de Medicina Veterinária*, página 36, 2004. Data de Acesso: 25 de fevereiro de 2010.

-
- [27] C. Sandim. Pecuaristas e frigoríficos testam programa inédito para emissão da gta eletrônica em ms. Governo do Estado de Mato Grosso do Sul - SEPROTUR - <http://www.seprotur.ms.gov.br>, outubro 2010. Data de Acesso: 28 de outubro de 2010.
- [28] S. R. M. Santana. Rfid - identificação por radiofrequência. <http://www.wirelessbrasil.org/wirelessbr/colaboradores/sandra-santana/rfid-01.html>. Data de Acesso: 18 de julho de 2009.
- [29] M. R. Silva. *Middleware Cerberus usando RFID para Rastreabilidade Bovina*. Tese de Mestrado, UFMS - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, agosto 2009.
- [30] C. Swedberg. United states department of agriculture approves implantable rfid tag to track horses. <http://www.rfidjournal.com/article/view/3612>. Data de Acesso: 18 de julho de 2009.
- [31] M. A. S. Turine e et al. e-sapi bovis: Plataforma web para rastreabilidade bovina. In *7º Congresso Brasileiro de Agroinformática*. 2009.
- [32] Business Wire. Digital angels destron fearing unit providing bio-thermo chips for swine vaccine research. <http://www.your-story.org/digital-angels-destron-fearing-unit-providing-bio-thermo-chips-for-swine-vaccine-esearch-119137>, fevereiro 2010.

Anexo I: Tabelas utilizadas para geração dos gráficos do Capítulo 4

Seq	Tchip	Tretal	Tamb	Tmin	Tmax	Data
1	37,6	38,7	29,0	19,0	33,0	03/08/2007
2	38,0	38,7	33,0	19,0	33,0	03/08/2007
3	39,5	39,0	33,0	19,0	33,0	03/08/2007
4	37,6	38,6	28,0	20,0	33,0	04/08/2007
5	38,4	38,9	33,5	20,0	33,0	04/08/2007
6	38,5	39,3	35,0	20,0	33,0	04/08/2007
7	35,7	38,9	24,0	19,0	28,0	06/08/2007
8	39,1	38,7	29,0	19,0	28,0	06/08/2007
9	38,5	39,8	29,0	19,0	28,0	06/08/2007
10	34,9	38,8	17,0	17,0	29,0	07/08/2007
11	36,1	38,7	24,0	17,0	29,0	07/08/2007
12	37,3	38,9	24,0	17,0	29,0	07/08/2007
13	35,8	38,9	21,0	19,0	25,0	08/08/2007
14	36,1	38,8	30,0	19,0	25,0	08/08/2007
15	37,0	39,0	30,0	19,0	25,0	08/08/2007
16	35,8	38,8	26,0	30,0	22,0	09/08/2007
17	36,6	38,7	30,0	30,0	22,0	09/08/2007
18	36,6	39,0	31,0	30,0	22,0	09/08/2007
19	35,4	38,7	24,0	23,0	30,0	10/08/2007
20	36,5	38,8	31,0	23,0	30,0	10/08/2007
21	37,7	39,0	31,0	23,0	30,0	10/08/2007
22	35,3	38,8	26,0	15,0	30,0	13/08/2007
23	37,3	39,1	31,0	15,0	30,0	13/08/2007
24	38,6	39,2	31,0	15,0	30,0	13/08/2007
25	35,6	38,8	26,0	24,0	20,0	14/08/2007
26	37,7	38,7	32,0	24,0	20,0	14/08/2007
27	37,2	39,1	31,0	24,0	20,0	14/08/2007
28	36,3	38,8	24,0	23,0	29,0	15/08/2007
29	37,0	38,7	32,0	23,0	29,0	15/08/2007
30	36,5	38,7	32,0	23,0	29,0	15/08/2007
31	34,9	38,5	26,0	23,0	30,0	16/08/2007
32	36,4	38,6	31,0	23,0	30,0	16/08/2007
33	37,0	38,8	31,0	23,0	30,0	16/08/2007
34	34,5	38,9	24,0	23,0	30,0	17/08/2007
35	37,4	38,9	31,0	23,0	30,0	17/08/2007
36	36,9	38,8	30,0	23,0	30,0	17/08/2007
37	29,9	38,6	12,0	13,0	29,0	20/08/2007
38	32,8	38,2	20,0	13,0	29,0	20/08/2007
39	34,4	38,5	22,0	13,0	29,0	20/08/2007
40	30,8	38,3	19,0	14,0	21,0	21/08/2007
41	36,8	38,7	28,0	14,0	21,0	21/08/2007
42	36,3	38,7	28,0	14,0	21,0	21/08/2007
43	34,1	38,6	24,0	21,0	29,0	22/08/2007
44	38,2	38,7	32,0	21,0	29,0	22/08/2007
45	38,3	38,8	31,0	21,0	29,0	22/08/2007
46	33,2	37,9	15,0	15,0	38,0	27/08/2007
47	34,6	38,9	17,0	15,0	38,0	27/08/2007
48	35,2	38,6	17,0	15,0	38,0	27/08/2007
49	33,5	38,1	11,0	11,0	17,0	28/08/2007
50	34,7	38,0	20,0	11,0	17,0	28/08/2007
51	34,5	38,4	20,0	11,0	17,0	28/08/2007
52	33,6	38,2	14,0	14,0	21,0	29/08/2007
53	36,2	38,5	22,0	14,0	21,0	29/08/2007
54	34,4	37,5	23,0	14,0	21,0	29/08/2007
55	36,3	38,1	29,0	28,0	34,0	11/09/2007
56	37,5	39,0	34,5	28,0	34,0	11/09/2007
57	39,5	39,1	35,0	28,0	34,0	11/09/2007
58	34,9	37,8	27,0	26,0	34,0	12/09/2007
59	37,1	38,7	34,0	26,0	34,0	12/09/2007
60	37,4	38,8	34,0	26,0	34,0	12/09/2007
61	34,8	38,0	28,0	25,0	34,0	13/09/2007
62	37,9	38,8	34,0	25,0	34,0	13/09/2007
63	38,2	39,0	35,0	25,0	34,0	13/09/2007
64	34,8	37,7	28,0	28,0	34,0	14/09/2007

65	37,4	38,9	34,0	28,0	34,0	14/09/2007
66	39,2	39,1	34,0	28,0	34,0	14/09/2007
67	35,2	38,1	27,0	24,0	34,0	17/09/2007
68	38,2	38,9	35,0	24,0	34,0	17/09/2007
69	38,1	38,7	35,0	24,0	34,0	17/09/2007
70	35,8	37,4	27,0	26,0	34,0	18/09/2007
71	36,4	38,1	34,0	26,0	34,0	18/09/2007
72	38,1	38,9	34,0	26,0	34,0	18/09/2007
73	38,2	38,0	25,0	26,0	34,0	19/09/2007
74	39,2	38,7	34,0	26,0	34,0	19/09/2007
75	39,1	38,8	34,0	26,0	34,0	19/09/2007
76	38,1	38,4	29,0	28,0	33,0	20/09/2007
77	39,0	38,5	32,5	28,0	33,0	20/09/2007
78	38,5	38,9	32,5	28,0	33,0	20/09/2007
79	38,3	37,8	28,0	29,0	34,0	21/09/2007
80	38,4	38,8	35,0	29,0	34,0	21/09/2007
81	39,4	38,9	31,0	29,0	34,0	21/09/2007
82	35,7	37,6	19,0	21,0	34,0	24/09/2007
83	35,3	38,3	22,0	21,0	34,0	24/09/2007
84	34,8	38,1	23,0	21,0	34,0	24/09/2007
85	36,2	37,4	14,0	14,0	22,0	25/09/2007
86	36,1	38,3	23,0	14,0	22,0	25/09/2007
87	37,7	38,0	25,0	14,0	22,0	25/09/2007
88	37,3	37,4	20,0	15,0	25,0	26/09/2007
89	37,3	38,5	28,0	15,0	25,0	26/09/2007
90	37,5	38,6	30,0	15,0	25,0	26/09/2007
91	37,2	37,7	25,0	23,0	29,0	27/09/2007
92	37,8	38,5	32,0	23,0	29,0	27/09/2007
93	37,6	39,1	32,0	23,0	29,0	27/09/2007
94	37,7	38,3	28,0	25,0	30,0	28/09/2007
95	37,6	38,7	33,0	25,0	30,0	28/09/2007
96	38,1	38,1	34,0	25,0	30,0	28/09/2007
97	38,0	38,4	25,0	21,0	33,0	01/10/2007
98	38,3	38,2	33,0	21,0	33,0	01/10/2007
99	38,8	38,9	34,0	21,0	33,0	01/10/2007
100	36,9	38,6	27,0	23,0	33,0	02/10/2007
101	37,7	38,7	34,0	23,0	33,0	02/10/2007
102	38,0	38,5	32,0	23,0	33,0	02/10/2007
103	35,8	38,4	27,0	26,0	34,0	03/10/2007
104	38,8	39,3	33,0	26,0	34,0	03/10/2007
105	38,4	38,9	33,0	26,0	34,0	03/10/2007
106	36,4	38,2	28,0	25,0	33,0	04/10/2007
107	37,9	38,3	33,0	25,0	33,0	04/10/2007
108	37,7	38,7	34,0	25,0	33,0	04/10/2007
109	38,5	37,3	27,0	26,5	33,0	09/10/2007
110	39,5	38,1	35,0	26,5	33,0	09/10/2007
111	39,1	39,0	34,0	26,5	33,0	09/10/2007
112	37,4	37,6	31,0	27,0	34,0	10/10/2007
113	38,8	38,4	36,0	27,0	34,0	10/10/2007
114	39,0	38,4	35,0	27,0	34,0	10/10/2007
115	35,1	36,7	27,0	25,0	34,0	15/10/2007
116	36,3	38,2	34,0	25,0	34,0	15/10/2007
117	35,8	38,6	34,0	25,0	34,0	15/10/2007
118	35,5	37,7	24,0	24,0	29,0	16/10/2007
119	36,4	38,5	35,0	24,0	29,0	16/10/2007
120	37,0	38,2	32,0	24,0	29,0	16/10/2007
121	35,7	38,0	22,0	23,0	30,0	17/10/2007
122	37,3	37,8	30,0	23,0	30,0	17/10/2007
123	38,4	38,7	31,0	23,0	30,0	17/10/2007
124	38,6	37,5	25,0	23,0	30,0	18/10/2007
125	37,3	38,8	27,0	23,0	30,0	18/10/2007
126	37,4	38,5	29,0	23,0	30,0	18/10/2007
127	35,6	37,4	24,0	21,0	30,0	19/10/2007
128	36,0	38,4	30,0	21,0	30,0	19/10/2007

129	35,1	38,6	29,0	21,0	30,0	19/10/2007
130	35,4	37,5	23,0	23,0	23,0	22/10/2007
131	37,6	38,8	27,0	23,0	23,0	22/10/2007
132	36,6	38,8	25,0	23,0	23,0	22/10/2007
133	35,3	37,3	24,0	23,0	34,0	23/10/2007
134	37,9	38,3	27,0	23,0	34,0	23/10/2007
135	36,3	38,5	29,0	23,0	34,0	23/10/2007
136	34,9	37,3	22,0	23,0	29,0	24/10/2007
137	38,2	38,1	22,0	23,0	29,0	24/10/2007
138	36,3	38,7	22,0	23,0	29,0	24/10/2007
139	35,7	37,2	21,0	21,0	21,0	25/10/2007
140	37,1	38,1	25,0	21,0	21,0	25/10/2007
141	35,2	37,7	24,0	21,0	21,0	25/10/2007
142	34,4	37,7	22,0	22,0	26,0	26/10/2007
143	36,2	38,5	27,0	22,0	26,0	26/10/2007
144	36,2	38,1	29,0	22,0	26,0	26/10/2007
145	37,0	38,3	28,0	23,0	34,0	29/10/2007
146	38,1	38,4	34,0	23,0	34,0	29/10/2007
147	37,6	38,9	34,0	23,0	34,0	29/10/2007

Tabela 8.1: Aferições da temperatura do animal 101 na baia, 7h30, 13h00 e 15h30.

Data	Hora	Animal	Tchip	Tretal	Tamb	Tmax	Tmin
31/10/2007	07:30	101	38,9	39,0	27	33	25
01/11/2007	07:30	101	36,4	38,6	28	34	27
05/11/2007	07:30	101	36,2	38,6	26	33	23
06/11/2007	07:30	101	36,5	38,9	24	29	23
07/11/2007	07:30	101	37,0	39,0	25	33	23
08/11/2007	07:30	101	37,1	39,3	26	33	24
12/11/2007	07:30	101	38,5	38,2	19	32	19
13/11/2007	07:30	101	37,0	38,2	23	32	19
19/11/2007	07:30	101	36,3	38,7	26	34	19
20/11/2007	07:30	101	37,1	38,6	24	33	19
22/11/2007	07:30	101	37,9	39,2	25	33	23
23/11/2007	07:30	101	36,0	38,9	24	33	24
26/11/2007	07:30	101	38,3	38,6	23	34	23
27/11/2007	07:30	101	38,4	39,1	24	31	24
28/11/2007	07:30	101	38,5	39,0	24	29	23
29/11/2007	07:30	101	37,3	38,8	25	30	23
30/11/2007	07:30	101	37,6	38,6	31	33	26
03/12/2007	07:30	101	38,5	39,2	27	34	23
04/12/2007	07:30	101	37,5	39,0	25	34	24
05/12/2007	07:30	101	39,3	38,9	22	29	22
06/12/2007	07:30	101	38,4	39,8	22	25	22
11/12/2007	07:30	101	39,7	40,1	23	29	23
12/12/2007	07:30	101	39,1	39,7	22	25	22
13/12/2007	07:30	101	37,7	38,8	25	29	23
17/12/2007	07:30	101	38,1	38,7	24	33	24
19/12/2007	07:30	101	37,1	38,8	23	29	23
20/12/2007	07:30	101	39,0	38,6	24	29	23
21/12/2007	07:30	101	38,1	38,7	23	29	23
07/01/2008	07:30	101	38,1	38,5	23	33	23
08/01/2008	07:30	101	37,6	38,7	24	29	24
09/01/2008	07:30	101	36,3	38,4	21	29	22
10/01/2008	07:30	101	39,2	38,4	24	29	23
11/01/2008	07:30	101	38,1	39,0	25	29	24
14/01/2008	07:30	101	40,7	38,6	24	29	24
15/01/2008	07:30	101	39,5	38,9	24	29	23
16/01/2008	07:30	101	38,3	38,7	23	29	23
17/01/2008	07:30	101	39,9	38,3	23	29	22
18/01/2008	07:30	101	38,9	38,7	23	28	23
21/01/2008	07:30	101	38,2	38,3	22	29	23
22/01/2008	07:30	101	42,0	38,8	23	36	23
23/01/2008	07:30	101	38,1	38,3	22	25	23
24/01/2008	07:30	101	39,0	38,5	24	25	23
25/01/2008	07:30	101	39,5	38,9	22	25	22
28/01/2008	07:30	101	40,1	38,7	23	25	23
29/01/2008	07:30	101	38,6	38,8	23	25	23
30/01/2008	07:30	101	38,4	38,9	23	25	23
31/01/2008	07:30	101	41,1	38,4	24	29	23
01/02/2008	07:30	101	38,4	38,3	24	29	24
07/02/2008	07:30	101	37,6	38,5	24	38	23
08/02/2008	07:30	101	37,4	38,2	23	29	23
11/02/2008	07:30	101	38,6	38,3	23	33	21
12/02/2008	07:30	101	37,6	38,6	21	29	20
13/02/2008	07:30	101	39,2	38,2	23	29	23
15/02/2008	07:30	101	38,4	38,5	23	37	22
18/02/2008	07:30	101	37,1	38,4	26	29	23
19/02/2008	07:30	101	38,3	38,6	25	29	23
20/02/2008	07:30	101	40,3	38,6	25	29	23
21/02/2008	07:30	101	38,3	38,6	25	29	23
22/02/2008	07:30	101	38,0	38,6	23	29	24
25/02/2008	07:30	101	37,6	38,6	24	29	23
26/02/2008	07:30	101	38,1	39,0	21	29	20
27/02/2008	07:30	101	39,8	38,6	23	29	23
29/02/2008	07:30	101	38,1	38,4	22	25	22
03/03/2008	07:30	101	37,9	39,0	26	29	23
04/03/2008	07:30	101	37,1	38,0	25	33	23
05/03/2008	07:30	101	38,3	38,3	24	28	23
06/03/2008	07:30	101	37,9	38,4	24	31	23
10/03/2008	07:30	101	37,3	38,9	24	29	23

Tabela 8.2: Aferições da temperatura do animal 101 no campo às 7h30.

Data	Hora	Animal	Tchip	Tretal	Tamb	Tmax	Tmin
31/10/2007	13:00	101	39,1	39,8	30	33	25
01/11/2007	13:00	101	39,2	39,7	34	34	27
05/11/2007	13:00	101	38,6	39,6	28	33	23
06/11/2007	13:00	101	37,7	39,1	31	29	23
07/11/2007	13:00	101	40,8	39,2	31	33	23
08/11/2007	13:00	101	41,3	39,1	30	33	24
12/11/2007	13:00	101	38,8	39,2	26	32	19
13/11/2007	13:00	101	38,0	39,4	25	32	19
19/11/2007	13:00	101	39,7	39,7	32	34	19
20/11/2007	13:00	101	37,1	39,1	27	33	19
22/11/2007	13:00	101	38,0	38,0	28	33	23
23/11/2007	13:00	101	37,6	38,9	31	33	24
26/11/2007	13:00	101	40,4	39,2	27	34	23
27/11/2007	13:00	101	39,1	39,4	30	31	24
28/11/2007	13:00	101	38,8	39,3	30	29	23
29/11/2007	13:00	101	38,3	39,0	31	30	23
30/11/2007	13:00	101	37,6	38,6	31	33	26
03/12/2007	13:00	101	38,8	39,2	30	34	23
04/12/2007	13:00	101	38,1	39,3	30	34	24
05/12/2007	13:00	101	38,9	39,6	25	29	22
06/12/2007	13:00	101	39,9	40,1	25	25	22
11/12/2007	13:00	101	39,2	40,4	24	29	23
12/12/2007	13:00	101	39,4	39,9	24	25	22
13/12/2007	13:00	101	39,1	39,0	30	29	23
17/12/2007	13:00	101	40,5	39,2	28	33	24
19/12/2007	13:00	101	40,5	39,8	30	29	23
20/12/2007	13:00	101	39,5	39,1	30	29	23
21/12/2007	13:00	101	39,9	39,2	31	29	23
07/01/2008	13:00	101	38,9	39,0	34	33	23
08/01/2008	13:00	101	41,8	39,2	30	29	24
09/01/2008	13:00	101	39,2	38,9	27	29	22
10/01/2008	13:00	101	37,3	38,8	27	29	23
11/01/2008	13:00	101	38,5	38,8	27	29	24
14/01/2008	13:00	101	39,3	39,0	30	29	24
15/01/2008	13:00	101	38,2	38,4	28	29	23
16/01/2008	13:00	101	40,5	39,0	27	23	23
17/01/2008	13:00	101	39,1	38,8	26	29	22
18/01/2008	13:00	101	40,3	38,8	26	28	23
21/01/2008	13:00	101	38,4	38,9	25	29	23
22/01/2008	13:00	101	39,8	38,8	24	36	23
23/01/2008	13:00	101	39,7	38,8	26	25	23
24/01/2008	13:00	101	39,1	38,8	25	25	23
25/01/2008	13:00	101	40,4	38,4	28	25	22
28/01/2008	13:00	101	40,8	39,2	27	25	23
29/01/2008	13:00	101	39,7	38,8	26	25	23
30/01/2008	13:00	101	37,7	39,3	26	25	23
31/01/2008	13:00	101	39,1	38,8	28	29	23
01/02/2008	13:00	101	43,2	39,1	30	29	24
07/02/2008	13:00	101	37,5	38,6	28	38	23
08/02/2008	13:00	101	40,5	39,0	29	29	23
11/02/2008	13:00	101	38,1	39,2	28	33	21
12/02/2008	13:00	101	38,3	39,3	25	29	20
13/02/2008	13:00	101	39,1	38,8	29	29	23
15/02/2008	13:00	101	39,9	39,8	28	37	22
18/02/2008	13:00	101	40,2	39,1	31	29	23
19/02/2008	13:00	101	38,8	39,0	27	29	23
20/02/2008	13:00	101	38,8	39,0	29	29	23
21/02/2008	13:00	101	39,9	39,1	27	29	23
22/02/2008	13:00	101	38,5	38,7	24	29	24
25/02/2008	13:00	101	38,4	39,0	28	29	23
26/02/2008	13:00	101	39,1	38,5	23	29	20
27/02/2008	13:00	101	42,0	39,1	26	29	23
29/02/2008	13:00	101	36,5	38,4	26	25	22
03/03/2008	13:00	101	38,3	39,3	32	29	23
04/03/2008	13:00	101	39,8	39,5	31	33	23
05/03/2008	13:00	101	42,0	39,2	30	28	23
06/03/2008	13:00	101	38,6	38,7	24	29	23
10/03/2008	13:00	101	37,4	38,9	26	29	23

Tabela 8.3: Aferições da temperatura do animal 101 no campo às 13h00.

Data	Hora	Animal	Tchip	Tretal	Tamb	Tmax	Tmin
31/10/2007	15:30	101	41,6	40,2	32	33	25
01/11/2007	15:30	101	40,3	40,0	35	34	27
05/11/2007	15:30	101	38,5	40,1	30	33	23
06/11/2007	15:30	101	39,0	39,4	32	29	23
07/11/2007	15:30	101	39,8	39,5	33	33	23
08/11/2007	15:30	101	42,0	39,3	28	33	24
12/11/2007	15:30	101	38,2	39,3	26	32	19
13/11/2007	15:30	101	37,0	38,2	25	32	19
19/11/2007	15:30	101	39,2	39,2	33	34	19
20/11/2007	15:30	101	39,0	39,0	27	33	19
22/11/2007	15:30	101	40,1	39,1	28	33	23
23/11/2007	15:30	101	40,1	39,3	33	33	24
26/11/2007	15:30	101	39,5	39,6	29	34	23
27/11/2007	15:30	101	39,5	39,5	31	31	24
28/11/2007	15:30	101	38,8	38,9	30	29	23
29/11/2007	15:30	101	40,8	39,2	31	30	23
30/11/2007	15:30	101	39,0	39,2	31	33	26
03/12/2007	15:30	101	39,9	39,5	33	34	23
04/12/2007	15:30	101	38,3	39,6	29	34	24
05/12/2007	15:30	101	38,8	39,5	24	29	22
06/12/2007	15:30	101	40,3	40,3	26	25	22
11/12/2007	15:30	101	38,3	39,7	24	29	24
12/12/2007	15:30	101	39,0	39,3	27	25	22
13/12/2007	15:30	101	39,9	39,3	31	29	23
17/12/2007	15:30	101	38,8	39,7	28	33	24
19/12/2007	15:30	101	41,8	39,0	30	29	23
20/12/2007	15:30	101	38,1	39,1	32	29	23
21/12/2007	15:30	101	39,3	39,1	33	29	23
07/01/2008	15:30	101	37,6	38,8	31	33	23
08/01/2008	15:30	101	40,3	39,4	32	29	24
09/01/2008	15:30	101	38,4	38,8	30	29	22
10/01/2008	15:30	101	39,0	38,4	31	29	23
11/01/2008	15:30	101	39,1	38,7	28	29	24
14/01/2008	15:30	101	41,7	38,9	29	29	24
15/01/2008	15:30	101	40,7	39,0	28	29	23
16/01/2008	15:30	101	42,9	38,7	27	23	23
17/01/2008	15:30	101	38,9	39,3	26	29	22
18/01/2008	15:30	101	40,1	39,5	28	28	23
21/01/2008	15:30	101	41,7	38,9	27	29	23
22/01/2008	15:30	101	38,9	39,0	25	36	23
23/01/2008	15:30	101	38,1	38,8	27	25	23
24/01/2008	15:30	101	39,0	39,0	28	25	23
25/01/2008	15:30	101	39,0	38,9	30	25	22
28/01/2008	15:30	101	42,3	39,1	26	25	23
29/01/2008	15:30	101	39,1	38,9	25	25	23
30/01/2008	15:30	101	39,0	39,2	28	25	23
31/01/2008	15:30	101	38,8	39,3	31	29	23
01/02/2008	15:30	101	38,2	38,5	32	29	24
07/02/2008	15:30	101	38,5	38,6	36	38	23
08/02/2008	15:30	101	39,0	39,0	30	29	23
11/02/2008	15:30	101	37,6	38,6	30	33	21
12/02/2008	15:30	101	38,6	38,9	28	29	20
13/02/2008	15:30	101	39,0	39,3	30	29	23
15/02/2008	15:30	101	41,2	39,6	30	37	22
18/02/2008	15:30	101	39,7	39,1	31	29	23
19/02/2008	15:30	101	38,1	38,9	28	29	23
20/02/2008	15:30	101	38,1	38,6	24	29	23
21/02/2008	15:30	101	39,5	39,2	28	29	23
22/02/2008	15:30	101	38,5	39,0	24	29	24
25/02/2008	15:30	101	40,8	39,4	31	29	23
26/02/2008	15:30	101	36,5	38,7	23	29	20
27/02/2008	15:30	101	38,8	39,0	26	29	23
29/02/2008	15:30	101	39,1	39,4	27	25	22
03/03/2008	15:30	101	38,5	39,1	33	29	23
04/03/2008	15:30	101	38,8	39,4	32	33	23
05/03/2008	15:30	101	40,3	39,4	32	28	23
06/03/2008	15:30	101	37,3	39,0	30	29	23

Tabela 8.4: Aferições da temperatura do animal 101 no campo às 15h30.

Anexo II: Relatórios estatísticos

Relatório estatístico com os 24 *transponders* mais confiáveis

The SAS System

09:46 Monday, March 13, 2006 49

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
ordem	10	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
TempIni	5	38 39 40 41 42
Chip	24	196493 197966 198897 198898 198901 198905 201553 201563 201663 201740 201745 201755 201849 201850 201856 201857 201858 201860 201876 202496 202512 202513 202524 202531

Number of Observations Read	1179
Number of Observations Used	1179

The SAS System

09:46 Monday, March 13, 2006 50

The GLM Procedure

Dependent Variable: TempChip TempChip

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	122	2767.566307	22.684970	435.63	<.0001
Error	1056	54.990301	0.052074		

Corrected Total 1178 2822.556607

R-Square	Coeff Var	Root MSE	TempChip Mean
0.980518	0.568890	0.228198	40.11281

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TempIni (estufa)	4	2600.122651	650.030663	12482.8	<.0001
ordem(TempIni)	45	30.572507	0.679389	13.05	<.0001
Chip	23	129.921687	5.648769	108.48	<.0001
Tempo(ordem*TempIni)	50	6.949461	0.138989	2.67	<.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TempIni	4	605.8889082	151.4722270	2908.78	<.0001
ordem(TempIni)	45	11.5513106	0.2566958	4.93	<.0001
Chip	23	126.9206171	5.5182877	105.97	<.0001
Tempo(ordem*TempIni)	50	6.9494610	0.1389892	2.67	<.0001

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Linear	1	600.3336972	600.3336972	11528.4	<.0001

The SAS System 09:46 Monday, March 13, 2006 51

The GLM Procedure
Least Squares Means

Standard Errors and Probabilities Calculated Using the Type III MS for
ordem(TempIni) as an Error

Term			
Temp Ini	TempChip LSMEAN	Standard Error	Pr > t
38	37.9423545	0.0340695	<.0001
39	39.1161851	0.0344219	<.0001

40	40.1944926	0.0350422	<.0001
41	40.9949894	0.0332485	<.0001
42	42.2753376	0.0347133	<.0001

The SAS System

09:46 Monday, March 13, 2006 52

The GLM Procedure
Least Squares Means

Chip	TempChip LSMEAN	Standard Error	Pr > t
196493	40.1924642	0.0333472	<.0001
197966	40.0728123	0.0336708	<.0001
198897	39.9714432	0.0328136	<.0001
198898	39.8055571	0.0333284	<.0001
198901	39.9604890	0.0337861	<.0001
198905	39.9728740	0.0333583	<.0001
201553	41.1096349	0.0333604	<.0001
201563	40.2978001	0.0332977	<.0001
201663	40.2548867	0.0332150	<.0001
201740	40.1471384	0.0327702	<.0001
201745	40.1781821	0.0343518	<.0001
201755	39.8560548	0.0328628	<.0001
201849	40.0701766	0.0338807	<.0001
201850	39.9659816	0.0332461	<.0001
201856	40.1883140	0.0334937	<.0001
201857	40.3742024	0.0331902	<.0001
201858	40.3802457	0.0332882	<.0001
201860	39.5409081	0.0332896	<.0001
201876	40.3026956	0.0336766	<.0001
202496	40.3416073	0.0333325	<.0001
202512	40.0307616	0.0332409	<.0001
202513	40.1542636	0.0331531	<.0001
202524	40.1647085	0.0334048	<.0001
202531	39.1789235	0.0334092	<.0001

The SAS System

09:46 Monday, March 13, 2006 53

The GLM Procedure

Source	Type III Expected Mean Square
TempIni	Var(Error) + 5.625 Var(ordem(TempIni)) + Q(TempIni)
ordem(TempIni)	Var(Error) + 5.668 Var(ordem(TempIni))

Chip	$\text{Var}(\text{Error}) + 46.911 \text{ Var}(\text{Chip})$				
Tempo(ordem*TempIni)	$\text{Var}(\text{Error}) + Q(\text{Tempo}(\text{ordem*TempIni}))$				
Contrast	Contrast Expected Mean Square				
Linear	$\text{Var}(\text{Error}) + 5.6968 \text{ Var}(\text{ordem}(\text{TempIni})) + Q(\text{TempIni})$				
Error	1056	54.990301	0.052074		
Chip	23	126.9206171	5.5182877	105.97	<.0001
Chip	$\text{Var}(\text{Error}) + 46.911 \text{ Var}(\text{Chip})$				

ERRO DE UM MESMO CHIP EM UMA MESMA TEMPERATURA

$\text{Var}(\text{Error}) = 0.052074$ (desvio-padrão = 0.228197)

Intervalodeconfiança 95 % =>

$\text{Tempreal} + \text{ViésdoChip} - 0.447267$ até $\text{Tempreal} + \text{ViésdoChip} + 0.447267$

ERRO SISTEMÁTICO DE CADA CHIP

$\text{Var}(\text{Chip}) = (5.5182877 - 0.052074) / 46.911 = 0,116523$ (desvio padrão = 0,341355)

Intervalo de confiança 95 % => Temp real - 0.669055 até Temp real + 0.669055

ERRO TOTAL (2 medidas tomadas em chips diferentes)

$\text{Var} = 0.052074 + 0,116523 = 0,168597$ (desvio padrão = 0,4106)

Intervalo de confiança 95 % => Temp real - 0.8048 até Temp real + 0.8048

Estudo inicial das estatísticas descritivas das variáveis em estudo(Tretal)

10:40 Thursday, May 8, 2008

The UNIVARIATE Procedure
Variable: Tretal (Tretal)

Moments

N	2177	Sum Weights	2177
Mean	39.1500781	Sum Observations	85229.72
Std Deviation	0.49833218	Variance	0.24833497
Skewness	0.52444865	Kurtosis	6.50610195
Uncorrected SS	3337290.57	Corrected SS	540.376887
Coeff Variation	1.2728766	Std Error Mean	0.01068045

Basic Statistical Measures

Location		Variability	
Mean	39.15008	Std Deviation	0.49833
Median	39.10000	Variance	0.24833
Mode	39.10000	Range	6.10000
		Interquartile Range	0.50000

Tests for Location: Mu0=0

Test	-Statistic-	-----p Value-----	
Student's t	t 3665.582	Pr > t	<.0001
Sign	M 1088.5	Pr >= M	<.0001
Signed Rank	S 1185377	Pr >= S	<.0001

Quantiles (Definition 5)

Quantile	Estimate
100% Max	41.7
99%	40.9
95%	39.9
90%	39.7
75% Q3	39.4
50% Median	39.1
25% Q1	38.9
10%	38.6

5%	38.5
1%	38.1
0% Min	35.6

Bom mostrar os maiores e menores valores, para vermos que não existe nenhum valor absurdo.

Extreme Observations			
----Lowest----		----Highest---	
Value	Obs	Value	Obs
35.6	2151	41.6	192
35.8	2136	41.6	200
36.2	2100	41.6	208
36.4	516	41.6	273
37.0	1932	41.7	371

Missing Values			
		-----Percent Of-----	
Missing Value	Count	All Obs	Missing Obs
.	1	0.05	100.00

Estudo inicial das estatísticas descritivas das variáveis em estudo(Tchip)

10:40 Thursday, May 8, 2008

The UNIVARIATE Procedure
Variable: Tchip (Tchip)

Moments

N	2178	Sum Weights	2178
Mean	38.6000275	Sum Observations	84070.86
Std Deviation	1.42278519	Variance	2.02431768
Skewness	0.40124599	Kurtosis	0.96122978
Uncorrected SS	3249544.45	Corrected SS	4406.9396
Coeff Variation	3.68596935	Std Error Mean	0.0304867

Basic Statistical Measures

Location		Variability	
Mean	38.60003	Std Deviation	1.42279
Median	38.50000	Variance	2.02432
Mode	38.40000	Range	11.40000
		Interquartile Range	1.70000

Tests for Location: Mu0=0

Test	-Statistic-	-----p Value-----
Student's t	t 1266.127	Pr > t <.0001
Sign	M 1089	Pr >= M <.0001
Signed Rank	S 1186466	Pr >= S <.0001

Quantiles (Definition 5)

Quantile	Estimate
100% Max	45.3
99%	42.6
95%	41.0
90%	40.3
75% Q3	39.4
50% Median	38.5
25% Q1	37.7

10%	36.9
5%	36.4
1%	35.5
0% Min	33.9

Bom mostrar os maiores e menores valores, para vermos que não existe nenhum valor absurdo.

Extreme Observations			
----Lowest----		----Highest----	
Value	Obs	Value	Obs
33.9	2178	43.5	10
34.1	2177	43.8	5
34.5	2176	44.1	4
34.5	2175	44.2	3
34.5	2174	45.3	2

Estudo inicial das estatísticas descritivas das variáveis em estudo(Tamb)

10:40 Thursday, May 8, 2008

The UNIVARIATE Procedure

Variable: Tamb (Tamb)

Moments

N	2178	Sum Weights	2178
Mean	26.9692378	Sum Observations	58739
Std Deviation	3.32602514	Variance	11.0624432
Skewness	0.2468369	Kurtosis	-0.6889315
Uncorrected SS	1608229	Corrected SS	24082.9389
Coeff Variation	12.3326627	Std Error Mean	0.07126833

Basic Statistical Measures

Location		Variability	
Mean	26.96924	Std Deviation	3.32603
Median	27.00000	Variance	11.06244
Mode	24.00000	Range	17.00000
		Interquartile Range	6.00000

Tests for Location: Mu0=0

Test	-Statistic-	-----p Value-----	
Student's t	t 378.4183	Pr > t	<.0001
Sign	M 1089	Pr >= M	<.0001
Signed Rank	S 1186466	Pr >= S	<.0001

Quantiles (Definition 5)

Quantile	Estimate
100% Max	36
99%	35
95%	33
90%	31
75% Q3	30
50% Median	27
25% Q1	24
10%	23

5%	22
1%	21
0% Min	19

Bom mostrar os maiores e menores valores, para vermos que não existe nenhum valor absurdo.

Extreme Observations			
----Lowest----		----Highest---	
Value	Obs	Value	Obs
19	2178	36	959
19	2177	36	975
19	2175	36	1103
19	2172	36	1111
19	2164	36	1209

Correlação entre as variáveis - em todos os animais

10:40 Thursday, May 8, 2008

The CORR Procedure

3 Variables: Tamb Tchip Tretal

Simple Statistics

Variable	N	Mean	Std Dev	Sum	Minimum	Maximum	Label
Tamb	2178	26.96924	3.32603	58739	19.00000	36.00000	Tamb
Tchip	2178	38.60003	1.42279	84071	33.90000	45.30000	Tchip
Tretal	2177	39.15008	0.49833	85230	35.60000	41.70000	Tretal

Pearson Correlation Coefficients

Prob > |r| under H0: Rho=0

Number of Observations

	Tamb	Tchip	Tretal
Tamb	1.00000	0.42856	0.41631
Tamb		<.0001	<.0001
	2178	2178	2177
Tchip	0.42856	1.00000	0.44199
Tchip	<.0001		<.0001
	2178	2178	2177
Tretal	0.41631	0.44199	1.00000
Tretal	<.0001	<.0001	
	2177	2177	2177

Análise geral do *chip* no campo com todos os animais assumindo uma só equação

10:40 Thursday, May 8, 2008

The GLM Procedure

Number of Observations Read 2178
Number of Observations Used 2177

Dependent Variable: Tretal Tretal

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	139.5717770	69.7858885	378.52	<.0001
Error	2174	400.8051097	0.1843630		
Corrected Total	2176	540.3768867			

R-Square 0.258286
Coeff Var 1.096741
Root MSE 0.429375
Tretal Mean 39.15008

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Tchip	1	105.5666775	105.5666775	572.60	<.0001
Tamb	1	34.0050994	34.0050994	184.45	<.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Tchip	1	45.91748196	45.91748196	249.06	<.0001
Tamb	1	34.00509945	34.00509945	184.45	<.0001

Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	33.66424722	0.25247278	133.34	<.0001
Tchip	0.11304122	0.00716283	15.78	<.0001
Tamb	0.04161950	0.00306451	13.58	<.0001

Análises do *chip* no campo - com uma equação por animal e efeito da hora do dia

10:40 Thursday, May 8, 2008

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
Hora	3	7:30:00 13:00:00 15:30:00
Animal	13	101 105 108 112 113 117 118 119 123 124 158 159 161

Number of Observations Read 2178
 Number of Observations Used 2177

Dependent Variable: Tretal Tretal

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	53	182.9012262	3.4509665	20.49	<.0001
Error	2123	357.4756605	0.1683823		
Corrected Total	2176	540.3768867			

R-Square Coeff Var Root MSE Tretal Mean
 0.338470 1.048131 0.410344 39.15008

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Tchip	1	105.5666775	105.5666775	626.95	<.0001
Tchip(Animal)	12	25.2128289	2.1010691	12.48	<.0001
Tchip*Tchip	1	9.2583444	9.2583444	54.98	<.0001
Tchip*Tchip(Animal)	12	7.8472881	0.6539407	3.88	<.0001
Tamb	1	23.3377415	23.3377415	138.60	<.0001
Tamb(Animal)	12	4.5417526	0.3784794	2.25	0.0081
Hora	2	4.8300136	2.4150068	14.34	<.0001

Animal	12	2.3065796	0.1922150	1.14	0.3212
--------	----	-----------	-----------	------	--------

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Tchip	1	1.23492053	1.23492053	7.33	0.0068
Tchip(Animal)	12	2.25623270	0.18801939	1.12	0.3414
Tchip*Tchip	1	0.99048087	0.99048087	5.88	0.0154
Tchip*Tchip(Animal)	12	2.19190544	0.18265879	1.08	0.3684
Tamb	1	6.00307463	6.00307463	35.65	<.0001
Tamb(Animal)	12	4.16366706	0.34697226	2.06	0.0166
Hora	2	4.99808258	2.49904129	14.84	<.0001
Animal	12	2.30657960	0.19221497	1.14	0.3212

Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	77.72972223 B	36.25894762	2.14	0.0322
Tchip	-1.92774749 B	1.79494532	-1.07	0.2830
Tchip(Animal) 101	4.08970936 B	1.99841672	2.05	0.0408
Tchip(Animal) 105	2.44251557 B	2.05827701	1.19	0.2355
Tchip(Animal) 108	4.52603290 B	2.15399126	2.10	0.0357
Tchip(Animal) 112	2.51164496 B	1.97960022	1.27	0.2047