Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

**Sistema automatizado de alimentação individualizada para suínos
visando aplicação em rastreabilidade animal**

Aldie Trabachini

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre
em Ciências. Área de Concentração: Física do Ambiente
Agrícola

Piracicaba

2013

Aldie Trabachini

Engenheiro de Produção Mecânica

**Sistema automatizado de alimentação individualizada para suínos visando
aplicação em rastreabilidade animal**

Versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientadora:

Prof.^a Dr.^a **KÉSIA OLIVEIRA DA SILVA MIRANDA**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre
em Ciências. Área de concentração: Física do Ambiente
Agrícola

Piracicaba

2013

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP**

Trabachini, Aldie

Sistema automatizado de alimentação individualizada para suínos visando aplicação em rastreabilidade animal / Aldie Trabachini.- - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2013.
171 p: il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2013.

1. Alimentação animal 2. Automação 3. Bem-estar animal 4. Suínos
5. Zootecnia de precisão I. Título

CDD 636.4084
T758s

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

DEDICATÓRIA

Dedicado ao Sr. Vanderlei Bressiani, falecido em 2012, grande empreendedor da suinocultura e incentivador deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

No desenvolvimento deste trabalho, tive a honra de contar com a colaboração de inúmeras pessoas as quais tenho a maior gratidão.

Inicialmente gostaria de agradecer ao Sr. Paulo Cesar Michelone, grande amigo, que abriu as portas para o ingresso no fascinante mundo da ciência com seu olhar crítico e sempre buscando a quebra de paradigmas que norteou o desenvolvimento deste trabalho.

À professora Késia Oliveira da Silva Miranda por me receber como seu orientando, apoiando meus estudos e transmitindo sua experiência e conhecimento durante esses anos de dedicação.

Ao Professor Jarbas Honório de Miranda, pela atenção e amizade em todos os momentos.

A todos os companheiros do PPG em Física do Ambiente Agrícola, e os amigos do NUPEA, que como uma equipe sempre estavam prontos a colaborar na realização dos experimentos com grande camaradagem.

Aos Professores Iran José Oliveira da Silva, Jose Paulo Molin, Jarbas Honório de Miranda, Quirijn de Jong Van Lier, Sérgio Oliveira Moraes e Sônia Maria de Stefano Piedade pelos conhecimentos transmitidos em suas magistrais aulas, ampliando os horizontes de meus conhecimentos e de minhas ações.

Aos senhores Renato Ficher e Paulo Antonio Michelone, juntamente com os diretores da Agropecuária Bressiani, por acolherem este projeto na Granja Querência e pela dedicação e parceria prestada em todos os momentos.

Ao senhor Adriano Michelone e Dona Rosa Yguchi Suko por abrirem as portas da Granja Mamy no início do desenvolvimento deste projeto.

Aos Amigos Rosangela F. Santos, Roberto F. Santos e Celso de Almeida pelo apoio durante os experimentos.

Aos amigos e colegas de trabalho, Mauro Tomazela, Anderson Luiz de Souza, Marcelo José Simonetti, Sandra Mauren Ell, Marcos Lopes, Rosirlei Clarete Batista Pavão, Orlando Homen de Mello, José Luiz Antunes de Almeida, Arnaldo Gonçalves, Otilia Tomazela, Donizeti Leite, Luis Gustavo de Mello Paracêncio, Osvaldo D'Estefano Rosica, Edson Ferreira Portela, Nelson Guerra, José Antonio Campos Badin, Olavo Felter Júnior, Eik Tenório, Eliana Teodoro dos Santos, Eoná Moro Ribeiro, Fábio Augusto Nogueira; Flávio Isaac, Maria das Dores Boscariol, Moacir Tomazela, Nádia Marcuz, Michele da Rocha Moreira Mathias, Thiago Ap. Vicentin, Volney Mattos de Oliveira, Alaor Schultz Junior, Dirceu Roque Paris, Fernando Ferraz Casemiro, Heider Ramon de

Campos Silva, Sérgio Soares, Vanderlei de Jesus Miranda pelo apoio amizade e contribuições técnicas.

Em especial gostaria de agradecer ao Sr. Felipe Augusto Barnabé, jovem que tive a oportunidade de ser seu professor, que com sua dedicação, conhecimento técnico e boa vontade, me ajudou nas mais diversas situações, sem medir esforços para o desenvolvimento deste trabalho, tornando-se um grande amigo e um mestre para mim.

Por fim a minha família, que considero sem igual, aos meus pais Antenor e Rute os quais me apoiam de forma incondicional. À minha esposa Daniela pelo amor, carinho e dedicação e as minhas filhas Lara e Mariana que dão alegria e força em minha vida para superar todas as dificuldades.

Gostaria de agradecer a Deus, pela minha família e pela grande proteção em minhas infinitas horas de direção nas estradas, permitindo que sempre pudesse retornar ao meu lar com saúde para receber o carinho e o amor de meus familiares.

O meu muito obrigado a todos!

"Inovação é o que distingue um líder de um seguidor."

Steve Jobs

"O único lugar aonde o sucesso vem antes do trabalho é no dicionário."

Albert Einstein

"As ideias não colocadas em prática inibem nosso desenvolvimento, que se define aos poucos nos levando à inércia do comodismo, pela decepção da não concepção."

Ivan Teorilang

SUMÁRIO

ABSTRACT	13
LISTA DE FIGURAS.....	15
LISTA DE TABELAS.....	19
1 INTRODUÇÃO.....	23
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	27
2.1 Automação	27
2.1.1 Principais elementos de um sistema de automação	28
2.1.2 Sistemas RFID.....	33
2.1.2.1 Aplicação dos sistemas RFID.....	36
2.1.3 Tecnologia disponível para automação da suinocultura e equipamentos	38
2.1.4 Processo de nutrição ideal para gestação.....	45
2.1.5 Bem-estar animal	47
2.1.6 Desenvolvimento do produto	51
2.1.6.1 Método de Análise e Solução de Problemas (MASP).....	53
2.2 Material e Métodos.....	54
2.2.1 Área experimental e descrição das etapas.....	54
2.2.1.1 Etapa 1.....	55
2.2.1.2 Etapa 2.....	58
2.2.1.3 Etapa 3.....	60
2.2.1.4 Etapa 4.....	62
2.2.1.5 Etapa 5.....	64
2.3 Resultados e Discussão.....	71
2.3.1 Etapa 1.....	71
2.3.2 Etapa 2.....	73

2.3.3	Etapas 3 e 4	83
2.3.4	Etapa 5.....	86
3	CONCLUSÕES	107
	REFERÊNCIAS	109
	ANEXOS	115
	ANEXO A: Esquemas dos módulos de controle do primeiro sistema de automação ..	116
	ANEXO B: Programa do cocho dos primeiro sistema de automação	121
	ANEXO C: Programa supervisorio do segundo sistema de automação	147
	ANEXO D: Programa do CL segundo sistema de automação	165

RESUMO

Sistema automatizado de alimentação individualizada para suínos visando rastreabilidade

Nas granjas comerciais fatores como a ambiência e o bem-estar animal são objetivos desejáveis. O estudo realizado objetivou a construção de um sistema de alimentação automática acionado por Identificação por Rádio Frequência, para processos de criação intensivos e extensivos. Para tal, foi necessário desenvolver a configuração de seu layout considerando aspectos importantes tais como: formato do alimentador, número de animais atendidos, instalação fixa ou móvel, tipo de acesso, programação de horários de alimentação e bem-estar animal. O desenvolvimento do layout passou por processo criativo em experimentos práticos para sua definição, proporcionando confiabilidade ao produtor e funcionamento operacional para permitir rastreabilidade de dados gerados pelo processo de alimentação. Para levantamento de parâmetros para o projeto do alimentador, foram utilizados conceitos de mecatrônica e zootecnia de precisão. Os experimentos ocorreram em duas granjas comerciais do interior de São Paulo, em piquetes nos quais foram introduzidos seis animais por doze dias de observação, em um novo ambiente, proporcionando-lhes condições de se moldar a forma com que melhor se adaptaria ao sistema de alimentação. No primeiro experimento o procedimento para a utilização dos alimentadores foi inicialmente seis baias para a entrada dos animais. Os animais receberam ração no momento da entrada às baias por meio de sistema de liberação por cabos. Os animais que já vinham de um sistema de produção confinado ficavam dentro das baias e se alimentaram apenas uma vez ao dia no mesmo horário do manejo da granja. No segundo experimento houve uma interação entre os animais e a proposta de layout do alimentador avaliado. Estereótipos quase não foram observados, totalizando somente 0,45% dos comportamentos totais, indicando um baixo nível de stress. Interações agressivas também não foram significativas 0,90%, ocorrendo somente nos primeiros dias. Os experimentos mostraram como é complexa a introdução de um sistema de automação, pois há aspectos que só podem ser verificados na prática, pois o animal se comporta com individualidade. O layout final foi definido com o uso de dois cochos e proteção para metade do corpo do animal. A automação do sistema foi desenvolvida, a princípio, com um sistema de placas microprocessadas, onde dois módulos sendo um de controle e outro de comando que eram interligados por rede protocolo Zigbee, o seu sistema de pesagem atingiu precisão de 0,29g, porém houve muitas falhas em sua execução em campo sendo este sistema desqualificado. Um novo sistema de automação foi desenvolvido com o uso de um controlador lógico programável e nesse caso, o sistema de pesagem atingiu precisão de 0,06g, e não apresentou falhas sendo adotado pelo projeto.

Palavra-chave: Automação; Zootecnia de Precisão; Bem-estar animal

ABSTRACT

Automated system for individualized feeding to swine aiming traceability

In commercial farms some factors as ambience and animal welfare are desirable targets. The study performed aimed to build a system of automatic feeding triggered by radio frequency Identification for intensive and extensive breeding processes. For this, it was necessary to develop the configuration of your layout considering important aspects such as feeder format, number of animals under feeding, fixed or mobile instalation, type of access, feeding scheduling and animal welfare. The layout development passed by a creative process in practical experiments in order to get its definition and finally to accomplish breeder reliability and good operational functioning that allow traceability of data generated by the feeding process. To rising parameters for the design of the feeder were used concepts of mechatronics and zootechnics. The experiments took place in two commercial granges in the interior of São Paulo state, in confined paddocks in which six animals were introduced by twelve days of observation and control, in a new ambience, providing them a position to shape the way that best adapt to the supply feeding system. In the first experiment the procedure for using the feeders was initially six bays for the entrance of the animals. The animals were fed at the entry of the track via a cable release system. The animals that were already in a production system were confined within the stalls and fed only once a day at the same time choiced by the management of the grange. In the second experiment there was an interaction between the animals and the proposed layout feeder evaluated. Stereotypes were not observed and checked only around 0.45% of the total behaviors, indicating a low stress level. Aggressive interactions were not significant (around 0.90%), occurring only in the early days. The experiments showed how the introduction of a complex automation system, because there are aspects that can only be verified in practice because the animal behaves with individuality. The final layout is defined using two half troughs and protection for the half animal's body. The automation systems was developed, at first, with a system of microprocessor cards, where two modules being a control and other system command were interconnected by network Zigbee protocol, your weighing system reached precision of 0.29 g, but there were many flaws in its execution in this field being disqualified system. A new automation system was developed using a programmable logic controller and in that case, the weighing system has reached accuracy of 0.06 g, and had not been adopted by the fault design.

Keyword: Automation; Precision Animal Science; Animal Welfare

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Conectores DB 25 (25 pinos) e DB 9 (9 pinos)	32
Figura 2 - Módulo ZigBee (MESSIAS, 2008).....	33
Figura 3 -- <i>Tags</i> de RFID de diversos fabricantes	34
Figura 4 - Protótipo medição automatizada de espessura sobre bacon (BFL-ON-LINE.DE, 1999).....	39
Figura 5 - Pesquisas na Bayerisches Staatsministerium für Ernährung (LfL, 2008).....	39
Figura 6 - Sistema Calan Cate (HERSOM e WAHRMUND, 2009)	40
Figura 7 - Comedouro eletrônico para cavalos (Marc Sistem, 2012).....	40
Figura 8 - Comedouros tipo Cone de diversos fabricantes	41
Figura 9 - Comedouros de diversos fabricantes	41
Figura 10 - Equipamentos para disposição de ração em sistema de alçapão	42
Figura 11 - Equipamento programável para disposição de ração em sistema de alçapão (RUPOMAQ. AVI, 2012).....	42
Figura 12 - Comedouros para gestação de diversos fabricantes	43
Figura 13 - Sistema de alimentação de suínos com ração líquida (HIDROMIX, 2012).....	44
Figura 14 - Instalações com sistema de alimentação de ração líquida (HIDROMIX, 2012)	44
Figura 15 - a) Vista superior do equipamento; b) Animal empurrando a portinhola de entrada; c) Vista do cocho lateral e do animal abrindo a portinhola de saída; d) Animal usando coleira com o <i>tag</i> de RFID (VARKENS HACKEN COMPUTERSYSTEME, 2012).....	45
Figura 16 - Modelo de IIDA (IIDA, 1995, p. 359).....	52
Figura 17 - Layout do primeiro experimento.....	56
Figura 18 – a) e b) Visão frontal dos piquetes construídos para o experimento, c) Visão traseira dos piquetes, d), e) e f) Detalhes construtivos	57
Figura 19 - a) e b) Visão de diferentes ângulos do alimentador do experimento. c) Visão traseira do alimentador. d) Sistema acionado por cabos do fundo do compartimento.....	58
Figura 20 - Layout do segundo experimento	59

Figura 21 - Montagem do segundo experimento: a) Montagem da cerca elétrica; b) Fixação da gaiola; c) Montagem de bebedouro; d) Instrumentação para análise bioclimática.....	59
Figura 22 - Protótipo digital ou digital <i>mock-up</i> do alimentador	61
Figura 23 - Vista explodida do alimentador com detalhes.....	62
Figura 24 - Lógica de funcionamento do sistema de alimentação	65
Figura 25 - Validação de balanças.....	66
Figura 26 - Bancada de testes para o primeiro sistema de automação.....	68
Figura 27 - Imagem do sistema supervisor de controle de alimentação dos animais	69
Figura 28 - Imagens do compilador Delphi 7	70
Figura 29 - Tela de cadastro sistema supervisor para controle alimentação dos animais	70
Figura 30 - a) Visão do alimentador com cobertura. b) Animais utilizando o sombreamento da cobertura do conjunto de baias dos alimentadores c) e d) Animais explorando o piquete. e) Portão de acesso ao piquete f) Conflito entre os animais para acesso a alimentação com a restrição do número de baias	72
Figura 31 - a) Retirada da cerca elétrica próxima ao bebedouro; b) Fixação do cocho; c) Animais pastando; d) Cocho inadequado	74
Figura 32 - Manejo para adaptação dos animais ao sistema.....	75
Figura 33 - Adaptação dos animais ao sistema e montagem do sistema de automação ..	76
Figura 34 - Detalhes segundo protótipo	76
Figura 35 - Variação da temperatura média diária nas áreas de sol e de sombra.....	77
Figura 36 - Variação da temperatura média horária nas áreas de sol e de sombra	78
Figura 37 - Variação média horária da temperatura de globo negro nas áreas de sol e de sombra	78
Figura 38 - Layout final do alimentador	82
Figura 39 - Sistema de rosca transportadora na horizontal.....	83
Figura 40 - Silo em formato de cunha	84
Figura 41 - Montagem das células de carga	84
Figura 42 - Vias de distribuição de ração e montagem dos cochos.....	85

Figura 43 - Suportes de fixação e regulagem	85
Figura 44 - Estrutura mecânica do sistema de alimentação	86
Figura 45 - A direita o primeiro módulo (M1) e a esquerda o segundo módulo (M2)	88
Figura 46 - Placa IHM do primeiro	88
Figura 47 - Placa principal da central	89
Figura 48 - Placa principal do cocho.....	90
Figura 49 - Módulo de comunicação do cocho	90
Figura 50 - Sistema de automação concluído	91
Figura 51 - Diagrama de Ishikawa - Travamento do sistema na troca de dados entre os módulos M1 e M2	93
Figura 52 - Diagrama de Ishikawa - Perda de dados para rastreabilidade	95
Figura 53 - Diagrama de Ishikawa – Erro de pesagem.....	97
Figura 54 - Diagrama de Ishikawa – Queima de componentes	98
Figura 55 - Componentes queimados e falta de qualidade na confecção	98
Figura 56 - Equipamento desenvolvido que faz a interface entre o modulo M2 e o programa supervisorio	99
Figura 57 - Diagrama de Ishikawa – Falha na troca de dados e travamento do sistema ..	99
Figura 58 - Aranha dentro de equipamento eletrônico	101
Figura 59 - Animais testando o alimentador	102
Figura 60 - Animais testando o alimentador e ao fundo animais em busca de alimento em baia convencional.....	102
Figura 61 - Aceite do animal ao sistema do alimentador	102
Figura 62 – CL montado no Painel do segundo sistema de automação	104
Figura 63 – Segundo sistema de automação em bancada de teste	104
Figura 64 - Ajuste da balança é feito pelo programa do CL	106

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise bioclimática, valores médios diários das variáveis ambientais no piquete em área de sombra e de sol	77
Tabela 2 - Análise comportamental dos animais no experimento	79
Tabela 3 - Posturas associadas aos comportamentos	80
Tabela 4 – Falhas no teste de bancada do primeiro sistema de automação.....	93

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

CAD - Coleta Automática de Dados

CP - Controlador Lógico Programado, conhecido como CLP

CPU - Unidade Central de Processamento

EIA 232 - Sigla que substituiu RS na década de 90

EU - União Européia

FAL - Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft

fdp - função de densidade de probabilidade

GHz - Gigahertz

HF - Tecnologia de Frequência

IFF - Identify Friend or Foe

ISO - International Organization for Standardization

IT -Sistema de Identificação

KHz - Kilohertz

MASP - Método de Análise e Solução de Problemas

MHz - Megahertz

MIT - Massachusetts Institute of Technology

MSP - Método de Solução de Problemas

NEMA - National Electrical Manufacturers Association

NUPEA - Núcleo de Pesquisa Ambiente Animal

OMC - Organização Mundial de Comércio

PDCA -PLAN. DO. CHECK. ACT -Planejar. Executar. Verificar. Atuar

RF - Rádio Frequência

RFID - Radio Frequency Identification

RS - Recommendaed Standard

RS 232 - protocolo utilizado pelos sensores

TAGs - dispositivos usados para identificação e rastreamento

TQC - Controle da Qualidade Total

UHF - Ultra Hight Frequency

Wi-Fi - Wi-Fi Alliance tecnologia IEEE 802.11

1 INTRODUÇÃO

Atualmente vivencia-se um cenário de rápidas mudanças, onde a concorrência se torna cada vez mais acirrada. O consumidor é cada vez mais exigente em relação ao custo e a qualidade do produto e dos serviços. O mercado global impõe diretrizes de forma imperativa, e a informação ganha grande importância como instrumento de competitividade. Dentro deste cenário, o uso de tecnologias de automação, aliadas a ferramentas de rastreabilidade e gerenciamento, se tornam essenciais para atender às novas exigências do mercado.

A evolução dos negócios exige um tratamento prioritário no que diz respeito às informações, uma vez que estas são apontadas como uma estratégia competitiva e por meio delas, as empresas têm condições de ganhar mercado e ocupar posições importantes na economia. A crescente utilização das novas tecnologias de informação e a aplicação de sistemas de informação nas organizações se deve ao grande desenvolvimento tecnológico (HEINZMANN, 2004).

O controle de zoonoses, o bem estar animal e outros aspectos ligados a produtos alimentares, vem se tornando fatores decisivos para o comércio internacional. Garantindo que as exigências sejam respeitadas, a Organização Mundial do Comércio (OMC) impõem que qualquer ação se baseie em normas internacionais ou, quando isso não acontece, que essas medidas sejam fundamentadas nos conhecimentos científicos. (LIVRO BRANCO, 2008).

As propriedades rurais de suinocultura vêm desenvolvendo seu processo de produção visando à melhoria dos índices zootécnicos e de melhores técnicas de manejo para se adequar a nova realidade imposta pelo mercado.

No mercado de equipamentos para suinocultura são encontrados alguns sistemas de alimentação que proporcionam de forma confiável a disponibilidade de alimento aos animais, porém não há um controle individualizado para a correta

alimentação em cada fase de sua vida, nem a geração de dados que permitam o gerenciamento e a rastreabilidade.

Atendendo à demanda do mercado em se fazer uma nutrição ideal para um grande número de animais em um curto espaço de tempo de uma unidade de produção de suíno, buscou-se elaborar um equipamento que, lançando mão de tecnologias avançadas nas áreas de mecatrônica e automação, permitisse a elaboração de um processo de nutrição, atendendo aos quesitos de zootecnia para as fases de gestação, onde são necessários diferentes níveis de restrição alimentar para que o animal possa expressar todo seu potencial produtivo.

No mercado atual, os equipamentos permitem o trato pela média de necessidades do grupo ou pelo tempo de gestação de cada indivíduo, o que provoca, na maioria das vezes, uma subnutrição para parte do grupo ou supernutrição para outra parte, não permitindo a alimentação ideal e individualizada para cada animal.

A automação está relacionada a equipamentos que controlam processos ou plantas. Controle é a aplicação de uma ação pré-planejada para que aquilo que se considera como objeto de controle atinja certo objetivo (MIYAGI, 1996).

O equipamento, objeto deste trabalho, busca atender o controle individualizado da nutrição animal, bem como sua rastreabilidade no período de gestação. Pretende promover, dessa forma, um índice de precisão maior na nutrição fornecida, gerando maior produtividade e melhora na qualidade da prole, que nascerá mais uniforme.

O controle da nutrição gerado pelo equipamento poderá permitir maior conforto e bem estar animal, devido à ausência de fome e deficiência alimentar, uma vez que seu uso dispensa a contenção das matrizes em gaiolas individuais, propiciando liberdade de movimento e menos stress por não ter que disputar alimento com outros animais. O animal teria a liberdade de se alimentar diversas vezes ao dia, não ficando restrito a um ou dois tratos diários como é feito atualmente.

O desafio deste projeto é a criação de um sistema de alimentação de suínos, configurável para o trato individual do animal, com a geração e coleta de dados para rastreabilidade e gerenciamento do processo, utilizando conceitos de automação.

A rastreabilidade neste processo é fundamental, pois além de ser uma das exigências dos grandes mercados consumidores internacionais, também é fundamental para o controle econômico da produção, e possibilita o gerenciamento dos índices zootécnicos durante o processo de gestação.

Um aspecto relevante é que a rastreabilidade supre o controle de mão de obra especializada que é em número deficiente na suinocultura e que normalmente apresenta falhas. Com a rastreabilidade é possível o monitoramento da granja à distância, podendo obter-se relatórios individualizados de cada animal e propor ações corretivas em tempo real. Esta ferramenta auxilia na deficiência de mão de obra em fins de semana e/ou feriados, onde o número de funcionários é reduzido.

O projeto incorpora os conceitos de desenvolvimento do produto, levantando os parâmetros, criando critérios para sua validação, buscando alternativa e inovação para a solução dos problemas identificados para a confiabilidade do sistema.

O uso da tecnologia de identificação por radiofrequência ou RFID (Radio Frequency Identification) permite esta identificação individual do animal e possibilita que uma interface digital acione outros dispositivos analógicos e digitais interligados por um controlador programável que é um equipamento eletrônico digital com hardware e software compatíveis com aplicações a automação do processo. Os dados gerados pela presença do animal durante a sua alimentação ficam armazenados em um banco de dados gerando a rastreabilidade para amplo gerenciamento do processo.

O objetivo principal deste trabalho é o desenvolvimento e implantação de um sistema de automação para a alimentação de suínos configurável para o trato

individual do animal, com a geração e coleta de dados para rastreabilidade e gerenciamento do processo.

Quanto aos objetivos específicos buscou-se:

- Projetar um sistema de alimentação utilizando tecnologia de automação e controle individual; e
- Avaliar a eficiência do sistema de automação para a alimentação de suínos com o uso da identificação eletrônica como mecanismo de acionamento e rastreabilidade do processo e no bem estar animal.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Automação

A automação pode ser definida como um conjunto de técnicas destinadas a tornar automáticos vários processos, substituindo o trabalho muscular e mental do homem por equipamentos diversos. O conceito de automação varia com o ambiente e experiência da pessoa envolvida. (SILVEIRA & SANTOS 2007)

O conceito de automação inclui a idéia de usar a potência elétrica ou mecânica para acionar algum tipo de máquina. Porém deve ser acrescentando à máquina algum tipo de inteligência para que ela execute sua tarefa de modo mais eficiente e com vantagens econômicas e de segurança. (JÚNIOR, 2006)

A maioria dos sistemas de automação é composta por controladores programáveis que leem os sinais dos sensores e controlam o funcionamento dos atuadores.

A produtividade, qualidade e segurança em um processo são os principais benefícios da automação. Em um sistema típico, toda informação dos sensores é concentrada em um controlador programável, o qual de acordo com o programa em memória define o estado dos atuadores.

Os sistemas de automação permitem a conexão de um sistema de supervisão e controle com sistemas gerenciais. Esta conectividade permite o compartilhamento de dados importantes da operação diária dos processos, contribuindo para uma maior agilidade do processo decisório, rastreabilidade e maior confiabilidade dos dados que suportam as decisões dentro da empresa para assim melhorar a produtividade.

2.1.1 Principais elementos de um sistema de automação

O processo de automação envolve uma série de componentes e equipamentos que visam possibilitar a execução de uma série de eventos predeterminados sem a interferência externa. Estes componentes e equipamentos são: os atuadores, transdutores e sensores; o controlador programável e o sistema RFID, apresentados a seguir.

a) Atuadores, transdutores e sensores

Os atuadores ou dispositivos de saída são elementos de campo utilizados para executar as instruções de controle. São dispositivos a serem acionados para executarem uma determinada ação, definida pelo sistema de controle e podem ser magnéticos, hidráulicos, pneumáticos, elétricos ou de acionamento misto.

Os transdutores são dispositivos que transmitem sinais sob uma forma de energia de um sistema à outro..

O sinal analógico é aquele que representa de forma contínua uma determinada faixa de valores da grandeza física como, por exemplo, a pressão, temperatura etc.

O sinal digital é aquele onde somente dois valores são representados por 0 e 1.

Os sensores são elementos de campo que agem como coletores de dados do controlador programável. São definidos como dispositivos sensíveis a fenômenos físicos, tais como: temperatura, umidade, luz, pressão etc. Por meio desta sensibilidade os sensores enviam um sinal, geralmente de natureza elétrica, para os dispositivos de controle.

b) Controlador programável

O controlador programável pode ser definido como um dispositivo utilizado para controle de sistemas automatizados, o qual é capaz de armazenar instruções para implementação de funções de controle, além de realizar operações lógicas e aritméticas, manipulação de dados e comunicação em rede (GEORGINI, 2003).

Segundo a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), o Controlador Programável é um equipamento eletrônico digital com hardware e software compatíveis com aplicações industriais. Segundo a NEMA (National Electrical Manufacturers Association), é um aparelho eletrônico digital que utiliza uma memória programável para armazenar internamente instruções e para implementar funções específicas, tais como lógica, sequenciamento, temporização, contagem e aritmética, controlando, por meio de módulos de entradas e saídas, vários tipos de máquinas ou processos.

O Controlador Programável foi desenvolvido na empresa General Motors, em 1968, devido à grande dificuldade de mudar a lógica de controle dos painéis de comando. Tais mudanças implicavam em altos gastos de tempo e dinheiro. Sob a liderança do engenheiro Richard Morley, elaborou-se uma especificação que refletia as necessidades de muitos usuários de circuitos e relés, sendo hoje utilizado em grande parte dos sistemas automatizados.

Os sinais de entrada e saída dos CPs podem ser digitais ou analógicos. Existem diversos tipos de módulos de entrada e saída que se adequam às necessidades do sistema a ser controlado. Os módulos de entradas e saídas são compostos por grupos de bits, associados em conjunto de 8 bits (1 byte) ou conjunto de 16 bits, de acordo com o tipo da Unidade Central de Processamento (CPU). As entradas analógicas são módulos conversores A/D, que convertem um sinal de entrada em um valor digital, normalmente de 12 bits (4096 combinações). As saídas analógicas são módulos conversores D/A, ou seja, um valor binário é transformado em um sinal analógico.

Os sinais dos sensores são aplicados às entradas do controlador e a cada ciclo (varredura) todos esses sinais são lidos e transferidos para a unidade de memória interna denominada memória imagem de entrada. Estes sinais são

associados entre si e aos sinais internos. Ao término do ciclo de varredura, os resultados são transferidos à memória imagem de saída e então aplicados aos terminais de saída.

A flexibilidade dos CPs é percebida neste momento, pois as alterações lógicas podem ocorrer com grande facilidade, sem que sejam necessárias alterações do hardware ou inclusão de componentes eletrônicos ou elétricos. Esta é a principal característica dos sistemas de automação flexíveis e o que faz dos CPs ferramentas de grande aplicação nas estruturas de automação.

c) Protocolos de comunicação

Segundo Bolzani (2004), protocolo é um conjunto de comunicações que seguem convenções que regulam o formato e o sincronismo da troca de mensagens entre dois sistemas de comunicação.

Para Helb (1999) por protocolo de comunicação, entende-se um conjunto de regras e convenções que permitem a conversação e troca de informação entre sistemas. Isto significa que, conhecendo-se exatamente as regras e convenções definidas num dado protocolo, a princípio pode-se construir um dispositivo capaz de trocar informações usando aquele protocolo.

Com o uso de controladores lógicos a integração de dados pode ser arquitetada em rede mediante protocolos de comunicação, que são definidos como um padrão que especifica o formato de dados e as suas formas de interação. Um protocolo determina como um programa deve preparar os dados para serem enviados para o estágio seguinte do processo de comunicação.

Existem diversos protocolos de comunicação utilizados em redes industriais para estabelecer a comunicação entre os equipamentos eletrônicos e as máquinas, porém, cada tipo de equipamento utiliza um determinado protocolo de comunicação. Por sua vez, cada protocolo utiliza um meio físico diferente para a transmissão de sinais de comunicação.

De modo geral, utiliza-se como meio físico o cabo coaxial, o cabo de par trançado, a fibra óptica e ondas eletromagnéticas (Wi-Fi). A escolha do cabeamento define como os bits (para transmissão de sinais digitais) são codificados e os dados, assim, transmitidos, devendo sua escolha ser ponderada por parâmetros como extensão do barramento, velocidade de transmissão, confiabilidade e resistência mecânica (LUGLI, 2010).

O meio físico constitui como os dados do processo são transferidos. São caracterizados como a plataforma física utilizada pelos protocolos completos. De ampla abrangência, os meios físicos podem também ser descritos por padrões específicos para montagem de condutores e níveis elétricos, como RS-232, RS-485, IEC 61158-2 e Ethernet.

Por RS-232 entende-se tratar de um padrão de nível físico para comunicação voltado à transmissão serial de dados. A sigla RS significa Recommended Standard (padrão recomendado). Foi criado no início dos anos 60, tendo, na década de noventa, sua nomenclatura substituída por EIA-232. A nomeação antiga do padrão, porém, ainda é a mais utilizada na prática.

Muitos sensores utilizam o protocolo RS-232 que define como devem ser realizadas as ligações físicas entre dispositivos, os níveis de tensão utilizados, as temporizações e funções dos sinais, determinando um conjunto de conceitos para ligações elétricas e regras para transmissão. Tipicamente, o padrão é utilizado para a comunicação entre dois dispositivos.

Por ser um padrão assíncrono, é responsabilidade do transmissor e do receptor efetuarem controles de tempo para saber o instante no qual cada bit é inicializado e finalizado. Na interface RS232 o nível lógico "1" corresponde à uma tensão entre -3V e -12V e o nível lógico "0" à uma tensão entre 3V e 12V.

A taxa de transferência ou baud rate (velocidade com que os dados são enviados através de um canal) é medida em transições elétricas por segundo. A norma EIA 232 especifica uma taxa máxima de transferência de dados de 20.000 bits por segundo (o limite usual é de 19200 bps). Baud rates fixos não são

fornecidos pela norma. Contudo, os valores comumente usados são 300, 1200, 2400, 4800, 9600 e 19200 bps (CANZIAN, 2009):.

Os conectores para RS-232 são conhecidos como DB 25 e DB 9, podendo ser visualizados a seguir conforme Figura 1:

Figura 1 - Conectores DB 25 (25 pinos) e DB 9 (9 pinos)

A criação de redes sem fios pode ser feita utilizando-se de uma grande variedade de protocolos de radiofrequência (RF). Alguns desses protocolos são propriedade de entidades independentes e outros são protocolos base, ou seja, standard da indústria. O protocolo ZigBee, que é um standard da indústria para a transmissão de dados, e o IEEE802.15.4, que é o protocolo base sobre o qual foi desenvolvido o ZigBee. Este protocolo é uma alternativa de comunicação em redes sem fio que não necessitam de soluções mais complexas para o seu controle, ou seja, torna os custos de aquisição, instalação de equipamentos, manutenção e mão de obra mais baratos. Trata-se, portanto de uma tecnologia relativamente simples, que utiliza um protocolo de pacotes de dados com características específicas, senso projetado para oferecer flexibilidade quanto aos tipos de dispositivos que pode controlar (Figura 2)

Figura 2 - Módulo ZigBee (MESSIAS, 2008)

Para Teza (2002) o padrão ZigBee pode ser alimentado com pilhas alcalinas comuns e a expectativa de duração das mesmas é superior a dois anos.

A tecnologia ZigBee permite o uso de fontes de energias renováveis como eólica e solar, pois necessita de pouca energia para o seu próprio funcionamento e de seus periféricos (MESSIAS, 2008).

Hoje o uso de diferentes protocolos não é mais um problema devido à possibilidade de equipamentos de diferentes fabricantes comunicarem entre si, também chamados de “protocolos abertos” ou mediante gateways.

2.1.2 Sistemas RFID

Historicamente a primeira implementação de um sistema RFID foi durante a 2ª Guerra Mundial. O sistema IFF – Identify Friend or Foe – consistia em um transmissor de sinal e era montado nos aviões britânicos permitindo sua identificação pelos radares britânicos em solo, desse modo distinguindo dos aviões inimigos (RFID JOURNAL, 2008).

A tecnologia de identificação por radiofrequência (RFID) tem um significado conotado com sistemas para identificar e rastrear objetos tanto globalmente como localmente de forma automática. Estabelecem a ligação com os sistemas IT que anteriormente dependia da introdução manual de dados. Os sistemas RFID fazem parte de um conjunto de tecnologias conhecidas por procedimentos Auto-ID de

identificação automática onde muitas organizações estão gradualmente implantando nas suas cadeias de fornecimento. (NEVES, 2008)

A identificação por radiofrequência (RFID) é uma tecnologia em expansão e está sendo adotada em grande parte dos setores produtivos. A adoção dessa tecnologia de coleta automática de dados (CAD) foi recentemente reforçada pelo estabelecimento de padrões, por normas do setor de varejo e do poder público, pela melhoria do desempenho da tecnologia e pela diminuição dos custos de implantação.

A nova tecnologia dispensa a leitura óptica, reconhecendo de uma só vez todos os produtos que estão em um determinado ambiente.

Nascida nos laboratórios do Massachusetts Institute of Technology (MIT), dos Estados Unidos, essa ideia começa a tomar forma no mundo prático por iniciativa de grandes redes de varejo, do departamento de defesa norte americano de empresas dos setores farmacêuticos e aeronáutico, nas encomendas expressas e na rastreabilidade de animais.

Os sistemas RFID consistem em *tags*, leitores e software para processamento dos dados. Normalmente, as *tags* são aplicadas nos itens, muitas vezes como parte de uma etiqueta adesiva. As *tags* também podem ser colocadas em encapsulamentos resistentes e em cartões de identificação, pulseiras e brincos sendo estes muito usados na identificação animal. Os leitores podem ser unidades autônomas sem intervenção humana (como portais), integrados a um computador móvel para uso portátil ou a um CL que armazena as informações referentes a leitura dos *tags* em um cartão de memória para posterior coleta e análise (Figura 3).

Figura 3 -- Tags de RFID de diversos fabricantes

O leitor envia um sinal de rádio que é recebido por todas as *tags* presentes no campo de ação e sintonizadas nessa frequência. As *tags* recebem o sinal por suas antenas e respondem transmitindo os dados armazenados nelas. A *tag* pode conter vários tipos de dados, entre eles números de série, instruções de configuração, histórico de atividades (por exemplo, data da última vacinação de um animal, o momento em que a *tag* passou por um determinado local, etc.), ou até mesmo temperatura e outros dados fornecidos por sensores. O dispositivo de leitura/gravação recebe o sinal da *tag* pela sua antena, decodifica-o e transfere os dados para o sistema de computador através de uma conexão com ou sem fio

Os sistemas RFID variam em relação ao alcance e à frequência utilizada, memória dos chips, segurança, tipo de dados coletados e outras características.

A tecnologia NFC – Near Field Communication – é uma interface de comunicação sem fios para interações a curta distância. É descrita por NFCIP-1 e padronizada por ISO 18092, ECMA 340, ETSI TS 102 190. Os dispositivos descritos por NFCIP-2 são definidos por ISO 21481, ECMA 352 e ETSI TS 102 312 e além de serem compatíveis com os dispositivos NFCIP-1, segundo norma ISO 14443 e 15693 (PAUS, 2007).

A frequência é o principal fator que determina o alcance de uma solução RFID, a resistência a interferências e outros atributos de desempenho. A maioria dos sistemas comerciais de RFID funciona na faixa de UHF (Ultra High Frequency) entre 859 e 960 MHz ou de alta frequência (High Frequency - HF), a 13,56 MHz. Entre as outras frequências comuns de RFID estão 125 kHz (uma frequência de pequeno alcance, usada muitas vezes na identificação de animais). Nos Estados Unidos, a frequência de transmissão de 125 kHz é a mais comum, embora algumas empresas ofereçam sistemas 134,2 kHz e interrogadores compatíveis com a ISO 11784 e 11785 para identificação animal (RFID JOURNAL, 2008). A frequência de 134,2KHz adotado como padrão internacional para identificação animal, do tipo brinco, 430 MHz e 2,45 GHz, ambas usadas para identificação à longa distância, muitas vezes com *tags* ativas (com sistema

composto de bateria e antena interna que envia o sinal até as leitoras) é de alto custo.

O alcance de leitura de um sistema RFID, que é a distância a que uma antena deve estar em relação à *tag* para ler as informações armazenadas no seu chip, varia de alguns centímetros até dezenas de metros, dependendo da frequência utilizada, da potência de saída e da sensibilidade direcional da antena. A tecnologia HF é usada para aplicações de curta distância, podendo ser lida a uma distância de até três metros. A tecnologia UHF proporciona uma distância de 20 metros ou mais dependendo do ambiente físico envolvido.

2.1.2.1 Aplicação dos sistemas RFID

A tecnologia RFID é utilizada em sistemas tais como os de centrais de bloqueio de veículos, controles de acessos, passaportes e em vários produtos de consumo (BITKOM, 2005).

O sistema RFID foi utilizado pela primeira vez para rastrear gado e testados em vacas leiteiras para monitorar a saúde e ovulação. Foi também usado em equinos para monitorar fraudes na gestão de puro-sangue. Em pesquisas de conservação da vida selvagem, *tags* passivos foram utilizados em peixes para monitoramento, uma prática que mais tarde foi feita em mamíferos, répteis, anfíbios e outros animais. Etiquetas RFID também foram utilizadas para estudar padrões de movimento e comportamento dos animais em seu habitat. Um estudo envolvendo RFID implantado em pinguins, com dados coletados por data-logger que registrou identidade animal, peso, tempo e direção de viagem cada vez que um pinguim atravessa um portal de antenas de RFID.

As práticas de identificação de animais dentro dos diversos sistemas de produção têm como objetivo principal possibilitar a coleta das informações inerentes ao indivíduo e ao meio ambiente ao qual está inserido (KORTHALS et al., 1992).

A técnica de identificação mais utilizada é a marcação no exterior do animal que permite seu reconhecimento visual. Na suinocultura, as informações geradas para identificação e rastreabilidade podem ter problemas tais como: mais de um animal utilizando a mesma identificação; controle ineficaz das movimentações entre os grupos; inconsistências nos dados de paternidade dos animais; bem como nas mortes e, por fim, planilhas e relatórios manuais sem confiabilidade (MALUCELLI, 2000). A adoção de sistema de RFID para rastreabilidade vem de encontro para sanar estas dificuldades.

O sistema RFID permite a evolução da zootecnia de precisão, onde o fabricante Digital Angel Corporation desenvolveu microchips RFID biossensor passivo para determinar a temperatura do corpo do animal (subcutâneos) que foram recentemente introduzidos no mercado. A empresa TekVet, que desenvolve tecnologia para agricultura em parceria com a IBM, desenvolveu um sistema RFID ativo de rastreamento de gado com frequência 418 MHz, RFID, onde os *tags* são fixados nos ouvidos dos animais incorporando sensores de temperatura inserido no canal do ouvido dos bovinos e a leitura pode ser feita por antenas de recepção a uma distância de 300 a 500 metros, podendo se obter um monitoramento instantâneo de cada animal e enviar as informações via satélite a qualquer localidade do planeta.

A União Europeia, por meio da resolução CE Nº 820/97 exige que todo o processo de produção da carne esteja inserido em um programa de identificação e registro que possibilite o levantamento de todas as informações pertinentes ao animal, desde o seu nascimento, até o consumo do produto final. Esta resolução atinge tanto os produtores e as indústrias da Europa, quanto seus fornecedores (IDEA, 2000). Devido a essa exigência estão sendo desenvolvidos sistemas que permitam a identificação individual dos animais com total segurança e possibilidade de recuperação das informações em tempo real (IDEA, 2000).

A utilização da tecnologia de identificação eletrônica de animais no Brasil se encontra principalmente em empresas agropecuárias que estão fazendo uso da técnica da implantação de microchips e leitura por um leitor de rádio frequência. Empresas agropecuárias como “Fazendas reunidas Boi Gordo” (FOLHA DE SÃO PAULO, 1997), e a “Zoonet” (O ESTADO DE SÃO PAULO,

1996), são pioneiras em nosso país na utilização de microchips para identificação em animais de produção. Pesquisa elaborada em granja de suinocultura na região de Salto no estado de São Paulo demonstra a eficiência do sistema RFID na rastreabilidade no processo produtivo (SILVA & NÄÄS; 2006).

Teste realizado em frigorífico na região de Cabreúva estado de São Paulo demonstrou que a utilização dos sistemas de RFID pode abranger toda cadeia produtiva do agronegócio, onde mais de dezoito mil quilos de produtos foram identificados com esta tecnologia, aumentando em quarenta e três por cento a velocidade de controle e rastreabilidade do processo produtivo. (SABER ELETRÔNICA ON-LINE, 2008)

O uso de banco de dados e tecnologias da informação em granjas de suinocultura vem usando a tecnologia de RFID para monitoramento de índices zootécnicos e homogeneização do plantel.

2.1.3 Tecnologia disponível para automação da suinocultura e equipamentos

Vários trabalhos já foram realizados com o intuito de automatizar sistemas de alimentação para animais inseridos em um processo de produção em larga escala.

Em 1999 na Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Instituto de Tecnologia Industrial e Building Research foi criado um sistema de automação para alimentação de suínos e medição por ultra-som e mecânica da espessura do dorso do animal para verificar se a alimentação era suficiente ou deveria ser alterada (Figura 4).

Figura 4 - Protótipo medição automatizada de espessura sobre bacon (BFL-ON-LINE.DE, 1999)

Na Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten situada na Alemanha, outros projetos de alimentadores estão sendo desenvolvidos desde 1992 para suínos, bovinos e ovinos. A alimentação é controlada em dosadores volumétricos de ração (para suínos a ração é líquida) e liberada aos animais por um sistema de acionamento RFID (Figura 5).

Figura 5 - Pesquisas na Bayerisches Staatsministerium für Ernährung (LfL, 2008)

Outro sistema de alimentação para animais que é utilizado principalmente para bovinos é o Calan Gate, que possibilita pesar os alimentos a serem fornecidos e as sobras de cada animal, mediante controle eletrônico. (HERSOM e WAHRMUND, 2009) (Figura 6).

Figura 6 - Sistema Calan Cate (HERSOM e WAHRMUND, 2009)

Um sistema muito interessante utilizado para equinos é fabricado pela Marc Sistem, que desenvolveu um alimentador onde se pode programar o volume de alimento a ser liberado ao animal, o horário a ser liberado e gravar a voz do tratador chamando o animal no momento em que a ração é liberada (Figura 7).

Figura 7 - Comedouro eletrônico para cavalos (Marc Sistem, 2012)

Comercialmente no Brasil, os sistemas de alimentação para suínos são em sua grande maioria compostos por mecanismos que disponibilizam alimento aos animais sem nenhum tipo de controle, seja alimentar ou de rastreabilidade. Os comedouros tipo cone são muito utilizados e permitem a disponibilidade constante do alimento contido no interior do cone, e o volume a ser disponibilizado é regulado pela altura do vão existente entre o cone e a base (Figura 8).

Figura 8 - Comedouros tipo Cone de diversos fabricantes

Existem outras configurações para os alimentadores de mercado apresentando as mesmas características, permitindo a disponibilidade do alimento ao animal sem exercer nenhum controle ou sua rastreabilidade (Figura 9).

Figura 9 - Comedouros de diversos fabricantes

Equipamentos para disposição de ração em sistema de alçapão também estão disponíveis no mercado e distribuem a ração em cochos feitos no solo de maneira uniforme para posteriormente ser aberto um alçapão dando acesso aos animais ao alimento (Figura 10).

Figura 10 - Equipamentos para disposição de ração em sistema de alçapão

Nesta mesma linha de equipamento para disposição de ração em sistema de alçapão a empresa RupoMaq, desenvolveu um silo móvel que deposita de forma uniforme a ração em cochos feitos no solo sendo possível a sua programação. Possui também um controlador que equaliza a velocidade em que o silo está sendo empurrado com o volume de ração despejado (Figura 11).

Figura 11 - Equipamento programável para disposição de ração em sistema de alçapão (RUPOM AQ. AVI, 2012)

Para o período de gestação onde o animal tem restrições alimentares, existem sistemas mais sofisticados, onde dosadores volumétricos (com volume para um trato diário) após terem sido abastecidos manualmente ou mecanicamente, liberam o alimento aos animais em uma determinada hora programada ou por acionamento manual (Figura 12).

Figura 12 - Comedouros para gestação de diversos fabricantes

No mercado internacional a empresa “Big Dutchman” oferece um sistema com um alto grau de sofisticação técnica para o trato de suínos com ração líquida, com precisão de 1 kg a 100 gramas na dosagem da ração conforme especificações do fabricante, porém de alto custo e sem exercer nenhum controle de rastreabilidade individualizada do animal no processo. Este sistema ainda necessita de mão de obra especializada para sua manutenção e correto funcionamento (Figuras 13 e 14).

Figura 13 - Sistema de alimentação de suínos com ração líquida (HIDROMIX, 2012)

Figura 14 - Instalações com sistema de alimentação de ração líquida (HIDROMIX, 2012)

O uso do sistema RFID em sistemas de alimentação para suínos é representado pela Varkens hacken computersysteem, empresa de origem holandesa. O seu sistema é composto de uma portinhola que é aberta pelo suíno a empurrando. Posteriormente o animal é identificado por um sistema RFID, a ração é liberada em um cocho localizado lateralmente e após se alimentar o animal com o focinho libera uma trava de outra portinhola. Com a liberação desta trava a portinhola de entrada é aberta para a entrada de um novo animal (Figura 15).

Figura 15 - a) Vista superior do equipamento; b) Animal empurrando a portinhola de entrada; c) Vista do cocho lateral e do animal abrindo a portinhola de saída; d) Animal usando coleira com o *tag* de RFID (VARKENS HACKEN COMPUTERSYSTEEM, 2012)

Na observação do funcionamento do sistema pode-se notar que os animais são de pequeno porte, não possuem brincos de identificação, não há registros para a rastreabilidade e o alimento é dosado volumetricamente.

A suinocultura vem se modernizando e novos equipamentos e soluções se fazem necessários para atender as novas legislações e gerar bem-estar animal.

2.1.4 Processo de nutrição ideal para gestação

O uso do Sistema de Alimentação por Rastreabilidade permitirá dividir a nutrição de uma matriz em cinco fases ideais e não mais em duas como é feito na maioria das unidades de produção. Estas fases foram identificadas mediante vivência em campo com produtores. (PANZARDI, 2009)

A primeira fase é compreendida na pré-cobertura (anterior à inseminação) ou *flushing*, onde se objetiva um aumento no fornecimento de energia e proteína para obter-se um alto índice de ovulação.

A ovulação é provocada por um aumento na concentração dos hormônios HL e FSH. Este período, em primíparas (animais que nunca reproduziram) normalmente é de 10 a 15 dias. Em múltiparas (animais que já reproduziram) é de 2 a 5 dias. Neste caso é fundamental a possibilidade de alimentar os animais individualmente, pois a diferença de score corporal pode determinar a necessidade de alimento a ser fornecido para cada animal.

A segunda fase compreende da cobertura (inseminação) até 30 dias após. Período onde os embriões são formados e suas respectivas nidações (fixação do embrião na parede do útero), mecanismos fisiológicos que são prejudicados por uma alta concentração de energia na dieta alimentar, exigindo um controle absoluto para que se obtenha a menor perda possível de embriões gerados.

Como normalmente, em grandes unidades de produção, existe um alto número de animais nestas condições de gestação, o controle individual de alimentação possibilitado pelo equipamento permite maior sucesso na produção, além de gerar economia de ração.

A terceira fase compreende dos 31 a 70 dias da gestação, onde já se tem definido o número de embriões viáveis e fixados.

Dá-se então, uma fase onde a prioridade do controle e ajuste de alimentação visa o acerto de score corporal para cada animal, procurando assim criar uma uniformidade no plantel.

Esta uniformidade, somada à ausência de stress por fome ou qualquer outro fator que gere desconforto ao animal, pode evitar a mumificação do feto, aumentando o número de nascidos vivos.

A taxa de mortalidade observada na produção intensiva na Grã-Bretanha vem sendo de 18,3% (BAXTER et al, 2012), na Inglaterra é de 9,6% (KILBRIDE et al, 2012), na França 6,6% (GALLOIS et al, 2005) e de 7,2% no Brasil (ABRAHÃO

et al, 2004)]. Em trabalho apresentado por Furtado (2012), o baixo índice de mortalidade, observado em seu estudo, é reflexo do manejo intenso de assistência ao parto e aos lactentes, especialmente aos leitões pequenos.

A quarta fase compreende de 71 a 111 dias de gestação, período extremamente importante para o resultado final de uma unidade de produção, pois nesta fase se define o número de fibras musculares e o peso do leitão ao nascimento, aumentando ou diminuindo a viabilidade e o desempenho dos leitões por toda sua vida.

Por fim a quinta fase compreende dos 112 dias ao parto (114 dias), onde se reduz a cada dia o fornecimento de alimento em 50% para que, no dia do parto, a matriz esteja com o intestino limpo e apta ao trabalho de parto, evitando natimortos intraparto.

Esta redução alimentar também provoca a cascata de hormônios necessários ao parto (Prostaglandina, Prolactina e Ocitocina).

Todos estes benefícios justificam o desenvolvimento e implantação do sistema de alimentação proposto.

2.1.5 Bem-estar animal

Nos últimos anos houve aumento significativo da produção animal, este aumento de produção é uma tendência para países em desenvolvimento como o Brasil, o que acarreta sistemas de criação cada vez mais intensivos (LIN et al., 2006).

Os animais de produção têm necessidades comportamentais específicas e são capazes de alterar seu comportamento para se adaptarem ao ambiente em que vivem (BROOM, 1991; BROOM & MOLENTO, 2004). Em sistemas de produção intensivo as alterações fisiológicas ou comportamentais são indicativos de comprometimento do estado de bem-estar dos animais de produção (MOLENTO, 2005).

O bem-estar animal pode ser considerado uma demanda para que um sistema seja defensável eticamente e aceitável socialmente e, segundo WARRISS (2000), as pessoas desejam comer carne com "qualidade ética", isto é, carne oriunda de animais que foram criados, tratados e abatidos em sistemas que promovam o seu bem-estar, que sejam sustentáveis e ambientalmente corretos.

A União Europeia (EU) entende que há uma necessidade evidente de debater a questão do bem-estar dos animais no contexto da Organização Mundial de Comércio (OMC). As questões são reais, para produtores e consumidores, e a OMC, na sua qualidade de principal organização comercial internacional, deve estar preparada para abordar essas questões. Atendendo à inter-relação existente entre as medidas de bem-estar dos animais e o comércio internacional de produtos agrícolas e alimentares de origem animal, a UE considera que esta questão deve ser abordada no contexto das negociações sobre agropecuária, visando ao estabelecimento de um conjunto de normas que caracterize as exigências sobre o bem-estar na exploração de animais domésticos, caracterizando-se efetivamente as barreiras técnicas à comercialização.

Na União Europeia, uma questão polêmica que se coloca com frequência cada vez maior na suinocultura, são as novas regulamentações sobre o bem-estar, podendo apresentar impacto sobre a suinocultura brasileira à medida que podem afetar as importações europeias de carne suína.

A proposta da Diretiva do Conselho COM (2001) 20 - CS-0039/2001 -2001/0021(CNS) que altera a Diretiva 91/630/CE, com base nas disposições do artigo 6º, tem os seguintes objetivos:

- Proibir a utilização de celas individuais para as porcas e marrãs prenhes, bem como a utilização de amarras;
- Aumentar a área livre destinada às porcas e marrãs;
- Permitir que as porcas e marrãs tenham acesso a materiais para fuçar;
- Elevar o nível de formação e a competência dos suinocultores e do pessoal responsável pelos animais em relação às questões relacionadas com a proteção; e

- Solicitar novos pareceres científicos sobre certas questões do domínio da suinocultura.

As normas referentes às matrizes dependem da sua fase no ciclo reprodutivo, podem-se distinguir porcas em crescimento, secas e em gestação e porcas em preparação para o parto ou em fase de parto e cria.

O alojamento das matrizes em crescimento, secas ou em gestação, deve ser feito em grupo, em estabulação livre, para permitir um adequado contato social. A partir de 01 de janeiro de 1996 foi proibido, através da diretiva europeia, a construção ou reformas de instalações em que os animais sejam mantidos em confinamento individual, através de celas individuais, coleiras ou cintas. O alojamento individual nestas fases é apenas permitido antes da cobrição, inseminação, ou para tratamento. Foi definido um período de transição para as instalações já existentes, até 01 de janeiro de 2006.

As matrizes em preparação para o parto, ou durante a fase de parto e cria, devem ser alojadas em maternidades que satisfaçam as necessidades da mãe e dos leitões. A área de repouso da porca deve ser limpa, confortável e bem drenada.

Segundo FRASER (1999), a maioria das tentativas dos cientistas de conceituar o bem-estar animal resume-se em três questões principais:

- Os animais devem sentir-se bem, não serem submetidos ao medo, à dor ou estados desagradáveis de forma intensa ou prolongada;
- Os animais devem funcionar bem, no sentido de saúde, crescimento e funcionamento comportamental e fisiológico normal;
- Os animais devem levar vida natural diante do desenvolvimento e do uso de suas adaptações naturais.

Uma definição de bem-estar bastante utilizada atualmente foi estabelecida pelo relatório de Brambell (1965), e revisado pelo Conselho de Bem-Estar de Animais do Reino Unido -Farm Animal Welfare Council (FAWC, 1992), citada por

CHEVILLON (2000), na Inglaterra, mediante o reconhecimento das cinco liberdades inerentes aos animais:

- Primeira a liberdade fisiológica (ausência de fome e de sede),
- Segunda a liberdade ambiental (edificações adaptadas),
- Terceira a liberdade sanitária (ausência de doenças e de fraturas),
- Quarta a liberdade comportamental (possibilidade de exprimir comportamentos normais),
- Quinta a liberdade psicológica (ausência de medo e de ansiedade).

Pesquisas têm sido realizadas para o desenvolvimento de metodologias que possam mensurar o bem-estar dos animais (PEREA et al., 1997; AKSIT et al., 2006; LIN et al., 2006; ALVES, 2007). As avaliações podem ser feitas por meio de medidas fisiológicas, tais como: o aumento da frequência cardíaca; o aumento da atividade adrenal e da diminuição da resposta imunológica após algum desafio. Com estas informações podem-se gerar indicadores do bem-estar dos animais (BORGES, 2008). Mensurações comportamentais também possuem valor na avaliação do bem-estar (BROOM & MOLENTO, 2004).

Como técnicas não invasivas, temos desde procedimentos para avaliação endócrina, por novas metodologias (BORGES, 2008) e (PIZZUTTO et al., 2008), estudos com vocalização e sua associação com enfermidades (RISI, 2010) e (BARNABE, 2010), e de ruídos emitidos por um grupo de animais e a relação com as variáveis ambientais; pela relação da temperatura superficial e outros parâmetros não invasivos.

Alterações nas instalações rurais e novas propostas de manejo também vêm de encontro à melhoria do bem estar animal. Existem propostas para o uso de piquetes e baias com cantos arredondados e paredes fechadas para a condução dos animais sem a geração de estresse.

Dessa forma, a avaliação do bem-estar animal na exploração agropecuária pode envolver aspectos ligados às instalações, ao manejo e ao ambiente, tais como a distribuição de água e de comida, existência de camas, possibilidade de movimento, descanso, contato entre animais e reprodução, temperatura,

ventilação, luz, espaço disponível ou tipo de pavimento, sendo estas variáveis estudadas pela zootecnia de precisão usando conceitos de monitorização automática e contínua dos animais e dos processos físicos relacionados com a utilização de instrumentação.

2.1.6 Desenvolvimento do produto

O processo de desenvolvimento de produto é uma atividade caracterizada por um ciclo de projetar-construir-testar que faz uso intensivo do conhecimento existente no setor de projetos. Uma parte dele está armazenada nos documentos gerados no decorrer deste processo, são conhecimentos explícitos e já dominados. Quando há novos parâmetros para um projeto onde não existe conhecimentos explícitos e já dominados é necessário o desenvolvimento. A primeira etapa no desenvolvimento de um novo produto é a concepção do conceito do produto.

A análise de especificações, aplicação de soluções e sua avaliação, são as etapas no desenvolvimento do produto final.

Na criação de um produto deve se preocupar para que sejam adequados aos diversos níveis de usuários, como o cliente, os fornecedores, os produtores, consumidores e a própria sociedade, em sua forma mais ampla. O designer deve compreender a relação entre estes diversos usuários e antecipá-las no caso do desenvolvimento de novos produtos. (MEDINA, 2001)

Designer é conceituado como o esforço intelectual para atender certas exigências pelos melhores meios possíveis, podendo-se considerar também que *Design* pode ser definido como a atividade onde são organizadas e planejadas as características do produto, como a busca por soluções para aperfeiçoar o desempenho funcional do produto e a sua melhor relação custo-benefício (PAHL e BEITZ, 1988).

No modelo de IIDA (1995), o início do desenvolvimento de produtos ocorre com uma ideia inicial em função de necessidades e oportunidades de mercado. A partir do estabelecimento de especificações do produto, as alternativas são formuladas e avaliadas. Um modelo ou digital *mock-up* é testado antes da construção de um protótipo (Figura 16).

Figura 16 - Modelo de IIDA (IIDA, 1995, p. 359)

Para SLACK (1997) o início do desenvolvimento de um produto passa por um cuidadoso processo de análise de conceitos e viabilidade. Incluindo a elaboração de um projeto preliminar como apoio ao desenvolvimento.

2.1.6.1 Método de Análise e Solução de Problemas (MASP)

Segundo XAVIER (1998), ferramentas de qualidade basicamente identificam a causa do problema e conseqüentemente sugerem uma ação de bloqueio e solução dos problemas que afetam o desempenho e a confiabilidade dos equipamentos, neste caso será abordado o método MASP.

O Método de Análise e Solução de Problemas, MASP, como é conhecido no Brasil, foi desenvolvido a partir do método QC-Story que foi um desdobramento e detalhamento do ciclo PDCA levado ao Japão a partir de 1950 por Deming e posteriormente por Juran(1995). No Brasil Vicente Falconi Campos, que inseriu uma descrição do método em sua obra TQC Controle da Qualidade Total no Estilo Japonês, denomina o método de MSP- Método de Solução de Problemas.

A introdução do QC-Story na literatura feita por Campos (2004) apresenta não somente apenas como um componente do Controle da Qualidade Total, mas um movimento de proporções muito mais amplas. Este método se popularizou como MASP - Método de Análise e Solução de Problemas.

O MASP indica como um problema deve ser resolvido e não como ele é resolvido e por esse motivo é também definido como um modelo racional. Saindo também da suposição de que toda solução há um custo associado, a solução que se pretende descobrir é aquela que maximize os resultados, minimizando os custos envolvidos.

O MASP é um método prescritivo, racional, estruturado e sistemático para o desenvolvimento de um processo de melhoria num ambiente organizacional, visando solução de problemas e obtenção de resultados otimizados. Para a construção deste método segundo Jeremias (2010), foi necessário a aplicação de um conceito, ciclo PDCA, para incorporar um conjunto de ideias relacionadas dentro do próprio método.

O ciclo PDCA opera reconhecendo que problemas (oportunidades de melhoria) em um processo, são determinados pela diferença entre necessidades do cliente (Interno e/ou Externo) e o desempenho do processo.

Segundo Slack (1997), a natureza repetida e cíclica do melhoramento contínuo pode ser resumida no ciclo PDCA. Sendo assim esta metodologia está intimamente ligada ao entendimento do conceito de processo, sendo um caminho para se atingir uma meta (CAMPOS. 2004).

O significado no idioma de origem do PDCA é: PLAN. DO. CHECK. ACT. que significa. PLANEJAR. EXECUTAR. VERIFICAR, ATUAR.

Para NUNES (2010), o ciclo PDCA é uma sequência de passos utilizada para controlar qualquer processo definido. É uma ferramenta de qualidade que auxilia na organização do processo de implantação de melhorias, dando uma diretriz para a condução de tais projetos.

2.2 Material e Métodos

2.2.1 Área experimental e descrição das etapas

A proposta para o desenvolvimento do protótipo de um alimentador teve início em 2010, tendo como base inicial o protocolo do modelo IIDA. O modelo IIDA, foi seguido para estabelecer especificações do produto para o desenvolvimento do alimentador automático. Desta forma, permitindo o levantamento de informações por um processo criativo e raciocínio intuitivo ou associativo para: definir especificações do produto.

A condução da pesquisa foi dividida em 5 etapas, assim denominadas: 1) Experimento 1, 2) Experimento 2 (com base nos fatos obtidos pelo Experimento 1), 3) Montagem do Digital MOCKP (protótipo digital), 4) Construção física do equipamento e 5) Testes de automação (validação do equipamento).

A etapa 1 foi conduzida em uma granja comercial de produção de suínos localizada no município de Monte Mor-SP, situada a 22°33' de Latitude Sul e a 47°11' de Longitude Oeste (Greenwich) e altitude média de 560 m.

A etapa 2 e parte do teste de automação foi feito em uma granja comercial de produção de suínos localizada no município de Elias Fausto situada a 23°08' de Latitude Sul e a 47°23' de Longitude Oeste (Greenwich) e altitude média de 517 m.

As etapas 3, 4 e parte do teste de automação foram feitos na FATEC Tatuí - Prof. Wilson Roberto Ribeiro de Camargo, na cidade de Tatuí/SP.

2.2.1.1 Etapa 1

Os principais materiais utilizados nessa etapa foram:

- Seis gaiolas de gestação;
- Seis reservatórios com fundo deslizante;
- Fio de nylon nº 90;
- Arame de aço liso para cerca.

O experimento foi estruturado em um piquete de dez metros de largura e por 40 metros de comprimento, montado especialmente para o experimento, totalizando 400 metros quadrados de área. No piquete foi construída uma área sombreada de três metros de largura por seis metros de comprimento, totalizando 18 metros quadrados de área sombreada e sua localização foi em posição oposta aos alimentadores com um ponto com bebedouro nas proximidades do sombreamento, conforme layout (Figura 17).

Figura 17 - Layout do primeiro experimento

A escolha de se construir um piquete para o experimento foi introduzir os animais em um novo ambiente, proporcionando-lhes condições de se moldar a forma com que melhor se adaptaria ao sistema de alimentação. Sendo este um processo criativo, raciocínio intuitivo ou associativo (Modelo de IIDA) onde se levantaria parâmetros para o desenvolvimento final do alimentador que pudesse ser utilizado tanto em processos de produção intensivo como no extensivo.

O piquete foi cercado por fios de arame liso e com um fio eletrificado para proteção da cerca e dos animais. Foram inseridos no piquete por dez dias, seis animais para o experimento (Figura 18).

O planejamento do procedimento para a utilização dos alimentadores foi estabelecido inicialmente com a liberação das seis baias para a entrada dos animais. Estes animais estavam marcados e só teriam acesso à ração na hora que eles entrassem nas baias em busca do alimento, sendo assim, haveria um alimentador por matriz instalada no piquete do experimento.

O acionamento era realizado por cabos que deslocavam uma chapa no fundo do reservatório de ração. O reservatório era dividido em dois compartimentos permitindo a liberação do alimento em até duas vezes, sendo o volume total de ração de dois quilos diários, seguindo os procedimentos estabelecidos no trato dos animais de seus proprietários (Figura 19).

Figura 18 – a) e b) Visão frontal dos piquetes construídos para o experimento, c) Visão traseira dos piquetes, d), e) e f) Detalhes construtivos

O uso do formato tradicional de baia de contenção (gaiola) foi devido ao grande número de equipamento existentes nas granjas e pensado na possibilidade de se criar uma alternativa de automação, utilizando estes dispositivos, viabilizando a sua aceitação pelo produtor e o custo final do equipamento.

Posteriormente o número de alimentadores foi sendo restringido, até só restar uma baia disponível para a alimentação para seis matrizes. A utilização dos alimentadores foi feita inicialmente com a liberação das seis baias para a entrada de seis animais e posteriormente o número de alimentadores foi restringido, até restar apenas uma baia disponível.

O acionamento para liberação da ração foi feito por cabos (fio de nylon nº 90) que deslocavam uma chapa no fundo do reservatório de ração, dividido em dois compartimentos, permitindo a liberação do alimento duas vezes ao dia.

O período de observação foi de doze dias e em horário comercial de funcionamento da granja.

Figura 19 - a) e b) Visão de diferentes ângulos do alimentador do experimento. c) Visão traseira do alimentador. d) Sistema acionado por cabos do fundo do compartimento

2.2.1.2 Etapa 2

Os principais materiais utilizados nessa etapa foram:

- Uma gaiola de gestação;
- Dois cochos de cimento;
- Um cocho de aço;
- Arame de aço liso para cerca.

A segunda etapa foi estruturada em um piquete com área de aproximadamente 300 metros quadrados, com dois bebedouros, equipamento de instrumentação para análise bioclimática e uma baia para simulação do sistema e inserção de sistema de automação (Figuras 20 e 21).

Figura 20 - Layout do segundo experimento

Figura 21 - Montagem do segundo experimento: a) Montagem da cerca elétrica; b) Fixação da gaiola; c) Montagem de bebedouro; d) Instrumentação para análise bioclimática

Os aspectos observados na Etapa 1 foram levados em conta na formulação da Etapa 2: localização do alimentado perante a área sombreada; localização dos bebedouros e quantidade de baias para simulação do alimentador.

O experimento foi realizado em um período de doze dias seguidos no período das oito horas às dezoito horas, utilizando uma gaiola como base para o desenvolvimento do alimentador.

Foi planejado que a alimentação dos animais seria fornecida por meio de uma caneca acoplada em uma vara simulando a automação e posteriormente seria introduzido um sistema com válvulas elétricas que seriam acionadas por controle remoto para a liberação do alimento.

O alimento foi liberado em porções de aproximadamente 650 g, totalizando dois quilos de ração ao dia, mantendo os manejos no processo de alimentação usuais da granja onde foi feito o experimento.

Foram utilizados seis animais para o experimento e conforme a sua reação, ao processo de alimentação, foram feitas alterações físicas na gaiola, buscando um formato ideal.

Para a análise comportamental dos animais foram feitas observações durante uma hora, em intervalos de quinze minutos, três vezes ao dia, durante sete dias. O período total dessa análise foi de sete dias e em horário comercial de funcionamento da granja.

2.2.1.3 Etapa 3

O protótipo digital ou digital *mock-up*, foi desenvolvido em programa de modelagem de sólidos SOLIDWORKS 2013, da empresa *Dassault Systèmes*

SolidWorks Corp. Tendo como base o *layout* desenvolvido pelas observações feitas em dois experimentos das etapas 1 e 2. As peças do alimentador foram modeladas e posteriormente montadas gerando o protótipo digital (Figura 22).

Figura 22 - Protótipo digital ou digital *mock-up* do alimentador

Partindo do projeto preliminar (*layout*), foram estabelecidas determinações definitivas para a disposição de elementos, para a forma, para o acabamento das superfícies, para a especificação de materiais, para a documentação de processos, de desenhos e de todos os detalhes que possam ajudar no seu perfeito entendimento. A falta de qualquer detalhe que possa ser relevante tem consequências diretas na confecção do equipamento, pois todas as atividades tomam como base a documentação resultante do projeto detalhado.

O projeto detalhado, portanto, não se resume a apenas desenhos de peças isoladas. É uma etapa que busca a compatibilização do projeto em estudo com os recursos disponíveis para minimizar custos e facilitar trabalho (Figura 23).

Figura 23 - Vista explodida do alimentador com detalhamentos

2.2.1.4 Etapa 4

Os principais materiais utilizados foram:

- Oito arruelas 6 mm, regular padronizado DIN 125.
- Uma base da balança superior com Bypass.
- Quatro parafusos sextavados M10 x 1.5 x 35 padronizado DIN 933.
- Dose parafusos sextavados M6 x 1.0 x 20 padronizado DIN 933.
- Uma base de apoio do redutor em aço SAE 1020.

- Quatro porcas sextavadas M8 x 1.25 padronizado DIN 934.
- Três parafusos sextavados, M8 x 1.25 x 16 padronizado DIN 933.
- Três arruelas 8 mm, estreita padronizado DIN 125.
- Um motor indução Weg (0,25 cv) com Redutor NBR 7094.
- Quatro parafusos sextavados M8 x 1.25 x 25 padronizado DIN 933.
- Um Acoplamento tipo garra E-67.
- Uma tampa do tubo lado redutor aço SAE 1020.
- Um cocho superior com Tampa da balança superior.
- Quatro parafusos sextavados M6 x 1.0 x 35 DIN 933.
- Doze porcas sextavadas M6 x 1 padronizado DIN 934.
- Uma estrutura proteção lado direito com as porcas aço SAE 1020.
- Um silo de armazenagem da ração aço SAE 1020.
- Uma tampa do tubo Aço SAE 1020.
- Dois Mancais com rolamento UCFL-205-K.
- Quatro arruelas 10 mm, regular padronizado DIN 125.
- Quatro porcas sextavadas M10 x 1.5mm padronizado DIN 934.
- Uma chaveta 8x5-22 Aço SAE 1045 DIN 6885.
- Uma rosca transportadora da ração aço SAE 1020/304.
- Uma Base Principal aço SAE 1020.
- Uma estrutura proteção lado esquerdo com as porcas aço SAE 1020.
- Trinta arruelas simples 6 mm estreita padronizado DIN 125.
- Vinte dois parafusos sextavados M6 x 1.0 x 10 padronizado DIN 933.
- Dois cochos inferiores de aço inox 304.
- Duas balanças inferiores.

A estrutura mecânica foi desenvolvida atendendo aos desenhos de produto e as especificações técnicas.

Após a estrutura física pronta, foi desenvolvida a automação do sistema e a realização de testes para analisar seu desempenho e aceitação do animal ao sistema.

2.2.1.5 Etapa 5

Essa etapa consiste na automação do sistema de alimentação, bem como, a validação das balanças, e os principais materiais utilizados foram:

- Doze células de carga G20 Alfa Instrumentos.
- Seis antenas RFD AP 20 Acura.
- Quatro mód. ZiggBee Mod. XB24-Z7WIT04.
- Seis placas de fonte KMT-016 Kumatec 5V/-5V/12V/3,3Volts.
- Três placas de comunicação ZiggBee / RFID KMT-020^a Kumatec.
- Três placas de controle de saída de potencia M KMT – 017 Kumatec.
- Três placa de controle Principal KMT-018 Kumatec.
- Três transformadores de entrada Kumatec De 110Vac/220Vac para 12Vac e 2 Vac.
- Três Central de Comando e armazenamento de dados Wireless KMT-013a e KMT-013b Kumatec.
- Uma central de comando e armazenamento de dados Wireless KMT-013a e KMT-013b Kumatec.
- Um controlador lógico programável EATON com uma interface serial RS232 para leitura de sinais provenientes de um leitor de RFID, com I/O's (módulos do CP) digitais e analógicas.

O sistema eletrônico foi construído para funcionar em conformidade com o diagrama de bloco abaixo (Figura 24).

Figura 24 - Lógica de funcionamento do sistema de alimentação

Os dados matemáticos coletados eletronicamente no processo de automação alimentação (distribuição espacial, comportamento temporal do processo de alimentação, consumo de alimento por animal por dia, média semanal, sobra de ração por animal por dia, média semanal de sobra de ração por animal) foram requisitos de projeto, permitindo a rastreabilidade do comportamento do animal.

Foi utilizado motorreductor da marca Weg com potência de um quarto de cavalo-vapor (cv) equivalente a 184 Watts (W), com redução de 1:30, sistema RFID desenvolvido pela KUMATEC para *tag* 125 khz passivo, com leitura a uma distancia máxima da 20 cm (antenas da empresa Acura), células de carga com capacidade para 20 kg da marca Líder Balanças.

Outros componentes do projeto foram os sensores de medição de temperatura e a rede de comunicação sem fio com padrão ZigBee com alcance de 50 metros entre postos de rede.

O sistema de automação do alimentador irá gerar relatórios com os seguintes dados: identificação da matriz, peso do alimento liberado individualizado, peso da sobra de alimento individualizado, hora e dia do evento (o número de vezes que a matriz acessa o comedouro com ou sem a disponibilidade de alimento), temperatura, e quantidade de alimento ingerido pela matriz.

Para validação das balanças foi utilizado um peso padrão de mil gramas, no qual o sistema foi tarado e ajustado buscando a maior precisão do sistema. Após a calibração, liberou-se a ração com o sistema ajustado em mil gramas, a qual foi coletada no cocho com o uso de um pincel e cujo peso foi estimado por uma balança com precisão de uma grama (Figura 25).

Desta forma foi possível alimentar várias vezes o animal com pequenas porções de ração, evitando o *stress* pela fome, gerado por um ou dois tratos diários, que é o padrão de manejo feito atualmente nas granjas comerciais.

Figura 25 - Validação de balanças

Foram feitas 50 medições e a partir disso foi calculado o valor médio pela equação (1):

$$\overline{D} = \frac{\sum_{i=1}^N D_i}{N} \quad (1)$$

Onde: $\overline{D}$ = valor médio;

$\sum_{i=1}^N D_i$ = somatória das medidas

N = numero de medições

Em seguida foi calculado o desvio padrão pela equação (2):

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (D_i - \overline{D})^2}{N - 1}} \quad (2)$$

Onde: σ_p = desvio padrão

O cálculo do erro da média foi feito pela equação (3):

$$\varepsilon = \frac{\sigma_p}{\sqrt{N}} \quad (3)$$

Onde: ε = erro da média

Sendo o desvio padrão da série, maior ou igual a precisão do instrumento cujo resultado é expresso pela equação (4):

$$\sigma_p \geq P:D = \overline{D} \pm \varepsilon \quad (4)$$

A bancada de teste foi desenvolvida com a fixação das células de carga na bancada, a ligação de dois motores de pequeno porte para visualização dos acionamentos e os módulos M1 e M2 com as suas respectivas antenas, sensores de presença (Figura 26).

Figura 26 - Bancada de testes para o primeiro sistema de automação

O procedimento do teste de bancada foi primeiramente cadastrar trinta *tags*, e cada uma foi programada para acionar o sistema duas vezes ao dia com um intervalo de tempo entre o acionamento do mesmo *tag* de cinco minutos (simulando o acesso dos animais ao comedouro). Ao acionar o sistema seria colocado sobre a célula de carga um peso padrão de 1000 g (simulando a dosagem da ração feita após o acionamento do motor principal) e verificando a coletas dos dados no módulo M1.

Os *tag* seriam aproximadas das antenas de RFID, sendo um acionamento na antena do lado direito e outra *tag* do lado esquerdo (simulando a entrada diária de trinta animais do lado direito e trinta animais do lado esquerdo) de forma sequencial.

Após os 30 primeiros *tag* acionarem o sistema (15 de cada lado), e respeitando o tempo de restrição entre um acionamento e outro de cinco minutos, seria repetida a ação de acionamento mais trinta vezes.

A cada dez acionamento seria colocado um peso padrão de quinhentos gramas na balança do cocho de forma alternada (lado direito e lado esquerdo) simulando a sobra de ração no cocho para que a ração a ser liberada fosse subtraída no próximo acionamento.

No final deste ciclo diário de testes o sistema seria ligado e desligado rapidamente simulando uma queda de tensão elétrica e verificando o seu reacionamento, e o sistema ficaria ligado até o dia seguinte.

Com a experiência desenvolvida na elaboração do primeiro sistema, foi feito um novo projeto utilizando componentes comerciais homologados para automação industrial. Procedimentos de Homologação são elaborados em obediência as normas, às leis, portarias e regimentos vigentes (MANUAL DE PROCEDIMENTOS DE HOMOLOGAÇÃO, 2008)

O novo projeto para automatizar o alimentador automático já construído utilizou um controlador lógico programável (CL) do fabricante EATON com uma interface serial RS232 para leitura de sinais provenientes de um leitor de RFID, com I/O's (módulos do CP) digitais e analógicas para comandar os motores do alimentador. As entradas analógicas farão a leitura de três células de carga do dispositivo de pesagem da ração. As saídas analógicas controlarão a velocidade das roscas dosadoras da ração.

O programa de supervisão utilizado é o mesmo do primeiro experimento, porém foi aperfeiçoado para comunicação com CL por porta serial DB9 para interface serial RS232 e foi desenvolvido em Delphi 7 (Figura 27, 28 e 29).

Figura 27 - Imagem do sistema supervisorio de controle de alimentação dos animais

Figura 28 - Imagens do compilador Delphi 7

Figura 29 - Tela de cadastro sistema supervisorio para controle alimentação dos animais

A função do sistema supervisorio e de enviar e receber informações do CL, as quais são analisadas e transformadas em ações no processo de alimentação. O supervisorio armazena todos os dados do processo de alimentação em um banco de dados possibilitando a geração de relatórios para a rastreabilidade do processo de forma individualizada, tais como: Hora em que os animais se alimentaram; Comportamento temporal do processo de alimentação, Consumo de alimento por animal por dia, Média semanal, Sobra de ração por animal por dia, Média semanal de sobra de ração por animal.

Estas informações podem posteriormente ser relacionadas com índices zootécnicos para ações gerenciais.

2.3 Resultados e Discussão

2.3.1 Etapa 1

O desenvolvimento do primeiro experimento foi feito em doze dias consecutivos, com o acompanhamento dos animais no período das sete horas até às dezessete horas. Várias ocorrências foram observadas neste experimento tais como:

- Os animais que já vinham de um sistema de produção confinado ficaram dentro das baias e demoraram a explorar o piquete;
- Os animais não usaram o sombreamento distante do alimentador, usando a cobertura do alimentador que tinha a função de proteção da ração, como área sombreada;
- Os animais foram se alimentar apenas uma vez ao dia no mesmo horário que estavam condicionados a serem tratados;
- Com a restrição das baias para alimentação, o animal dominante monopolizou a baia onde a comida era disponibilizada gerando brigas entre os animais do experimento (Figura 30).

Visto o observado mostra que os animais de produção têm necessidades comportamentais específicas e são capazes de alterar seu comportamento para se adaptarem ao ambiente em que vivem (BROOM, 1991; BROOM & MOLENTO, 2004).

O início do desenvolvimento de um produto passa por um cuidadoso processo de análise de conceitos e viabilidade. Incluindo a elaboração de um projeto preliminar como apoio ao desenvolvimento (SLACK, 1997).

Figura 30 - a) Visão do alimentador com cobertura. b) Animais utilizando o sombreamento da cobertura do conjunto de baias dos alimentadores c) e d) Animais explorando o piquete. e) Portão de acesso ao piquete f) Conflito entre os animais para acesso a alimentação com a restrição do número de baias

Com estas observações o projeto de automação de sistema de alimentação animal individualizada com tecnologia RFID, passou por mudanças técnicas e de conceito para atender às necessidades da aplicação em campo, tais como:

- Retirada do telhado para evitar agrupamento dos animais;

- Mudança na disposição dos alimentadores que estavam paralelos uns aos outros;
- O uso do formato de baia teria que ser alterado para que não houvesse conflito entre os animais para acesso a alimentação;
- A robustez do equipamento teria de ser maior que o inicialmente pensado, devido a grande força dos animais; e
- A automação teria de possibilitar vários tratos ao dia, com a pesagem da ração, para que o animal saísse do condicionamento de um trato diário usado na maioria das granjas comerciais.

O *designer* deve compreender a relação entre estes diversos usuários e antecipá-las no caso do desenvolvimento de novos produtos. (MEDINA, 2001).

Os resultados observados no primeiro experimento foram de valor, permitindo a elaboração de alguns parâmetros para o projeto do alimentador automatizado. Entretanto muitas dúvidas não foram respondidas e a necessidade de outro experimento era fundamental para o desenvolvimento do *layout* final.

2.3.2 Etapa 2

O segundo experimento em campo para avaliação do sistema de alimentação foi realizado em uma granja comercial de produção de suínos, localizada no estado de São Paulo, na cidade de Elias Fausto, para análise do formato definitivo do alimentador. Foi analisada a possível necessidade de o sistema ter um controle de acesso ao alimentador, tais como portões e gaiolas visando a entrada individual dos animais, permitindo a correta dosagem do alimento e coletar dados para rastreabilidade. Todos os índices de ambiência e de bem-estar físico dos animais foram medidos para o sistema de criação de suínos ao ar livre durante a simulação do sistema de alimentação automática.

Foram usados seis animais para o experimento. No piquete houve grande consumo de pasto, porém até no terceiro dia do período de observação, não foi constatado o acesso dos animais ao comedouro e bebedouro.

Várias hipóteses foram levantadas e trabalhadas uma a uma para solução deste impasse.

A primeira hipótese analisada foi a que o animal estaria com receio da gaiola, que estava inicialmente com seu portão, pois havia a ideia de por meio de cabos fechar o portão enquanto o animal se alimentasse, protegendo-o dos demais que quizessem se alimentar no mesmo momento. Foi então retirado o portão, e no quarto dia dois animais entraram na gaiola onde estava fixado um cocho de metal.

Vários manejos foram realizados a fim de conseguir uma resposta dos animais ao experimento, onde se verificou um grande medo da cerca elétrica, sendo que tudo que estava ao redor e nas suas proximidades foi retirado. No cocho adotado inicialmente não cabia a cabeça do animal, um novo bebedouro foi colocado ao lado da gaiola (Figura 31).

Figura 31 - a) Retirada da cerca elétrica próxima ao bebedouro; b) Fixação do cocho; c) Animais pastando; d) Cocho inadequado

Estes problemas observados mostraram como é complexa a introdução de um sistema de automação, pois há aspectos que só podem ser verificados na prática e o animal se comporta com individualidade e tem reações inesperadas.

Várias alterações feitas apresentaram melhora na busca de alimento, porém foi preciso realizar uma série de manejos para adaptar os animais a ideia proposta de automação. O alimento foi sendo colocado aos poucos de forma que os animais entrassem na gaiola. A gaiola foi dividida em duas partes iguais permitindo o uso de dois cochinhos de alimentação (Figura 32).

Figura 32 - Manejo para adaptação dos animais ao sistema

Por fim houve uma inteiração entre os animais e a proposta do experimento onde se definiu o layout final para o alimentador. Sendo assim

foi montado um sistema de automação acionado por controle remoto para teste (Figuras 33 e 34).

Figura 33 - Adaptação dos animais ao sistema e montagem do sistema de automação

Figura 34 - Detalhes segundo protótipo

Entretanto novos aspectos surgiram durante o experimento, após uma tempestade um raio queimou o equipamento desenvolvido para a automação, e a qualidade da energia elétrica era muito ruim, com grandes oscilações de corrente e cortes frequentes, dificultando ainda mais o processo de automação proposto.

Em termos da análise bioclimática do experimento, sabe-se que valores médios acima da temperatura considerada ótima para matrizes é de 23°C (NOBLET et al , 1989), tanto na sombra quanto no sol, porém é considerado crítico temperatura acima de 28°C (MOUNT e STEPHENS 1970, BRUCE e CLARK 1979, CURTIS et al 1983, SILVA et al 2008)

Os valores medidos durante o experimento podem ser observados pela Tabela 1:

Tabela 1 - Análise bioclimática, valores médios diários das variáveis ambientais no piquete em área de sombra e de sol

	<i>Tbs</i> (°C)	<i>UR</i> (%)	<i>Tgn</i> (°C)	<i>h</i> (kJ/kg)
Sombra	25,33	83	27,6	71,33
Sol	27	81	34,9	76,83

Houve uma diferença entre as temperaturas médias de globo negro, mostrando uma radiação muito mais intensa na área de sol, a umidade relativa ligeiramente alta e grande quantidade de energia no ar, principalmente na área de sol conforme mostra as Figuras 35, 36 e 37.

Figura 35 - Variação da temperatura média diária nas áreas de sol e de sombra

Figura 36 - Variação da temperatura média horária nas áreas de sol e de sombra

Figura 37 - Variação média horária da temperatura de globo negro nas áreas de sol e de sombra

Apesar dos parâmetros indicarem uma situação de conforto inadequada aos animais, não foram observados sinais de *stress* térmico. Os seguintes aspectos contribuíram para isto:

- Área totalmente aberta, permitindo uma boa ventilação;
- Grande disponibilidade de sombra natural;
- Baixa densidade de animais na área;

- Disponibilidade de lama e água para animais se refrescarem; e
- Boa quantidade de vegetação na área.

Em termos da análise comportamental dos animais no experimento, foi feita uma observação de seis animais durante uma hora, em intervalos de quinze minutos, três vezes ao dia, durante sete dias, totalizando seiscentos e trinta observações (Tabela 2).

Notou-se que os animais permaneceram inativos por cerca de metade do tempo (50,9%). Nas demais atividades, aquela que se mostrou mais frequente foi o ato de fuçar (9%), um dos comportamentos naturais que o animal é impossibilitado de realizar em regime de confinamento, bem como as atividades de caminhar (5,5%) e pastejar (3,4%).

Tabela 2 - Análise comportamental dos animais no experimento

Atividade	Frequência
Inativo	321 (50,9%)
Inativo alerta	111 (17,6%)
Fuçar	57 (9%)
Cheirar	10 (1,5%)
Pastejar	22 (3,4%)
Esperar para comer	15 (2,3%)
Comer	47 (7,4%)
Beber	7 (1,1%)
Caminhar	35 (5,5%)
Interação social	Frequência
Lamber	1 (0,15%)
Cheirar	4 (0,60%)
Estereotipia	Frequência
Movimentar a Língua	0 (0%)
Abrir e fechar a boca	1 (0,15%)
Esticar pescoço	0 (0%)
Morder grade	2 (0,30%)
Interação agressiva	Frequência
Perseguir	1 (0,15%)
Ameaçar	1 (0,15%)
Brigar	2 (0,30%)
Morder	2 (0,30%)

Os animais procuravam o cocho para comer cerca de três a quatro vezes por dia (7,4%) e bebiam água (1,1%) principalmente nas horas mais quentes e após comer ração.

Os comportamentos estereotipados quase não foram observados, totalizando somente 0,45% dos comportamentos totais, indicando um baixo nível de stress e monotonia no ambiente. Em trabalho realizado semelhante (PANDORFI et al, 2005) em gaiolas e baias coletivas e observou um total de 23,97% de comportamentos estereotipados.

As interações sociais foram pouco evidentes (0,75%), devido a grande área disponível, permitindo maior exercício de exploração do ambiente e outras atividades.

As interações agressivas também não foram significativas (0,90%), ocorrendo somente nos primeiros dias, até o estabelecimento de uma hierarquia, e eventualmente nas horas de alimentar-se.

Posturas associadas aos comportamentos, sendo que predominou a postura de deitar lateralmente. Os animais permaneciam inativos e deitados nas horas mais quentes do dia (Tabela 3).

Tabela 3 - Posturas associadas aos comportamentos

Postura	Frequência
Deitar lateral	371 (58,8%)
Deitar ventral	44 (6,98%)
Em pé	198 (31,42%)
Sentar	14 (2,22%)
Ajoelhar	3 (0,45%)

Foi observado um grande bem-estar dos animais, não gerando disputas por alimentação, decorrente da proposta do alimentador que permitira acesso ao alimento quando o animal tem fome e não apenas quando ele é tratado pelo criador, desta forma não foi observada a

necessidade de colocar portões para controle de acesso e para o resguardo do animal que está se alimentando.

Apesar dos parâmetros bioclimáticos se apresentarem inadequados, aparentemente o sistema respeita o bem-estar animal:

- Não houve sinais de stress ou comportamentos anormais e possibilitou a expressão do comportamento natural;
- Houve grande degradação da pastagem (sistema rotacionado para recuperação);
- Os animais buscaram em média o alimento quatro vezes no período de observação, mostrando que uma distribuição maior do número de vezes que o animal é alimentado ao dia se faz como um requisito mostrado pelo comportamento do animal; e
- Os problemas observados realmente mostraram como é complexa a introdução de um sistema de automação, pois há aspectos que só podem ser verificados na prática e o animal se comporta com individualidade.

Portanto, pôde-se concluir que não é necessário o uso de uma gaiola para a alimentação automática, apenas baias individuais com proteção lateral com dois cochos, pois os animais aceitaram melhor e se alimentam sem grandes disputas.

O sistema respeitou o bem-estar animal, não havendo sinais de stress ou comportamentos anormais e possibilitou a expressão do comportamento natural. Os animais demoraram a adaptar-se ao novo ambiente e o uso de manejos para a adaptação devem ser analisados no processo.

Cuidados como aterramento do sistema elétrico e sistema de para-raios são imprescindíveis para aplicação de um sistema automatizado no campo. A adoção de gerador de emergência suprindo as quedas de tensão otimizaria o bom funcionamento do sistema de alimentação automatizado.

No desenvolvimento dos dois experimentos, foram levantadas várias informações observando a ação dos animais e com estas observações (parâmetros do projeto do produto) se definiu o formato final do alimentador automático.

As informações levantadas foram utilizadas como parâmetro do projeto, permitido identificar necessidades do animal, definir especificações do produto, avaliar modelos simplificados para configurações, sendo uma nova etapa a construção e teste do modelo final e verificação dos parâmetros operacionais e de desempenho do sistema de alimentação animal individualizada com tecnologia RFID.

O layout definitivo do alimentador foi definido (Figura 38).

Figura 38 - Layout final do alimentador

2.3.3 Etapas 3 e 4

A estrutura mecânica foi desenvolvida atendendo aos desenhos de produto e as especificações técnicas.

Um dos principais desafios foram os sistemas de silo e de pesagem com direcionamento da ração. O silo tradicional em formato de cone com sistema de rosca na vertical não apresentou bom desempenho gerando pontos de compactação da ração e não permitindo a liberação correta do alimento. Para a solução deste impasse foi analisado o uso de um vibrador, porém a melhor solução foi a alteração do formato do silo, sendo adotado o formato de cunha com um sistema de rosca posicionado na horizontal com capacidade de 0,4 metros cúbicos que permite uma autonomia de três a cinco dias de funcionamento (Figuras 39 e 40).

Figura 39 - Sistema de rosca transportadora na horizontal

Figura 40 - Silo em formato de cunha

A estrutura do dosador foi apoiada em células de carga e possui um motor de passo para a distribuição da ração para o lado em que o animal foi detectado pelo sistema RFID (Figura 41).

Figura 41 - Montagem das células de carga

Outro item de especial atenção foi o formato do cocho e sua correta posição para o acesso do animal. Constatou-se que em alguns cochos o suíno não consegue posicionar sua cabeça e desta forma não se alimenta. O material utilizado para sua confecção foi aço inox para maior sanidade do processo de alimentação e durabilidade (Figura 42).

Figura 42 - Vias de distribuição de ração e montagem dos cochos

Os cochos possuem suportes de fixação e regulação, pois são colocados sobre células de carga para caso haja sobra de alimento e na entrada de um novo animal, uma nova dosagem de ração foi pesada compensando o peso da ração depositada como sobra no cocho (Figura 43).

Figura 43 - Suportes de fixação e regulação

Desta forma a estrutura mecânica foi analisada, configurada e construída visando atender a todos os possíveis problemas de sua aplicação no campo e com um padrão de construção mecânica industrial (Figuras 44A e 44B).

(A)

(B)

Figura 44 - Estrutura mecânica do sistema de alimentação

2.3.4 Etapa 5

O primeiro sistema de automação desenvolvido foi feito com placas microprocessadas divididas em dois módulos, sendo o primeiro módulo (M1), responsável pelo controle do sistema, onde as *tags* eram cadastradas, relacionando com cada etiqueta (*tag*) a massa de alimento a ser disponibilizada diariamente ao animal, em quantas vezes sua liberação seria dividida e o tempo de espaçamento entre uma liberação de alimento e outra, estabelecendo assim o controle individualizado para cada animal com seu *tag* correspondente.

O primeiro módulo mediante uma rede sem fio protocolo ZigBee (Mod. XB24-Z7WIT04) trocou estas informações como o segundo módulo (M2) que tinha a função de receber o sinal de acionamento do processo de alimentação pela leitura de uma *tag* por uma antena de RFID instalada no interior do cocho (distância de leitura da *tag* máxima de 20 cm). Após a leitura, o segundo módulo enviou por rede sem fio protocolo ZigBee esta informação ao primeiro módulo para verificar se a etiqueta (*tag*) possuía cadastro e posteriormente, retransmitir a autorização para a liberação de comida e a sua quantidade.

O segundo módulo recebeu estas informações, e sendo elas favoráveis a liberação do alimento, acionou o motor principal, que ao girar uma rosca sem fim colocada dentro do silo, transportou a ração até a balança principal que mediu o valor estipulado de alimento estabelecido no primeiro módulo. Atingindo o valor mássico estipulado, o motor principal desativou e o alimento pesado foi direcionado para o lado em que foi feita a leitura da *tag* pela antena de RFID (equipamento possui duas entradas uma a direita e outra a esquerda), por um segundo motor instalado na balança principal, voltando na posição inicial para uma nova pesagem (Figura 45).

Durante o processo de alimentação houve possibilidade do animal deixar sobras de ração no cocho, permitindo o acesso indevido ao alimento a outro animal. Para que isto não ocorresse, foi instaladas células de carga na base dos dois cochos, que forneciam ao segundo módulo a leitura da massa de alimento deixado e este módulo retransmitia esta informação ao primeiro módulo que descontava o valor deixado de ração do valor a ser liberado ao próximo animal a acessar o sistema.

Figura 45 - A direita o primeiro módulo (M1) e a esquerda o segundo módulo (M2)

O sistema eletrônico do primeiro módulo tinha um cartão de memória SD para armazenar a programação de liberação de comida e o tempo de restrição entre uma liberação e outra, esta programação foi individualizada pelo número da *tag* de RFID que é diferente para cada animal e alojado no seu brinco de identificação. Estas informações foram inseridas no sistema mediante a digitação feita no próprio módulo (placa IHM da Central de controle). O primeiro módulo possui os seguintes componentes:

- Placa IHM da Central de controle, responsável pela interface entre o usuário do sistema e o primeiro módulo (M1) (Figura 46).

Figura 46 - Placa IHM do primeiro

- Placa principal da central (M1), onde foi acoplado IHM, o módulo de rede ZigBee, cartão de memória SD com o programa de sistema e microprocessador e um *pen-drive* onde são gravados as informações para a rastreabilidade do processo (Figura 47).

Figura 47 - Placa principal da central

O segundo módulo do sistema de automação foi composto pelos componentes:

- Placa principal do cocho (M2), que possuía os componentes das balanças do sistema, acoplados via cabo nas células de carga, microprocessador e o módulo RFID acoplado as antenas via cabo (Figura 48).

Figura 48 - Placa principal do cocho

- Módulo de comunicação em rede ZigBee do cocho (Figura 49).

Figura 49 - Módulo de comunicação do cocho

Outros componentes são: uma placa de comando no motor instalado na balança e uma placa de fonte de alimentação.

Alguns componentes, tais como as placas dos módulos do sistema foram adquiridas em redundância, visando a possibilidade de implantar modificações no decorrer dos testes e garantir o uso do sistema caso algum deles seja danificado. O sistema de automação para alimentação individualizada foi montado em sua configuração final utilizando primeiro sistema de automação desenvolvido (Figura 50).

Figura 50 - Sistema de automação concluído

Esquemas elétricos do sistema de automação estão no Anexo A e os códigos fonte do programa dos microcontroladores estão no Anexo B.

O sistema de pesagem conseguiu atingir uma variação média de 28 g com tolerância de 1 g para mais ou para menos, que permitiu a aplicação dos conceitos de zootecnia de precisão no processo de alimentação dos animais. A faixa de utilização na prática em granja de alto padrão é de 500 a 2500 gramas com uma variação de mais ou menos 50 gramas. O sistema desenvolvido pode trabalhar em uma faixa de 0 a 5000 gramas com variação de 28 g com tolerância de 1 g para mais ou para menos, com a programação no tempo de restrição

alimentar (tempo de liberação de uma dose de ração e outra) dentro de uma faixa de 0 a 86400 segundos (24 horas).

Seguido a metodologia estatística foram encontrados os seguintes resultados:

Para a balança principal:

- $\overline{D} = 1000,29$ gramas
- $\sigma_p = 2,05$ gramas
- $\varepsilon = 0,29$
- O valor médio das medições da balança principal dado pela equação (4) é: $1000,29 \pm 1$ gramas.

Sendo assim, ao liberar mil gramas de ração o sistema na verdade estará fornecendo ao animal mil e vinte nove gramas com tolerância de mais ou menos uma grama.

Para a balança do cocho direito:

- $\overline{D} = 1000,23$ gramas
- $\sigma_p = 1,62$ gramas
- $\varepsilon = 0,23$

O valor médio das medições da lança do cocho direito, dado pela equação (4) é: $1000,23 \pm 1$ gramas

. Para a balança do cocho esquerdo:

- $\overline{D} = 1000,32$ gramas
- $\sigma_p = 2,26$ gramas
- $\varepsilon = 0,32$

O valor médio das medições da lança do cocho esquerdo dado pela equação (4) é: $1000,32 \pm 1$ gramas

Pela Tabela 4 pode-se observar a ocorrência de falhas no teste de bancada do primeiro sistema de automação

Tabela 4 – Falhas no teste de bancada do primeiro sistema de automação

Dias corridos (total de 30)	Falha
3	Travamento do sistema na troca de dados entre os módulos M1 e M2
4	Travamento do sistema na troca de dados entre os módulos M1 e M2
6	Travamento do sistema na troca de dados entre os módulos M1 e M2
9	Perda de dados para rastreabilidade
16	Perda de dados para rastreabilidade
18	Perda de dados para rastreabilidade

Em termos do travamento do sistema na troca de dados, aplicou-se o diagrama de Ishikawa e analisando todos os fatores que possam ter gerado a falha do equipamento pelo uso do método MASP, apontou-se todas as principais possíveis causas que podem ter ocasionado o travamento do sistema na troca de dados entre os módulos M1 e M2 (Figura 51):

Figura 51 - Diagrama de Ishikawa - Travamento do sistema na troca de dados entre os módulos M1 e M2

Análise do diagrama de Ishikawa - Travamento do sistema na troca de dados entre os módulos M1 e M2:

- MÃO DE OBRA: não apresentou manuseio inadequado;
- MEIO AMBIENTE: houve interferência do ventilador de teto que fazia com que os sensores de presença ficassem acionados

Ação de correção: isolamento dos sensores de presença.

Resultado: eliminou a falha.

- MATERIAIS: placa feita com material de baixa qualidade e ao se deformar quebrava trilhas soldadas.

Ação de correção: mudança no material das outras placas e reforço na solda das trilhas.

RESULTADO: eliminou a falha.

- MÁQUINA: a princípio não houve erros de projeto..
- MEDIÇÕES: não houve oscilações registradas durante a ocorrência dos defeitos, porém foi necessária a troca dos sensores de presença, que tinham um tempo de resposta muito lento gerando um atraso no processo conhecido como tempo morto.

Todo processo possui características que determinam atraso na transferência de energia o que conseqüentemente dificulta a ação de controle, visto que elas são inerentes aos processos. Tempo Morto é o intervalo de tempo entre o instante em que o sistema sofre uma variação qualquer e o instante em que esta começa a ser detectada pelo elemento sensor.

Ação de correção: Troca de marca do sensor.

Resultado: eliminou a falha.

- MÉTODOS: constavam erros de configuração e programação.

Ação de correção: correções no programa e ajustes de configuração.

Resultado: eliminou a falha.

Com isso sanou-se a falha de travamento do sistema na troca de dados entre os módulos M1 e M2 no experimento em bancada do primeiro sistema de automação.

Em relação à perda de dados para rastreabilidade, aplicou-se o diagrama de Ishikawa e analisando todos os fatores que possam ter gerado a falha do equipamento pelo uso do método MASP, apontou-se todas as principais possíveis causas que podem ter ocasionado o travamento do sistema na troca de dados entre os módulos M1 e M2 (Figura 52):

Figura 52 - Diagrama de Ishikawa - Perda de dados para rastreabilidade

Análise do diagrama de Ishikawa - Perda de dados para rastreabilidade:

- MÃO DE OBRA: não apresentou manuseio inadequado;
- MEIO AMBIENTE: não apresentou interferência.
- MATERIAIS: placa feita com material de baixa qualidade e ao se deformar quebrava trilhas soldadas.

- Ação de correção: mudança no material das outras placas e reforço na solda das trilhas.
- Resultado: eliminou a falha.
- MÁQUINA: houve erro na escolha de componentes
- Ação de correção: Substituição do pen drive, no qual eram salvos os dados de rastreabilidade gerados pelo sistema.
- Resultado: eliminou a falha.
- MEDIÇÕES: não houve oscilações registradas durante a ocorrência dos defeitos.
- Métodos: contavam erros de programação.
- Ação de correção: correções no programa.
- RESULTADO: eliminou a falha.

Com isso, sanou-se a falha de perda de dados para rastreabilidade no experimento em bancada do primeiro sistema de automação.

Decorrente das falhas e do tempo gasto para a sua solução o número de ciclos feito no teste foram de 300, seguindo o protocolo estabelecido.

O teste em campo foi realizado em uma granja comercial de produção de suínos, localizada no estado de São Paulo na cidade de Elias Fausto para levantamento dos dados para a rastreabilidade do processo produtivo e analisar o funcionamento do primeiro sistema de automação.

O primeiro sistema de automação foi montado no conjunto mecânico, foi feita a instalação elétrica e de aterramento, os módulos M1 e M2 foram ligados em um *no-break* garantindo seu funcionamento em quedas de tensão.

Os testes iniciais tiveram como metodologia o mesmo protocolo de atividade do teste de bancada e posteriormente foram introduzidos animais para verificar a aceitação dos mesmos ao alimentador.

Porém no início do teste de campo houve muitos problemas não permitindo correto seguimento do protocolo. Os principais problemas foram:

- Erro na pesagem da ração

- Queima de componentes eletrônicos;
- Falha na troca de dados entre os módulos e travamento do sistema;

Em relação ao erro na pesagem da ração, aplicando-se o diagrama de Ishikawa e analisando todos os fatores que possam ter gerado as falhas do equipamento através do uso do método MASP. Aplicando o diagrama de Ishikawa para o erro na pesagem da ração (Figura 53).

Figura 53 - Diagrama de Ishikawa – Erro de pesagem.

- **MEDIÇÕES:** o motor principal mesmo montado em um redutor transferia a ração de forma muito rápida para a balança e o tempo de resposta do sistema de pesagem não acompanhava esta velocidade de transferência.
- **Ação de correção:** Introdução de um inversor de frequência para controlar a rotação do motor e para-lo no instante exato em que o valor estipulado de ração seja atingido.
- **RESULTADO:** eliminou a falha.

Em relação à queima de componentes eletrônicos, aplicando-se o diagrama de Ishikawa para queima de componentes eletrônicos (Figura 54).

Figura 54 - Diagrama de Ishikawa – Queima de componentes

O problema foi encontrado nos itens abaixo:

- MÁQUINA (erro de projeto), MÃO DE OBRA (desinteresse e desqualificação técnica dos desenvolvedores do sistema), MATERIAIS (baixa qualidade) (Figura 55).
- Ação de correção: novo projeto eliminando o módulo M1 do sistema e criando uma interface que usando o sistema de rede ZigBee transmitiria os dados gerados no módulo M2 e estes dados seriam trabalhados por um computador onde um programa supervisorio faria a função do módulo M1 (Figuras 56).
- RESULTADO: eliminou a falha.

Figura 55 - Componentes queimados e falta de qualidade na confecção

Figura 56 - Equipamento desenvolvido que faz a interface entre o módulo M2 e o programa supervisor

Em termos da aplicação do diagrama de Ishikawa para a falha na troca de dados e travamento do sistema (Figura 57).

Figura 57 - Diagrama de Ishikawa – Falha na troca de dados e travamento do sistema

O problema foi encontrado nos itens abaixo:

- MÁQUINA: mal funcionamento dos sensores devido aranhas ficarem se movimentando no seu raio de ação travando o sistema,
- MEDIÇÃO: Harmônica gerada pelo inversor de frequência interferia no sinal das antenas do sistema RFID e , módulo de rede ZigBee para instalação em malha não adequado ao sistema.
- MÉTODO: erros de configuração na rede gerando um tempo muito grande entre o envio do dado e o seu retorno, gerando travamento do sistema.
- Ação de correção: blindagem do sistema e de todos os cabos, aterramento da blindagem, limpeza e dedetização do equipamento.
- RESULTADO: a falha persiste.

Sendo assim o primeiro sistema de automação não possibilitou o termino da maquina e foi descartado o seu uso em campo.

Outros fatores contribuíram para que o primeiro sistema de automação fosse desconsiderado inadequado para o projeto. Um destes fatores foi o abandono pela empresa desenvolvedora do sistema, que se recusou a dar assistência em campo, mostrando que a escolha de um desenvolvedor deve passar por critérios qualificadores mais aprimorados e uma acessória jurídica para que se possa através de contrato evitar tal atitude.

Outro fator inusitado foi a presença constante de insetos que como já relatado interferiam no sensor de presença e em determinado momento houve a queima de uma fonte de alimentação decorrente da entrada em seu interior de uma aranha conforme Figura 58.

Figura 58 - Aranha dentro de equipamento eletrônico

O computador utilizado no experimento com a finalidade de comandar o sistema de alimentação pelo programa de supervisão do equipamento e de registrar os experimentos em vídeo, queimou duas vezes durante os trabalhos sendo necessária a troca da sua placa mãe.

O sistema em alguns dias de funcionamento na presença de oito animais em baia coletiva fechada de aproximadamente quarenta e cinco metros quadrados de área, visando intensificar a busca de alimento pelos animais e testar o sistema de alimentação, mostrou uma perfeita aceitação do animal ao sistema. Em menos de uma hora os oito animais acessaram o alimentador, e a ração foi liberada na dosagem correta conforme Figuras 59, 60 e 61.

Figura 59 - Animais testando o alimentador

Figura 60 - Animais testando o alimentador e ao fundo animais em busca de alimento em baia convencional

Figura 61 - Aceite do animal ao sistema do alimentador

No segundo sistema de automação foi utilizado um CL (controlador lógico programável), que é digital e imune a ruídos e interferências eletromagnéticas, permite varias configurações para montagem de redes, onde vários equipamentos por meio de um protocolo de comunicação e rede Ethernet se comunicariam.

Uma rede permite a troca de informações (envio e recebimento) entre alimentadores. As redes Ethernet utilizam o protocolo CSMA (Carrier Sense Multiple Access) para coordenar o acesso ao meio de transmissão. O endereçamento é feito com base numa sequência de 6 bytes (48 bits) habitualmente conhecida por endereço físico, endereço MAC ou endereço ethernet. O formato de trama Ethernet usa um cabeçalho de 14 bytes: 6 bytes para o endereço de origem; 6 bytes para o endereço de destino e mais dois bytes contendo o número de total de bytes de dados transmitidos. A inicial CSMA refere-se a um protocolo que permite a partilha do meio de transmissão baseando-se na detecção da existência de uma transmissão em curso (Carrier Sense). Quando um nó pretende emitir dados, verifica se o meio de transmissão está livre, se for esse o caso procede à emissão.

Por esse protocolo de rede, apenas um CL usado no sistema de alimentação interagindo com o supervisor, pode comandar outros cento e vinte e oito alimentadores. Desta forma viabilizando o sistema em uso em grande escala (Figura 62).

O procedimento para validação seguiu a o mesmo protocolo de ciclos de acionamentos do primeiro sistema. Visando garantir que o sistema não tenha falhas na aplicação no campo, foi montada uma bancada de testes utilizando todos os componentes do sistema (balanças de motores), visando a simulação sistema (Figura 63).

Figura 62 – CL montado no Painel do segundo sistema de automação

Figura 63 – Segundo sistema de automação em bancada de teste

A validação das balanças foi feita seguindo a metodologia do primeiro sistema, Foram realizadas cinquenta medições, destas medições foi calculado o valor médio das medições, o desvio padrão e o erro da média.

Seguindo a metodologia estatística foram encontrados os seguintes resultados:

Para a balança principal:

- $\overline{D} = 1000,06$ gramas
- $\sigma_p = 0,42$ gramas
- $\varepsilon = 0,06$
- O valor médio das medições da bança principal é: $1000,06 \pm 1$ gramas.

Sendo assim, ao liberar 1000 gramas de ração, o sistema na verdade estará fornecendo ao animal 1006 gramas com tolerância de mais ou menos um grama.

Para a balança do cocho direito:

- $\overline{D} = 1000,04$ gramas
- $\sigma_p = 0,28$ gramas
- $\varepsilon = 0,04$
- O valor médio das medições da lança cocho direito é: $1000,04 \pm 1$ gramas

. Para a balança do cocho esquerdo:

- $\overline{D} = 1000,08$ gramas
- $\sigma_p = 0,56$ gramas
- $\varepsilon = 0,08$

- O valor médio das medições da lança do cocho esquerdo é: $1000,08 \pm 1$ gramas

Estes valores de boa precisão devem-se ao ajuste da balança feito pelo programa do CL, que permitiu um ajuste fino ao sistema. As células de carga são ligadas a conversores de sinal analógico/analógico de 0 a 10 volts, e estes estão conectados ao CL (Figura 64).

Figura 64 - Ajuste da balança é feito pelo programa do CL

Para se estabelecer a confiabilidade do sistema foi feito um ciclo de 1200 acionamentos do sistema, simulando a alimentação de trinta animais com acesso a comida (duas vezes diárias) em uma distribuição temporal de vinte dias (480 horas), onde não foram constatados falhas. Sendo assim, chegou-se a um sistema ideal para o alimentador automático.

O desenvolvimento do sistema de alimentação automático com RFID, terá seu prosseguimento com a introdução de animais verificando análise comportamental o e resultados do processo de gestação.

3 CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos pôde-se concluir que:

- O desenvolvimento do sistema automatizado de alimentação individualizada para suínos atendeu a individualidade do animal permitindo a rastreabilidade do processo;
- A automação do sistema de alimentação pelo layout desenvolvido foi validada tendo grande aceitação pelo animal, que durante o período de observação não evidenciou sinais de stress; e
- O processo de desenvolvimento do sistema de alimentação proposto com a sua estrutura mecânica e a automação do sistema mostraram ser um processo desafiador apresentando muitas variáveis a serem descobertas e analisadas.

REFERÊNCIAS

- ABRAHAO, Abrão Antônio Ferreira; VIANNA, Wagner Loesch; CARVALHO, Luiz Fernando de Oliveira e Silva and MORETTI, Aníbal de Sant'Anna. Causas de mortalidade de leitões neonatos em sistema intensivo de produção de suínos. **Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.** [online]. 2004, vol.41, n.2, pp. 86-91. ISSN 1413-9596. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-95962004000200002>.
- AKSIT, M.; YALÇIN, S.; OZKAN, S.; METIN, K.; OZDEMIR, D. Effects of temperature during rearing and crating on stress parameters and meat quality of broilers. **Poultry Science**, Champaign, n. 85, p. 1867-1874, 2006.
- ALVES, S.P.; SILVA, I.J.O.; PIEDADE, S.M.S. Avaliação do bem-estar de poedeiras comerciais: efeitos dos sistema de criação e do ambiente bioclimático sobre o desempenho das aves e a qualidade de ovos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, n. 5, v. 36, p. 1388-1394, 2007.
- BARNABE F. A. XVIII SIICUSP In: Simpósio Internacional de Iniciação Científica 18 2010. **Desenvolvimento de Sistemas de Automação para a Vocalização de Suínos**, p. 45.
- BAXTER E.M., LAWRENCE A.B, EDWARDS S.A. Alternative farrowing accommodation: welfare and economic aspects of existing farrowing and lactation systems for pigs. **Animal**. Reino Unido v.6, n.1, p. 96-117, 2012.
- BFL-ONLINE.DE, Sauen automatisch auf Kondition füttern Feeding sows automatically to best condition. Disponível em: < http://www.bfl-online.de/index.php?lang=1&ge0=0160-001&ge1=0160-001-007-0004&Pfachinfo_id=52>, Acesso em set, 2008.
- BITKOM. RFID White Paper Technology, Systems, and Applications, German Association for Information Technology, Germany, p. 112-145, 2005
- BOLZANI, C. A. M., **Residência Inteligentes, Domótica, Redes Domésticas, Automação Residencial**, 1ª Ed. São Paulo, Livraria da Física, p, 68-83, 2004.
- BORGES, G. **Utilização da pressão sonora (ruído) como indicativo de bem-estar animal na produção industrial de suínos**. 2008 p. 139. Dissertação (Mestrado em Física do Ambiente Agrícola) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008
- BROOM, D.M. Animal Welfare: Concepts and Measurements. **Journal of Animal Science**, Stanford, n. 69, p. 4167-4175, 1991.
- BROOM, D.M.; MOLENTO, C.F.M. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas (revisão). **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, n.2, v.9, p. 1-11, 2004.
- BRUCE, J. M. and CLARK, J. (1979). Models of heat production and critical temperature for growing pigs. **Animal Production**, Cambridge v. 28, p. 353-369, 1979. doi:10.1017/S0003356100023266.

CAMPOS, V.F. **TQC – Controle da Qualidade Total** (no estilo Japonês) –Minas Gerais: Indgtecs, 2004, p. 47-93.

CANZIAN, E. **Comunicação Serial RS-232** - Minicurso. Disponível em: < <http://tecnociencia.inf.br/comunidade/arqautor/edmur/csrs232.swf>>. Acesso em 15 mar.2009.

CHEVILLON, P. **O bem estar dos suínos**. Disponível em: < <http://www.embrapa.gov.br> >. Acesso em: 10 m.. 2009.

COLOSIMO, E. A.; GIOLO, S. R. **Análise de Sobrevivência Aplicada**. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 2006, , p. 27-65.

COELHO, E. **Sistema de Informação para Auxílio no Desenvolvimento de Novos Produtos**. Florianópolis , Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

CURTIS, M; SPREAFICO; RADICI, C; FRASSONI, C. Calcium-binding protein immunoreactivity in the piriform cortex of the guinea-pig: Selective staining of subsets of non-gabaergic neurons by calretinin **Neuroscience**, v. 83, n.1 , p. 229–237, 1998. <http://dx.doi.org/10.1016/S0306>

FARMANIMAL WELFARE COUNCIL–FAWC: Five Freedoms.Disponível em:<<http://www.fawc.org.uk/freedoms.htm>>. Acesso em: 01 ago.2007.

FOLHA DE SÃO PAULO. Micro ajuda a vender gado de corte, **Jornal Folha de São Paulo**, Caderno Folha Infoshop, p. 1, 20 de janeiro, 1997.

FURTADO, C. S. D. , MELLAGI,A. P. G., CYPRIANO C. R. Influência do peso ao nascimento e de lesões orais, umbilicais ou locomotoras no desempenho de leitões lactentes. **Acta Scientiae Veterinariae**. Porto alegre, v. 40 n. 4 p. 10-77, 2012.

FRASER, D. Animal ethics and animal welfare science: bridging the two cultures. **Applied Animal Behaviour Science**, Vancouler, v.65, n.I, p.171-189, 1999.

GALLOIS M., LE COZLER Y. & PRUNIER A.. Influence of tooth resection in piglets on welfare and performance. **Preventive Veterinary Medicine**. Saint Gilles v. 69, n1/2 p. 13-23, 2005.

GEORGINI, M. **Automação Aplicada**: descrição e implementação de sistemas sequencias com PLC's. 9. Ed. Tatuapé. SP.: Ed. Érica, 2003. 217p.

HEINZMANN, C. E. Adoção de sistemas de informação como estratégia competitiva nas grandes empresas do setor do agronegócio da região oeste do estado do Paraná. In: Congresso Luso-Brasileiro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Agro-Pecuária, 2004, Santarém - Portugal. APDTICA, SBI-AGRO, 2004. v. 1. p. 1-10.

HELB, Gilbert. **Comunicação de dados**. Tradução da de Vandenberg de Sousa, Campus, Rio de Janeiro, 1999. 124-145 p.

HERSOM, Matt e WAHRMUND, Jacline **Co-product and Rumen Degradable Protein Supplementation of Beef Steers Fed Bahiagrass Forage**. University of Florida Department of Animal Sciences, Florida Beef Report, 2009, 91p.

HIDRO MIX Sistema de alimentação líquida. Disponível em: <<http://www.bigdutchman.com.br/index.php/produtos/suino cultura/alimentacao-liquida>> Acesso em 5 nov. 2012.

IDEA (Identification Electronique des Animaux), Stratégie pour l'identification électronique des animaux à grande échelle. C.C.R Ispra - DG VI/G4. 2000.18p.

IIDA, Itiro. **Ergonomia: Projeto e Produção**. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 4ª ed., 1997.22-112p.

JEREMIAS, A. **Uso do MASP pela Manutenção Industrial aplicado a uma linha de Usinagem**, Joinville 2010, 38-69p.

JÚNIOR, Francisco Guerra Jernandes; **Metodologia para re-sintonia de controladores PID industriais**, 2006, p.45-58 Dissertação de Mestrado Eng. Elétrica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte Natal-RN fevereiro de 2006.

KILBRIDE A.L., MENDL M., STATHAM P., HELD S., HARRIS M., COOPER S, GREEN L.E. A cohort study of preweaning piglet mortality and farrowing accommodation on 112 commercial pig farms in England. **Preventive Veterinary Medicine**. Warwick, v.104, n.3/4, p. 281-291, 2012.

KORTHALS, R.L.; McDONALD, T.P.; EIGENBERG, R.A. Experiences with transponders for monitoring bioenergetic responses. In: ASAE MEETING PRESENTATION, Anais Charlotte 1992,. 1 CD-ROM

LFL - Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft; Bavarian State Research Center for Agriculture. Automatische Grundfutterwiegetröge für Rinder/Schafe/Schweine. Disponível em: < <http://www.lfl.bayern.de/ilt/mechatronik/06925/>>, Acesso em, 30 set. 2008.

LIN, H.; JIAO, H.C; BUYSE, J.; DECUYPERE, E. Strategies for preventing heat stress in poultry. **World's Poultry Society Journal**, Cambridge, v. 62, p.71-86, 2006.

LIVRO BRANCO. Disponível em: <<http://europa.eu.int/eur-lex/pt/com/wpr/1999/com>>. Acesso em: 11, out, 2008.

LUGLI, A.; SANTOS, Max Mauro Dias; FRANCO, L. R. H. R. . Redes ETHERNET Industriais e o padrão PoE. **Revista C & I. Controle & Instrumentação**, São Paulo, v. 160, p. 47-48, 2010.

MALUCELLI, A. Sistema informatizado para controle de suínos. In: CONGRESSO E MOSTRA DE AGROINFORMÁTICA - InfoAgro2000, Ponta Grossa. Anais ... Ponta Grossa: UEPG, 2000. 1 CD-ROM.

MEDINA, H. V. de. Design for continuous Innovation: a case study on the sustainability of the automobile for the 21th century. In: CONFERENCE AT WASHINGTON AND LEE UNIVERSITY, EUA, Proceedings, oct, 2001

MESSIAS, A. R. Controle remoto e aquisição de dados via XBee/ZigBee. 2008. Disponível em: <http://www.rogercom.com/ZigBee/ZigBee.htm>, acesso em 04 set. 2012.

MIYAGI, P. E. **Controle Programável: fundamentos do controle de sistemas a eventos discretos**. Rio de Janeiro: Ed. E. Blücher, 1996. 194p.

MOLENTO, C.F.M. **Bem-estar e produção animal: Aspectos econômicos - Revisão**. Archives of Veterinary Science, v.10, n.1, p.1-11. 2005.

MOUNT, L. E. and STEPHENS, D. B. The relation between body size and maximum and minimum metabolic rates in the new-born pig. **Jounal Physiol**, Cambridge, 207, pp. 417-427 With 2 text-figures; Printed in Great Britain, 1970

NEVES, P.H.C.S.Antonio, 2008, p. 32-59. **Tecnologias para Gestão Multimodal de Bagagens**. Dissertação de mestrado Sistemas de Informação, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, set 2008.

NOBLET, J., J. Y. DOURMAD, DIVIDICH, J. L , and DUBOIS, S. .Effect of ambient temperature and addition of straw or alfafa in the diet on energy metabolism in pregnant sows. **Livestock Production Science**. v.21 p.309, 1989.

NUNES, V. **Gestão da Qualidade**, maio de 2010, 21-66p.

O ESTADO DE SÃO PAULO. Microchip identifica animais em qualquer lugar do mundo, Jornal O Estado de São Paulo, 04 mar de 1996.(Caderno de Informática G-10)

PAHL G. & BEITZ W. **Engineering design: a systematic approach**. . 2nd. ed Berlin: Springer - Verlag, 1988. 154-189p.

PANDORFI, H. ; OLIVEIRA , I. J., MOURA, D. J. de. Análise de imagem aplicada ao estudo do comportamento de leitões em abrigo escamoteador. **KELLY BOTIGELI SEVEGNANI 4THESIS** São Paulo, ano I, v. 1, p. 82-99, 1º Semestre. 2004 5p.

PANZARDI A., Marques B. M. F. P. P., Heim G., Bortolozzo F. P., Wentz I., Fatores que influenciam o peso do leitão ao nascimento **Acta Scientiae Veterinariae**. V.37 n. 1: p. s52-s56, 2009.

PAUS, A. Near Field Communication in Cell Phones, Ruhr-Universitat Bochum, 2007

PEREA, A.T.; ISAÍAS, G.T.; MALDONADO, F.G. Técnicas de medición de estrés en aves. Veterinaria México, Cidade do México, n.4, v.28, p. 345-351, 1997.

PIZZUTTO, C.S.; SGAI, M.G.F.G.; VIAU, P.;CHELINI, M.O.M.; OLIVEIRA, C.A.; GUIMARÃES, M.A.B.V. Validação laboratorial e fisiológica de conjuntocomercial para a quantificação de corticóides fecais em chimpanzé (*Pan troglodytes*) e orangotango (*Pongo pygmaeus*), cativos e submetidos a enriquecimentos ambientais. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 45, suplemento, p.104-110, 2008.

RFID JOURNAL. Norwegian Food Group Nortura to Track Meat. Disponível < <http://www.rfidjournal.com/article/view/4208/>>, Acesso em 20/10/2008

RISI, N. **Uso da vocalização como indicador patológico em leitões na fase de maternidade**. 2010. 95p. Dissertação (Mestrado em Física do Ambiente Agrícola) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

Robô tratador de suínos. Disponível em < <http://www.youtube.com/watch?v=agFxGILng1c>> Acesso em 5 nov. 2012

SABER ELETRÔNICA ON-LINE. Seal integra projeto-piloto para teste de RFID. Disponível em <[HTTP://www.sabereletronica.com.br/secoes/leitura_noticia/302](http://www.sabereletronica.com.br/secoes/leitura_noticia/302)> Acesso em 23 out,2008

Silva, I J O, Pandorfi, H, Piedade,S M S. Influência do sistema de alojamento no comportamento e bem-estar de matrizes suínas em gestação, R. Bras. Zootec., v.37, n.7, p.1319-1329, 2008

SILVA, K O.; NAAS,I A. Avaliação do uso de identificadores eletrônicos em suínos. Eng. Agríc., Jaboticabal, v. 26, n. 1, abr. 2006 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162006000100002&lng=pt&nrm=iso>, Acesso em: 05 fev. 2009. doi: 10.1590/S0100-69162006000100002.

SILVEIRA, P.R., SANTOS, W. E. **Automação e Controle Discreto**. 9ª ed. São Paulo – SP, Editora Érica, 2007, 72-83p.

SIMONETTI, Marcelo J. A importância da Engenharia da Confiabilidade e os conceitos básicos de distribuição de Weibull. **Revista Sapere**, Tatuí, v. 2, n 1 , s. p., jan - jun, 2010.

SLACK, N., CHAMBER S., JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo, SP. Editora ATLAS. 1997, 117-153p.

SLACK, N., CHAMBER S., JOHNSTON. **Administração da Produção** , ., 2a ed, São Paulo: Atlas Ed., 2002, 147-166p.

TEZA, V. R., **Alguns Aspectos sobre Automação Residencial – Domótica**, 2002, 33-59p. Dissertação de Mestrado em Engenharia Eletrica, Universidade Federal de Santa Catarina , Santa Catarina, 2002.

VARKENS HACKEN COMPUTERSYSTEM. Disponível em <http://www.dumpert.nl/mediabase/653971/5b7b0636/varkens_hacken_computersysteem.html&usg=ALkJrhnnLmVD6BYPskZE0cYUsNADGrjLIQ> Acesso em 5 nov. 2012.

WARRISS, P. D. **Meat science**: an introductory text. Wallingford: CABI Publishing, 2000.310p.

XAVIER, J. Manutenção Classe Mundial – Engeman, 1998. Disponível em: <<http://www.engeman.com.br/PTB/artigostecnicos0.asp>> Acesso em 20 out. 2011.

ANEXOS

ANEXO A: Esquemas dos módulos de controle do primeiro sistema de automação

ANEXO B: Programa do cocho dos primeiro sistema de automação

```
#include <C:\Users\Admin\Projetos\AltoPlg\cocho\cocho.h>

#include <C:\Users\Admin\Projetos\AltoPlg\cocho\lcd4.c>

#include <string.h>

#include <math.h>

#define chave input(pin_a4) //chave para selecionar o motor de programação

#define bot1 input(pin_e0) //bot1 para comessar o modo de calibração

#define bot2 input(pin_e1)

#define sen1 input(pin_c0) //sensor de presensa da baia1

#define sen2 input(pin_c1) //sensro de presensa da baia2

#define motorrosca pin_b0 //motor da rosca

#define clockmotor pin_b1 //clock para motor de passo usando o L297 e L298

#define motorDir pin_b2 //pino de direção do motor de passo

#define fim_curso_dir input(pin_b3) //fim de curso para motor de passo para direita tipo na

#define fim_curso_esq input(pin_b4) //fim de curso para motor de passo para esquerda tipo na

#define fim_curso_mid input(pin_b5) //fim de curso para motor de passo do meio tipo na

int enderecomestre[]={0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00};

int set1=1,set2=1;

signed long cont1,cont2;

signed long baia1quanti; //quantidade em analagica de quanta cumida tem na baia

signed long baia2quanti; //quantidade deixada pelo porco

signed long taracilo1; //quantidade de tara da rosca

signed long taracilo2;

signed long quantirosca; //quantidade que a rosca tem que atingir

signed long tarabaia1; //quantidade de tara da baia1

long tarabaia2; //quantidade de tara da baia2

int reset=0;
```

```

#use fixed_io(d_outputs=PIN_d7, PIN_d6,pin_d5,pin_d4,pin_d2,pin_d1)

#use fixed_io(b_outputs=PIN_b0, PIN_b1,pin_b2)

//set_tris_d(0b00001001);

long calibre1,calibre2,calibre,calibre3,calibre4;


long adc_to_g(int ad) //conversao de ad 5volts para peso em gramas
{
    long kg,cont,adcmed=0;

    int32 val=0;

    float volts;

        set_adc_channel(ad);

        delay_ms(1);

    for(cont=0;cont<1000;cont++)
    {

        adcmed=read_adc();

        val+=adcmed;

        delay_us(10);

    }

    //volts=val/10;

    kg=((float)val*20000)/1023000;

    //kg=volts*(20000/4.94);

    return(kg);
}


#int_TIMER1

void TIMER1_isr(void)
{
    cont1++;

    cont2++;

```

```

if(sen1)

    cont1=0;

if(sen2)

    cont2=0;

if(cont1>=48)

{

    set1=1;

    cont1=0;

    limpa_lcd();

    baia1quanti=adc_to_g(2)-calibre3;

    //baia1quanti-=tarabaia1;


}

if(cont2>=48)

{

    limpa_lcd();

    cont2=0;

    set2=1;

    baia2quanti=adc_to_g(3)-calibre4;

    //baia2quanti-=tarabaia2;


}

}

int calcula_cheqsum(int *str,int start,int stop) //str aponta para string start e partir de qual bit vai começa e stop qual bit vai parar

{

    int cheqsum=0,indice;

    for(indice=start;indice<=stop;indice++)

    {

```

```

        cheqsum+=str[indice];

    }

    cheqsum=0xff-cheqsum;

    return(cheqsum);

}

char timed_getc_zigbee()

{

    long timeout;

    timeout=0;

    while(!kbhit())&&(++timeout<50000) // 1/2 second

        delay_us(10);

    if(kbhit())

        return(fgetc());

    else {

        return(0xff);

    }

}

char timed_getc_zigbee2()

{

    int32 timeout;

    timeout=0;

    while(!kbhit())&&(++timeout<5000) // 1/2 second

        delay_us(10);

    if(kbhit())

        return(getc());

    else {

        return(0xff);

    }

}

```

```

char timed_getc_rfid1()

{

    int32 timeout;

    timeout=0;

    while(!kbhit(rfid1)&&(++timeout<5000)) // 1/2 second

        delay_us(10);

    if(kbhit(rfid1))

        return(fgetc(rfid1));

    else {

        return(0xff);

    }

}

```

```

char timed_getc_rfid2()

{

    int32 timeout;

    timeout=0;

    while(!kbhit(rfid2)&&(++timeout<5000)) // 1/2 second

        delay_us(10);

    if(kbhit(rfid2))

        return(fgetc(rfid2));

    else

    {

        return(0xff);

    }

}

```

```

float get_temp()

{

```

```

long temperatura;

float temp,res,logn,volts;

long adc;

set_adc_channel(4);

delay_us(10);

adc=read_adc();

volts=(float)adc*5/1023;

res=((10000*5)/volts)-10000;

//RT = RT0 x e^{b [(1/T) - (1/T0)]

logn=log(res/10000);

//temp=(300831/((74,5*logn)+1009,5))-273;

//temp (1/((logn/B)+0.003354016))-273.15

temp=(1/((logn/3977)+0.003354016))-273.15; //isolando a temperatura

temperatura=volts;


return(temp);

}

void pede_autorizacao()

{

int ind;

int x;

int pinga[]={0x7e,0x00,0x10,0x10,0x00,0x00,0x13,0xA2,0X00,0X40,0x66,0X10,0X17,0X00,0X00,0X00,0X52,0x51,0XCA,0xff};
//matriz para pingar o pingue consiste em enviar dois bytes RD

int enderecocentral[]={0x00,0x0e,0x90,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x01,0x4f,0x4b}; //matriz para
comparação que diz se ta ok caso receba

int endecompara[16];

for(ind=3;ind<=12;ind++)

{

enderecocentral[ind]=enderecomestre[ind-3];

}

for(ind=5;ind<=14;ind++)

```

```

{

pinga[ind]=enderecomestre[ind-5];

}

x=0x4c;

for(ind=5;ind<=14;ind++)

{

x=pinga[ind];

}

pinga[19]=x;//seta o cheqsum

limpa_lcd();

//7E 00 10 10 00 00 13 A2 00 40 66 10 17 00 00 00 00 52 51 CA

do

{

for(ind=0;ind<=19;ind++)

{

putc(pinga[ind]);

}

ind=timed_getc_zigbee();

if(ind==0x7e)

{

x=1;

for(ind=0;ind<16;ind++) //ao chegar no 16 o zigbee não é para enviar nada então ele retorna 0xff

{

endecompara[ind]=timed_getc_zigbee();

if(enderecocentral[ind]!=endecompara[ind])

{

ind=17;

x=0;

}

}

}

```



```

    }

    else

        x=0;

    }while(x==0);

}

void busca_end_mestre()

{

    char nomestr[]={0x08,0x01,'D','N',' ','C','E','N','T','R','A','L',0xFF}; //nome do link onde deseja se conectar terminando com 0xFF

    int startbit=0,x,len=4,checksum=0,checksumverifi;

    start: //caso nao consiga descobrir o endereço tenta até conseguir

    for(x=0;x<=10;x++)

        enderecomestre[x]=0;

    delay_ms(500);

    checksumverifi=0;

    x=0;

    len=0;

    checksum=0xFF;

    do

    {

        len++;

        checksum-=nomestr[x]; //define o checksum

        x++;

    }while(nomestr[x]!=0xFF);

    putc(0x7E); //comessa a enviar os dados para o zigbee

    putc(0x00);

    putc(len);

    //putc(0x08);

    //putc(0x01);

```

```

//putc('D');

//putc('N');

x=0;

do

{

    putc(nomestr[x]); //envia o nome do zigbee a ser enviado

    x++;

}while(nomestr[x]!=0xff);

putc(cheqsum); //envia o cheqsum

// delay_ms(2000);

startbit=timed_getc_zigbee2();//timed_getc_zigbee2(); //verifica o start bit para comessar receber se nao tenta denovo

if(startbit==0x7e)

{

    x=timed_getc_zigbee2();//1

    x=timed_getc_zigbee2();//2

    x=timed_getc_zigbee2();//3

    x=timed_getc_zigbee2();//4

    x=timed_getc_zigbee2();//5

    x=timed_getc_zigbee2();//6

    x=timed_getc_zigbee2();//7

    enderecomestre[8]=timed_getc_zigbee2(); //recebe a primeira parte do endereço my

    enderecomestre[9]=timed_getc_zigbee2(); //recebe a segunda parte do endereço my

    for(x=0;x<8;x++)

    {

        enderecomestre[x]=timed_getc_zigbee2(); //recebe a parte do endereço na parte estendida

    }

    enderecomestre[10]=0xff; //ultima parte do endereço mestre apenas para controle não e utilizado

    cheqsumverifi=timed_getc_zigbee2();

    cheqsum=0x88+0x01+0x44+0x4e;

```

```

for(x=0;x<10;x++)

{

cheqsum+=enderecomestre[x];

}

cheqsum=0xff-cheqsum;

if(cheqsum!=cheqsumverifi)

{

                reset++;

                if(reset>5)

                reset_cpu();

                // byte_lcd(0,0x80);

                // printf(w_lcd,"zigbee problema");

// delay_ms(1500);

// reset_cpu();

goto start;

}

}

else

{

                reset++;

                if(reset>5)

                reset_cpu();

                // byte_lcd(0,0x80);

// printf(w_lcd,"zigbee problema");

// delay_ms(1500);

// reset_cpu();

goto start;

}

```



```
}
```

```
void gets_RFID1(char *ptr[100])
```

```
{
```

```
int i=0;
```

```
do
```

```
{
```

```
    i=0;
```

```
    ptr[i]=fgetc(rfid1);
```

```
    while(ptr[i]!=0x7e)
```

```
    {
```

```
        i++;
```

```
        ptr[i]=fgetc(rfid1);
```

```
    }
```

```
    }while(i<=8);
```

```
}
```

```
void gets_RFID2(char *ptr[100])
```

```
{
```

```
int i=0;
```

```
do
```

```
{
```

```
    i=0;
```

```
    ptr[i]=fgetc(rfid2);
```

```
    while(ptr[i]!=0x7e)
```

```
    {
```

```
        i++;
```

```
        ptr[i]=fgetc(rfid2);
```

```

    }

}while(i<=8);

}

long gets_kg_ok(long &peso,int &bit_autoriza)

{

int x,string[19],cheqsum,i;

        do

        {

                                string[0]=getc();

        }

        while(string[0]!=0x7e);

for(x=1;x<=18;x++)

{

        string[x]=getc();

}

bit_autoriza=string[15];

peso=string[16]<<8;

peso=peso|string[17];

cheqsum=calcula_cheqsum(string,3,17);

// return(bit_autoriza);

}

```

```

long pesa_cocho(int nCOCHO)

{

long peso;

return(peso);

```

```
}
```

```
void parte_potencia(int baia,long peso)
```

```
{
```

```
    float volts;
```

```
    long p1,p2,p3,p4,p5,p6;
```

```
    if(baia==1)
```

```
        quantirosca=((adc_to_g(0)-calibre1)+(adc_to_g(1)-calibre2))+baia1 quanti;
```

```
    if(baia==2)
```

```
        quantirosca=((adc_to_g(0)-calibre1)+(adc_to_g(1)-calibre2))+baia2 quanti;
```

```
    //se
```

```
        //se der problema ativar essa linha
```

```
    //quantirosca=((adc_to_g(0)-taracilo1)+(adc_to_g(1)-taracilo2));
```

```
    //quantirosca=adc_to_g(0)-(adc_to_g(2)+adc_to_g(3)); /////pode dar problemas *****8///// nesta linha se der problema  
    desativar essa linha
```

```
    output_high(motorrosca);
```

```
    while(quantirosca<peso)
```

```
    {
```

```
        //quantirosca=((adc_to_g(0)-taracilo1)+(adc_to_g(1)-taracilo2));
```

```
        if(baia==1)
```

```
            quantirosca=((adc_to_g(0)-calibre1)+(adc_to_g(1)-calibre2))+baia1 quanti;
```

```
        if(baia==2)
```

```
            quantirosca=((adc_to_g(0)-calibre1)+(adc_to_g(1)-calibre2))+baia2 quanti;
```

```
        // volts=(float)read_adc()*4.94/1023;
```

```
        byte_lcd(0,0xc0);
```

```
        printf(w_lcd,"%ld ",quantirosca,peso);
```

```
    }
```

```

output_low(motorrosca);

if(baia==1)

output_high(motordir);

else if(baia==2)

output_low(motordir);

while(fim_curso_esq && fim_curso_dir)

{

    delay_ms(25);

    output_high(clockmotor);

    delay_ms(25);

    output_low(clockmotor);

}

delay_ms(200);

if(baia==1)

output_low(motordir);

else if(baia==2)

output_high(motordir);

while(fim_curso_mid)

{

    delay_ms(10);

    output_high(clockmotor);

    delay_ms(10);

    output_low(clockmotor);

}

}

void main()

{

    char idat1[11]={0x01,0x02,0x03,0x04,0x05,0x06,0x07,0x08,0x09,0x0a};

    char idat2[11];

```



```

char idat1comp[11]; //strig para comparação

char idat2comp[11]; //strig para comparação

char a,b; //inteiros para verificar se recebem

int autorizaali; //inteiro que diz se pode alimetar

int temperatura,ps1;

long pesoenviado,adc,adc1,adc2,adc3,adc4;

float pesotest,temp;

set_tris_a(0b00111111);

set_tris_b(0b11111000);

set_tris_c(0b10010011);

set_tris_d(0b00000101);

set_tris_e(0b00000111);

setup_timer_1(T1_INTERNAL|T1_DIV_BY_8); //52.4 ms overflow

SETUP_ADC(ADC_CLOCK_DIV_64);

SETUP_ADC_PORTS(AN0_TO_AN4_ANALOG );


calibre1=read_eeprom(0x10);//le a parte mais significativa do dado

calibre1=calibre1<<8;//

calibre1=calibre1|read_eeprom(0x11);//le a parte menos significativa do dado


calibre2=read_eeprom(0x12);//le a parte mais significativa do dado

calibre2=calibre2<<8;//

calibre2=calibre2|read_eeprom(0x13);//le a parte menos significativa do dado


calibre3=read_eeprom(0x14);//le a parte mais significativa do dado

calibre3=calibre3<<8;//

calibre3=calibre3|read_eeprom(0x15);//le a parte menos significativa do dado


calibre4=read_eeprom(0x16);//le a parte mais significativa do dado

```

```
calibre4=calibre4<<8;//

calibre4=calibre4|read_eeprom(0x17);//le a parte menos significativa do dado


output_b(0x00);

ini_lcd();


limpa_lcd();

byte_lcd(0,0x80);


printf(w_lcd,"PROCURANDO");


calcula_cheqsum(idat1,0,5);

baia1quanti=adc_to_g(2);

baia2quanti=adc_to_g(3);

busca_end_mestre();

                limpa_lcd();

byte_lcd(0,0x80);

printf(w_lcd,"KUMATECH");

byte_lcd(0,0xc0);

printf(w_lcd,"Tel 15-81168268");

delay_ms(3000);

limpa_lcd();

byte_lcd(0,0x80);

printf(w_lcd,"pronto");

delay_ms(1000);

limpa_lcd();

enable_interrupts(INT_TIMER1);

enable_interrupts(GLOBAL);

temp=get_temp();

while(true)
```

```

{

    byte_lcd(0,0x80);

    printf(w_lcd,"scanning");

while(!chave)

{

    printf(w_lcd,"Monitorando");

    fputc('~',rfid1);

    fputc('~',rfid2);

    a=fgetc(rfid1);

    b=fgetc(rfid2);

    limpa_lcd();

    printf(w_lcd,"valor %c,%c",a,b);

    delay_ms(200);


}

while(chave)

{

    if(bot1)

    {

        byte_lcd(0,0x80);

        printf(w_lcd,"calibracao");

        delay_ms(500);

        // byte_lcd(1,0b11100000);

        byte_lcd(0,0xc0);

        printf(w_lcd,"cilo");

        delay_ms(2000);

        limpa_lcd();

```

```

while(bot1)

{

adc=adc_to_g(0);

adc1=adc_to_g(1);

adc2=adc_to_g(2);

adc3=adc_to_g(3);

byte_lcd(0,0x80);

printf(w_lcd,"%04lu %04lu  ",adc,adc1);

byte_lcd(0,0xc0);

printf(w_lcd,"%04lu %04lu  ",adc2,adc3);

        if(bot2==0)

        {

                                calibre1=adc;

                                calibre2=adc1;

                                calibre3=adc2;

                                calibre4=adc3;

                                ps1=calibre1>>8;

                                write_eeprom(0x10,ps1);

                                ps1=calibre1;

                                write_eeprom(0x11,ps1);

                                ps1=calibre2>>8;

                                write_eeprom(0x12,ps1);

                                ps1=calibre2;

                                write_eeprom(0x13,ps1);

                                ps1=calibre3>>8;

                                write_eeprom(0x14,ps1);

                                ps1=calibre3;

```

```

        write_eeprom(0x15,ps1);

        ps1=calibre4>>8;

        write_eeprom(0x16,ps1);

        ps1=calibre4;

        write_eeprom(0x17,ps1);


        limpa_lcd();

        byte_lcd(0,0x80);

        printf(w_lcd,"peso tara");

        delay_ms(1000);

        byte_lcd(0,0x80);

        printf(w_lcd,"%04lu %04lu   ",adc,adc1);

        byte_lcd(0,0xc0);

        printf(w_lcd,"%04lu %04lu   ",adc2,adc3);

        delay_ms(1000);

    }

}

limpa_lcd();

}

delay_ms(500);

}

}

}

```

Programa do receptor:

```
#include <18F4685.h>

#include <C:\Users\Admin\Desktop\Nova pasta\codigo\cocho\lcd4.c>

#include <string.h>

#include <stdlib.h>

#include <math.h>

//#device *=16

#FUSES NOWDT           //No Watch Dog Timer

#FUSES WDT128          //Watch Dog Timer uses 1:128 Postscale

//#FUSES INTRC_IO       //Internal RC Osc, no CLKOUT

#FUSES HS

#FUSES NOFCMEN          //Fail-safe clock monitor disabled

#FUSES NOIESO           //Internal External Switch Over mode disabled

#FUSES NOPUT           //No Power Up Timer

#FUSES NOBROWNOUT      //No brownout reset

//#FUSES BORV21         //Brownout reset at 2.1V

#FUSES NOPBADEN         //PORTB pins are configured as digital I/O on RESET

#FUSES NOLPT1OSC        //Timer1 configured for higher power operation

#FUSES NOMCLR           //Master Clear pin used for I/O

#FUSES NOSTVREN         //Stack full/underflow will not cause reset

#FUSES NOLVP            //No low voltage prgming, B3(PIC16) or B5(PIC18) used for I/O

#FUSES BBSIZ1K          //1K words Boot Block size

#FUSES NOXINST          //Extended set extension and Indexed Addressing mode disabled (Legacy mode)

#FUSES NODEBUG          //No Debug mode for ICD

#FUSES NOPROTECT        //Code not protected from reading

#FUSES NOCPB            //No Boot Block code protection

#FUSES NOCPD            //No EE protection

#FUSES NOWRT            //Program memory not write protected
```

```

#FUSES NOWRTC          //configuration not registers write protected

#FUSES NOWRTB          //Boot block not write protected

#FUSES NOWRTD          //Data EEPROM not write protected

#FUSES NOEBTR          //Memory not protected from table reads

#FUSES NOEBTRB         //Boot block not protected from table reads

#use delay(clock=2000000)

#use rs232(baud=9600,parity=N,uart1,bits=8,stream=ZIGBEE,errors)

#use rs232(baud=9600,parity=N,xmit=PIN_D2,rcv=PIN_D3,bits=8,stream=VDIP)

int hora,min,sec,dia,mes,ano,semana;

int cocho[10],tag[11];


char timed_getc_zigbee()

{

    int32 timeout;

    timeout=0;

    while(!kbhit())&&(++timeout<200000)) // 1/2 second

        delay_us(10);

    if(kbhit())

        return(getc());

    else {

        return(0xff);

    }

}


int calcula_cheqsum(int *str,int start,int stop) //str aponta para string start e partir de qual bit vai começa e stop qual bit vai parar

{

    int cheqsum=0,indice;

    for(indice=start;indice<=stop;indice++)

    {

```

```

        cheqsum+=str[indice];

    }

    cheqsum=0xff-cheqsum;

    return(cheqsum);
}

recebe_ping()

{

// 7E 00 0E 90 XX XX XX XX XX XX XX XX 01 52 51 XX


    int string[5],i;

    string[0]=timed_getc_zigbee();

    // byte_lcd(0,0x80);

    if(string[0]==0x7e)

    {

        string[1]=timed_getc_zigbee();

        string[2]=timed_getc_zigbee();

        string[3]=timed_getc_zigbee();

        if(string[1]==0x00 && string[2]==0x0e && string[3]==0x90)

        {

            for(i=0;i<10;i++)

            {

                cocho[i]=timed_getc_zigbee();

            }

            return(1);

        }

    }

    else

    return(0);

```



```
}
```

```
void send_ok()
```

```
{
```

```
// 7E 00 10 10 00 XX XX XX XX XX XX XX XX 00 00 4F 4B XX
```

```
int i;
```

```
int string[]={0x7E,0x00,0x10,0x10,0x00,0x99,0x99,0x99,0x99,0x99,0x99,0x99,0x99,0x99,0x00,0x00,0x4F,0x4B,0x99};
```

```
for(i=0;i<8;i++)
```

```
{
```

```
string[i+5]=cocho[i];
```

```
}
```

```
string[19]=calcula_cheqsum(string,3,18);
```

```
for(i=0;i<=19;i++)
```

```
{
```

```
fputc(string[i],zigbee);
```

```
}
```

```
}
```

```
long recebe_tag_temp(char *endereco)
```

```
{
```

```
int temp,i;
```

```
// 7E 00 18 90 XX XX XX XX XX XX XX XX 01 XX XX XX XX XX XX XX XX XX XX XX XX
```

```
int stringtest[27];
```

```
test:
```

```
stringtest[0]=fgetc(zigbee);
```

```
if(stringtest[0]!=0x7e)
```

```

goto test;

stringtest[1]=fgetc(zigbee);

if(stringtest[1]!=0x00)

goto test;

stringtest[2]=fgetc(zigbee);

if(stringtest[2]!=0x18)

goto test;

stringtest[3]=fgetc(zigbee);

//if(stringtest[0]==0x7e && stringtest[1]==0x00 && stringtest[2]==0x18 && stringtest[3]==0x00)

// {

    for(i=4;i<=27;i++)

    {

        stringtest[i]=fgetc(zigbee);

    }

    for(i=0;i<10;i++)

    {

        tag[i]=stringtest[i+15];

    }

    temp=stringtest[26];

// }

return(temp);

}

void send_peso(int sn,long peso)

{

    //7E 00 11 10 00 XX XX XX XX XX XX XX XX 00 00 XX XX XX XX

    int i;

    int string[]={0x7E,0x00,0x11,0x10,0x00,0x99,0x99,0x99,0x99,0x99,0x99,0x99,0x99,0x99,0x00,0x00,0x99,0x99,0x99,0x99};

    for(i=0;i<10;i++)

    {

```

```

    string[i+5]=cocho[i];

}

string[17]=sn;

string[18]=peso>>8;

string[19]=peso;

string[20]=calcula_checksum(string,3,19);

for(i=0;i<=20;i++)

{

    fputc(string[i],zigbee);

    // send_peso(sn,peso);

}

}

main()

{

    //char k,nome_arq[20],dado[100],latitude[20],longitude[20];

    int i,sn;//por1,por2,gps,por23,byte1,byte2; //por1 e por2 são variaveis utilizadas para verificação, para visualizar se ja atingiu a
    quantidade

    long temp,peso;//,indice,testehora,hora_alimentado,testhora,hora_permitida;

    //int32 comand,endereco;

    set_tris_a(0b00010000);

    set_tris_b(0b11110000);

    set_tris_c(0b10010000);

    set_tris_d(0b10001010);

    set_tris_e(0b00000010);

    output_high(pin_d0);

    delay_ms(3000);

```

```

while(true)

{

    i=recebe_ping(); //passo 1

    if(i==1)

    {

        send_ok(); //passo 2

        temp=recebe_tag_temp(tag);

        sn=1;

        peso=1;

        peso=peso>>8;

        send_peso(sn,peso); //passo 3

    }

}

```

ANEXO C: Programa supervisorio do segundo sistema de automação

```

unit U_principal;

interface

uses

    Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,

    Dialogs, Menus, Grids, DBGrids, StdCtrls, ComCtrls, ExtCtrls, Mask,

    DBCtrls, DB, CPort, CPortCtl, janArrowButton, pngimage, jpeg, Unit1,

    VrControls, VrSystem, WinSkinData, SSBaseXP;

```

type

```
TFm_Principal = class(TForm)
```

```
MainMenu1: TMainMenu;
```

```
CadastrodeAnimais1: TMenuItem;
```

```
Cadastro1: TMenuItem;
```

```
Consulta1: TMenuItem;
```

```
Relatrio1: TMenuItem;
```

```
Sair1: TMenuItem;
```

```
StatusBar1: TStatusBar;
```

```
GroupBox1: TGroupBox;
```

```
Timer1: TTimer;
```

```
ComPort1: TComPort;
```

```
GroupBox2: TGroupBox;
```

```
DBGrid1: TDBGrid;
```

```
DBNavigator1: TDBNavigator;
```

```
ComPort2: TComPort;
```

```
ComPort3: TComPort;
```

```
Button2: TButton;
```

```
Sobre1: TMenuItem;
```

```
Usuario1: TMenuItem;
```

```
Cadastro2: TMenuItem;
```

```
Slo1: TMenuItem;
```

```
Animais1: TMenuItem;
```

```
Animais2: TMenuItem;
```

```
Alimentao1: TMenuItem;
```

```
Animais3: TMenuItem;
```

```
Alimentao2: TMenuItem;
```

```
Exportar1: TMenuItem;
```

```
Sair2: TMenuItem;
```

```

GroupBox3: TGroupBox;

Button1: TButton;

Frem_Principal1: TFrem_Principal;

SkinData1: TSkinData;

procedure Cadastro1Click(Sender: TObject);

procedure Timer1Timer(Sender: TObject);

procedure Button1Click(Sender: TObject);

procedure ComPort1RxChar(Sender: TObject; Count: Integer);

procedure JanArrowButton1Click(Sender: TObject);

procedure ComPort2RxChar(Sender: TObject; Count: Integer);

procedure ComPort3RxChar(Sender: TObject; Count: Integer);

procedure Sair2Click(Sender: TObject);

procedure Animais1Click(Sender: TObject);

private

    { Private declarations }

public

    { Public declarations }

end;

var

    Fm_Principal: TFm_Principal;

    RFID, RFID_Dir, RFID_Esq, serial, LADO : string;

    silo : string[6];

    ContRecb, CodSobraDir, CodSobraEsq :integer;

implementation

uses U_Cadastro, U_Banco;

{$R *.dfm}

```

```
procedure TFm_Principal.Cadastro1Click(Sender: TObject);
```

```
begin
```

```
Fm_CadastroAnimal.show;
```

```
end;
```

```
procedure TFm_Principal.Timer1Timer(Sender: TObject);
```

```
var
```

```
xnome, hora, peso: string;
```

```
cod, fim, xcod, hr, min, count, count1: integer;
```

```
begin
```

```
if (RFID <> '') then begin
```

```
DM_Banco.IBQ_ALIMENTADOR.Last;
```

```
cod:= DM_Banco.IBQ_ALIMENTADORCOD_ALIMENTADOR.Value+1;
```

```
xnome:=RFID;
```

```
if (LADO = '1') then //Desabilita serial lado direito
```

```
Comport2.Connected:= false;
```

```
if (LADO = '2') then //Desabilita Serial lado esquerdo
```

```
Comport3.Connected:=false;
```

```
with Dm_Banco.IBQ_Animalis do begin
```

```
close;
```

```
sql.clear;
```

```
sql.add ('select * from ANIMAIS where COD_RFID like :pNome');
```

```
sql.add ('order by COD_RFID');
```

```
parambyname('pnome').asstring := xnome;
```

```
prepare;
```

```

    open;

end;

xcod:=DM_Banco.IBQ_AnimaisCOD_ANIMAL.Value;

if (Lado ='1') then

    CodSobraDir:=xcod;

if (Lado ='2') then

    CodSobraEsq:=xcod;

if DM_Banco.IBQ_AnimaisCOD_RFID.Value = RFID then begin

    with Dm_Banco.IBQ_ALIMENTADOR do begin

        close;

        sql.clear;

        sql.add ('select * from ALIMENTADOR where COD_ANIMAL like :pNome AND DATA like :pdata');

        sql.add ('order by INDICE');

        parambyname('pname').AsInteger:= xcod;

        parambyname('pdata').AsDate:=strtodate(FormatDateTime('dd/mm/yyyy',date));

        prepare;

        open;

    end;

    DM_Banco.IBQ_ALIMENTADOR.Last;

    count:=DM_Banco.IBQ_ALIMENTADORINDICE.Value;

    hora:=DM_Banco.IBQ_ALIMENTADORHORA.Value;

    if DM_Banco.IBQ_ALIMENTADORCOD_ALIMENTADOR.Value >=1 then begin

        hr:=strtoint(hora[1]+hora[2]);

        hr:=strtoint(FormatDateTime('hh',now))-hr;

    end

else

    hr:=1;

    RFID:=";

    //showmessage('passo1'+ ' '+inttostr(hr));

    if count < DM_Banco.IBQ_AnimaisPORCOES.Value then begin

```



```

//  showmessage('passo2'+ ' '+inttostr(hr));

if hr >= 1 then begin

//    showmessage('passo3'+ ' '+inttostr(hr));

    DM_Banco.IBQ_ALIMENTADOR.Last;

    DM_Banco.IBQ_ALIMENTADOR.Append;

    DM_Banco.IBQ_ALIMENTADORCOD_ALIMENTADOR.Value:=cod;

    DM_Banco.IBQ_ALIMENTADORCOD_ANIMAL.Value:=xcod;

    DM_Banco.IBQ_ALIMENTADORINDICE.Value:=count+1;

    DM_Banco.IBQ_ALIMENTADORCOD_RFID.Value:=xnome;

    DM_Banco.IBQ_ALIMENTADORTEMPERATURA.Value:=31.1;

    DM_Banco.IBQ_ALIMENTADORHORA.Value:=FormatDateTime('hh:mm',now);

    DM_Banco.IBQ_ALIMENTADORDATA.Value:=strtodate(FormatDateTime('dd/mm/yyyy',date));

    DM_Banco.IBQ_ALIMENTADORAUTORIZAR.Value:='S';

    DM_Banco.IBQ_ALIMENTADOR.ApplyUpdates;

    DM_Banco.IBT_Banco.CommitRetaining;

    peso:=floattostr((DM_Banco.IBQ_AnimaisPeso.Value/DM_Banco.IBQ_AnimaisPORCOES.Value)*1000);

    //
edit1.Text:=inttostr(strtoint(floattostr((DM_Banco.IBQ_AnimaisPeso.Value/DM_Banco.IBQ_AnimaisPORCOES.Value)*1000)));

    Comport1.WriteStr(LADO+', '+Peso+',0');

    //Codigo enviado ao Painel

end

else begin

//Comport1.WriteStr('n');

    DM_Banco.IBQ_ALIMENTADOR.Last;

    DM_Banco.IBQ_ALIMENTADOR.Append;

    DM_Banco.IBQ_ALIMENTADORCOD_ALIMENTADOR.Value:=cod;

    DM_Banco.IBQ_ALIMENTADORCOD_ANIMAL.Value:=xcod;

    //DM_Banco.IBQ_ALIMENTADORINDICE.Value:=count+1;

    DM_Banco.IBQ_ALIMENTADORCOD_RFID.Value:=xnome;

```

```

//DM_Banco.IBQ_ALIMENTADORTEMPERATURA.Value:=31.1;

DM_Banco.IBQ_ALIMENTADORHORA.Value:=FormatDateTime('hh:mm',now);

DM_Banco.IBQ_ALIMENTADORDATA.Value:=strtodate(FormatDateTime('dd/mm/yyyy',date));

DM_Banco.IBQ_ALIMENTADORAUTORIZAR.Value:='N';

DM_Banco.IBQ_ALIMENTADOR.ApplyUpdates;

DM_Banco.IBT_Banco.CommitRetaining;

// peso:=strtoint(floattostr((DM_Banco.IBQ_AnimaisPeso.Value/DM_Banco.IBQ_AnimaisPORCOES.Value)*1000));

// edit1.Text:='Não autorizado';

end;

end

else begin

//Comport1.WriteStr('n');

DM_Banco.IBQ_ALIMENTADOR.Last;

DM_Banco.IBQ_ALIMENTADOR.Append;

DM_Banco.IBQ_ALIMENTADORCOD_ALIMENTADOR.Value:=cod;

DM_Banco.IBQ_ALIMENTADORCOD_ANIMAL.Value:=xcod;

//DM_Banco.IBQ_ALIMENTADORINDICE.Value:=count+1;

DM_Banco.IBQ_ALIMENTADORCOD_RFID.Value:=xnome;

//DM_Banco.IBQ_ALIMENTADORTEMPERATURA.Value:=31.1;

DM_Banco.IBQ_ALIMENTADORHORA.Value:=FormatDateTime('hh:mm',now);

DM_Banco.IBQ_ALIMENTADORDATA.Value:=strtodate(FormatDateTime('dd/mm/yyyy',date));

DM_Banco.IBQ_ALIMENTADORAUTORIZAR.Value:='N';

DM_Banco.IBQ_ALIMENTADOR.ApplyUpdates;

DM_Banco.IBT_Banco.CommitRetaining;

peso:=floattostr((DM_Banco.IBQ_AnimaisPeso.Value/DM_Banco.IBQ_AnimaisPORCOES.Value)*1000);

// edit1.Text:='Não autorizado';

if (Lado = '1') then

    Comport1.WriteStr('1','+peso+',0');

if (Lado = '2') then

    Comport1.WriteStr('2','+peso+',0')

```

```

        end;

end

else begin

    //Comport1.WriteStr('n');

    RFID:="";

end;

with Dm_Banco.IBQ_ALIMENTADOR do begin

    close;

    sql.clear;

    sql.add ('select * from ALIMENTADOR');

    sql.add ('order by COD_ALIMENTADOR');

    prepare;

    open;

    end;

    DM_Banco.IBQ_ALIMENTADOR.Last;

end;

end;

procedure TFm_Principal.Button1Click(Sender: TObject);

begin

if button1.Caption = 'Conectar' then begin

    timer1.Enabled:=true;

    // ComPort1.Connected:=true;

    statusbar1.SimpleText:='Sistema Auto Pig Online';

    button1.Caption:='Desconectar';

    DBGrid1.Enabled:=true;

    with Dm_Banco.IBQ_ALIMENTADOR do begin

```

```

        close;

        sql.clear;

        sql.add ('select * from ALIMENTADOR');

        sql.add ('order by COD_ALIMENTADOR');

        prepare;

        open;

    end;

    DM_Banco.IBQ_ALIMENTADOR.Last;

end

else if button1.Caption = 'Desconectar' then begin

    timer1.Enabled:=false;

    // ComPort1.Connected:=false;

    statusBar1.SimpleText:='Sistema Auto Pig Offline';

    button1.Caption:='Conectar';

    DBGrid1.Enabled:=false;

end;

end;

procedure TFm_Principal.ComPort1RxChar(Sender: TObject; Count: Integer);

var

    Str: string;

    CodSobra: Integer;

begin

    ComPort1.ReadStr(Str, Count);

    if (ContRecb <> 6) then begin

        serial:=serial+Str;

        ContRecb:=ContRecb+1;

```

```

end;

if (ContRecb = 6) then begin

silo:=serial;

serial:="";

//showmessage('Antena desbloqueada');

// Edit2.Text:=RFID;

ContRecb:=0;

if (silo[1] = '1') then begin

    Comport2.Connected:= true;

    showmessage('passo 2 antena 1');

    silo:="";

    CodSobra:=CodSobraDir;

    CodSobraDir:=0;

end;

if (silo[1] = '2') then begin

// showmessage('passo 2 antena 2');

    Comport3.Connected:= true;

    silo:="";

    CodSobra:=CodSobraEsq;

    CodsobraEsq:=0;

end;

with Dm_Banco.IBQ_ALIMENTADOR do begin

    close;

    sql.clear;

    sql.add ('select * from ALIMENTADOR where COD_ANIMAL like :pNome');

    sql.add ('order by INDICE');

    parambyname('pnome').AsInteger:= CodSobra;

```

```

        prepare;

        open;

    end;

    DM_Banco.IBQ_ALIMENTADOR.Edit;

    DM_Banco.IBQ_ALIMENTADORSOBRA.Value:=(Silo[3]+Silo[4]+Silo[5]+Silo[6]);

    DM_Banco.IBQ_ALIMENTADOR.ApplyUpdates;

    DM_Banco.IBT_Banco.CommitRetaining;

```

```

end;

```

```

end;

```

```

procedure TFm_Principal.janArrowButton1Click(Sender: TObject);

```

```

begin

```

```

    Fm_CadastroAnimal.show;

```

```

end;

```

```

procedure TFm_Principal.ComPort2RxChar(Sender: TObject; Count: Integer);

```

```

var

```

```

    Str: string;

```

```

    cont: integer;

```

```

begin

```

```

    ComPort2.ReadStr(Str, Count);

```

```

    if Str = "" then

```

```

        RFID_Dir:="";

```

```

    if (Str <> "") and (Str <> '_____') then

```

```

        RFID_Dir:=RFID_Dir+Str;

```

```

    if (Str = '_____') then begin

```

```

// Ed_rfid1.Text:=RFID_Dir;

// ComPort2.Connected:=false;

RFID:=RFID_Dir;

RFID_Dir:="";

LADO:='1';

end;

end;

procedure TFm_Principal.ComPort3RxChar(Sender: TObject; Count: Integer);

var

Str: string;

cont: integer;

begin

ComPort3.ReadStr(Str, Count);

if Str = "" then

RFID_Esq:="";

if (Str <> "") and (Str <> '_____') then

RFID_Esq:=RFID_Esq+Str;

if (Str = '_____') then begin

//Ed_rfid2.Text:=RFID_Esq;

RFID:=RFID_Esq;

RFID_Esq:="";

//Comport3.Connected:=false;

Lado:='2';

end;

end;

procedure TFm_Principal.Sair2Click(Sender: TObject);

begin

close;

```

```
end;
```

```
procedure TFm_Principal.Animais1Click(Sender: TObject);
```

```
begin
```

```
    Fm_CadastroAnimal.Show;
```

```
end;
```

```
end.
```

Codigo fonte da tela de cadastro

```
unit U_Cadastro;
```

```
interface
```

```
uses
```

```
    Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
```

```
    Dialogs, CPort, StdCtrls, Mask, DBCtrls, ExtCtrls, DB;
```

```
type
```

```
    TFm_CadastroAnimal = class(TForm)
```

```
    ComPort1: TComPort;
```

```
    GB_Cadastro: TGroupBox;
```

```
    Label1: TLabel;
```

```
    DBEdit1: TDBEdit;
```

```
    DBEdit2: TDBEdit;
```

```
    Label2: TLabel;
```

```
    DBEdit3: TDBEdit;
```

```
    Label3: TLabel;
```

```
    DBEdit4: TDBEdit;
```


Label4: TLabel;

DBEdit5: TDBEdit;

Label5: TLabel;

Panel1: TPanel;

DBNavigator1: TDBNavigator;

Btn_Novo: TButton;

Btn_Salvar: TButton;

Btn_Excluir: TButton;

Btn_Alterar: TButton;

Btn_Cancelar: TButton;

Btn_Sair: TButton;

procedure ComPort1RxChar(Sender: TObject; Count: Integer);

procedure Btn_NovoClick(Sender: TObject);

procedure Btn_SalvarClick(Sender: TObject);

procedure Btn_ExcluirClick(Sender: TObject);

procedure Btn_AlterarClick(Sender: TObject);

procedure Btn_CancelarClick(Sender: TObject);

procedure Btn_SairClick(Sender: TObject);

private

{ Private declarations }

public

{ Public declarations }

end;

var

Fm_CadastroAnimal: TFm_CadastroAnimal;

rfid: string;

implementation

```
uses U_Banco, U_principal;
```

```
{SR *.dfm}
```

```
procedure liga (bt1, bt2, bt3, bt4, bt5, bt6, bt7: boolean);
```

```
Begin
```

```
    Fm_CadastroAnimal.GB_Cadastro.Enabled:=bt1;
```

```
    Fm_CadastroAnimal.Btn_Novo.Enabled:=bt2;
```

```
    Fm_CadastroAnimal.Btn_Salvar.Enabled:=bt3;
```

```
    Fm_CadastroAnimal.Btn_Alterar.Enabled:=bt4;
```

```
    Fm_CadastroAnimal.Btn_Cancelar.Enabled:=bt5;
```

```
    Fm_CadastroAnimal.Btn_Excluir.Enabled:=bt6;
```

```
    Fm_CadastroAnimal.Btn_Sair.Enabled:=bt7;
```

```
end;
```

```
procedure TFm_CadastroAnimal.ComPort1RxChar(Sender: TObject; Count: Integer);
```

```
var
```

```
    Str: string;
```

```
    cont: integer;
```

```
begin
```

```
    ComPort1.ReadStr(Str, Count);
```

```
    if Str = '' then
```

```
        rfid:='';
```

```
    if (Str <> '') and (Str <> '_____') then
```

```
        rfid:=rfid+Str;
```

```
    if (Str = '_____') then
```

```
        DBEdit2.Text:=rfid;
```

```
end;
```

```
procedure TFm_CadastroAnimal.Btn_NovoClick(Sender: TObject);
```

```
begin
```

```
liga(true,false,true,false,true,false,true);
```

```
DBEdit3.setfocus;
```

```
Dm_Banco.IBQ_Animalis.Append;
```

```
end;
```

```
procedure TFm_CadastroAnimal.Btn_SalvarClick(Sender: TObject);
```

```
var
```

```
xcod: integer;
```

```
begin
```

```
liga(false,true,false,true,false,true,true);
```

```
if Dm_Banco.IBQ_Animalis.State in [dsinsert] then begin
```

```
    xcod:=0;
```

```
    DM_Banco.IBTa_Animalis.open;
```

```
    DM_Banco.IBTa_Animalis.Last;
```

```
    XCod:= DM_Banco.IBTa_AnimalisCOD_ANIMAL.Value +1;
```

```
    DM_Banco.IBTa_Animalis.close;
```

```
    DM_Banco.IBQ_AnimalisCOD_ANIMAL.Value:=XCod;
```

```
end;
```

```
DM_Banco.IBQ_Animalis.ApplyUpdates;
```

```
DM_Banco.IBT_Banco.CommitRetaining;
```

```
end;
```

```
procedure TFm_CadastroAnimal.Btn_ExcluirClick(Sender: TObject);
```

```
begin
```

```
try
```

```
    if messagedlg('Confirmar Exclusão?',MtConfirmation,[mbytes,mbno],0)=mryes then
```

```
        DM_Banco.IBQ_Animalis.Delete;
```

```
except
```

```
    showmessage('tem registros vinculados a este codigo');
```

```
end;
```

```
end;
```

```
procedure TFm_CadastroAnimal.Btn_AlterarClick(Sender: TObject);
```

```
begin
```

```
liga(true,false,true,false,true,false,false);
```

```
DBEdit3.SetFocus;
```

```
DM_Banco.IBQ_Animalis.Edit;
```

```
end;
```

```
procedure TFm_CadastroAnimal.Btn_CancelarClick(Sender: TObject);
```

```
begin
```

```
liga(false,true,false,true,false,true,true);
```

```
DM_Banco.IBQ_Animalis.CancelUpdates;
```

```
DM_Banco.IBT_Banco.RollbackRetaining;
```

```
end;
```

```
procedure TFm_CadastroAnimal.Btn_SairClick(Sender: TObject);
```

```
begin
```

```
close;
```

```
end;
```

```
end.
```

Codigo SQL banco de dados

```
/* Table: ANIMAIS, Owner: SYSDBA */
```

```
CREATE TABLE "ANIMAIS"
```

```
(  
  
"COD_ANIMAL"    INTEGER NOT NULL,  
  
"COD_RFID"      VARCHAR(20),  
  
"ANIMAL"        VARCHAR(40),  
  
"PORCOES"       INTEGER,  
  
"PESO"          DECIMAL(4, 4),  
  
PRIMARY KEY ("COD_ANIMAL")  
  
);
```

```
CREATE TABLE "ALIMENTADOR"
```

```
(  
  
"COD_ALIMENTADOR"    INTEGER NOT NULL,  
  
"COD_ANIMAL"        INTEGER,  
  
"INDICE"             INTEGER,  
  
"COD_RFID"           VARCHAR(20),  
  
"TEMPERATURA"        DECIMAL(2, 2),  
  
"HORA"               VARCHAR(6),  
  
"DATA"               DATE,  
  
"SOBRA"              VARCHAR(6),  
  
"LATITUDE"           VARCHAR(15),  
  
"LONGITUDE"          VARCHAR(15),  
  
"AUTORIZAR"          VARCHAR(2),  
  
PRIMARY KEY ("COD_ALIMENTADOR")  
  
);
```

```
ALTER TABLE "ALIMENTADOR" ADD FOREIGN KEY ("COD_ANIMAL") REFERENCES ANIMAIS ("COD_ANIMAL");
```

ANEXO D: Programa do CL segundo sistema de automação

0001	
0002	(*PROGRAMA PRINCIPAL DO ALIMENTADOR AUTOMÁTICO DE SUÍNOS*)
0003	
0004	
0005	PROGRAM PLC_PRG
0006	VAR
0007	
0008	TARA AT %MX13.0: BOOL;
0009	MANUAL AT %MX13.1: BOOL;
0010	AUTO AT %MX13.2: BOOL;
0011	
0012	(*VARIÁVEIS DE MÁQUINA*)
0013	
0014	BAL_PRINC: BALANCA;
0015	DSP_PRINC: REAL;
0016	BALP_CHEIA: BOOL;
0017	SET_BALA: REAL;
0018	SET_BALB: REAL;
0019	DSP_BALA: REAL;
0020	DSP_BALB: REAL;
0021	BALA_CHEIA: BOOL;
0022	BALB_CHEIA: BOOL;
0023	T10: TON;
0024	RECICLE: BOOL;
0025	BAL_STRIG: STRING;
0026	METADE: REAL;
0027	METADE_S: STRING;
0028	RECICLE1: BOOL;
0029	TP1: TP;
0030	REC1: BOOL;
0031	T11: TON;
0032	lig1: BOOL;
0033	lig2: BOOL;
0034	lig3: BOOL;
0035	BAL_A: STRING;
0036	BAL_B: STRING;
0037	BAL_LADOA: BALANCA;
0038	BAL_LADOB: BALANCA;
0039	F_PULSE: F_TRIG;
0040	LIGAP: BOOL;
0041	
0042	LADO_A: BOOL;
0043	LADO_B: BOOL;
0044	SET_ROSCA: REAL;
0045	L_ROSCA: BOOL;
0046	ALIMENTADOR_A: ALIM_A;
0047	ALIMENTADOR_B: ALIM_B;
0048	GIRO_A1: BOOL;
0049	GIRO_B1: BOOL;
0050	GIRO_A2: BOOL;
0051	GIRO_B2: BOOL;
0052	LIMPA_BUF: BOOL;
0053	LIMPA_BUFFER: BOOL;
0054	LIMPA_BUF1: BOOL;
0055	L_ROSCA1: BOOL;
0056	BUF_OK: BOOL;
0057	TP_01: TP;
0058	MOVE_D: BOOL;
0059	PRES_A: F_TRIG;
0060	SAIU_A: BOOL;
0061	PRES1_A: R_TRIG;
0062	T1_A: TON;
0063	SA_OK: BOOL;
0064	PRES_B: F_TRIG;
0065	PRES1_B: R_TRIG;
0066	SAIU_B: BOOL;

```

0001 FUNCTION_BLOCK ALIM_B
0002 VAR_INPUT
0003     INICIO: BOOL;
0004     C_BAL: BOOL;
0005     RESET: BOOL;
0006     SENS_B: BOOL;
0007     SENS_M: BOOL;
0008     BUF_OK: BOOL;
0009     T_DOS: BOOL;
0010     T_DESC: BOOL;
0011 END_VAR
0012 VAR_OUTPUT
0013     L_ROSCA1: BOOL;
0014     GIRO_A1: BOOL;
0015     GIRO_B1: BOOL;
0016     LIMPA1: BOOL;
0017 END_VAR
0018 VAR
0019 END_VAR

```