

UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
CURSO DE CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO
(Bacharelado)

**PROTÓTIPO DE UM SISTEMA DE CONTROLE PARCIAL DE
AMBIÊNCIA, EM AVIÁRIO DE CRIAÇÃO DE FRANGOS DE
CORTE, USANDO CLP**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO À UNIVERSIDADE
REGIONAL DE BLUMENAU PARA A OBTENÇÃO DOS CRÉDITOS NA
DISCIPLINA COM NOME EQUIVALENTE NO CURSO DE CIÊNCIAS DA
COMPUTAÇÃO — BACHARELADO

AIRTON ZANCANARO

BLUMENAU, JULHO 2000

2000/1-03

PROTÓTIPO DE UM SISTEMA DE CONTROLE PARCIAL DE AMBIÊNCIA, EM AVIÁRIO DE CRIAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE, USANDO CLP

AIRTON ZANCANARO

ESTE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO, FOI JULGADO ADEQUADO PARA OBTENÇÃO DOS CRÉDITOS NA DISCIPLINA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO OBRIGATÓRIA PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE:

BACHAREL EM CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO

Prof. Antonio Carlos Tavares — Orientador na FURB

Prof. José Roque Voltolini da Silva — Coordenador do TCC

BANCA EXAMINADORA

Prof. Antonio Carlos Tavares

Prof. Miguel A. Wisentainer

Prof. Sérgio Stringari

Se teus projetos são para um ano
semeia o grão
Se são para dez anos
planta uma árvore
Se são para cem anos
instrua o povo.
Semeando uma vez o grão
colherás uma única vez;
Plantando uma árvore
colherás dez vezes
instruindo o povo
colherás cem vezes.
Se deres um peixe a um homem
ele comerá uma única vez.
Se, porém, o ensinares a pescar
ele comerá a vida inteira.

Kuan-tzu, sábio chinês, século VII a.C.

AGRADECIMENTOS

A DEUS, por estar presente em todos os momentos, com a luz divina sempre a nos guiar.

Aos meus pais Angelo e Angela que com, sua paciência, sabedoria e dignidade souberam educar seus filhos.

A minha namorada Maristela e família que sempre me incentivaram para conseguir um futuro cada vez melhor.

Ao orientador Antônio Carlos Tavares pela dedicação e persistência.

A MÖELLER através do seu Gerente de Vendas Giovani Athayde Schmitt e do seu representante em Blumenau, a Gio Representações, pelo auxílio e confiança na doação do Relê de Controle *Easy* necessários ao projeto.

A EMBRAPA – CNPSA através dos Pesquisadores Paulo Giovanni de Abreu e Valéria Maria Nascimento Abreu que forneceram informações importantes para o andamento do projeto

A INARMEG através do seu dono Ingo Güns e do vendedor Alexandre pela disponibilidade de doar os Moto-Redutores também importantes para o projeto.

A meus colegas de trabalho que sempre me incentivaram em busca de novos horizontes.

Ao Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade que se dispuseram a emprestar equipamentos imprescindíveis para a concretização do projeto.

A meus colegas de turma que proporcionaram momentos agradáveis durante a vida acadêmica.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 OBJETIVOS.....	3
1.2 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	4
2 AVICULTURA	5
2.1 HISTÓRIA DA AVICULTURA.....	5
2.1.1 AVICULTURA NO MUNDO.....	5
2.1.2 AVICULTURA NO BRASIL.....	7
2.1.3 AVICULTURA EM SANTA CATARINA.....	9
2.2 ASPECTOS ECONÔMICOS.....	11
2.3 DETALHES TÉCNICOS.....	15
3 MECANISMOS QUE ENVOLVEM UMA CRIAÇÃO DE AVES	19
3.1 AVIÁRIO	19
3.1.1 COMEDOUROS.....	21
3.1.2 BEBEDOUROS	23
3.1.3 SILO	25
3.1.4 CAMA.....	26
3.1.5 VENTILADORES	26
3.1.6 NEBULIZADORES.....	27
3.1.7 CORTINAS.....	27
3.1.8 SISTEMA DE AQUECIMENTO	28
3.2 SISTEMA DE VENTILAÇÃO E RESFRIAMENTO NA AVICULTURA DE CORTE.....	30
3.2.1 SISTEMAS DE VENTILAÇÃO	31
3.2.1.1 TIPOS DE VENTILAÇÃO	32

3.2.1.1.1 VENTILAÇÃO NATURAL OU ESPONTÂNEA.....	32
3.2.1.1.1.1 VENTILAÇÃO DINÂMICA	33
3.2.1.1.1.2 VENTILAÇÃO TÉRMICA.....	34
3.2.1.1.1.3 ABERTURAS DE VENTILAÇÃO	34
3.2.1.1.1.4 QUEBRA-VENTOS.....	34
3.2.1.1.1.5 VENTILAÇÃO DE INVERNO E VERÃO	35
3.2.1.1.2 VENTILAÇÃO ARTIFICIAL, MECÂNICA OU FORÇADA	37
3.2.1.1.2.1 SISTEMA DE PRESSÃO NEGATIVA OU EXAUSTÃO	37
3.2.1.1.2.2 SISTEMA DE PRESSÃO POSITIVA OU PRESSURIZAÇÃO.....	38
3.2.2 SISTEMA DE RESFRIAMENTO.....	40
3.2.2.1 <i>PAD COOLING</i>	41
3.2.2.2 NEBULIZAÇÃO	41
3.2.2.2.1 SISTEMA DE NEBULIZAÇÃO COM VENTILAÇÃO POR EXAUSTÃO	43
3.2.2.2.2 SISTEMA DE NEBULIZAÇÃO ASSOCIADO AO FLUXO TRANSVERSAL DE AR	43
3.2.2.2.3 SISTEMA DE NEBULIZAÇÃO ASSOCIADO A VENTILAÇÃO MECÂNICA POR PRESSÃO POSITIVA	44
4 PROJETO DO PROTÓTIPO.....	46
4.1 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA.....	46
4.2 DESCRIÇÃO DO PROJETO	48
4.3 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL E SUA PROGRAMAÇÃO.....	50
4.4 DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO.....	56
4.4.1 INICIALIZA CONTADORES	58
4.4.2 POSICIONA AS CORTINAS FECHADAS	59
4.4.3 DETERMINA SEMANA	61
4.4.4 LEITURA DE SENSORES	63

4.4.5 CONTROLE DE TEMPERATURA.....	65
4.5 APRESENTAÇÃO DO PROTÓTIPO.....	70
4.6 RESULTADOS	77
5 CONCLUSÃO.....	79
5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS	80
5.2 TRABALHOS FUTUROS.....	81
6 ANEXO 1 – MODELAGEM DO SISTEMA	82
7 ANEXO 2 – CÓDIGO FONTE.....	100
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	112

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 – DESCRIÇÃO GRÁFICA DA CADEIA PRODUTIVA DO FRANGO DE CORTE.....	12
FIGURA 02 – AVIÁRIO USADO PARA CRIAÇÃO DE AVES DE CORTE.....	20
FIGURA 03 – CAMINHO DO SOL.....	21
FIGURA 04 – COMEDOUROS AUTOMÁTICOS	22
FIGURA 05 – COMEDOUROS PENDULARES	23
FIGURA 06 – BEBEDOURO PENDULAR	24
FIGURA 07 – BEBEDOUROS TIPO NIPPEL	25
FIGURA 08 – MODELO DE SILO COM DISTRIBUIÇÃO AUTOMÁTICA DE RAÇÃO	25
FIGURA 09 – VENTILADOR.....	27
FIGURA 10 – NEBULIZADOR.....	27
FIGURA 11 – DESENHO EXPLICATIVO DO FUNCIONAMENTO DA CORTINA.....	28
FIGURA 12 – MODELOS DE AQUECEDORES A GÁS	28
FIGURA 13 – DISPOSIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS NO INTERIOR DO CÍRCULO.....	29
FIGURA 14 – INSTALAÇÃO DOS CÍRCULOS NO PERÍODO INICIAL DA CRIAÇÃO	30
FIGURA 15 – AVIÁRIO CLIMATIZADO.....	32
FIGURA 16 – DESLOCAMENTO DA MASSA DE AR ATRAVÉS DAS ABERTURAS (VENTILAÇÃO CRUZADA)	33
FIGURA 17 – QUEBRA-VENTOS.....	35
FIGURA 18 – FLUXO DE AR DEVIDO À DIFERENTES LOCALIZAÇÕES DA ENTRADA E SAÍDA DE AR.	36
FIGURA 19 – DESLOCAMENTO DO FLUXO DE AR PARA A PARTE SUPERIOR DO AVIÁRIO	36
FIGURA 20 – SISTEMA DE VENTILAÇÃO POR PRESSÃO NEGATIVA	37

FIGURA 21 – SISTEMA DE VENTILAÇÃO MECÂNICA POR EXAUSTÃO	38
FIGURA 22 – VENTILAÇÃO TRANSVERSAL.....	39
FIGURA 23 – VENTILAÇÃO TIPO TÚNEL.....	39
FIGURA 24 – POSICIONAMENTO DOS VENTILADORES	40
FIGURA 25 – PAINEL EVAPORÁTICO.....	41
FIGURA 26 – SISTEMA DE NEBULIZAÇÃO COM VENTILAÇÃO MECÂNICA POR EXAUSTÃO	43
FIGURA 27 – SISTEMA DE NEBULIZAÇÃO COM VENTILAÇÃO POSITIVA, TRANSVERSAL	44
FIGURA 28 – SISTEMA DE NEBULIZAÇÃO COM VENTILAÇÃO DO TIPO TÚNEL..	45
FIGURA 29 – MOTO-REDUTOR DE VELOCIDADE	50
FIGURA 30 – RELÉ DE CONTROLE EASY	51
FIGURA 31 – EXEMPLO DE UM DIAGRAMA DE CONTATO UTILIZANDO OPERADOR LÓGICO OU.....	51
FIGURA 32 – EXEMPLO DE UM DIAGRAMA DE CONTATO UTILIZANDO OPERADOR LÓGICO E.....	52
FIGURA 33 – CORTINA COM SEUS SENSORES DO LADO DIREITO DO AVIÁRIO ..	54
FIGURA 34 – INTERAÇÃO ENTRE CLP E <i>EASY</i>	55
FIGURA 35 – FLUXOGRAMA INICIAL DO PROJETO	57
FIGURA 36 – MODELAGEM DO SISTEMA DE FORMA MACRO	58
FIGURA 37 – FLUXOGRAMA E <i>LADDER</i> DO PROCESSO “POSICIONA AS CORTINAS FECHADAS”	60
FIGURA 38 – DESCRIÇÃO DO <i>TIMER</i>	61
FIGURA 39 – DETERMINAÇÃO DA SEMANA.....	62
FIGURA 40 – <i>LADDER</i> DO PROCESSO DE COMPARAÇÃO DE TEMPERATURA	64
FIGURA 41 – SUBIR CORTINA DA ESQUERDA.....	66

FIGURA 42 – BAIXAR CORTINA DA ESQUERDA	67
FIGURA 43 – FLUXOGRAMA DO CONTROLE DE NEBULIZADORES E VENTILADORES.....	68
FIGURA 44 – LADDER DO CONTROLE DE VENTILADORES E NEBULIZADORES..	69
FIGURA 45 – CLP <i>EASY</i> E CLP PS4-201 MM1	70
FIGURA 46 – CIRCUITO DE INTERTRAVAMENTO	71
FIGURA 47 – BOTÕES PARA ACIONAMENTO MANUAL.....	72
FIGURA 48 – CHAVES DE FIM DE CURSO E ACIONAMENTO DA CORTINA	73
FIGURA 49 – CIRCUITO DE ACIONAMENTO DO <i>EASY</i> E SENSOR DE TEMPERATURA	74
FIGURA 50 – MOTO-REDUTOR	75
FIGURA 51 – VISÃO GERAL DA MAQUETE	76
FIGURA 52 – VISÃO GERAL DO PROTÓTIPO	77

LISTA DE TABELAS

TABELA 01 – PRINCIPAIS PRODUTORES MUNDIAIS DE CARNE DE GALINHA.....	11
TABELA 02 – MAIORES EMPRESAS AVÍCOLAS DO BRASIL	13
TABELA 03 – ANIMAIS ABATIDOS E PESO TOTAL DAS CARCAÇAS EM 1999	14
TABELA 04 – PRODUÇÃO DE FRANGOS (toneladas).....	14
TABELA 05 – PRODUÇÃO EFETIVO DE FRANGOS SEGUNDO AS MICRORREGIÕES DE SANTA CATARINA – COMPARATIVO ENTRE OS SENSOS DE 1985 E 1995- 1996.....	15
TABELA 06 – ESCALADA DO FRANGO.....	18
TABELA 07 – TEMPERATURA IDEAL.....	53

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CLP – Controlador Lógico Programável

PCL – Programmable Logic Control

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

CNPISA – Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

RESUMO

Este de trabalho descreve a aplicação de CLP em aviários que se destina a criação de frangos de corte em regime industrial. O objetivo é automatizar as variáveis que atuam diretamente sobre tal criação, como a temperatura e a umidade, ajudando o avicultor a reduzir custos, aumentando com isso seu lucro e a qualidade de serviço e produto.

ABSTRACT

This work, describes the application of PLC in an industrial poultry processing plant. The objective is to automatize the variables directly at work in the process, such as temperature and humidity, thus helping to reduce costs to the industry and increase profits and product quality and service

1 INTRODUÇÃO

Segundo [FER1986] Avicultura é: “Arte ou técnica de criar e multiplicar aves”. Esta atividade, segundo [BAR1999], era praticada pelos chineses e egípcios há vários séculos antes da era cristã, tendo alcançado notável desenvolvimento entre os gregos e romanos, mas não se sabe ao certo onde começou. Ainda selvagens, as aves, eram caçadas e após a sua domesticação passaram a ser utilizadas não só para carne, mas também para a produção de ovos ([EST1978]).

A avicultura possui um dos maiores acervos tecnológicos do setor agropecuário brasileiro, sendo que o seu expressivo progresso deve ser atribuído a fatores como: melhoria genética da espécie e a formulação de rações mais eficientes. Estes atributos são devido a constante competitividade em um mercado que está altamente globalizado e que procura atingir a potencialidade máxima das aves ([BAU1998]).

As características variam de região para região do país. No Sul tem-se avicultura com as seguintes características: grandes agroindústrias como a Sadia e Perdigão e o predomínio de pequenos criadores que se utilizam de mão de obra familiar para reduzir os custos. Outras regiões como sudeste possuem uma avicultura bastante diversificada, onde pequenos produtores convivem pacificamente com médios e grandes.

A produção de frangos é um empreendimento que requer investimento razoável, cujo retorno vai depender da habilidade do produtor de minimizar as perdas e maximizar os ganhos ([JAE1999]). Uma instalação avícola ideal em termos do conforto térmico que é proporcionado às aves, inclui no seu projeto a circulação de ar adequada com a finalidade de remover o excesso de umidade e calor que se concentra no interior dos galpões ([NAA1997]).

Na primeira semana de vida, onde os animais não possuem o sistema termoregulador definido, eles necessitam de temperatura ambiente que varia de 32°C a 35°C. Após os 21 dias de idade o seu sistema já está definido, sendo que, climas quentes são prejudiciais ao desenvolvimento, podendo esta temperatura cair em média 3°C por semana de vida do animal. A umidade relativa deve ser mantida na faixa de 50% a 70% para garantir o conforto dos animais dentro do aviário. No inverno os animais mais jovens necessitam ainda mais de temperaturas controladas, pois temperaturas baixas são extremamente prejudiciais, ao passo que para as aves adultas o verão, com temperaturas altas, pode elevar o nível de mortalidade além de reduzir o ganho de peso ([COR1999]).

Os avicultores, de uma forma geral, preocupam-se mais com as variáveis que atuam diretamente no desenvolvimento do animal, como ganho de peso e conversão alimentar¹, e não dão muita importância a fatores como temperatura e umidade ([EMB1998]). O desconforto térmico no interior das instalações avícolas, face as condições climáticas inadequadas, afetam consideravelmente o ganho de peso e na mortalidade das aves ([NAA1999]). Segundo o mesmo autor “Aclimatar é adaptar o ambiente interno da construção às condições ideais de alojamento de aves, tendo sempre como parâmetro de referência, as condições exteriores”. Hoje, o processo manual de controle interno do ambiente é o que predomina. O controle se dá através do posicionamento das cortinas e o acionar ventiladores e nebulizadores, o qual é realizado de forma empírica, isto é, varia de acordo com o conhecimento do criador. Além disso, estes mecanismos possuem menor custo de instalação e manutenção.

O controle manual é impreciso e sujeito a erros. Condições como cansaço físico dos trabalhadores e variações bruscas nas condições climáticas podem fazer com que decisões de movimentar as cortinas ou ligar ventiladores e nebulizadores, não sejam realizadas no tempo necessário, acarretando prejuízos para a criação.

A utilização de controle eletrônico é uma alternativa que poderia minimizar estes prejuízos, pois as condições climáticas do aviário seriam controladas constantemente, fazendo com que a energia elétrica seja melhor aproveitada, onde os motores seriam ligados apenas quando houvesse necessidade. Para realização deste controle teve-se como alternativas de equipamentos o microcomputador e o CLP.

Os microcomputadores são máquinas capazes de efetuar uma quantidade enorme de operações lógicas - aritméticas sem a intervenção do ser humano. Neste equipamento é possível ligar vários periféricos como teclado, impressora, monitor e outros. Como o microcomputador é um equipamento muito versátil, com seu uso é possível publicações de boletins informativos, projetar prédios ou como meio de exploração usando a Internet.

¹ Conversão Alimentar: Segundo [MAL1981] é a capacidade que a ave possui de transformar em carne ou ovos o que come.

Por outro lado, o CLP é um dispositivo que tem por objetivo substituir os circuitos lógicos de relês. Através de programação ele monitora as entradas e atualiza as saídas (ligar/desligar). Por suas características são usados em muitas aplicações práticas, em uma indústria é muito utilizado no transporte de materiais, montagens automatizadas e em muitos outros processos. Quase todas as aplicações que necessitam de algum tipo de controle elétrico tem necessidade de um CLP ([VEN1999]).

Neste projeto, que visa o desenvolvimento de um controle que monitore o processo de criação de aves para a engorda, a opção pelo uso de CLP deu-se devido o fato de que o ambiente onde será usado possui um nível relativamente alto de umidade e poeira. O que poderia danificar o hardware, se no mesmo local fosse introduzido um microcomputador não industrial. Ele incorpora algumas características como ([HEN1994]):

- a) facilidade de programação e reprogramação nos projetos;
- b) tamanho reduzido;
- c) capacidade de comunicação com periféricos;
- d) baixo custo;
- e) robustez elétrica e mecânica para operação em ambiente industrial;
- f) facilidade de reparo e manutenção;
- g) segurança operacional;
- h) variedade de módulos de E/S para interfaceamento com o campo.

Este projeto se destina a fazer um estudo para construir uma ferramenta que auxilie o avicultor no controle de qualidade na criação de frangos de corte.

O método utilizado para especificação do problema será através de fluxograma e o ambiente para a implementação do protótipo será o software de programação Ladder que acompanha o Relê de Controle Easy.

1.1 OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho é desenvolver um protótipo de integração de dispositivos que controle a climatização de galpões para engorda de aves através do acionamento de cortinas, ventiladores e nebulizadores.

Os objetivos secundários são:

- a) ser uma ferramenta de apoio ao avicultor que até então trabalha de forma empírica;

- b) reduzir a mortalidade dos animais, devida a variações de temperaturas;
- c) desenvolver o conhecimento na área de integração hardware e software;
- d) aprender e utilizar a linguagem de programação *Ladder*;
- e) utilizar programação de CLP's.

1.2 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho organiza-se da seguinte forma:

- a) no capítulo 1 é descrita a introdução do projeto;
- b) no capítulo 2 há uma descrição da avicultura de um modo geral, sua história, seus aspectos econômicos e detalhes técnicos;
- c) no capítulo 3 são apresentados os mecanismos que envolvem a criação de aves de corte. Desde as explicações de como é um galpão usado para a criação, até os equipamentos usados para alimentar e também os diversos sistemas de ventilação, nebulização e aquecimento;
- d) no capítulo 4 é descrito: o problema na hora de aclimatar as aves; o projeto e os equipamentos usados no projeto; o controlador e a sua programação e a explicação da implementação onde consta os principais fluxogramas com a referida linguagem de programação ao lado;
- e) e por fim, o capítulo 5 apresenta as conclusões desde projeto, e sugestões para trabalhos futuros.

2 AVICULTURA

Segundo [FER1986] Avicultura é: “Arte ou técnica de criar e multiplicar aves”. Esta arte é uma história cheia de descobertas e muitas pesquisas. Pode-se dizer que em termos de Brasil a avicultura foi o ramo da agropecuária que mais evoluiu tanto no aspecto econômico quanto no aspecto de pesquisas genéticas. Neste capítulo é possível apreciar a história da avicultura no Mundo, no Brasil e em Santa Catarina, bem como o desenvolvimento econômico nos tempos atuais. E por fim é possível conhecer alguns detalhes técnicos da criação como classificação das aves e conversão alimentar.

2.1 HISTÓRIA DA AVICULTURA

A avicultura segundo [BAR1999] era praticada pelos chineses e egípcios há vários séculos antes da era cristã, tendo alcançado notável desenvolvimento entre os gregos e romanos, mas não se sabe ao certo onde começou. Na idade média, as aves eram o alimento mais importante da alimentação humana, tendo em abundância em povoados e aldeias. As famílias criavam galinhas, gansos e patos para o seu próprio sustento, não se preocupando muito com as condições de higiene adequada. Em [MIR1989] comenta que as galinhas foram domesticados muito cedo na história da humanidade, a bíblia faz referência, e também nos túmulos dos egípcios, mas tudo indica que o objetivo principal, na época, limitava-se as brigas de galo. Depois passaram a ser criadas para fins de ornamentação.

Pesquisas importantes realizadas pelos norte americanos puderam disseminar novas raças de aves e técnicas de criação para todas as partes do mundo. O Brasil importou muita tecnologia até tornar-se um dos maiores produtores mundiais de carne de frango. Em Santa Catarina, grandes empresas produtoras de alimentos, colocam o estado como maior produtor de carne do país ([ARA1989]).

2.1.1 AVICULTURA NO MUNDO

Na década de 30 registraram-se os passos que foram decisivos para a avicultura mundial. Europa e Estados Unidos fizeram as primeiras experiências positivas para a sexagem de pintos pela cor. O uso de rações nutritivas bem como o aquecimento adequado e a proteção das aves contra as intempéries eram elementos que atuavam diretamente no organismo, transformando as aves imunes a moléstias que eram transmitidas via gástrica ([ARA1989]).

Os Estados Unidos, assumiram, incontestavelmente, a liderança na avicultura. Por ter um comércio organizado os avicultores podiam trabalhar sem medo. Em 1951 a indústria avícola americana movimentava cerca de 3 bilhões e meio de dólares. A produção de carne também interessava ao avicultor, e existiam granjas que se dedicavam exclusivamente à criação de raças especializadas na produção de frangos para o consumo ([ARA1989]).

Realizou-se em 1946 e 1947 um programa denominado na América do Norte de *Chicken of Tomorrow* (Frango do Amanhã). Alguns homens tiveram a idéia de pegar um frango de boa aparência e, com uma bomba de ar, encheram-no até quase tomar a forma de um quadrado. Depois, moldaram-no em cera. Chamaram aquilo de “Frango do Amanhã” e desafiaram os criadores a produzirem algo parecido com aquilo ([ARA1989]).

Com o investimento em pesquisas de novas raças de aves e novos tipos de rações não demorou para aparecer os primeiros resultados. Em 1951 as aves quase atingiram o alvo. No início do programa, apenas 10% da produção de galinhas se destinava a produção de carne. Toda a atenção dos avicultores era para a produção de ovos. O frango moderno possuía mais corpo, mais carne, e quanto mais carne, mais suculento e saboroso. O novo frango, conforme os modelos americanos, era caracterizado pelas coxas mais carnudas, pelos peitos maiores e ossos mais finos. Essas aves fizeram muito sucesso entre os criadores profissionais em virtude de acumularem o peso mais rapidamente, com menos alimentos que as aves comuns ([ARA1989]).

Por volta de 1947, a Universidade de Connecticut anunciou uma nova fórmula de ração que fugia aos padrões tradicionais da época. Dependendo quase exclusivamente de milho, além disto, fora empregado mais farinha de fígado que a maioria das rações. Incluía-se um tanto de cloreto de niacina e cholina, membros da família de vitaminas do complexo B. Com estas vitaminas tentou-se eliminar o canibalismo nas aves, ocasionado pela deficiência de minerais no uso exclusivo do milho. Com este tipo de ração os frangos podiam comer mais e assim crescendo mais rapidamente. Novas drogas foram adicionadas a ração e também vacinas tornando o animal imune a diversas doenças diminuindo a sua mortalidade. O mercado reagiu bem a nova mudança pois o frango oferecia cerca de 25% mais carne e menos ossos ([ARA1989]).

2.1.2 AVICULTURA NO BRASIL

As galinhas foram trazidas ao Brasil pelas naus de Cabral em 1500, onde eram usadas como alimento para a sua tripulação. Coube a ela a honra de ser o primeiro animal doméstico a habitar as novas terras ([ARA1989]).

Ao longo de toda a história do Brasil a criação de aves foi usada para a produção de carne e ovos para o consumo familiar, vendendo o excedente. Somente no início do século XX que a avicultura começou a dar seus primeiros passos rumo a profissionalização e industrialização ([THI1996]).

Em São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais profissionais liberais começaram a desenvolver a avicultura, buscando inovações, principalmente, nos Estados Unidos, a fim de aperfeiçoar as raças, criando linhagens de penas bonitas que seriam usadas em concursos promovidos em todo o País ([COS1999]) e ([REV1999]).

Em 20 de março 1913 é fundada em São Paulo a primeira Sociedade Brasileira de Avicultura com o objetivo de estreitar as relações entre os amadores e os criadores de aves experientes, a fim de aperfeiçoar e purificar as raças, bem como para o desenvolvimento da avicultura no País. Além deste fato a avicultura começou a ser divulgada também pela revista Chácaras & Quintais, fundada em 1909, onde tornou-se uma das mais tradicionais no ramo retratando os principais avanços e personalidades do setor avícola da época ([COS1999]) e ([REV1999]).

Apesar do esforço destes pioneiros, a avicultura continuava tradicionalmente familiar. Para se ter uma idéia, em 1959 o consumo de carnes era feito através da venda do animal ainda vivo. Um ditado da época que representa bem este fato, dizia: “pois era preferível comprar uma galinha doente mas viva do que uma saudável morta”. Os costumes de abater as aves e vende-las prontas surgiu, principalmente, nos Estados Unidos após a Segunda Guerra Mundial. No Brasil o hábito tornou-se comum somente na década de 70 ([COS1999]). O baixo consumo de frango também era consequência de um outro ditado popular que dizia: “galinha é comida de doente” ([SAD1994]).

Em 1931 surgia no Brasil uma novidade vinda dos Estados Unidos: a venda de pintinhos de um dia em algumas organizações avícolas de São Paulo e Rio de Janeiro. Esse

novo sistema viria a substituir o comércio de ovos para a incubação ([ARA1989]) e ([REV1999]).

Grandes transformações do setor avícola surgiu após Getúlio Vargas ter assinado o decreto-lei nº 3.467 de 17 de dezembro de 1939, que regulamenta a Inspeção Sanitária, Classificação, Conservação e Embalagem de Ovos destinados ao comércio exterior. Com isso assegurou que o produto brasileiro pudesse chegar nos mercados estrangeiros com perfeita qualidade. Também nesta mesma época, enormes prejuízos causados pelas doenças infecciosas fez com que o Ministério da Agricultura investisse na educação dos avicultores, orientando-os na escolha das melhores raças, e os processos para evitar as doenças e seus surtos ([REV1999]).

Após a Segunda Guerra Mundial, devido a escassez de carne bovina, surgiram os primeiros abatedouros avícolas em São Paulo e no Rio de Janeiro. As empresas que faziam este tipo de trabalho eram pequenas, familiares e, em geral, dedicadas a uma única atividade, vendendo seus produtos para o mercado local e regional ([COS1999]) e ([REV1999]).

Nos anos 60, avicultores começam a se especializar em diversos segmentos: na seleção de raças para a formação de tipos de carne e postura, criadores de matrizes, incubadores ou produtores de pintos de um dia, produtores de frango/carne e de ovos para consumo. Além disso, aquele avicultor que criava aves apenas como *hobby* dá lugar para a avicultura moderna ([REV1999]).

Tentando acompanhar as mudança o Governo de Castelo Branco, em 1965, instituiu o decreto nº 55.981 que restringia a importação de aves ou ovos destinados a reprodução. Com isso as matrizes passaram a ser produzidas internamente ([REV1999]).

Em 70 foi a década da busca por padrões internacionais. Utilizando instalações funcionais, equipamentos modernos, ótimas linhagens, produtos veterinários eficientes tudo para buscar o mercado internacional ([REV1999]). Também nesta década, a empresa Sadia foi a pioneira e logo após surgiram outras empresas no sul e sudeste do Brasil que, usando a mão de obra do pequeno agricultor, como parceiro, se tornaram grandes abatedouros de aves ([COS1999]).

Em 1975 grandes mudanças ocorreram, pois as empresas passaram a exportar frangos inteiros e nove anos após elas passaram a exportar também cortes de frango, aumentando a participação do País no mercado externo ([REV1999]).

Nos anos 80 a produção cresce 10% ao ano e o consumo por habitante passa de 8 quilos para 15 quilos por ano. Este aumento da produção se deu devido ao aprimoramento do manejo, da sanidade e nutrição dos animais tornando as granjas cada vez mais estruturadas, colocando a atividade mais próxima da produção de bovinos ([REV1999]).

Nos últimos anos, a avicultura cresceu ainda mais graças ao melhoramento genético, ao desenvolvimento de antibióticos, vacinas, vitaminas, promotores de crescimento e rações especializadas. Em 1997 foi implantado um Programa Nacional de Sanidade Avícola (PNSA) cujo objetivo era aumentar os produtos avícolas nos mercados internacionais. Controlar e/ou erradicar as principais doenças, defender a avicultura brasileira das principais barreiras sanitárias, utilizadas para impedir que o país exporte seus produtos, também são objetivos do PNSA ([REV1999]). Uma outra consequência do aumento da produção foi o aumento do consumo, e com isso a diminuição de preço. A produção de carne de frango, que era de 217 mil toneladas de 1970, passou para 4 milhões de toneladas em 1995. O preço médio no varejo do quilo de carne, diminuiu de US\$ 4.05 para US\$ 1.08 entre 1974 a 1995 e o consumo per capita passou de 2,3 em 1974 para 23,2 quilos por habitante/ano, em 1995 ([COS1999]).

Segundo [COS1999] outra consequência do desenvolvimento foi a participação do País em disputas do mercado internacional. Em 1995 as exportações atingiam mais de 40 países, transformando o Brasil no segundo maior exportador mundial de carne de frango, perdendo apenas para os Estados Unidos. O volume exportado passou de 4 mil toneladas em 1975 para 429 mil toneladas em 1995. Do total exportado em 1995, Santa Catarina respondeu sozinha por 81%.

2.1.3 AVICULTURA EM SANTA CATARINA

Imigrantes vindos da Itália e Alemanha, com algum conhecimento em comércio e industrialização de carne, se instalaram em Santa Catarina criando empresas pioneiras como Sadia e Perdigão que hoje são de extrema importância para o mercado mundial na produção de gêneros alimentícios ([TES1996]).

A Sadia fundada em 7 de julho de 1944, em Concórdia, por Attilio Fontana. A Perdigão fundada em 1934 pelas famílias Ponzoni e Brandalize em Videira. Ambas iniciaram suas atividades com um moinho de trigo e um abatedouro de suínos tendo a banha de porco como seu produto principal. Por estarem localizadas longe dos grandes centros consumidores como São Paulo e Rio de Janeiro seus produtos eram transportados por avião para manter a qualidade. Somente na década de 60 a produção de aves a nível industrial teve seu início. Usando uma técnica muito difundida nos Estados Unidos: a integração, pequenos agricultores (também chamados de parceiros) recebiam da empresa a assistência técnica, ração e pintos de um dia, em contrapartida os agricultores devolviam o animal pronto para o abate. O sucesso da avicultura integrada, que persiste até os dias de hoje, deveu-se tanto à mútua confiança entre os parceiros – empresa e integrado – quanto ao perfeito encaixe da criação junto com as demais atividades do pequeno produtor rural, sobretudo a lavoura de milho e trigo ([SAD1994]) e ([TES1996]).

Quando o novo mercado consumidor exigia frangos abatidos, nas décadas de 60 e 70 ocorreram dois fenômenos paralelos. De um lado o surgimento de grande número de empresas avícolas na região sudeste e de outro lado na região sul as empresas que já atuavam na produção de carne suína diversificaram sua produção passando a produzir também aves de corte, cujo destino é o mercado nacional e as exportações ([REV1999]).

Além da Sadia e Perdigão, outras empresas foram criadas como:

- a) a Sociedade Anônima Indústria e Comércio Chapecó fundada em 1952 por Plínio de Nes na cidade de Chapecó, iniciou seu abate de aves em 1974;
- b) a Seara Avícola fundada em 1952 pela família Paludo em Seara, iniciou seu abate de frangos em 1973 ([COS1999]).

A industrialização foi responsável pela mudança geográfica do centro da produção avícola nacional. O Sudeste perdeu o posto de maior produtor para o Sul do Brasil. Esta mudança trouxe avanços tecnológicos, crescimento populacional e a urbanização para cidades, que até então, eram pobres, desabitadas e que tinham na agricultura o seu principal produto. A industrialização também teve um papel decisivo na mudança de hábitos alimentares em favor da carne branca deixando para trás a carne bovina e suína.

2.2 ASPECTOS ECONÔMICOS

A avicultura moderna não deve ser avaliada na ótica de produção e distribuição. O complexo avícola compreende também a indústria da ração, produtos veterinários, equipamentos, embalagens e processos industriais, podendo ser considerado um dos maiores exemplos de integração e interdependência econômica em uma agricultura de mercado ([ARA1996]). Na figura 01 é apresentado que a produção integrada na indústria de frango de corte podendo se dar em partes ou no todo da cadeia produtiva do frango de corte.

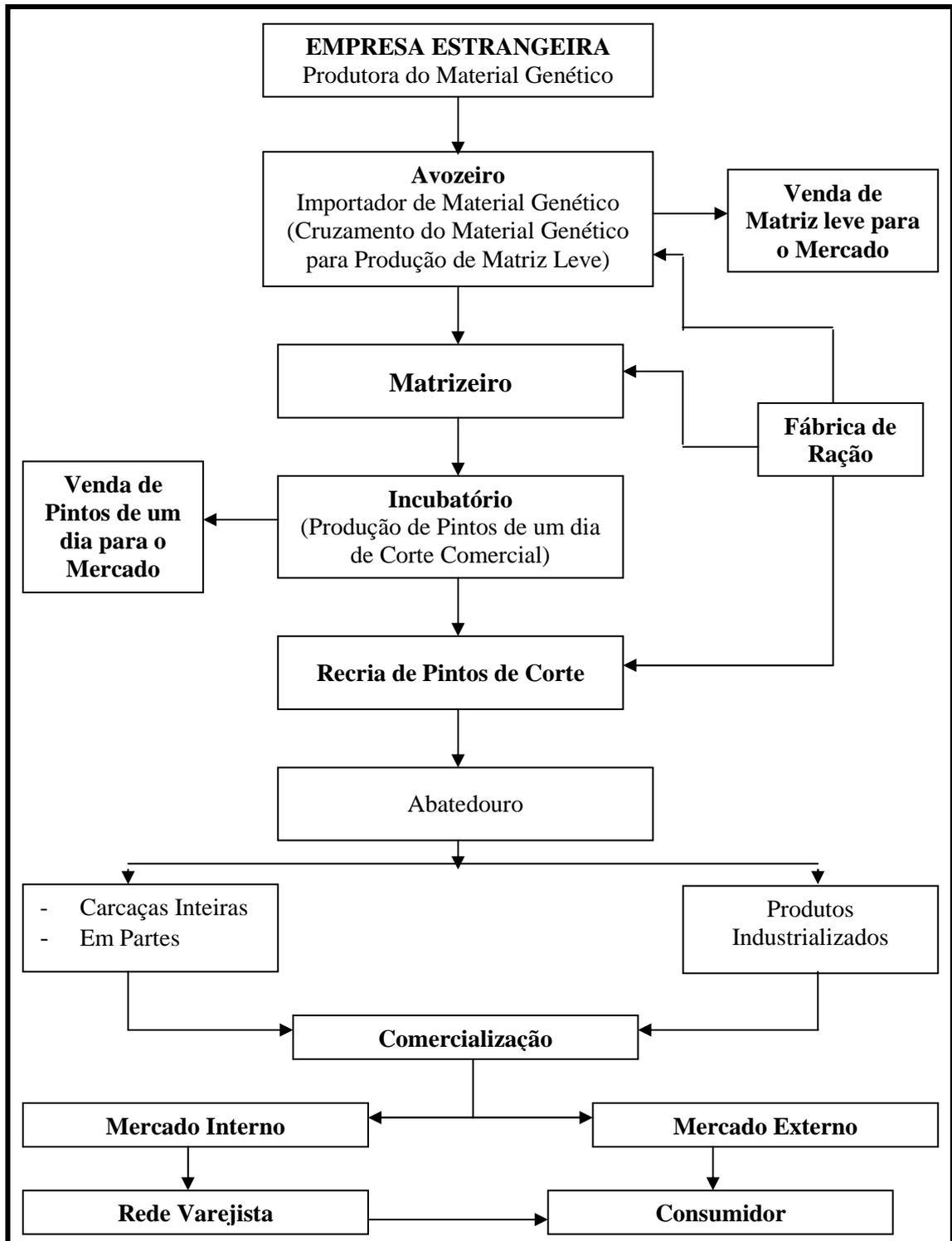
Como pode-se observar na tabela 01 a China é a maior produtora mundial de carne de aves. Em literaturas consultadas não obteve-se referências sobre o modo de produção, tecnologia ou qualquer outra informação sobre a avicultura por lá desenvolvida.

TABELA 01 – PRINCIPAIS PRODUTORES MUNDIAIS DE CARNE DE GALINHA

País	% de aves produzida em relação ao mundo
China	22
EUA	9,4
Rússia	5,4
Brasil	5,4
Indonésia	5,4
Índia	3,6
Japão	2,9
México	2,4

Fonte: [BAR1997b].

FIGURA 01 – DESCRIÇÃO GRÁFICA DA CADEIA PRODUTIVA DO FRANGO DE CORTE



FONTE: [ARA1996]

Atuando no Brasil tem-se grandes empresas agro-industriais trabalhando no ramo de avicultura. Na tabela 02 é possível visualizar quais são estas empresas e qual a sua porcentagem na produção brasileira.

TABELA 02 – MAIORES EMPRESAS AVÍCOLAS DO BRASIL

Empresa	1990	1998
Sadia	14,3%	12,4%
Perdigão	8,4%	7,7%
Seara	4,6%	5,6%
Frangosul	3,9%	4,8%
Avipal	3,1%	4,5%
Chapecó	4,5%	-
Pena Branca	2,4%	3,7%
Da Granja	-	3,3%
Aurora	1,6%	2,3%
Sertanejo	1,4%	1,5%
Minuano	1,4%	1,4%

Fonte: [AVI1999].

De acordo com [TOL2000] do frango é possível extrair os seguintes produtos:

- a) farinha para ração: das penas, da pele, do sangue, das vísceras e dos ossos;
- b) da carne é possível criar uma infinidade de produtos como o hambúrguer, a salsicha, a lingüiça, o presunto e outros;
- c) as vísceras podem ser comestíveis como coração, moela e fígado;
- d) os dejetos podem ser usados como fertilizantes na agricultura.

Em [PEL1999] comenta que através da pele de frango, ainda em fase de estudos, é possível criar um tecido de textura fina, com características impermeáveis usado na confecção de blusas, casacos, vestidos, camisas, em detalhes para bolsas, chapéus e cintos.

Através da tabela 03, levantamento feito pelo IBGE, pode-se obter comparativos de bovinos, suínos e aves abatidos no Brasil nos nove primeiros meses de 1999.

TABELA 03 – ANIMAIS ABATIDOS E PESO TOTAL DAS CARÇAÇAS EM 1999

Meses	Bovinos		Suínos		Aves	
	Número de cabeças abatidas (mil cab.)	Peso total das carcaças (t)	Número de cabeças abatidas (mil cab.)	Peso total das carcaças (t)	Número de cabeças abatidas (mil cab.)	Peso total das carcaças (t)
Total	12.296	2.802.383	11.729	915.549	1.809.849	3.453.677
Janeiro	1.233	278.687	1.247	94.570	185.543	350.062
Fevereiro	1.239	279.546	1.181	88.770	181.267	337.397
Março	1.390	317.920	1.365	103.681	213.593	394.931
Abril	1.330	305.088	1.229	95.909	191.899	370.512
Maiο	1.417	324.411	1.343	106.513	201.543	391.661
Junho	1.444	330.899	1.332	106.385	199.509	389.383
Julho	1.432	326.761	1.278	100.569	207.450	398.234
Agosto	1.471	335.195	1.410	113.219	219.741	424.517
Setembro	1.340	303.876	1.344	105.933	209.304	396.980

Fonte: IBGE

Na tabela 04 percebe-se que Santa Catarina é o maior produtor nacional de frango. Isto se deve as grandes empresas agro-industriais que se instalaram no estado.

TABELA 04 – PRODUÇÃO DE FRANGOS (TONELADAS)

Estado	Produção
Santa Catarina	4.000.000
São Paulo	3.520.000
Minas Gerais	3.450.000
Paraná	3.100.000
Rio Grande do Sul	3.000.000
Pernambuco	710.000
Distrito Federal	665.000
Ceará	480.000
Espírito Santo	260.000
Paraíba	195.000

Fonte: Apud [PEC2000].

Na tabela 05 mostra o efetivo de aves que são produzidas em Santa Catarina sendo que a microrregião de Joaçaba é a que mais se desenvolveu em relação a avicultura de 1985 até 1996.

TABELA 05 – PRODUÇÃO EFETIVO DE FRANGOS SEGUNDO AS MICRORREGIÕES DE SANTA CATARINA – COMPARATIVO ENTRE OS SENSOS DE 1985 E 1995-1996

Microrregião Geográfica	EFETIVO			
	Censo de 1995		Censo de 1995-1996	
	mil cabeças	Participação	Mil cabeças	Participação
Araranguá	1.063	1,97%	2.300	2,69%
Blumenau	1.089	2,01%	1.310	1,53%
Campos de Lages	481	0,89%	533	0,62%
Canoinhas	877	1,62%	1.775	2,07%
Chapecó	10.400	19,24%	16.541	19,31%
Concórdia	11.529	21,33%	13.317	15,55%
Criciúma	608	1,12%	1.936	2,26%
Curitibanos	908	1,68%	1.047	1,22%
Florianópolis	940	1,74%	2.860	3,34%
Itajaí	150	0,28%	1.764	2,06%
Ituporanga	411	0,76%	369	0,43%
Joaçaba	11.442	21,17%	17.808	20,79%
Joinville	1.137	2,10%	2.727	3,18%
Rio do Sul	2.674	4,95%	2.656	3,10%
São Bento do Sul	320	0,59%	764	0,89%
São Miguel do Oeste	2.729	5,05%	6.024	7,03%
Tabuleiro	174	0,32%	158	0,18%
Tijucas	211	0,39%	112	0,13%
Tubarão	1.401	2,59%	3.453	4,03%
Xanxerê	5.504	10,18%	8.205	9,58%
Santa Catarina	54.048		85.659	

Fonte: [PRO1998].

2.3 DETALHES TÉCNICOS

A ave é um animal vertebrado, de sangue quente, coberto por plumas, ovíparo (põe ovos) e com alto ritmo metabólico. A sua respiração vai de 40 a 50 vezes por minuto (homem de 16 a 24 vezes por minuto) e as batidas cardíacas são normalmente de 300 por minuto (os batimentos cardíacos do ser humano é na faixa de 60 a 85 vezes por minuto em estado normal) ([THI1996]).

Segundo [DEL1995] alguns termos relativos a galinhas devem ser considerados:

- a) Franga é a galinha com menos de um ano de idade;
- b) Frango é o macho da galinha com menos de um ano de idade;
- c) Galo é o macho adulto da galinha;
- d) Pinto é o filhote da galinha até completar dois meses.

No decorrer deste trabalho será comentado sobre frangos de corte no sentido de macho e fêmea.

A carne e os ovos das galinhas são considerados, pelos nutricionistas, ideais para todas as pessoas qualquer que seja a idade ou necessidades nutritivas. A carne é magra possui um baixo teor de calorias e é ideal para pessoas que estão de dieta, regimes ou possuem uma vida sedentária. É o alimento mais completo encontrado na natureza, pelo fato de possuir todas as vitaminas, aminoácidos e minerais que vão constituir um ser vivo [THI1996].

As aves podem ser classificadas de três maneiras segundo [THI1996]:

- a) grau de domesticação: domesticados são todos os animais que, possuindo utilidade econômica, reproduz-se livremente mas sob os cuidados do homem. Pode-se dividir as aves em domésticas e não domésticas, sendo que as domésticas podem ser galinhas, patos, marrecos, gansos, pombas, pavões, perus, angolistas, avestruzes e pássaros ornamentais. As não domésticas podemos citar as aves de caça como: faisões e codornas;
- b) classificação biológica das espécies: exemplo no caso da galinha
 1. filo: Chordata;
 2. subfilo: Vertebrata;
 3. classe: Aves;
 4. subclass: Neornithes (sem dentes);
 5. ordem: Galliformes;
 6. subordem: Galli;
 7. família: Phasianinae;
 8. gênero: Gallus;
 9. espécie: Domesticus;
- c) classificação oficial da *American Poultry Association*¹: realizada pela primeira vez em 1870 quando foram reunidas 86 linhagens e 235 variedades. Hoje estão

¹ Segundo [THI1996] *American Poultry Association* é a associação que dita o padrão oficial de julgamento das espécies nas exposições de aves por ela realizada.

agrupadas em 280 variedades (incluindo galinhas, gansos, perus, patos e marrecos), que estão agrupadas em 15 classes ([THI1996]).

A avicultura registrou grandes progressos nas pesquisas de raças tanto para corte como para a postura. As mais de cem raças de galinhas conhecidas dividem-se geralmente em quatro grupos:

- a) americanas: a *Plymouth Rock* é uma raça de grande porte e boa produtora de carne; a *Wyandotte*, *Rhode Island Red* e a *New Hampshire* são poedeiras, mas a última se destaca pela produção de ovos de grande tamanho;
- b) mediterrâneo: neste grupo podemos citar a *White Minorca* e a *Leghorn*, sendo a última melhor entre todas as poedeiras.
- c) britânica: a única raça que se destaca na atualidade é a *Cornish* muito usada para cruzamento e;
- d) asiáticas: possui também uma única raça moderna que se destaca é a *Brahma* [BAR1997b].

Com a modernização da avicultura é fundamental que a raça usada para engorda tenha uma boa conversão alimentar. Para [THI1996] a conversão alimentar é a capacidade que a ave possui de transformar em carne ou ovos o que come. A fórmula de Conversão Alimentar é definida desta forma por [ARA1996]:

$$CA = \frac{CTR}{GPTE}$$

Em que:

CA = Conversão Alimentar;

CTR = Consumo Total de Ração;

GPTE = Ganho de Peso Total Entregue.

A importância da tecnologia pode ser vista na tabela 06 onde com o passar dos tempos a conversão alimentar e o tempo de abate foram reduzidos assim como o aumento de peso teve aumento considerável.

TABELA 06 – ESCALADA DO FRANGO

Ano	Peso (kg)	Conversão Alimentar	Idade de abate (Dias)
1930	1,50	3,50	105
1940	1,55	3,00	98
1950	1,60	2,50	70
1960	1,65	2,25	56
1970	1,70	2,00	49
1980	1,80	2,00	49
1984	1,86	1,98	45
1989	1,94	1,96	45
1997	2,25	1,95	45
2000*	2,30	1,78	41

* Previsão

Fonte: [AVI1999].

A avicultura no modo de integração exige um nível alto de tecnologia para poder ter a melhor conversão alimentar em menor tempo possível. Esta tecnologia com relação a equipamentos, sistemas de ventilação e resfriamento estão descritos no próximo capítulo dando idéia ao leitor de toda instrumentação usada na criação de aves em regime industrial.

3 MECANISMOS QUE ENVOLVEM UMA CRIAÇÃO DE AVES

Para a criação de aves, são necessários equipamentos que ajudam na conversão alimentar e facilitam o trabalho do avicultor. Neste capítulo há uma descrição destes equipamentos começando com o aviário onde são criados os animais até os diversos modos de se fazer a ventilação interna e o resfriamento do referido galpão.

3.1 AVIÁRIO

A criação das aves se dá em um estrutura física que constitui de um galpão, usado como abrigo para proteger as aves das intempéries do tempo, para manter a higienização do local e para impedir que animais estranhos à criação tenham acesso ao mesmo. Estes que podem atacar as aves, consumir seus alimentos e ou transmitir doenças indesejáveis a elas.

Segundo [LUC1997] os galpões são muito heterogêneos no Brasil, pois são diferentes devido as condições de recursos, clima, declividade, cultura etc. A tecnologia em construções para avicultura evolui muito rápido. Muitas pesquisas são realizadas para propiciar um melhor ambiente para a criação de frangos de corte. O tamanho mais utilizado em aviários, para integração, são os com 12 metros de largura por 100 metros de comprimento, com altura variada, coberto de telhas de barro ou de cimento amianto, de madeira ou estrutura metálica, com portas maiores nas suas extremidades e menores no meio, e proteção de tela de arame nas suas laterais.

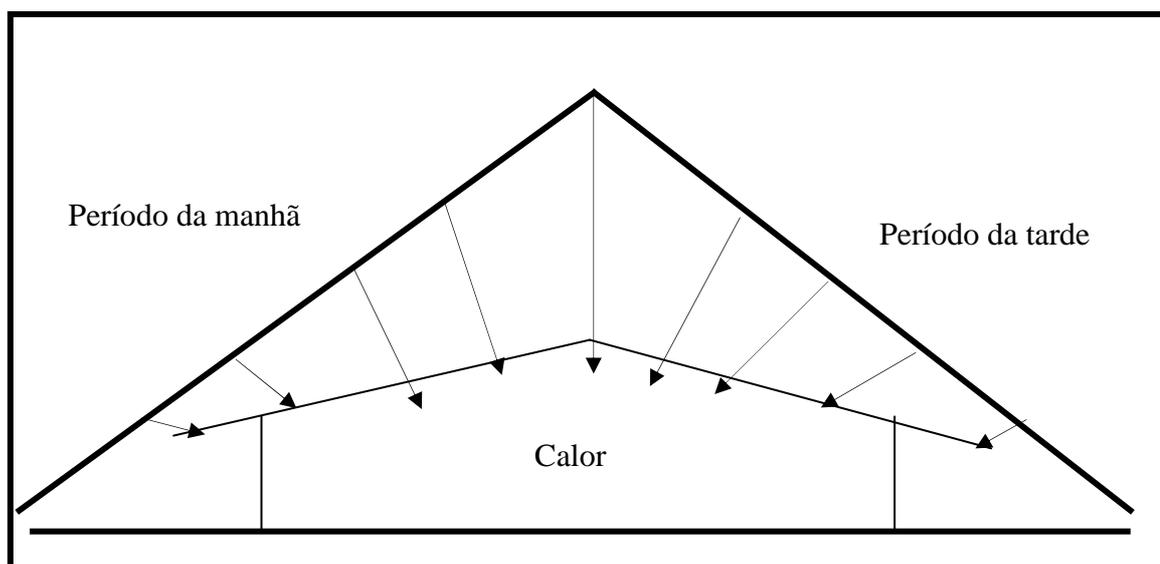
O comprimento maior do que a largura nos aviário é para permitir, com maior rapidez, a troca do ar que se encontra no interior do galpão, com elevada quantidade de amônia, pelo ar puro que se encontra no exterior do galpão. Na figura 02 é possível visualizar um aviário usado para criação de frangos de corte.

FIGURA 02 – AVIÁRIO USADO PARA CRIAÇÃO DE AVES DE CORTE



Para [ROS1998] a escolha do local, galpão, onde serão alojadas as aves é de extrema importância. A orientação solar é um fator imprescindível, diminuindo sensivelmente a agressão dos raios solares causadores do aumento de temperatura interna. É de suma importância que no momento da construção do galpão seja observado o ângulo de incidência dos raios solares, com isso é possível a construção de anteparos que possa promover sombra, reduzindo a temperatura interna. Conhecendo-se os ângulos citados é preciso saber o Norte verdadeiro, para que seja possível traçar o caminho do sol, conforme mostrado na figura 03. A ilustração mostra com algumas setas o ângulo de incidência dos raios solares sobre o galpão.

FIGURA 03 – CAMINHO DO SOL



Fonte: ([ROS1998])

Para auxiliar na engorda da criação, na aclimação das aves e redução do trabalho do avicultor, foram desenvolvidos alguns equipamentos que devem ser considerados, sendo eles: comedouros, bebedouros, silos, cama, ventiladores, nebulizadores, cortinas, e sistemas de aquecimento. Explicaremos a seguir cada um destes equipamentos.

3.1.1 COMEDOUROS

Os comedouros são usados como instrumento para depositar o alimento fornecido aos animais. Existem vários tipos de comedouros, de acordo com a idade das aves e segundo o seu funcionamento. Vale ressaltar que para os primeiros dias de confinamento dos animais, serão necessários comedouros de menor tamanho, a fim de facilitar o acesso das aves ao alimento.

Com relação ao funcionamento, os comedouros possuem formato, geralmente, arredondado onde a ração se desloca para baixo por gravidade, conforme vai ocorrendo o consumo. Existem dois tipos de comedouros: os denominados de automáticos e o de reabastecimento manual, também chamados de tubulares ([ENG1998]).

Comedouros automáticos (figura 04) são abastecidos através de corrente transportadora ou rosca sem fim, que conduz a ração do depósito até o comedouro. Ele é chamado de automático, devido a um sistema que detecta o momento que a ração baixa do

nível desejado, e então é acionado os motores para que seja feito o reabastecimento sem a intervenção do avicultor.

FIGURA 04 – COMEDOUROS AUTOMÁTICOS



Por outro lado existe comedouros tubulares (figura 05) que necessitam ser abastecidos de ração manualmente podendo armazenar, cada um, cerca de 25 quilos de ração. Eles possuem formato arredondado onde na parte inferior possui uma bandeja, na qual a ração fica depositada. É de menor custo do que o citado anteriormente, mas exige muita mão de obra para fazer o reabastecimento.

FIGURA 05 – COMEDOUROS PENDULARES

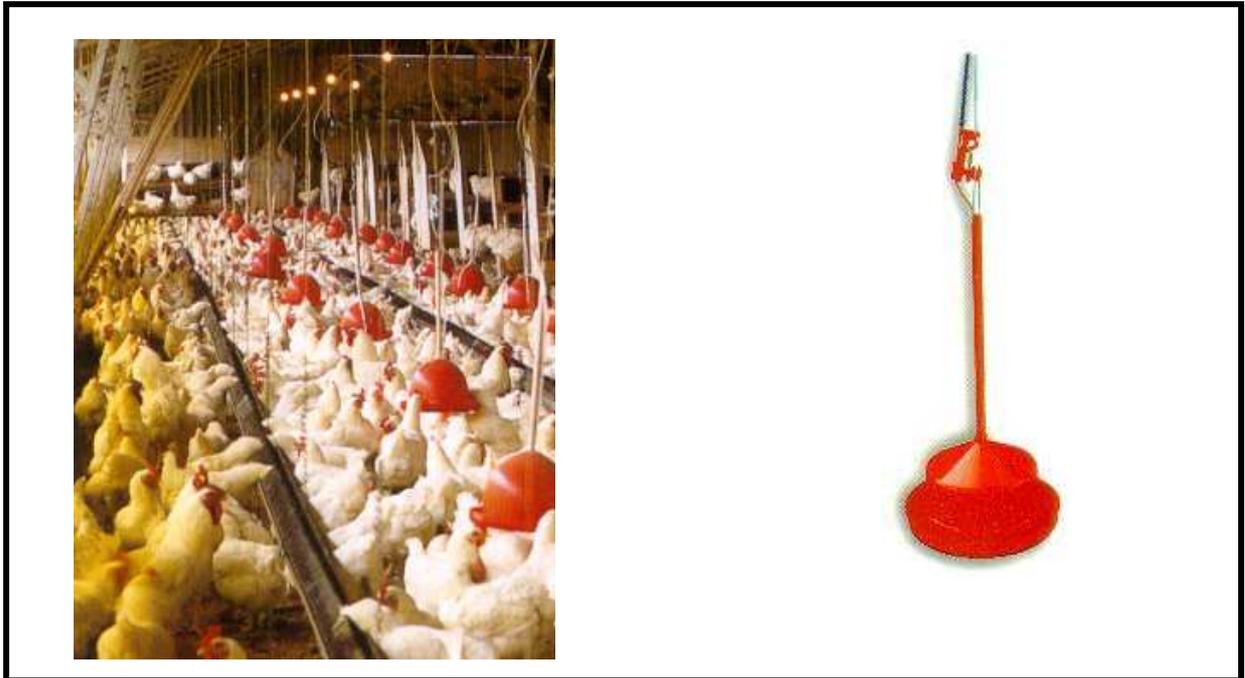


3.1.2 BEBEDOUROS

São equipamentos usados para distribuir água para as aves. A higiene é o fator de maior importância neste tipo de equipamento, devendo ser diária. Dependendo da idade existem bebedouros apropriados. Para as primeiras semanas de vida são usados pequenos bebedouros que facilitam o acesso dos pintinhos a água. Conforme ocorre o crescimento eles vão sendo substituídos por equipamentos maiores, do tipo pendular ou *nipple*, que permanecerão até a entrega das aves ao abatedouro.

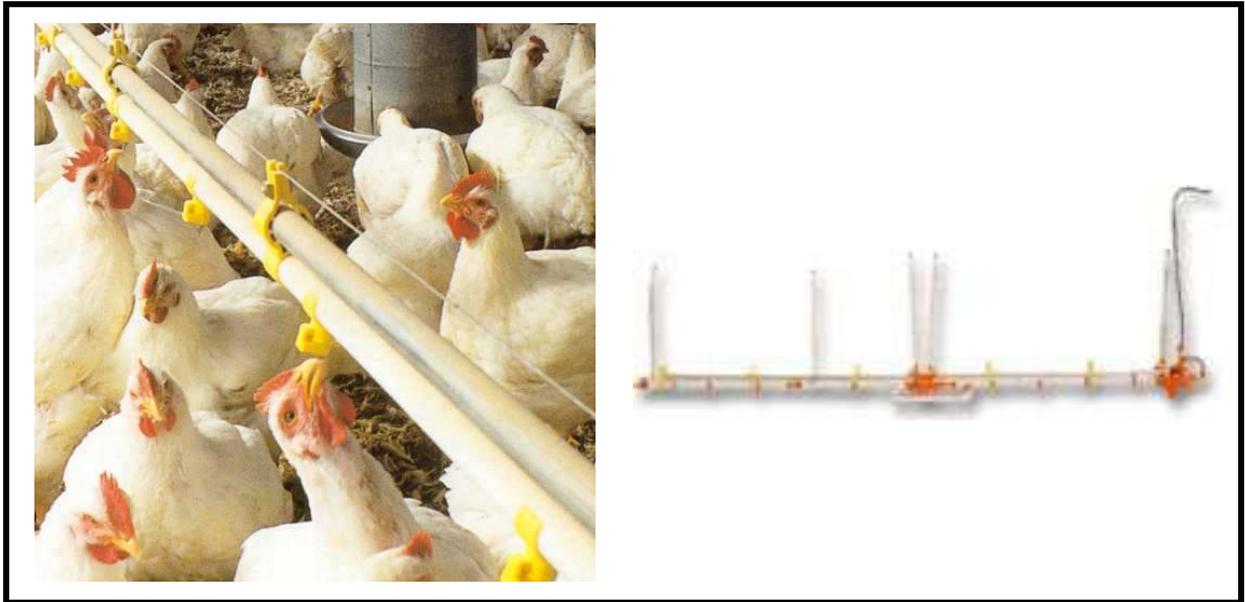
Bebedouros do tipo pendular (figura 06) são geralmente de plástico de forma arredondada e de custo relativamente baixo. Possui um sistema de válvulas, que controla o nível de água disponível para o consumo das aves, através do seu peso ocorre a liberação de água.

FIGURA 06 – BEBEDOURO PENDULAR



Bebedouros do tipo *nipple* (figura 07) é o que existe de moderno em termos de abastecimento de água. Através de pequenas válvulas onde em sua ponta permanece constantemente uma pequena gota de água, mas que não chega a escorrer, fornecendo ao animal somente a quantidade por ele requisitada. Há uma grande economia de água se comparado com o pendular. A maior vantagem deste sistema em relação ao outro existente, é que não é necessário a limpeza diária, decorrente do acúmulo de pó e detritos lançados pelas aves, mas a água deve ser livre de qualquer impureza para evitar o entupimento das válvulas ([MAR1994]). Outra vantagem é a sua adaptabilidade a qualquer tamanho das aves sendo que no outro modelo citado é necessário um para quando os animais forem pequenos e outro para quando tiverem uma certa idade.

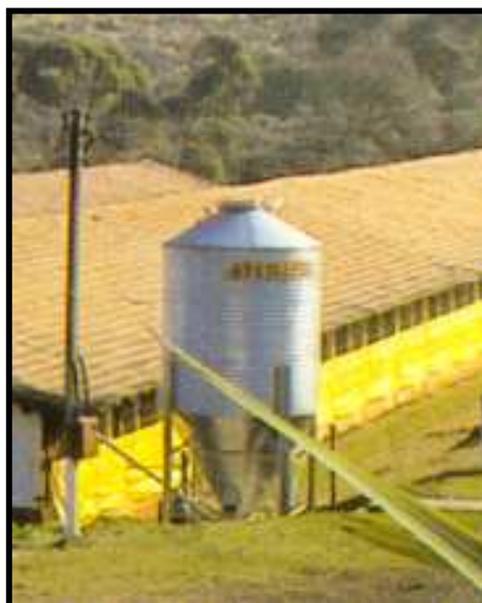
FIGURA 07 – BEBEDOUROS TIPO NIPPEL



3.1.3 SILO

Os silos são estruturas variadas em seu modelo e composição, sendo usados para armazenar a ração e também para protegê-la de ratos e outros animais, que por ventura venham a se alimentar dela. A instalação do silo fora do aviário é muito usada para situações em que a alimentação é toda automatizada (figura 08). Já, quando a distribuição da ração é feita manualmente pelo avicultor, a localização dos silos internamente facilita o manejo.

FIGURA 08 – MODELO DE SILO COM DISTRIBUIÇÃO AUTOMÁTICA DE RAÇÃO



3.1.4 CAMA

A cama é uma espécie de forração de aproximadamente 3 a 5 centímetros de espessura acima do piso do galpão, é usada para proteger os animais da umidade e do chamado “Calo no Peito”, que prejudica a parte mais nobre do frango. Este problema é devido ao atrito do peito do animal com o piso duro. É necessário para solucionar este problema a utilização de material que seja macio e confortável as aves ([MAL1982]).

Materiais utilizados como cama: maravalha ou cavaco, casca de amendoim, capim seco picado, casca de arroz, sabugo de milho triturado. As características desejadas para um bom material de cama são: boa absorção da umidade, maciez, pouca produção de pó, preço acessível, alta disponibilidade, não apresente facilidade de reprodução de microorganismos patogênicos ([MAL1982]).

3.1.5 VENTILADORES

Consiste em um motor que faz movimentar uma hélice (figura 09) cuja função é dispersar as altas concentrações de amônia, umidade e calor encontradas no ambiente na altura das aves, pela ação dos ventos ([MAR1994]).

Utilizando ventiladores a cama permanece seca, diminuindo a produção de umidade e, conseqüentemente, de amônia. Com ventiladores ligados, em dias quentes, a ave bebe menos água, pois sente mais conforto, ao passo que se forem desligados, os animais ficarão agitados ([MAR1994]).

A amônia é um composto químico (NH_3 ou NH_4) altamente volatilizável gerando com isso odor sufocante e extremamente tóxico, agindo como um irritante das vias respiratórias superiores. A irritabilidade é maior com o aumento da concentração. É uma substância química encontrada numa série de ambientes industriais, comerciais e domésticos como em fábricas de fertilizantes, na avicultura e suinocultura, em processamento de alimentos, nos sistemas de refrigeração, nas fábricas químicas e nos produtos de limpeza. Na avicultura, o gás amônia é proveniente da volatilização da amônia encontrada nos dejetos das aves ([VER1998]).

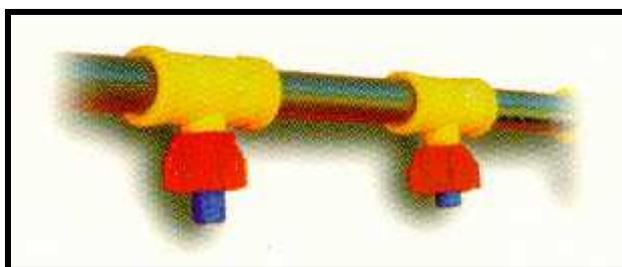
FIGURA 09 – VENTILADOR



3.1.6 NEBULIZADORES

Os nebulizadores (figura 10) são equipamentos instalados, na parte superior ao longo do aviário. São muito utilizados para transformar a água em minúsculas gotículas (névoa) Com o objetivo de melhorar as condições internas do aviário. Seu efeito é ainda melhor se usado em dias quentes e secos.

FIGURA 10 – NEBULIZADOR



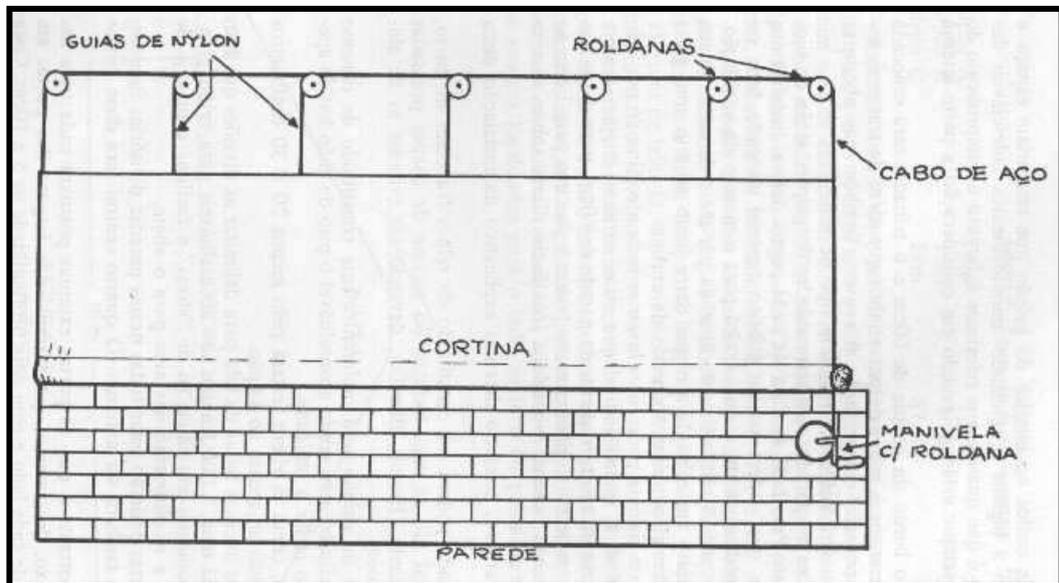
3.1.7 CORTINAS

É um equipamento constituído de material de baixa porosidade (plástico entrelaçado e tecidos variados e apropriados), flexível e de boa resistência, que proporcionam certa proteção aos pintinhos nos primeiros dias de vida. São colocadas lateralmente ao galpão com dispositivos do tipo carretilha (figura 11) para facilitar o manejo ([MAR1994]).

As cortinas servem para manter a temperatura interna do aviário e também para o manejo da ventilação. São muito utilizadas para impedir que o ar frio e até mesmo chuva entre no galpão podendo prejudicar as aves. Segundo [LUC1997] existem cortinas de vários tipos, cores e preços. Todas oferecem bons resultados, desde que sejam bem instaladas e utilizadas.

As cortinas vulcanizadas levam vantagem por permitir certo isolamento do ar quente (verão), ou muito frio (inverno), mas por outro lado podem provocar doenças durante o inverno rigoroso por bloquear demais a passagem de ventilação.

FIGURA 11 – DESENHO EXPLICATIVO DO FUNCIONAMENTO DA CORTINA



Fonte: ([ENG1998])

3.1.8 SISTEMA DE AQUECIMENTO

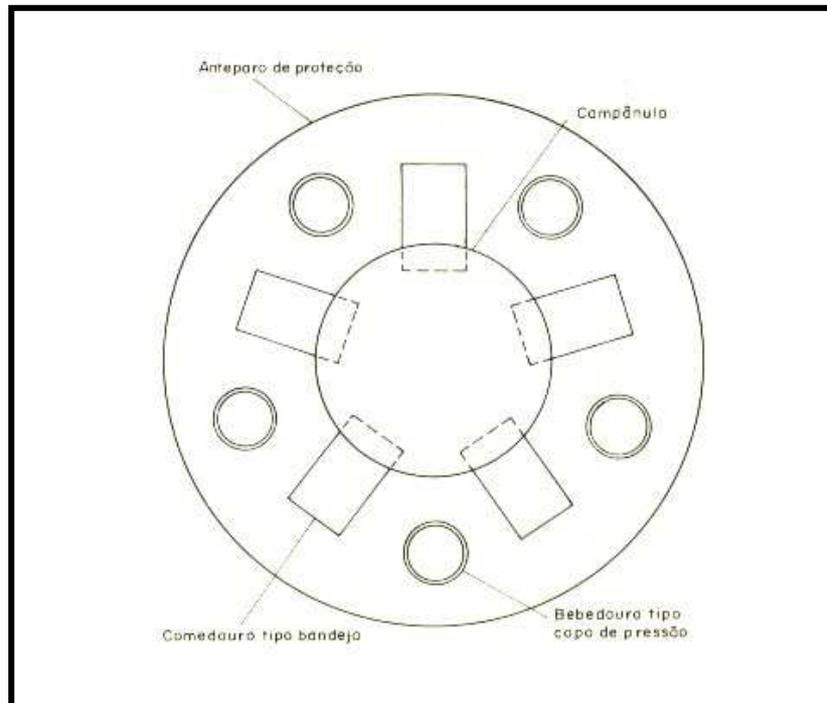
É equipamento que fornece calor nas primeiras três semanas de vida das aves. Os equipamentos mais modernos possuem termostato que se desligam automaticamente quando atingida a temperatura desejada. Podem ser movidos a lenha, a gás liquefeito de petróleo (GLP) (figura 12) ou energia elétrica, sendo que os aquecedores a gás são os mais utilizados. Um aquecedor pode aquecer de 500 a 2000 aves conforme o seu tamanho ([MAR1994]).

FIGURA 12 – MODELOS DE AQUECEDORES A GÁS



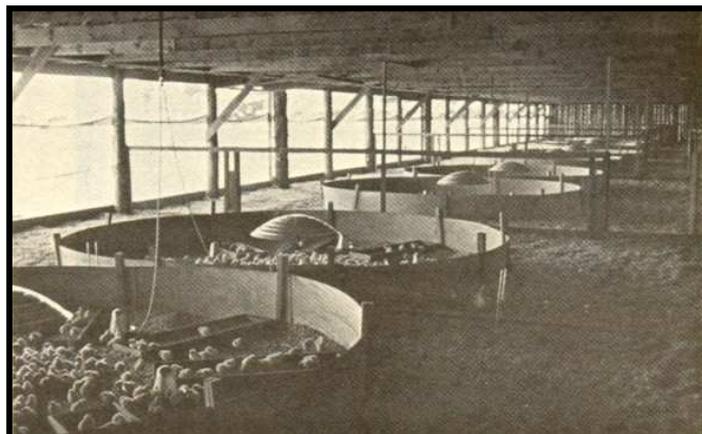
Para que o aquecimento tenha eficiência é indispensável a formação de círculos que contornam o aquecedor, para evitar que os pintinhos escapem para fora da área aquecida, e também como proteção contra as correntes de ar frio. Estes círculos são formados por fibra de madeira prensada (eucatex, duratex), que são desmontados e ampliados conforme o crescimento dos animais. Na figura 13 demonstra a disposição dos equipamentos iniciais no interior do anteparo ([ENG1998]). Na figura 14 é demonstrado um exemplo de como é instalado os círculos nos primeiros dias de vidas dos pintinhos.

FIGURA 13 – DISPOSIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS NO INTERIOR DO CÍRCULO



Fonte: ([MAL1982])

FIGURA 14 – INSTALAÇÃO DOS CÍRCULOS NO PERÍODO INICIAL DA CRIAÇÃO



Fonte: ([MAL1982])

3.2 SISTEMA DE VENTILAÇÃO E RESFRIAMENTO NA AVICULTURA DE CORTE

Segundo [ABR2000] a ventilação é um meio eficiente de controle da temperatura, dentro das instalações avícolas por aumentar as trocas térmicas por convecção¹. Com os problemas ocasionados pela falta de ventilação (falta de conforto), há um baixo desempenho do lote, por consequência do estresse calórico. Segundo o mesmo autor, a ventilação adequada se faz necessária também, para eliminar o excesso de umidade do ambiente e da cama, que se origina da água que é liberada durante a respiração das aves e através dos dejetos. A renovação do ar, regulando o nível de oxigênio necessário às aves e a eliminação do gás carbônico e outros gases que se formam devido a fermentação da cama, também é fator importante.

Associado a ventilação existe o resfriamento por nebulização, que serve para auxiliar em caso de altas temperaturas, o favorecimento do conforto ambiental das aves [ABR2000].

¹ Convecção é uma forma sensível de transferência de calor entre um corpo e o ar em contato com a superfície do mesmo desde que haja diferença entre as temperaturas dos mesmos ([BAE1998]).

3.2.1 SISTEMAS DE VENTILAÇÃO

No Brasil existem diversidades climáticas significativas e com isso há a necessidade de diferentes tipos de aviários, que são construídos para atender as necessidades de ventilação e manejo de cada local em específico.

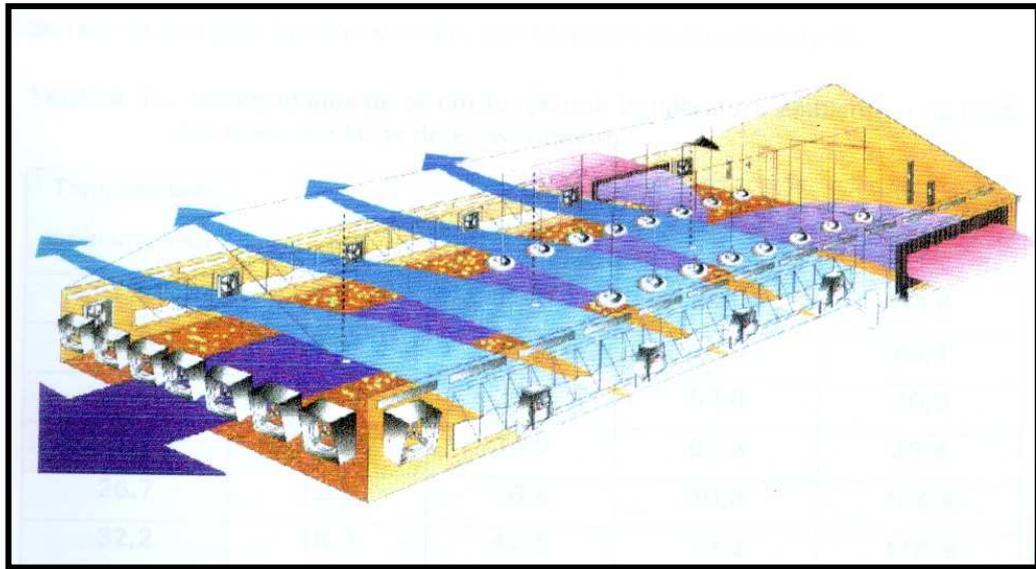
Segundo [ABR2000] os aviário brasileiros podem ser classificados em abertos ou fechados. Os aviários abertos são os mais simples e possuem uma porosidade considerável, mesmo quando as cortinas estão fechadas. Normalmente são usados em regiões onde as condições climáticas são amenas e por serem, também, de baixo custo. Neste tipo de sistema é priorizado a ventilação natural, mantendo-se as cortinas abertas ocorre a troca do ar quente e rarefeito, que se encontra no interior do galpão, pelo ar puro externo ao aviário.

Em dias muito quente é necessário também o uso de ventilação artificial, que poderá ser realizada de fluxo transversal ou longitudinal. Para a ventilação transversal os ventiladores são posicionados de forma transversal em uma das laterais à meia altura do pé direito do aviário, sempre no sentido dos ventos dominantes, com o fluxo de ar ligeiramente inclinado para baixo. Normalmente utiliza-se ventiladores a cada 6 m de comprimento do aviário e o acionamento é escalonado onde metade entra em funcionamento a 25°C e a outra metade a 28°C ([ABR2000]).

Na ventilação de fluxo longitudinal, os ventiladores são posicionados em linhas ao longo do comprimento do aviário, a cada 12 m, em posições que podem ser alternadas, cujo fluxo de ar entra por uma extremidade do aviário e sai pela outra. Neste sistema utiliza-se também o acionamento escalonado a 28°C e mantendo-se as cortinas fechadas dando a impressão de formar um túnel de vento ([ABR2000]).

Os aviários fechados são os mais complexos e de maior custo, requerem ventilação forçada e resfriamento evaporativo (figura 15). Neste sistema normalmente os ventiladores são controlados por temporizadores que define o tempo de acionamento e também a velocidade dos mesmos. Este tipo de aviário exige que seja bem vedado, pois se houver fuga de ar o sistema não terá a eficiência desejada. A grande desvantagem deste tipo de aviário, é a utilização de geradores de energia para, no caso de falta, manter os equipamentos funcionando.

FIGURA 15 – AVIÁRIO CLIMATIZADO



Fonte: ([ABR2000])

3.2.1.1 TIPOS DE VENTILAÇÃO

A renovação do ar em um ambiente pode ser classificada da seguinte forma de acordo com [ABR2000]:

- a) ventilação natural ou espontânea:
 - 1) ventilação dinâmica;
 - 2) ventilação térmica;
 - 3) aberturas de ventilação;
 - 4) quebra-ventos;
 - 5) ventilação de inverno e verão.
- b) ventilação artificial, mecânica ou forçada:
 - 1) pressão negativa (Exaustão).
 - 2) pressão positiva (Pressurização);

3.2.1.1.1 VENTILAÇÃO NATURAL OU ESPONTÂNEA

Segundo [ABR2000] a ventilação natural ou espontânea é o movimento normal do ar, que pode ocorrer por diferenças de pressão causadas pela ação do vento (Ventilação dinâmica), ou de temperatura (Ventilação térmica) entre dois meios considerados.

A ventilação natural permite que haja alterações e controle da pureza do ar, abastecendo o aviário de oxigênio e retirando: amônia, CO₂ e outros gases nocivos, excesso de umidade e odores (ventilação higiênica), possibilitando também, dentro de um certo limite, controlar a temperatura e a umidade do ar nos ambientes habitados (ventilação térmica) ([ABR2000]).

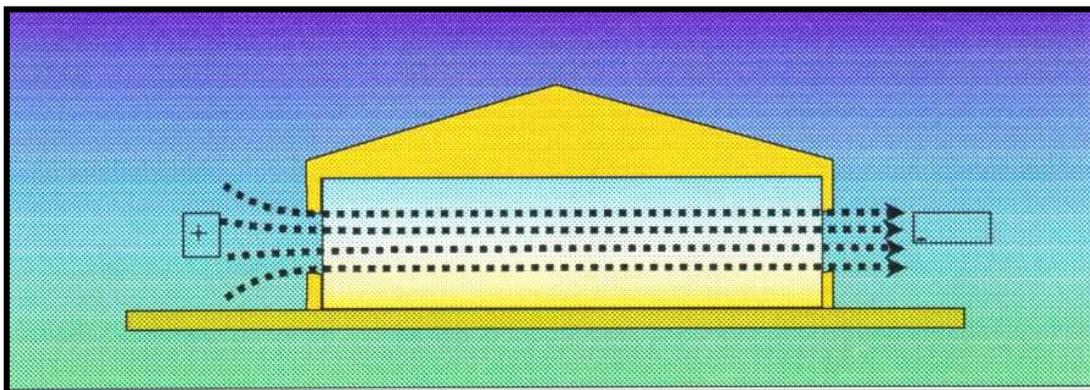
3.2.1.1.1 VENTILAÇÃO DINÂMICA

O ar flui sempre de um ponto de alta pressão para um ponto de baixa pressão. Isso significa que a velocidade do ar dentro de uma instalação é sempre maior nas aberturas do lado onde sopra o vento, que do lado onde sai o vento. Quanto maior for a diferença de pressão maior será a velocidade do ar. Se uma corrente de ar perde velocidade, a pressão sobe ([ABR2000]).

A taxa em que a ventilação natural ocorre depende da velocidade do vento, da sua direção, da proximidade e das dimensões de obstáculos, como montanhas ou construções, de forma e localização das aberturas de entrada e saída do ar ([ABR2000]).

Quando o vento incide contra o aviário, podem ser formadas áreas distintas de pressão positiva e negativa (figura 16). A pressão positiva maior que a pressão atmosférica normal se caracteriza por impulsionar a massa de ar contra o aviário, já a pressão negativa realiza a atração da massa de ar. O deslocamento do ar é realizado dos pontos de maior pressão para os pontos de menor pressão, isso se existir aberturas no aviário, a pressão positiva força a massa de ar a entrar pelas aberturas e a negativa a sair. De nada adianta ter abertura em um mesmo plano já que as pressões sendo iguais não provocam circulação do ar ([ABR2000]).

FIGURA 16 – DESLOCAMENTO DA MASSA DE AR ATRAVÉS DAS ABERTURAS (VENTILAÇÃO CRUZADA)



Fonte: ([ABR2000])

3.2.1.1.1.2 VENTILAÇÃO TÉRMICA

A ventilação térmica consiste em realizar a troca de ar quente pelo ar frio. Isto ocorre em um aviário pelo fato do ar quente, mais leve, subir até as aberturas superiores existentes na construção. Estas aberturas são também chamadas de lanternim¹ a qual facilita a troca naturalmente de ar. A entrada do ar frio, mas denso, ocorre nas aberturas dispostas nas partes baixas do aviário próximas ao piso ([ABR2000]).

3.2.1.1.1.3 ABERTURAS DE VENTILAÇÃO

A dimensão e a localização das aberturas, bem como a correta orientação das construções, são fatores importantes no controle da corrente de ar. Assim as aberturas de entradas de ar devem ser, sempre que possível, direcionadas diretamente na direção dos ventos dominantes ([ABR2000]).

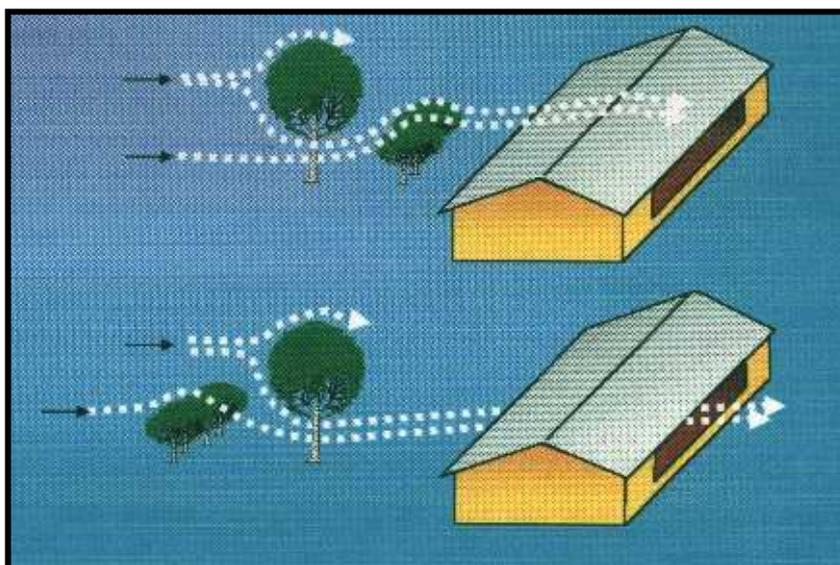
Segundo [ABR2000] abrindo-se as cortinas do aviário poderá passar, rapidamente, um grande volume de ar do exterior, que irá se misturar com as condições internas, tendendo haver uma equivalência entre as condições existentes no exterior com as do interior do referido galpão.

3.2.1.1.1.4 QUEBRA-VENTOS

São barreiras naturais ou artificiais que se destinam a reter ou diminuir a ação dos ventos fortes sobre os aviários. Eles são importantes, pois a medida em que mantêm a velocidade do ar dentro dos limites, impedem os efeitos danosos do vento. Os quebra-ventos na sua grande maioria são constituídos por fileiras de vegetação que agem de forma a desviar e diminuir a intensidade dos ventos. As barreiras artificiais podem ser telas, sombrite, que também tem a função de reduzir a intensidade dos ventos. São muito usadas em locais onde não possui uma vegetação natural ainda instalada (figura 17) ([ABR2000]).

¹ O lanternim são aberturas na parte superior do telhado do aviário. Segundo [MAL1982] o lanternim auxilia na vazão do ar quente e carregado de gases, mantendo assim uma renovação constante do ar.

FIGURA 17 – QUEBRA-VENTOS



Fonte: ([ABR2000])

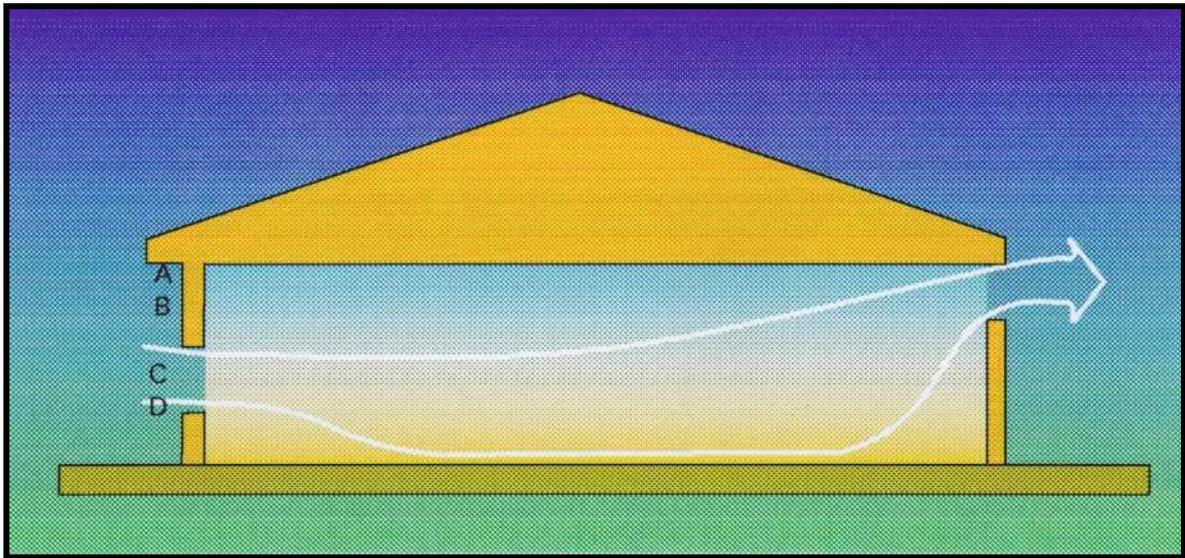
3.2.1.1.1.5 VENTILAÇÃO DE INVERNO E VERÃO

Segundo [ABR2000] uma vez que as aves se encontram empenadas, isto é, com seu sistema termoregulador definido, a primeira providência a ser tomada é a retirada do calor, principalmente em dias quentes, que se encontra no interior do galpão. Quando a temperatura ambiente é superior à ótima, é necessário aumentar a taxa de ventilação a fim de eliminar o calor produzido pelas aves, evitando-se temperaturas excessivas. A ventilação destes ambientes poderá incrementar a troca de calor por convecção promovendo com isso a melhoria do conforto térmico no verão. Regiões de clima tropical, existe a preocupação de atender conjuntamente às exigências térmicas e higiênicas que vão refletir na localização da construção, área e forma de abrir as cortinas. No verão, a massa de ar se movimentará por todo o espaço inferior e superior, e simultaneamente, eliminando parte do calor acumulado em paredes laterais, piso, teto e equipamentos de alimentos, com isso influenciará diretamente sobre o conforto térmico. Em pleno verão, o sistema de ventilação poderá funcionar plenamente durante todo o período do dia e boa parte da noite. Em condições muito quente coloca-se entradas de ar ao nível das aves forçando um fluxo de ar mais rápido ([ABR2000]).

Em período de inverno, necessita-se de um ritmo de renovação mais lento, especialmente para as aves jovens. Neste período também é necessário introduzir ar fresco para retirar o excesso de gases existentes. O fluxo de ar deve deslocar naturalmente na zona superior do aviário e não diretamente sobre os animais, de maneira a realizar uma mistura do

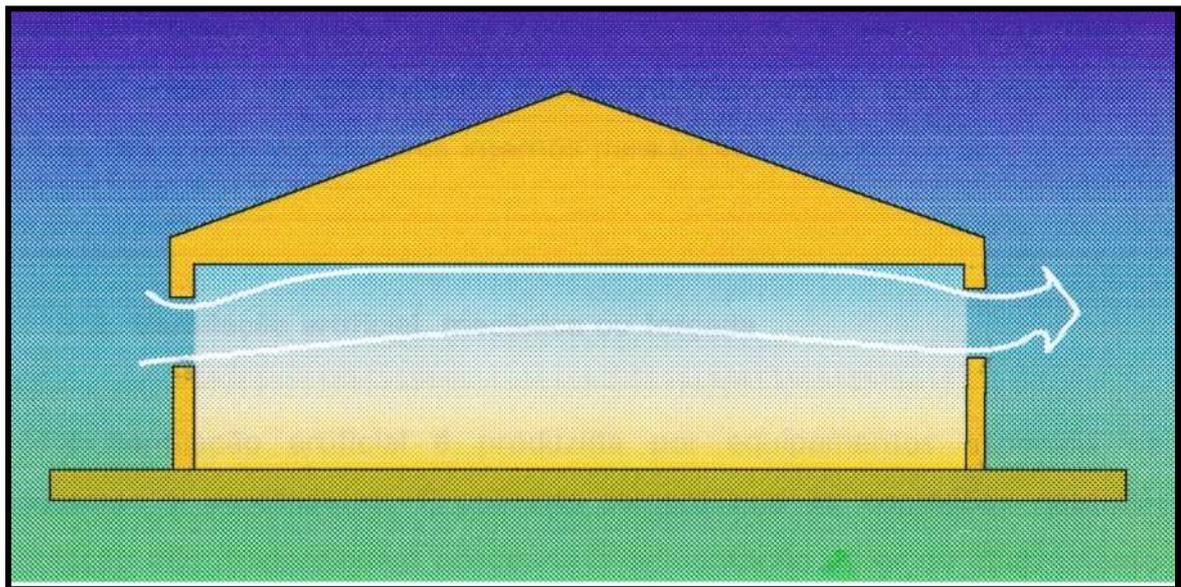
ar quente com o frio antes de alcançar as aves, evitando com isso corrente fria de ar ou muito rápida em contato com a aves ([ABR2000]). A renovação do ar é feita abrindo-se as cortinas até que seja possível haver a troca de ar. Nas figuras 18 e 19 é possível visualizar o movimento que o ar forma no interior do galpão com diferentes tipos de aberturas de cortinas. Sendo que para a ventilação higiênica, onde procura-se retirar o excesso de gases, as aberturas iguais das cortinas são mais indicadas.

FIGURA 18 – FLUXO DE AR DEVIDO À DIFERENTES LOCALIZAÇÕES DA ENTRADA E SAÍDA DE AR.



Fonte: ([ABR2000])

FIGURA 19 – DESLOCAMENTO DO FLUXO DE AR PARA A PARTE SUPERIOR DO AVIÁRIO



Fonte: ([ABR2000])

3.2.1.1.2 VENTILAÇÃO ARTIFICIAL, MECÂNICA OU FORÇADA

Este tipo de ventilação é produzida por equipamentos especiais como exaustores e ventiladores. É utilizada sempre que as condições naturais não são apropriadas conforme a idade das aves. A vantagem é de permitir a filtragem, distribuição uniforme e suficiente do ar no aviário, independente das condições atmosféricas ([ABR2000]).

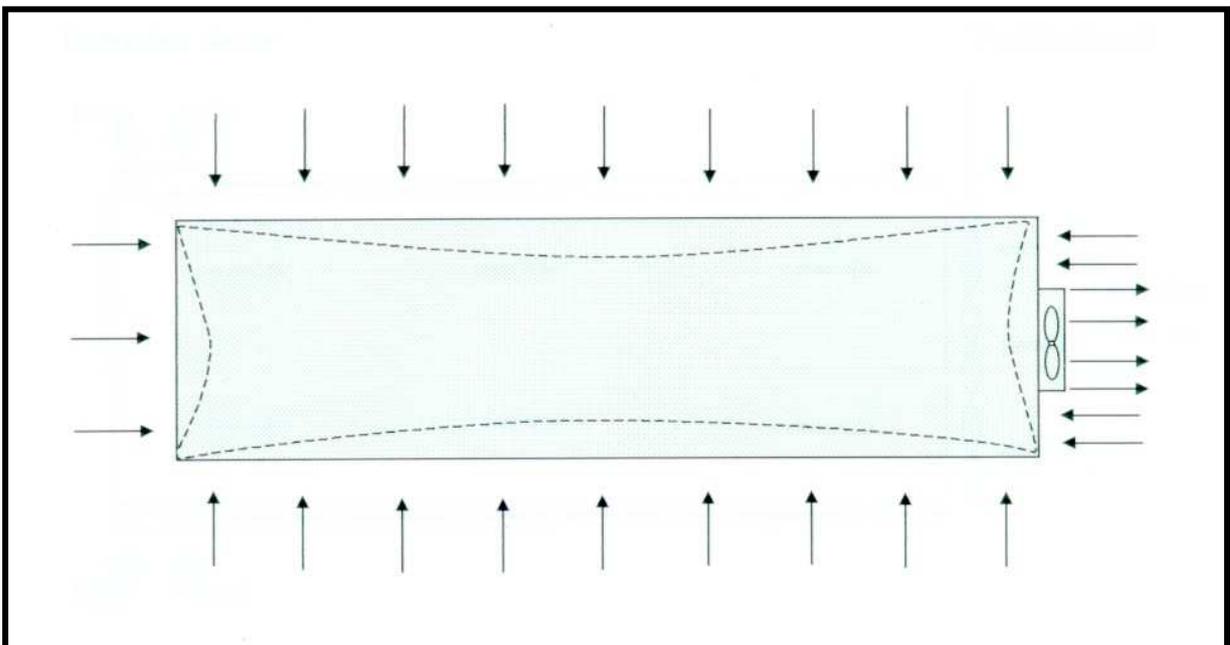
Existem duas formas de promover artificialmente a movimentação do ar, definidas assim por [ABR2000]:

- a) sistema de pressão negativa ou exaustão;
- b) sistema de pressão positiva ou pressurização.

3.2.1.1.2.1 SISTEMA DE PRESSÃO NEGATIVA OU EXAUSTÃO

Neste processo o ar é forçado de dentro para fora do aviário por meios de ventiladores (exaustores), criando um vácuo parcial dentro da instalação (figura 20). O sistema cria uma diferença de pressão do ar que se encontra externamente com o interno e saindo por meio de aberturas ([ABR2000]).

FIGURA 20 – SISTEMA DE VENTILAÇÃO POR PRESSÃO NEGATIVA

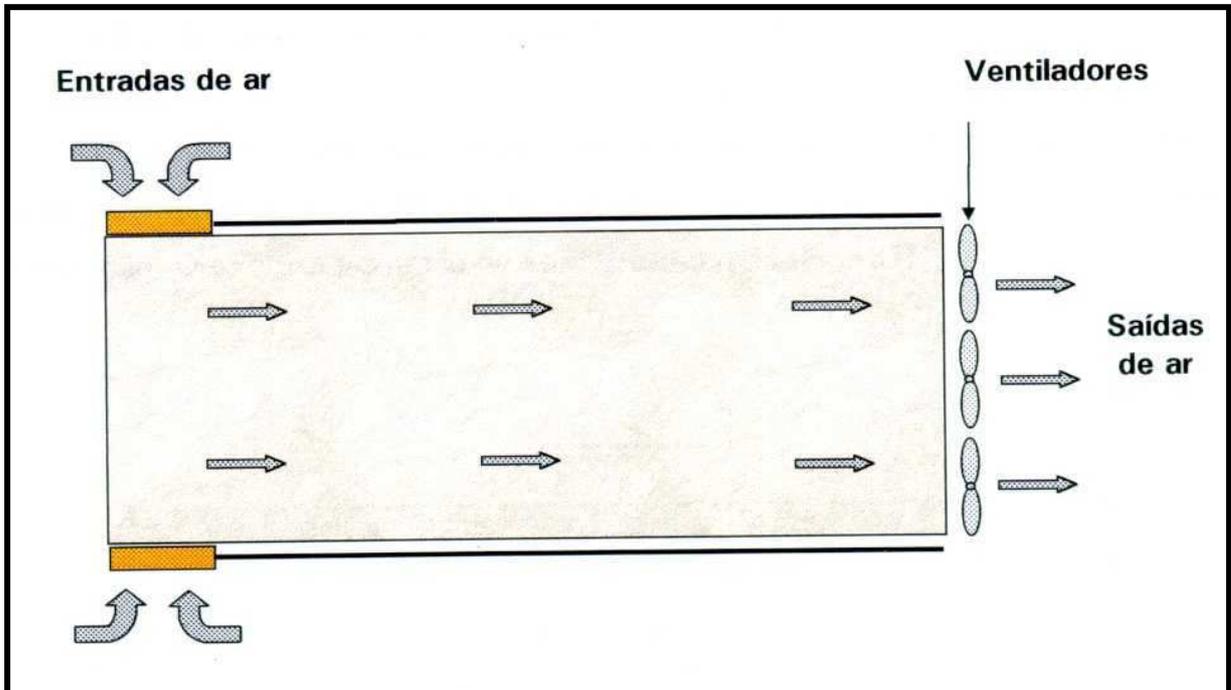


Fonte: ([ABR2000])

Com o sistema funcionando, alguns ventiladores fazem a exaustão e outros empurram o ar para dentro do aviário (figura 21). Isto ocorre sempre em extremidades opostas do

referido ambiente. A eficiência desse processo depende de uma boa vedação do aviário, evitando perdas de ar em locais não desejados ([ABR2000]).

FIGURA 21 – SISTEMA DE VENTILAÇÃO MECÂNICA POR EXAUSTÃO

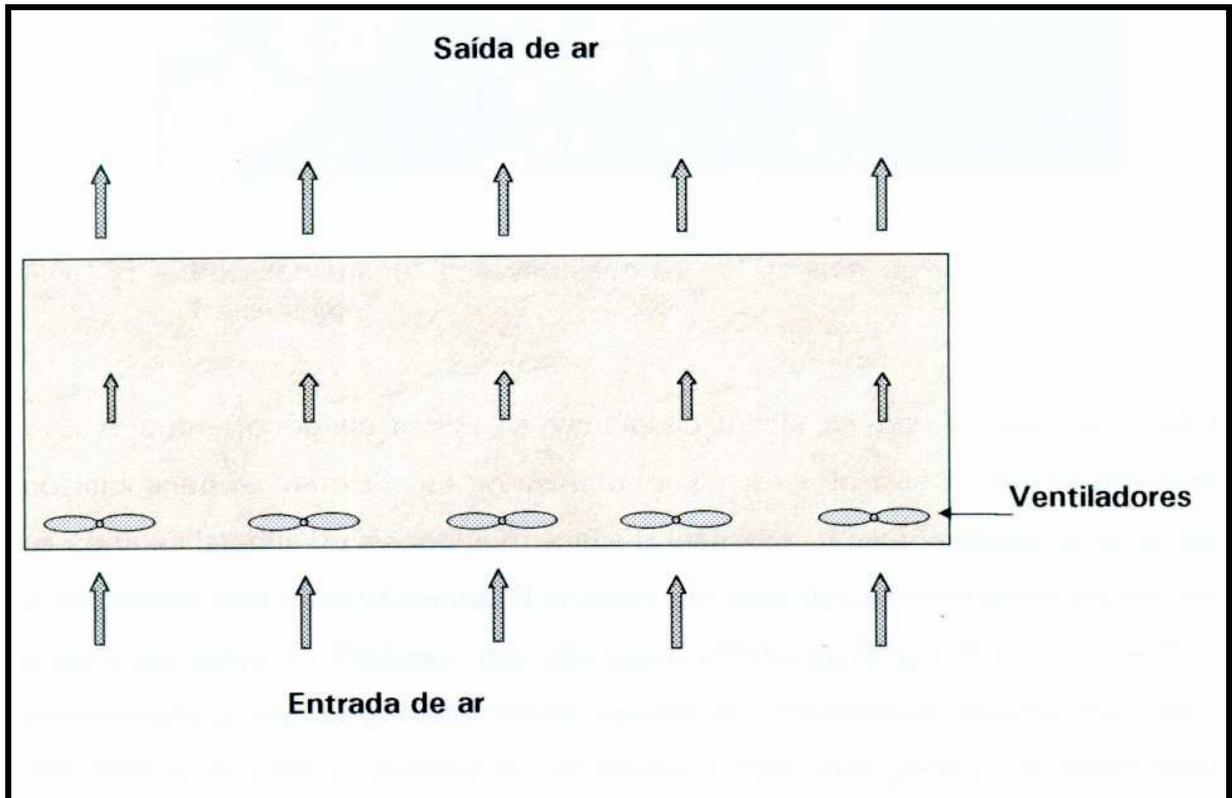


Fonte: ([ABR2000])

3.2.1.1.2.2 SISTEMA DE PRESSÃO POSITIVA OU PRESSURIZAÇÃO

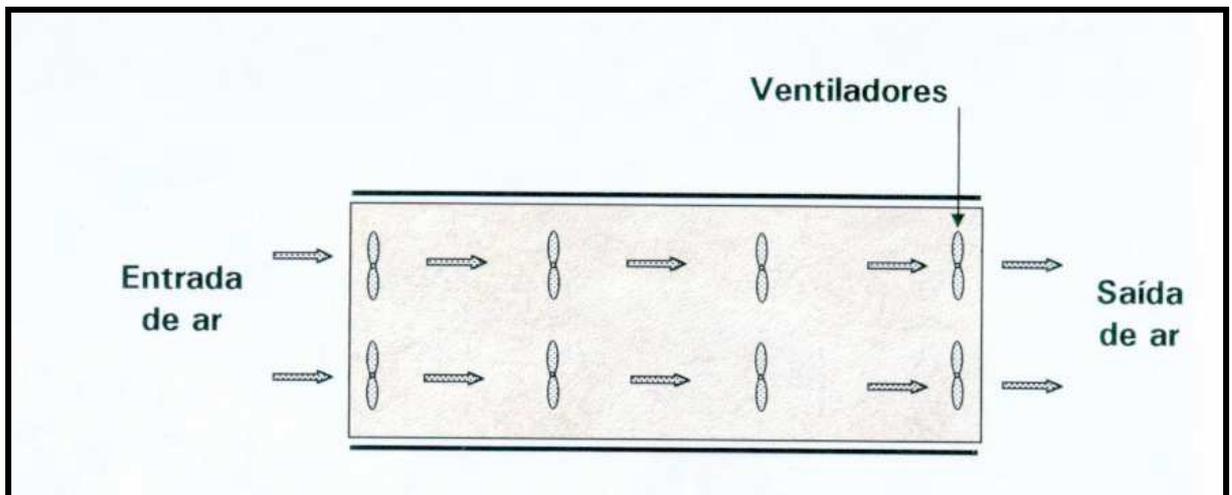
Neste processo o ar é forçado de fora para dentro, por meio de aberturas laterais. No sistema de ventilação positiva, os ventiladores são dispostos no sentido longitudinal ou transversal, voltados para o interior do aviário possuindo duas formas distintas: com fluxo de ar transversal e as cortinas abertas (figura 22). Também pode haver o fluxo de ar longitudinal com cortinas do aviário abertas ou fechadas. Quando as cortinas estão fechadas este sistema é também chamado de túnel de vento (figura 23). No fluxo transversal os ventiladores são posicionados nas laterais, no sentido dominante dos ventos e ligeiramente voltadas para baixo, como mostra a figura 24.

FIGURA 22 – VENTILAÇÃO TRANSVERSAL



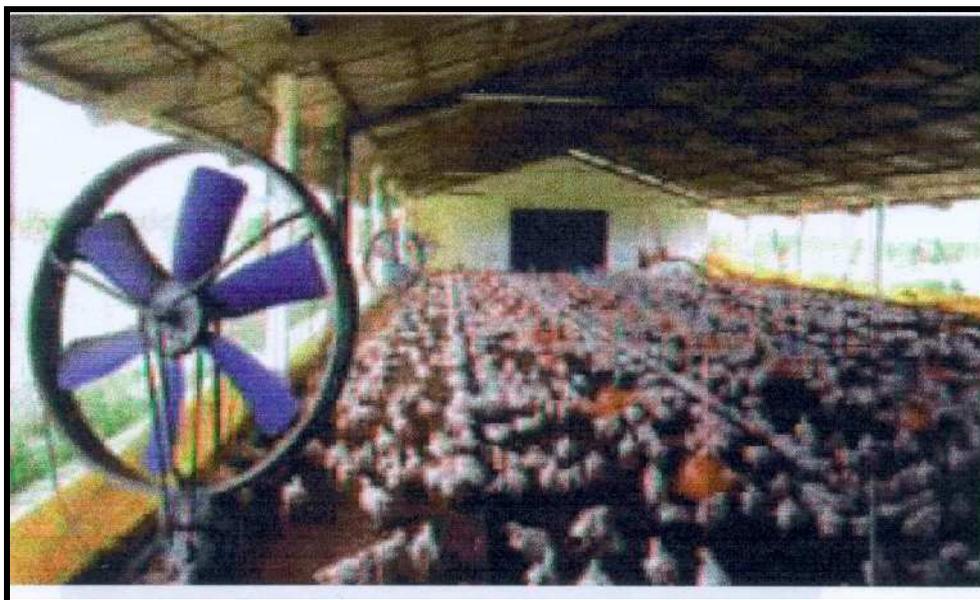
Fonte: ([ABR2000])

FIGURA 23 – VENTILAÇÃO TIPO TÚNEL



Fonte: ([ABR2000])

FIGURA 24 – POSICIONAMENTO DOS VENTILADORES



Fonte: ([ABR2000])

3.2.2 SISTEMA DE RESFRIAMENTO

Com o aumento da densidade das aves por metro quadrado, tem havido um aumento da temperatura interna dos galpões, decorrentes de uma maior produção de calor das aves, aumento da temperatura ambiente e movimento restrito de ar à altura das aves.

Dependendo das condições climáticas de cada região o resfriamento evaporativo pode reduzir 10 °C ou mais a temperatura interna do aviário. Regiões de clima seco favorecem este sistema ([ABR2000]).

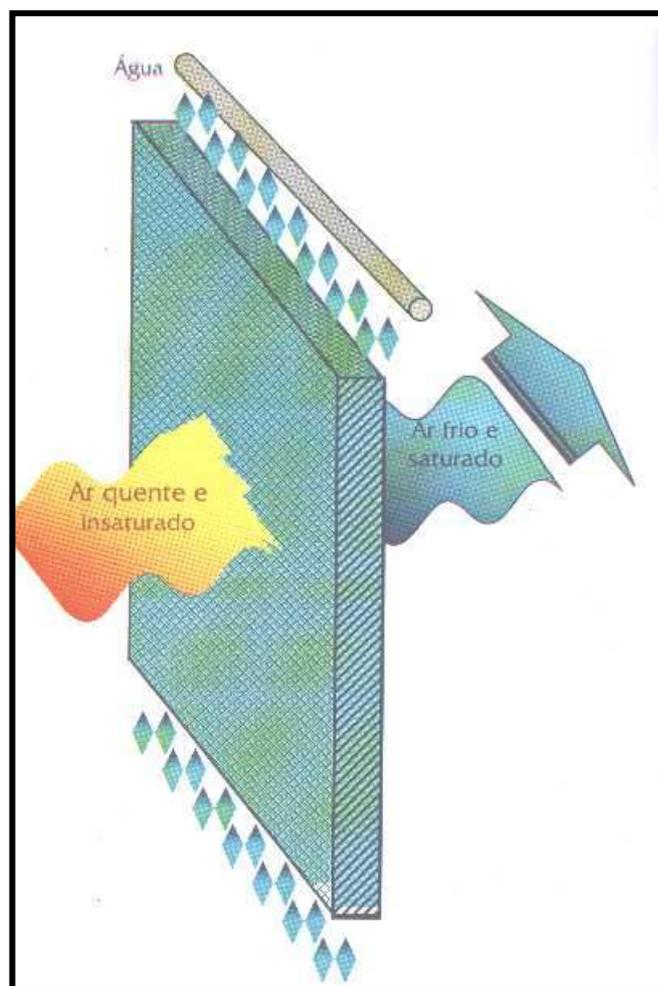
No Brasil, dois sistemas de resfriamento são comumente utilizados: o *Pad Cooling* e o de nebulização, sendo o último o mais usado. Sistemas do tipo *Pad Cooling* requerem ventiladores para forçar a passagem do ar através de painéis evaporativos¹, já nos sistema de nebulização é possível utilizar a ventilação natural ou a mecânica ([ABR1999]).

¹ Segundo [ABR1999] “ painéis evaporativos são geralmente de material de celulose, mantidos constantemente umedecidos, através do qual o ar passa e resfria-se antes de entrar no interior do aviário”.

3.2.2.1 PAD COOLING

Este sistema é comumente utilizado em aviários climatizados e totalmente automatizados com ventilação do tipo túnel. Consiste basicamente em um painel evaporativo onde a água é bombeada sobre o mesmo e distribuída uniformemente no topo do referido painel. A água infiltra-se formando um filme que cobre a superfície interna. Através do seu desenho especial o ar passa pelos pequenos orifícios criando condição ideal de máxima evaporação, figura 25 .

FIGURA 25 – PAINEL EVAPORÁTICO



Fonte: ([ABR2000])

3.2.2.2 NEBULIZAÇÃO

A ave dissipa calor corporal através da evaporação de água no seu trato respiratório. Se o ar que ela respira é muito úmido, a ave terá dificuldades de dissipar o calor corporal, e isso vai alterar o metabolismo.

O sistema de nebulização é composto por bicos nebulizadores que fragmentam a água, em minúsculas gotas, distribuindo-a no interior do aviário na forma de jato d'água. Segundo [MAR1994] o princípio é o da formação de gotículas extremamente pequenas, que aumentarão muito a superfície exposta ao ar. Por exemplo, uma gota de água média tem:

$$\begin{aligned}\text{volume} &= 40 \text{ mm}^3 \\ \text{área} &= 56,48 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Uma gotinha de um bico, bem calibrado, com água limpa, à pressão de 80lb/pol² tem o diâmetro médio de 0,05mm.

$$\begin{aligned}\text{volume} &= 0,0000654 \text{ mm}^3 \\ \text{área} &= 0,00785 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\text{Volume gota} = \frac{40 \text{ mm}^3}{0,0000654 \text{ mm}^3} = 611,621 \text{ x volume da gotícula}$$

$$\text{Área da Gota} = \frac{56,48 \text{ mm}^2}{0,00785 \text{ mm}^2} = 7,195 \text{ x área gotícula}$$

Quando se pulveriza uma gota de água, o número de gotículas equivalentes será :

$$\text{Número de gotículas} = \frac{40 \text{ mm}^3}{0,0000654 \text{ mm}^3} = 611,621$$

A área total dessas gotículas será de :

$$0,00785 \times 611,621 = 4,801 \text{ mm}^2$$

Portanto :

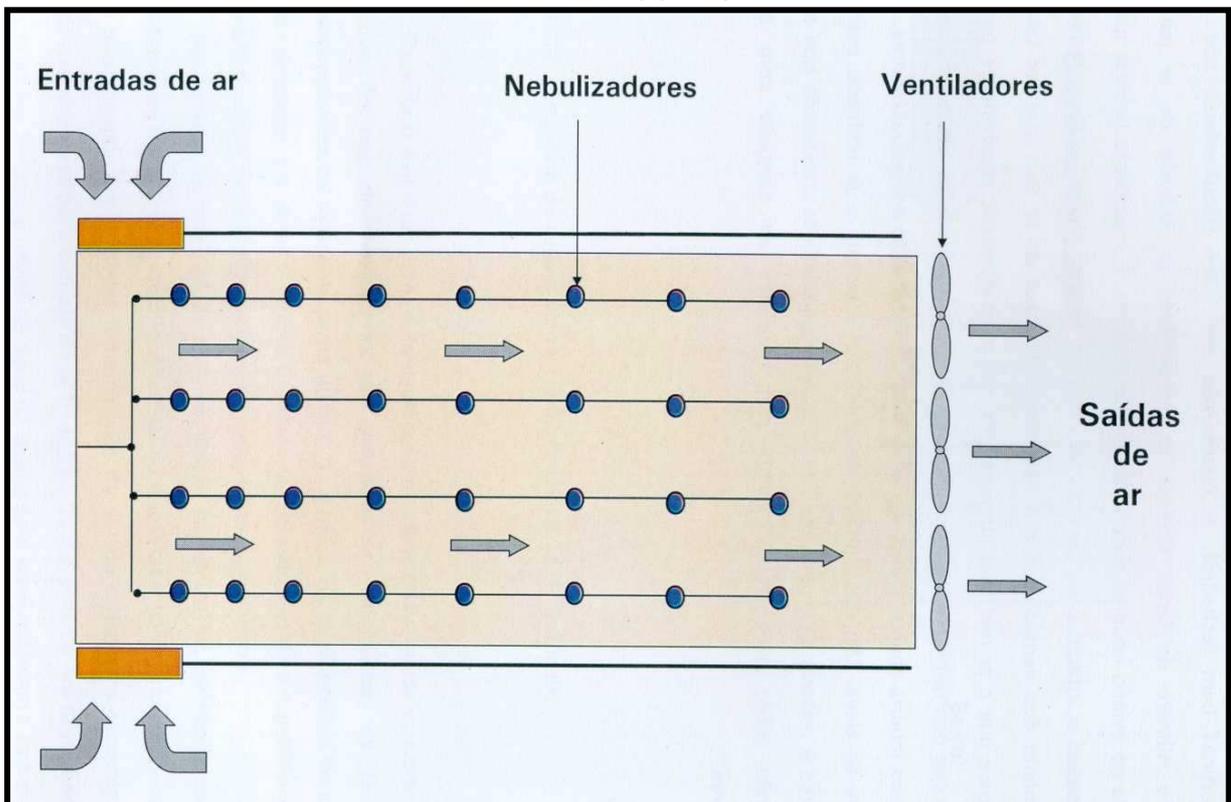
$$\text{Área gotículas} = \frac{4,801 \text{ mm}^2}{56,48 \text{ mm}^2} = 85 \text{ x área da gota}$$

A superfície das gotículas é 85 vezes maior que a da gota, o que assegura a evaporação mais rápida. Para passar do estado líquido para o gasoso, a água sempre retira do ambiente 530 kcal (por kg de água). Quando ocorre a pulverização a evaporação é imediata, baixando a temperatura do ambiente. Quanto mais seco for o ambiente e quanto menor forem as gotículas mais eficiência terá na diminuição da temperatura ([MAR1994]). É indispensável para a realização deste processo que a água seja de boa qualidade e livre de impurezas, podendo em caso contrário haver o entupimento dos bicos e perda de eficiência.

3.2.2.2.1 SISTEMA DE NEBULIZAÇÃO COM VENTILAÇÃO POR EXAUSTÃO

Neste sistema os nebulizadores são dispostos em linha longitudinais ou transversais ao aviário. Com os ventiladores posicionados nas extremidades succionando o ar que entra em outra extremidade (figura 26) . Este processo possui boa eficiência se o aviário for bem vedado ([ABR1999]).

FIGURA 26 – SISTEMA DE NEBULIZAÇÃO COM VENTILAÇÃO MECÂNICA POR EXAUSTÃO

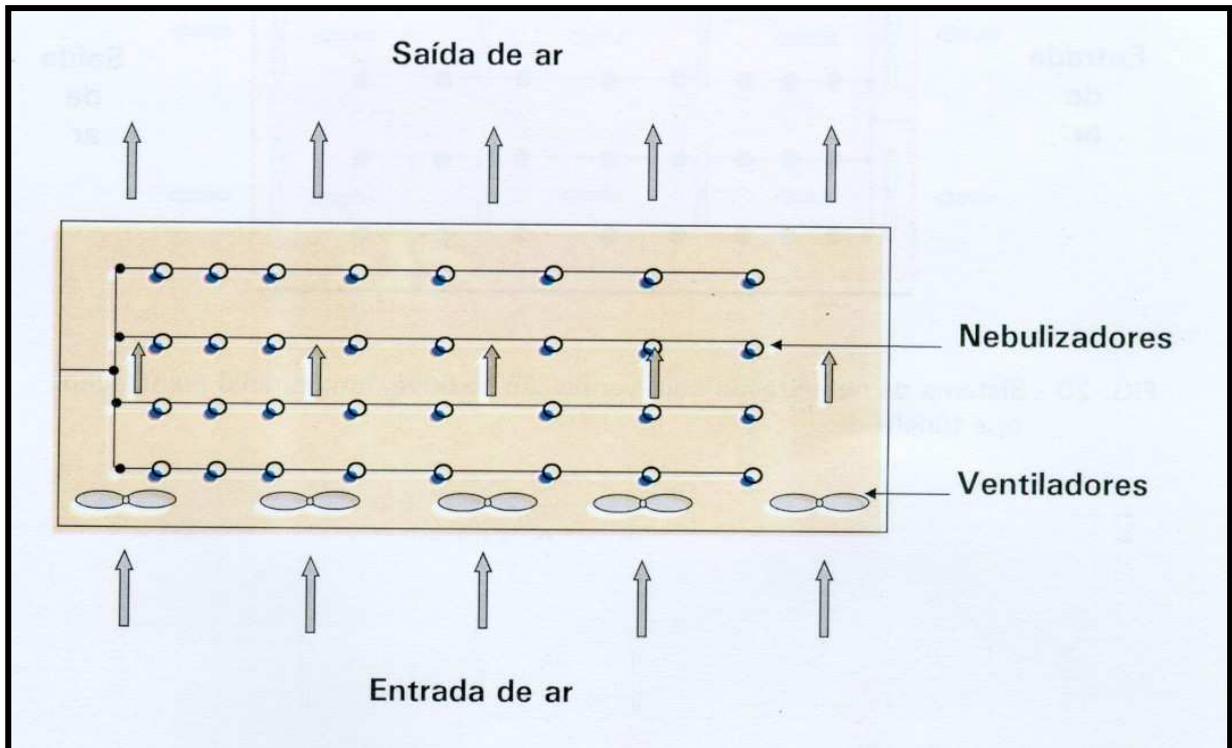


Fonte: ([ABR1999])

3.2.2.2.2 SISTEMA DE NEBULIZAÇÃO ASSOCIADO AO FLUXO TRANSVERSAL DE AR

Neste sistema os ventiladores são posicionados lateralmente no sentido dos ventos dominantes com linhas de nebulizadores no sentido longitudinal do aviário. Desta forma o ar é forçado lateralmente de fora para dentro do aviário saindo em outra extremidade (figura 27). Neste sistema as cortinas permanecem sempre abertas e por esse motivo o fluxo de ar se torna de difícil controle, devido a interferência da ventilação natural ([ABR1999]).

FIGURA 27 – SISTEMA DE NEBULIZAÇÃO COM VENTILAÇÃO POSITIVA, TRANSVERSAL

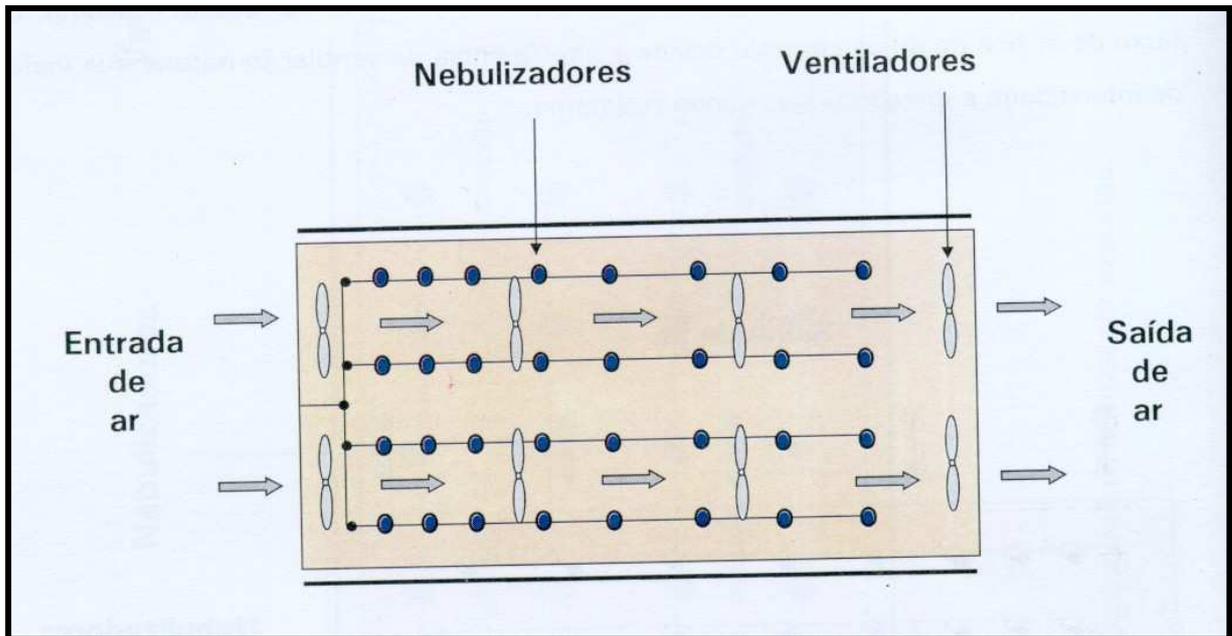


Fonte: ([ABR1999])

3.2.2.2.3 SISTEMA DE NEBULIZAÇÃO ASSOCIADO A VENTILAÇÃO MECÂNICA POR PRESSÃO POSITIVA

Neste sistema os ventiladores juntamente com os nebulizadores são posicionados no sentido longitudinal (figura 28). Neste processo as cortinas laterais permanecem fechadas e a entrada do ar é realizada em aberturas no fundo, fazendo com isso o movimento de túnel de vento. Este sistema não possui tanta influência do meio externo quanto o processo comentado anteriormente ([ABR1999]).

FIGURA 28 – SISTEMA DE NEBULIZAÇÃO COM VENTILAÇÃO DO TIPO TÚNEL



Fonte: ([ABR1999])

Vale ressaltar que a nebulização deverá ser associada ao sistema de ventilação quando os ventiladores não estiverem resolvendo o problema e também quando a umidade relativa do ar for inferior a 80%.

Após descrição dos equipamentos necessários e seus diversos sistemas de utilização, passaremos, no próximo capítulo a descrever o projeto em sua extensão.

4 PROJETO DO PROTÓTIPO

Neste capítulo será descrito o problema e a descrição do projeto. O controlador lógico programável, sua programação e a implementação propriamente dita, são pontos tratados.

4.1 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

A avicultura é um dos segmentos econômicos mais importantes na estrutura agropecuária do Brasil. Ainda que ocupe lugar de destaque no cenário nacional e internacional, sua produtividade é considerada baixa se comparada com países de clima temperado ([PER1997]). Segundo o mesmo autor, o frango é uma ave própria para ser criada em estações frias, pois seu sistema termoregulador é mais eficiente para reter calor e não para perder.

Um dos maiores entraves que leva a baixa na produtividade é o condicionamento ambiental dos aviários. Estudos realizados nos aviários mais utilizados pelos avicultores revelam um quadro de desconforto térmico, com temperaturas e umidade relativa excessiva e deficiência de ventilação, bem como o aumento de doenças associadas a qualidade do ar ([PER1997]).

É no verão que o desconforto térmico fica evidente pois nessa época, quando a temperatura e a umidade podem ultrapassar os limites da zona de conforto ambiental, a habilidade das aves de dissipar calor fica reduzida.

A avicultura é uma atividade que depende muito do conforto térmico devido ao fato de passar por constantes melhoramentos genéticos e apresentarem alto potencial produtivo. A constante atualização do setor de nutrição, responsável pelo melhoramento das raças, intensificou ainda mais as respostas das aves transformando o que comem em carne ([VER1999]).

As aves, como os mamíferos são seres homeotermos. Mas ao contrário deles, possuem temperatura corpórea mais alta e variável, na faixa de 41° a 42°C. Para conservar essa marca é preciso que o ambiente esteja em torno de 21°C. Nem mesmo o sistema termoregulador garante a segurança das aves se não estiverem dentro de certos limites de temperatura. Além disso, este sistemas não está totalmente formado antes dos 21 dias de idade ([CAN1996]).

Após os 21 dias de idade há uma menor movimentação dentro do aviário, aumento do empenamento e um maior consumo de alimento. Nessa fase as aves necessitam de alimentos ricos em energia, que propiciam maior produção de calor para manter a temperatura corporal e impulsionar o crescimento. Se as condições dentro do aviário não forem adequadas, a exigência das aves por energia via ração, aumentará ([VER1999]). Temperaturas muito altas ou muito baixas retardam o crescimento e podem aumentar a mortalidade, pelo fato da redução das atividades e da ingestão de alimento ([BAR1997a]).

Em situações adversas, as aves lançam mão de mecanismos fisiológicos para manter sua temperatura, eriçam as penas e abrem as asas para buscar sensação de frescor, ocorrendo também um aumento das fezes e urina. A situação é ainda mais preocupante quando o modo de criação é em sistemas de alta densidade ([CAN1996]).

Em um sistema de alta densidade é possível alojar um número maior de frangos por metro quadrado. Segundo [CAN1996] e [SIL1998] é possível criar de 16 a 20 aves podendo chegar a 25 aves por metro quadrado. Sendo que a média é de 10 a 12 aves por metro quadrado. A criação de aves em regime de alta densidade ajuda o avicultor a diminuir os custos com a quantidade de carne produzida por unidade de área. Neste sistema também ocorre uma maior produtividade, pois há um melhor aproveitamento da área utilizável do galpão.

O grande problema da alta densidade é a qualidade do ambiente interno do galpão, que piora bruscamente devido ao aumento do volume de dejetos, aumentando a quantidade de umidade relativa do ar e a de microorganismos. Além disso, o aumento de equipamentos como bebedouros, comedouros, ventiladores e silos dificultam a circulação do ar ([SIL1998]).

A ave dissipa calor de várias maneiras descritas em ordem de importância por [MAR1994]:

- a) Evaporação de água nos pulmões, devido à respiração;
- b) Convecção², pela passagem de ar mais fresco em torno das partes quentes da ave, tais como barbela, crista, canelas e parte inferior das asas;
- c) Condução³, pela ingestão de água;

d) Radiação⁴ para o ambiente.

Ela também recebe calor externo de várias maneiras:

- a) insolação direta em aviários mal orientados;
- b) radiação do telhado.

A dissipação de calor pela ave é dificultada por vários fatores:

- a) temperatura muito alta no aviário;
- b) umidade muito alta, dificultando a evaporação pelos pulmões;
- c) densidade populacional alta, provocando aumento de temperatura entre as aves.

O aumento de temperatura nas aves provoca:

- a) aumento de temperatura corporal, como consequência o estresse e possivelmente a morte;
- b) aumento da ingestão de água, ocasionando o desequilíbrio do metabolismo mineral;
- c) fezes líquidas que empastam a cama, como consequência aumentando a produção de amônia

O fato das cortinas, ventiladores e nebulizadores serem acionados manualmente é a grande motivação para o desenvolvimento deste projeto. Além disso, quedas bruscas de temperatura, diurna ou noturna, onde nem sempre o avicultor pode estar presente para poder atuar de forma desejada os equipamentos utilizados na ambiência. Isto sem falar de muitas vezes que os ventiladores e nebulizadores são ligados sem haver necessidade, aumentando os custos de produção e consumo de energia elétrica.

4.2 DESCRIÇÃO DO PROJETO

O projeto intitulado “Protótipo de um sistema de controle parcial de ambiência, em aviário de criação de frangos de corte, usando CLP”, baseia-se em determinado tipo de aviário pré definido. A realização de um sistema padrão, que atendesse a qualquer tipo de aviário

² Convecção é uma forma sensível de transferência de calor, entre o corpo e o ar em contato com a superfície do mesmo, desde que haja diferença entre as temperaturas dos mesmos ([BAE1998]).

³ Condução: O calor é transmitido de molécula para molécula, por contato, sempre do mais quente para o mais frio ([LUC1997]).

⁴ Radiação: É o calor transmitido na forma de ondas, como é o caso do sol ([LUC1997]).

tornou-se inviável, pois para cada caso há uma série de variáveis que devem ser analisadas. Assim, a localização do aviário e a direção do vento, foram fatores desconsiderados na elaboração deste projeto, mas são imprescindíveis no planejamento de um aviário.

Optou-se então por escolher um aviário com as seguintes características:

- a) o aviário: de 12m de largura por 100m de comprimento, de madeira, coberto de telhas de barro, com portas maiores nas suas extremidades e menores no meio, proteção de tela de arame nas suas laterais, e cortinas que sobrepõem a tela;
- b) orientação solar: leste/oeste;
- c) sistema de resfriamento: do tipo sistema de nebulização com ventilação positiva, transversal, utilização de 6 ventiladores específicos para o ambiente;
- d) equipamentos usados para alimentação: são comedouros do tipo automático e bebedouros do tipo *nipple*;
- e) sistema de aquecimento: aquecedores a gás (GLP).

Para a automação utilizou-se os seguintes equipamentos:

- a) 1 CLP: EASY 620 DC que tem a função de comandar todo processamento;
- b) 2 Moto-Redutores de velocidade: reduz a velocidade de 50 para 1 e possui um motor de 0,5 CV, um sistema de engrenagens que realiza a redução (figura 29). Este equipamento tem a função de movimentar as cortinas girando em um sentido para subir e em outro para baixar;
- c) 6 Sensores de fim de curso ou chave de fim de curso, que tem a função de indicar ao controlador se estão ligados ou desligados isto é, a posição das cortinas;
- d) 1 sensor de temperatura realiza a leitura da temperatura interna do galpão;
- e) 1 sensor de umidade: usado para medir a umidade relativa no interior do galpão;
- f) 6 contactoras: tem a função de acionar o motor no momento solicitado. Elas também podem acionar lâmpadas de emergência ou outro tipo de aparato para indicar que estão ligadas ou que ocorreu algum erro.

Destaca-se que a umidade é considerada através da leitura do índice da temperatura, onde um sensor é denominado de bulbo seco e outro de bulbo úmido.

Vale ressaltar que este sistema não se preocupa com o aquecimento nos primeiros dias de vida dos animais, ele apenas trabalha para manter a temperatura interna dentro das condições desejadas.

FIGURA 29 – MOTO-REDUTOR DE VELOCIDADE



4.3 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL E SUA PROGRAMAÇÃO

Para a solução deste projeto optou-se por um CLP, pelo fato dele ser resistente as condições de umidade e poeira, muito comum no local. Além disso pelo seu baixo custo se comparado com um microcomputador, além do que, a doação feita pelo representante, viabilizou esta decisão.

Existem vários fabricantes de CLP's como podemos citar: Siemens, WEG, Atos, Möeller e outros. Analisando as alternativas oferecidas pelo mercado pode-se constatar que a empresa Möeller possui um produto denominado de Relê de Controle EASY (figura 30) , que apresenta as características de um CLP. O mesmo possui a configuração compatível com o desenvolvimento deste projeto e também apresenta outras características como:

- a) baixo custo em relação a outros CLP's;
- b) *display* de comunicação com o usuário;
- c) facilidade na programação e manutenção;
- d) tamanho reduzido;
- e) senha de acesso a configuração interna.

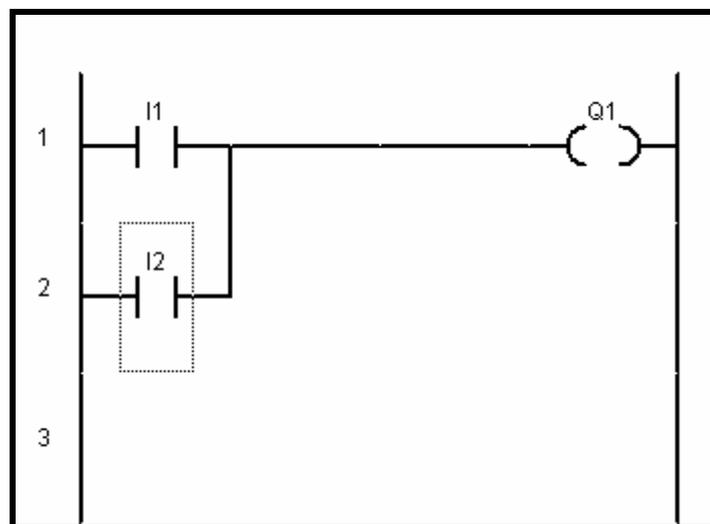
FIGURA 30 – RELÉ DE CONTROLE EASY



O *Easy 620 DC TC* possui as seguintes características segundo [MOE1999]: 12 entradas digitais, 24VDC, sendo 2 destas entradas podendo ser usadas como comparadoras analógicas e capacidade de armazenamento de 121 linhas de programação.

Este equipamento é programado em uma linguagem de contato denominada de *Ladder*. Segundo [OLI1993] o diagrama de contato assemelha-se à lógica de relês. Para que um relê seja energizado é necessário que exista uma continuidade elétrica estabelecendo com isso uma corrente elétrica (figura 31).

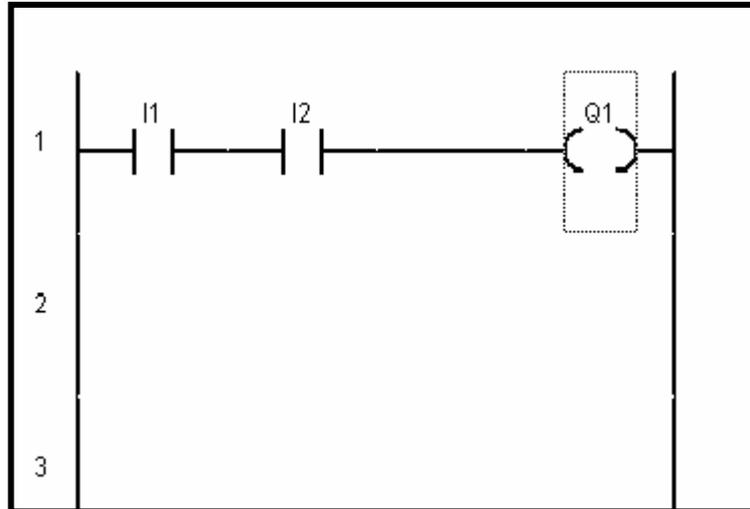
FIGURA 31 – EXEMPLO DE UM DIAGRAMA DE CONTATO UTILIZANDO OPERADOR LÓGICO OU



Analisando-se o exemplo da figura 31, no *Easy* é possível verificar duas situações: entradas denominadas de I e saídas denominadas de Q. Somente será acionado o Q1, atuador, quando I1 ou I2 forem verdadeiros, isto é, quando um deles estiver ligado é então feito o acionamento. Um outro operador lógico muito usado é o “E” (figura 32). Neste exemplo é

possível verificar que se I1 e I2 não estiverem ligados, isto é verdadeiros, Q1 não será acionado.

FIGURA 32 – EXEMPLO DE UM DIAGRAMA DE CONTATO UTILIZANDO OPERADOR LÓGICO E



Outros símbolos podem ser usados no diagrama de circuitos:

- P** teclas de navegação podem ser usadas como botões que executam determinadas tarefas;
- M** é um contato auxiliar, é o mesmo que colocar a informação em uma posição de memória do controlador;
- T** Temporizador;
- C** Contadores;
- ⊕ Tempo. Relógio propriamente;
- A** Comparador analógico. Permite comparar entrada de 0 a 10 V;
- D** Texto. Possibilidade de gerar mensagens ao usuário;
- S** *Set*, deixa marcada a saída desejada;
- R** *Reset*, desliga a saída desejada;
- :** Pula de um bloco para outro

Para a programação do CLP utilizou-se alguns parâmetros de temperatura e umidade que se baseiam em [AVI199-] e [SCH1998], [VER1999]. A tabela 07 especifica a temperatura ideal que deve prevalecer no interior do avião.

Para [SCH1998] as aves possuem uma zona de conforto térmico que para pintos de um a sete dias de idade é de 30 a 33°C. Para aves no final do ciclo, isto é, de 35 a 42 dias a temperatura pode variar de 21 a 23°C.

Para [VER1999], define a temperatura ideal para as aves, na primeira semana de vida, de 32 a 35°C, sendo que a cada semana a temperatura cai em média 3°C.

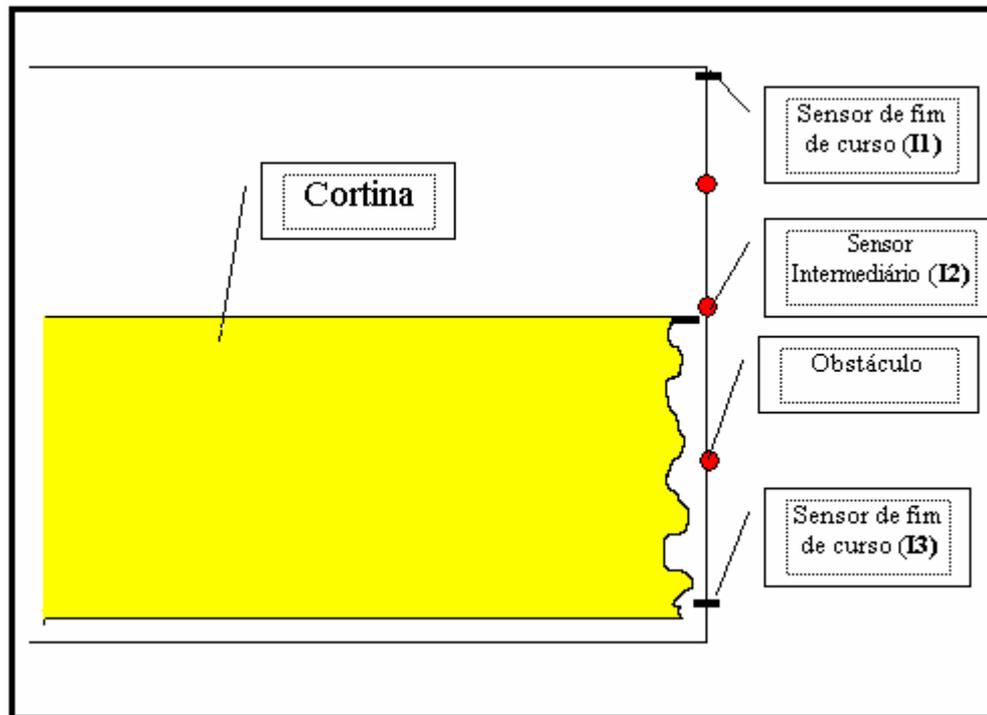
TABELA 07 – TEMPERATURA IDEAL

Dias	Semana	Temperatura °C	Umidade Relativa
1-7	1	30	
8-14	2	27	
15-21	3	24	
21 dias em diante	4	21	80%

Na primeira, segunda e terceira semana de vida das aves não é necessário gastos com o resfriamento do galpão, devido ao sistema termoregulador não estar formado. Após os 21 dias de idade todo cuidado é pouco. As aves estão produzindo CO₂, vapor d'água, poeira e outros gases que são tóxicos ao seu metabolismo ([VER1999]).

Nas três primeiras semanas de vida dos animais o sistema se preocupa apenas em movimentar as cortinas de acordo com a temperatura desejada. O movimento de subir e descer é controlado por sensores de fim de curso. Um no início cortina aberta, um no fim cortina fechada, posicionados na parede. Na figura 33 é apresentado, de forma simplificada, o funcionamento da cortina da direita com seus respectivos sensores, lembrando que para a cortina da esquerda utiliza-se do mesmo princípio. A seguir será explicado com maiores detalhes o significado de I1, I2 e I3 e demais entradas.

FIGURA 33 – CORTINA COM SEUS SENSORES DO LADO DIREITO DO AVIÁRIO



Quanto maiores as aves maior será o calor gerado, com isso, mesmo com temperaturas externas inferiores faz-se necessário o abrir gradativamente as cortinas, para manter a temperatura sem deixar de renovar o ar. [BAR1997a] coloca em seu artigo que mesmo em tempo moderado, as variações de temperatura e vento, de dia e à noite, podem requerer ajustes freqüentes na cortina. Por isso que a ventilação por cortina requer supervisão permanente.

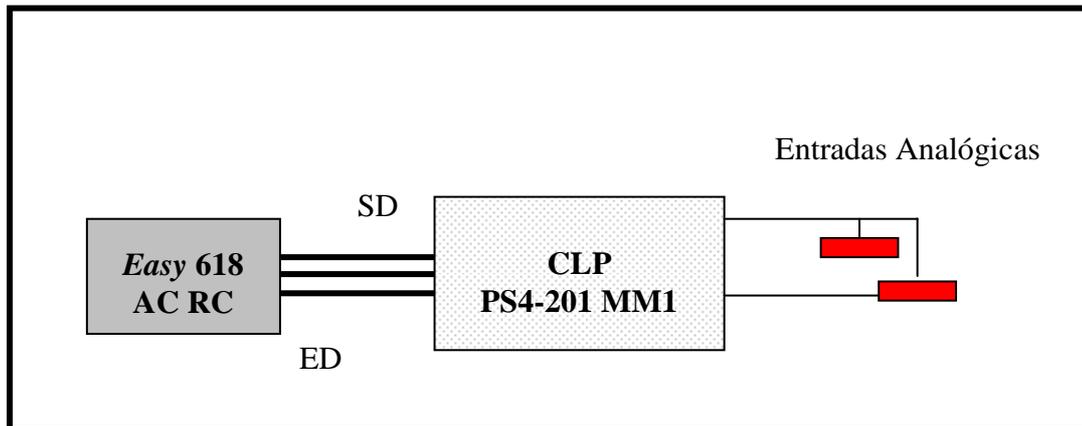
Para [AVI199-] o momento ideal de ligar os ventiladores é quando a temperatura no local do sensor chegar a 23°C. Com isto será acionada a primeira bateria de ventiladores. Após 5 minutos se a temperatura não baixar é então ligado a segunda bateria de ventiladores.

A partir do momento que a temperatura baixar dos 23°C é então desligado os ventiladores. Caso a temperatura volte a subir e chegar a 26°C é ligado o nebulizador até que a temperatura baixe ou a umidade relativa chegue a 80%.

Para a implementação física houve a necessidade de substituir o *Easy 620 DC* pelo *Easy 618 AC RC* sendo que o último não apresenta comparadores analógicos. Para a solução deste problema usou-se de um CLP, do próprio fabricante, PS4-201 MM1, emprestado pelo Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade. Este CLP, que possui entradas

analógicas e conversor AD de 10 bits, tem a função de fazer a leitura de sensores de temperatura e enviar para o *Easy 618 AC RC* apenas a informação digital quando no índice da temperatura indicada. Na figura 34 mostra a interação entre os equipamentos acima citados.

FIGURA 34 – INTERAÇÃO ENTRE CLP E *EASY*



Para um melhor entendimento do projeto é apresentada uma descrição das entradas e saídas do controlador. Com relação a entradas:

- I1** identifica quando a cortina da direita está fechada;
- I2** identifica os pontos intermediários de parada da cortina da direita;
- I3** identifica quando a cortina da direita está totalmente aberta;
- I4** identifica quando a cortina da esquerda está fechada;
- I5** identifica os pontos intermediários de parada da cortina da esquerda;
- I6** identifica quando a cortina da esquerda está totalmente aberta;
- I7** faz a leitura da temperatura interna do aviário *;
- I8** faz leitura da Umidade Relativa *;
- I9** Botão de inicialização. Será pressionado toda vez que houver a entrega de um novo lote;
- I10** Botão para abrir as cortinas. Este processamento é realizado de forma manual. É utilizado para possíveis problemas como excesso de amônia.
- I11** Informação digital vinda do CLP indicando a umidade relativa acima ou abaixo de 80%

* No *Easy 620 DC*, as entradas I7 e I8 servem como comparadores analógico no caso do *Easy 618 AC*, todas as entradas são digitais, com isso será preciso mais uma entrada chamada de

I12, formando no total, uma combinação de 3 entrada digitais para temperatura. Configuração das entradas com suas respectivas faixas de temperatura:

- a) I7 e I8 ligados, I12 desligado – temperatura maior que 30°C;
- b) I7 ligado, I8 desligado e I12 ligado – temperatura entre 27°C a 30°C;
- c) I7 ligado, I8 e I12 desligados – temperatura entre 24°C e 27 °C;
- d) I7 desligado, I8 ligado e I12 desligado – temperatura entre 21°C e 24°C;
- e) I7 desligado, I8 e I12 ligados – temperatura menor que 21°C.

Com relação a saídas

- Q1** Aciona o motor da direita para subir a cortina do mesmo lado;
- Q2** Aciona o motor da esquerda para subir a cortina do mesmo lado;
- Q3** Aciona o motor da direita para baixar a cortina do mesmo lado;
- Q4** Aciona o motor da esquerda para baixar a cortina do mesmo lado;
- Q5** Aciona a primeira bateria de ventiladores. Estes ventiladores são acionados de forma intercalada, isto é, um ligado o outro desligado.
- Q6** Aciona a segunda bateria de ventiladores. Neste processo os ventiladores que estavam desligados agora são acionados juntamente com os que já estavam.
- Q7** Aciona os nebulizadores

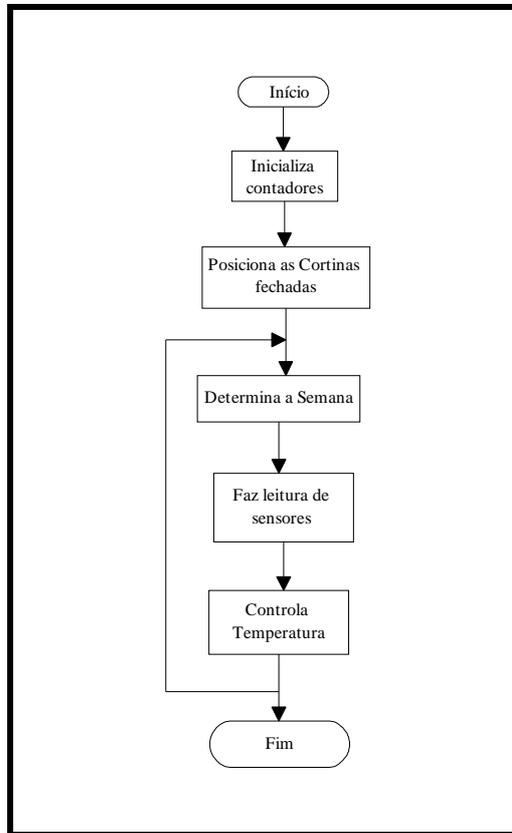
Os sensores de temperatura e umidade são posicionados no centro do aviário, não ficando diretamente na frente do ventilador e nem abaixo dos bicos dos nebulizadores. Eles ficam pendurados a uma altura imediatamente acima das cabeças das aves ([AVI199-]).

4.4 DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

Para melhorar a compreensão do projeto acrescentou-se a modelagem por fluxograma juntamente com a implementação, ao lado, em linguagem *Ladder*. Abaixo é descrito o fluxograma inicial do projeto, isto é, quando o botão de inicialização é pressionado (figura 35).

Na figura 36 há uma representação simplificada do projeto, que será descrito com mais propriedade na seqüência.

FIGURA 36 – MODELAGEM DO SISTEMA DE FORMA MACRO



Para um melhor entendimento será apresentado a seguir uma descrição dos controles apresentados anteriormente de forma macro, com o seu fluxograma e o respectivo fonte ao lado.

4.4.1 INICIALIZA CONTADORES

É neste processo que o avicultor define o momento de inicializar os contadores. Isto ocorre no momento do alojamento dos pintos. No momento que o botão “Iniciar um novo lote” é pressionado, o controlador resseta os contadores usados para determinar a semana. É utilizado para este processo uma entrada denominada de I9. Este processamento é realizado toda vez que a mesma entrada estiver ligada.

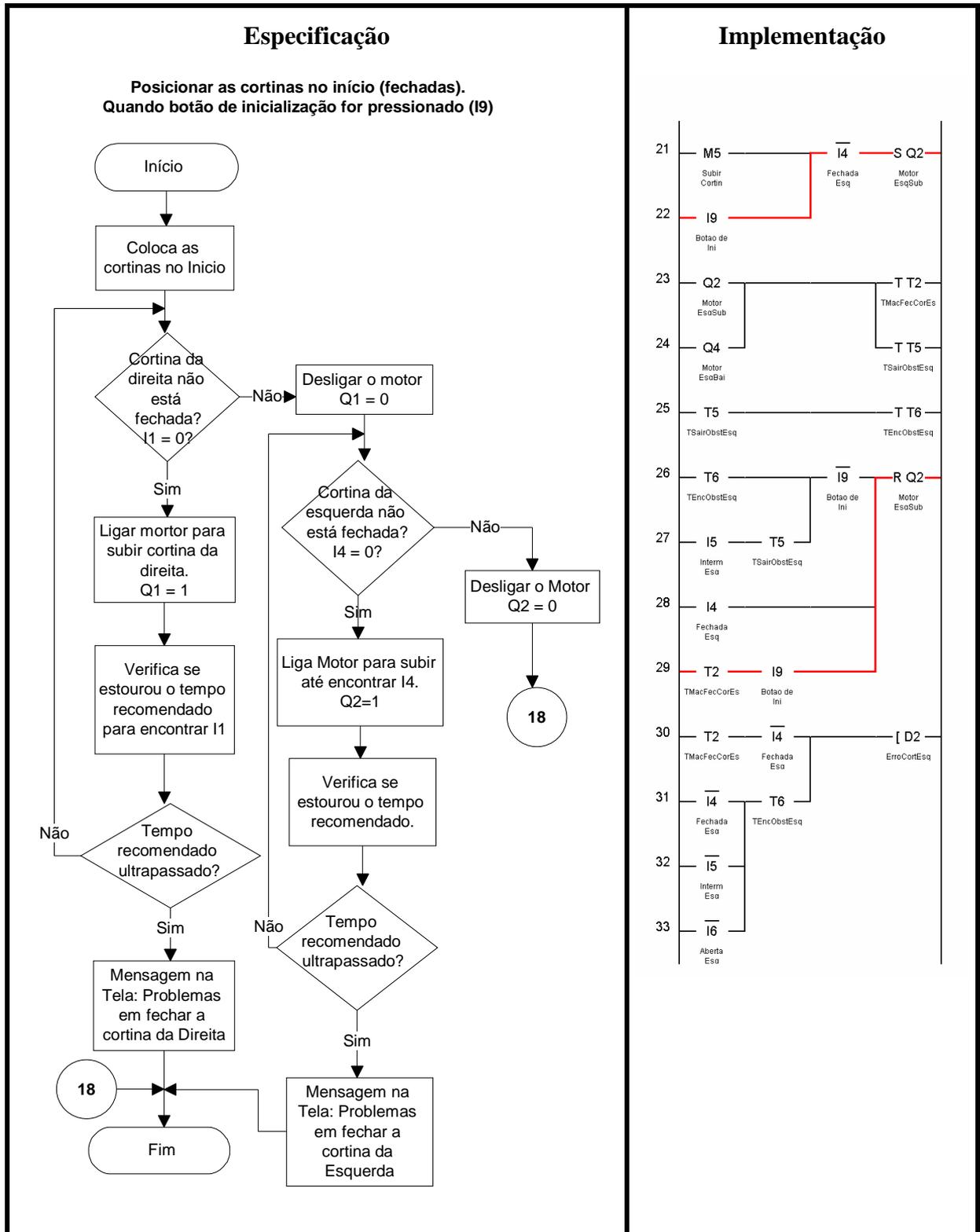
4.4.2 POSICIONA AS CORTINAS FECHADAS

No momento que I9 estiver ligado além de inicializar os contadores são posicionadas as cortinas como fechadas. Este processo é realizado para que haja uniformidade no movimento das cortinas, já que ambas movimentam-se nas mesmas proporções. Também ocorre que nos primeiros dias há necessidade de manter as cortinas fechadas para impedir correntes de ar e baixas temperaturas no interior do galpão.

No momento que são acionados os motores para que ocorra o movimento das cortinas para a subida é acionado também um temporizador para marcar o tempo máximo que a cortina leva para chegar até o sensor localizado na parte superior. Caso haja decorrido este tempo sem que seja detectado o fechamento (chaves I1 e I4) é dada uma mensagem de erro para o usuário.

Na figura 37 é apresentado este processo na forma de fluxograma com o seu respectivo *Ladder* ao lado.

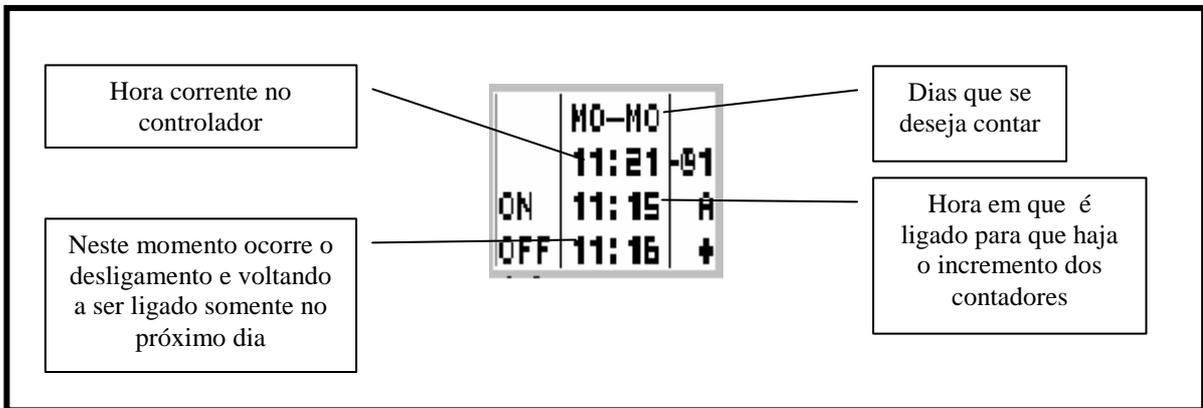
FIGURA 37 – FLUXOGRAMA E LADDER DO PROCESSO “POSICIONA AS CORTINAS FECHADAS”



4.4.3 DETERMINA SEMANA

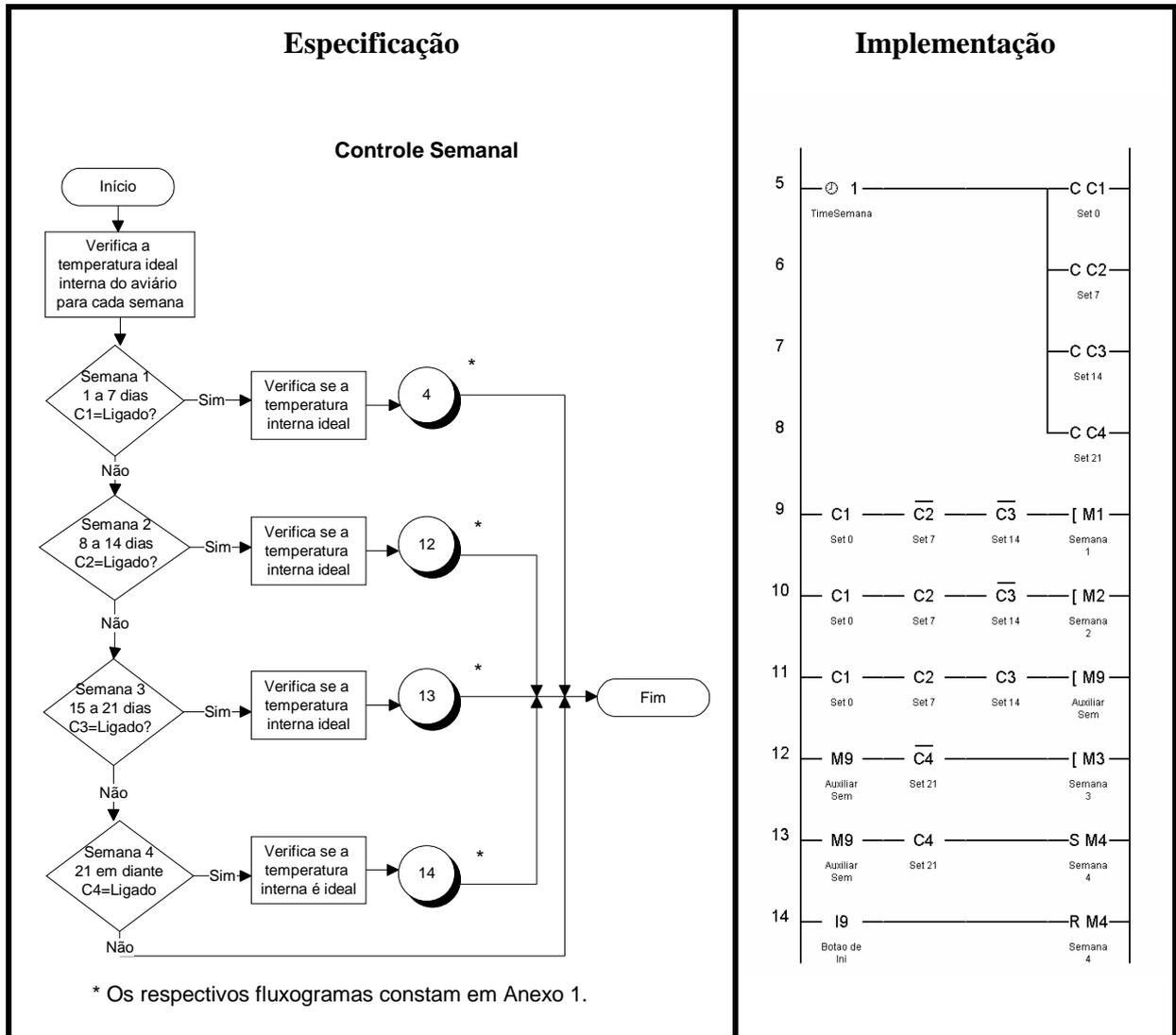
Como citado anteriormente, a cada semana existe uma temperatura ideal diferente. Por este motivo há a necessidade de controle sobre a mesma. A determinação da semana é possível graças a uma função existente no *EASY* denominada de *timer*. Esta função trabalha da seguinte forma: o usuário determina quais são os dias da semana que se deseja contar. Neste projeto utilizou-se semana cheia. Exemplo: segunda a segunda ou domingo a domingo. Esta configuração é feita manualmente no momento que ocorre o alojamento dos animais. Na figura 38 é possível uma compreensão maior a este respeito.

FIGURA 38 – DESCRIÇÃO DO *TIMER*



O exemplo apresentado na figura 38 é descrito com maiores propriedades no fluxograma juntamente com seu respectivo *Ladder* na figura 39.

FIGURA 39 – DETERMINAÇÃO DA SEMANA

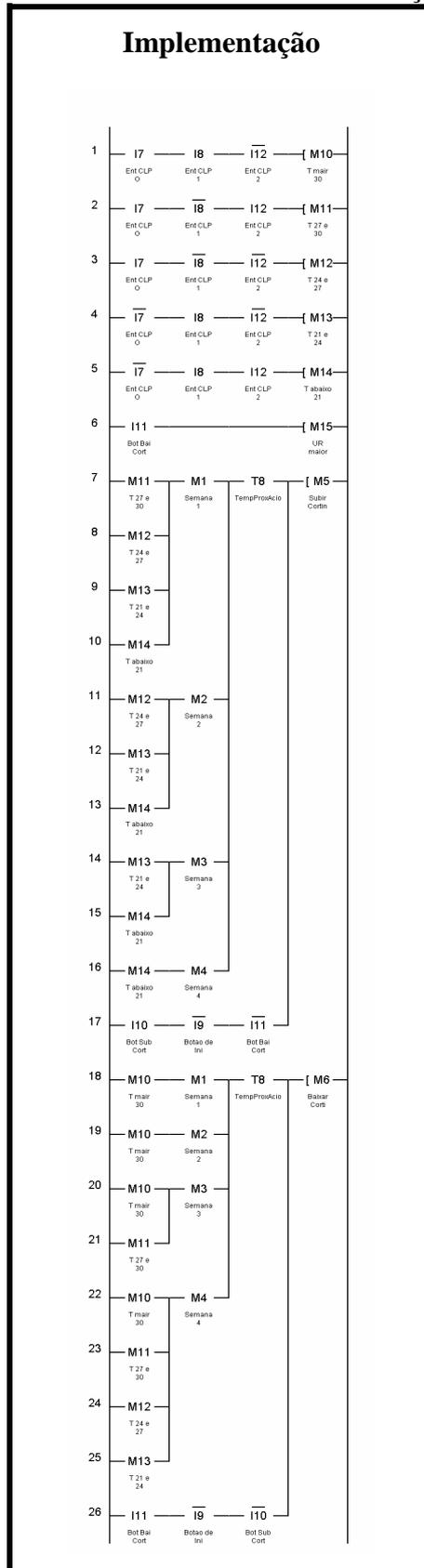


Cada contador recebe um valor diferente, no qual ele se tornará verdadeiro somente quando este valor for o que foi previamente configurado. C1 é acionado logo no primeiro dia seu *set point* é 0. C2 é configurado com 7, C3 com 14 e C4 com 21. Cada um dos contadores representam 1 semana. Neste caso a cada pulso de $\oplus 1$ representa um dia. Para determinar qual a semana que deverá ficar acionado utilizou-se bobinas auxiliares ou posições de memória para facilitar. Para determinar, por exemplo, a primeira semana, faz-se a seguinte pergunta: C1 está ligado, C2 e C3 estão desligados? Se esta condição for verdadeira então M1 é acionado.

4.4.4 LEITURA DE SENSORES

Após a determinação da semana é dado início ao controle propriamente. A informação digital é analisada. Na figura 39 é descrito em linguagem *Ladder* o procedimento de verificar a informação das entrada I7, I8 e I12 determinando a temperatura.

FIGURA 40 – LADDER DO PROCESSO DE COMPARAÇÃO DE TEMPERATURA



No algoritmo apresentado na figura 40 a posição de memória denominada de M5 representa subir as cortinas e M6 representa baixar as cortinas.

4.4.5 CONTROLE DE TEMPERATURA

Definido o processo a ser executado, subir ou baixar cortinas, é então feita a atuação definitiva. No momento de subir as cortinas é preciso que seja verificada, através da temperatura medida, a necessidade do movimento das cortinas para cima, impedindo ou aumentando o fluxo de ar no interior do galpão. Se houver a necessidade de diminuir a entrada de ar é primeiro verificado se as cortinas estão fechadas. Caso elas não estejam é então acionado os motores para que haja o fechamento. Logo no início do acionamento é marcado um tempo onde o sensor intermediário deverá ultrapassar o obstáculo. Este foi o que ocasionou o desligamento no acionamento anterior. Após passado o obstáculo é então marcado um tempo máximo que o sensor intermediário ou o de fechada a cortina deverá ser acionado. Caso esta condição seja satisfeita, isto é, ocorreu um estouro de tempo é então desligado os motores e dada a mensagem de erro no visor.

Vale ressaltar que tanto para subir as cortinas como para baixar, o processamento é o mesmo. Apenas o que muda é o sentido de acionar os motores. Para subir, eles giram em um sentido ocasionando o enrolamento ou no sentido contrário ocasionando o desenrolar do cabo que sustenta a cortina.

Na figura 41 é apresentado o processo de subir a cortina da esquerda e na figura 42 o processo de baixar a cortina da esquerda.

FIGURA 41 – SUBIR CORTINA DA ESQUERDA

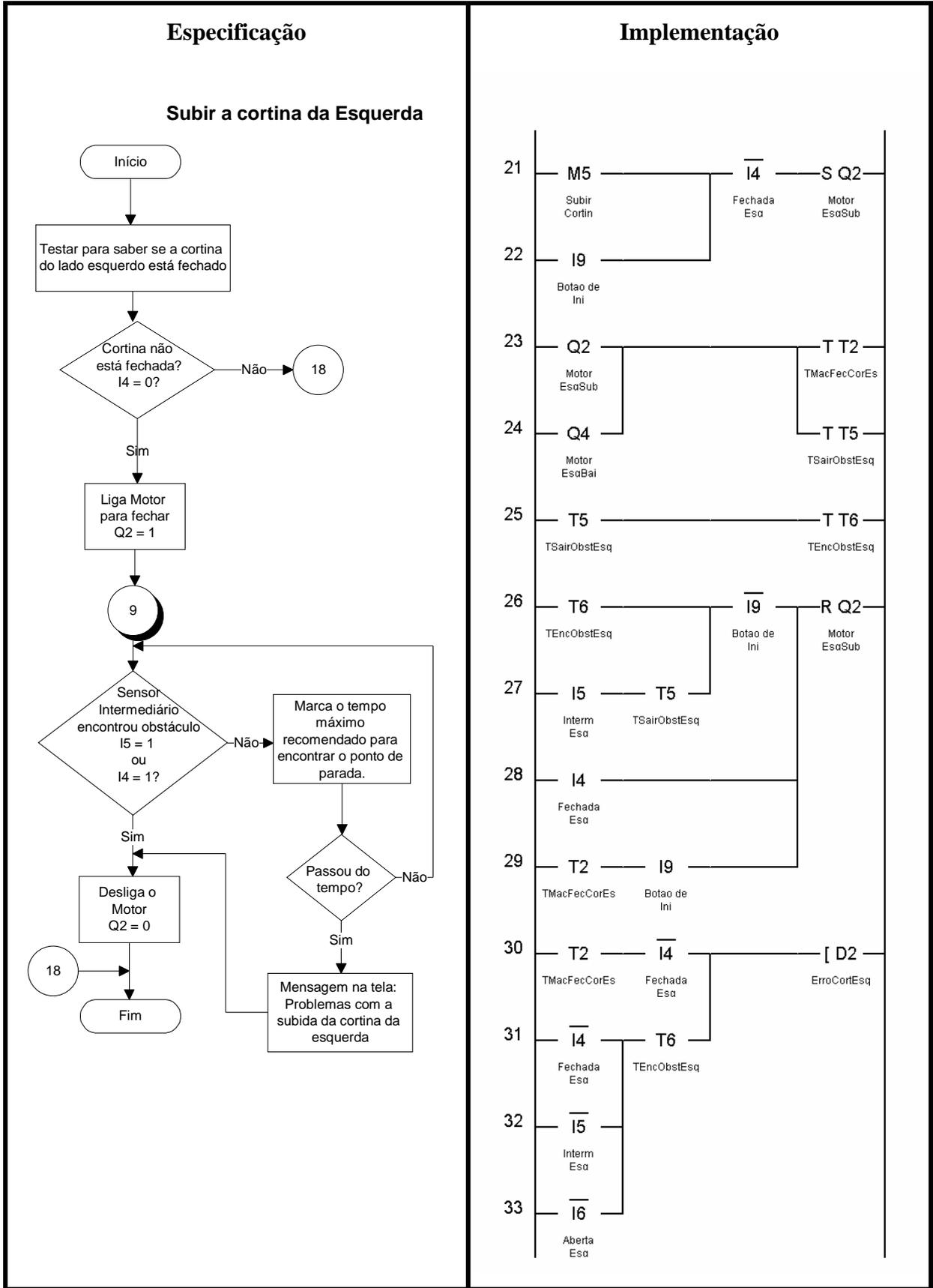
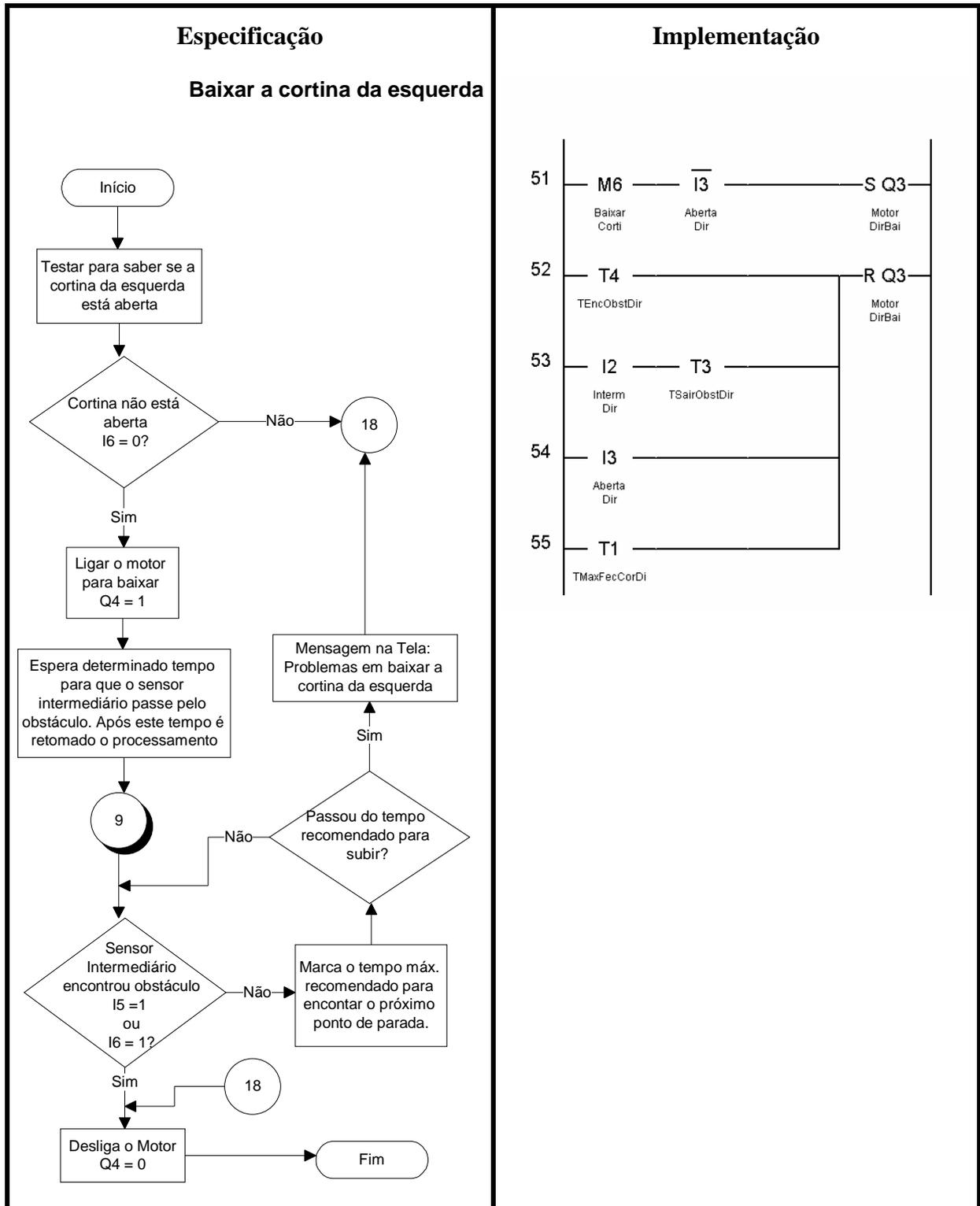


FIGURA 42 – BAIXAR CORTINA DA ESQUERDA



Na quarta semana em diante é onde ocorre um maior cuidado com a temperatura. É também a partir desta semana que é incluída mais uma variável de controle, a umidade. Além do controle destas variáveis é também necessário verificar o momento certo de ligar e desligar

ventiladores e nebulizadores. Os ventiladores são acionados em baterias. A primeira bateria é ligada quando a temperatura interna já ultrapassou a ideal. Os ventiladores e nebulizadores são ligados conforme descritos no item implementação. Abaixo, figura 43, é apresentado o fluxograma da 4ª semana em diante e na figura 44 é apresentado o seu respectivo *Ladder*.

FIGURA 43 – FLUXOGRAMA DO CONTROLE DE NEBULIZADORES E VENTILADORES

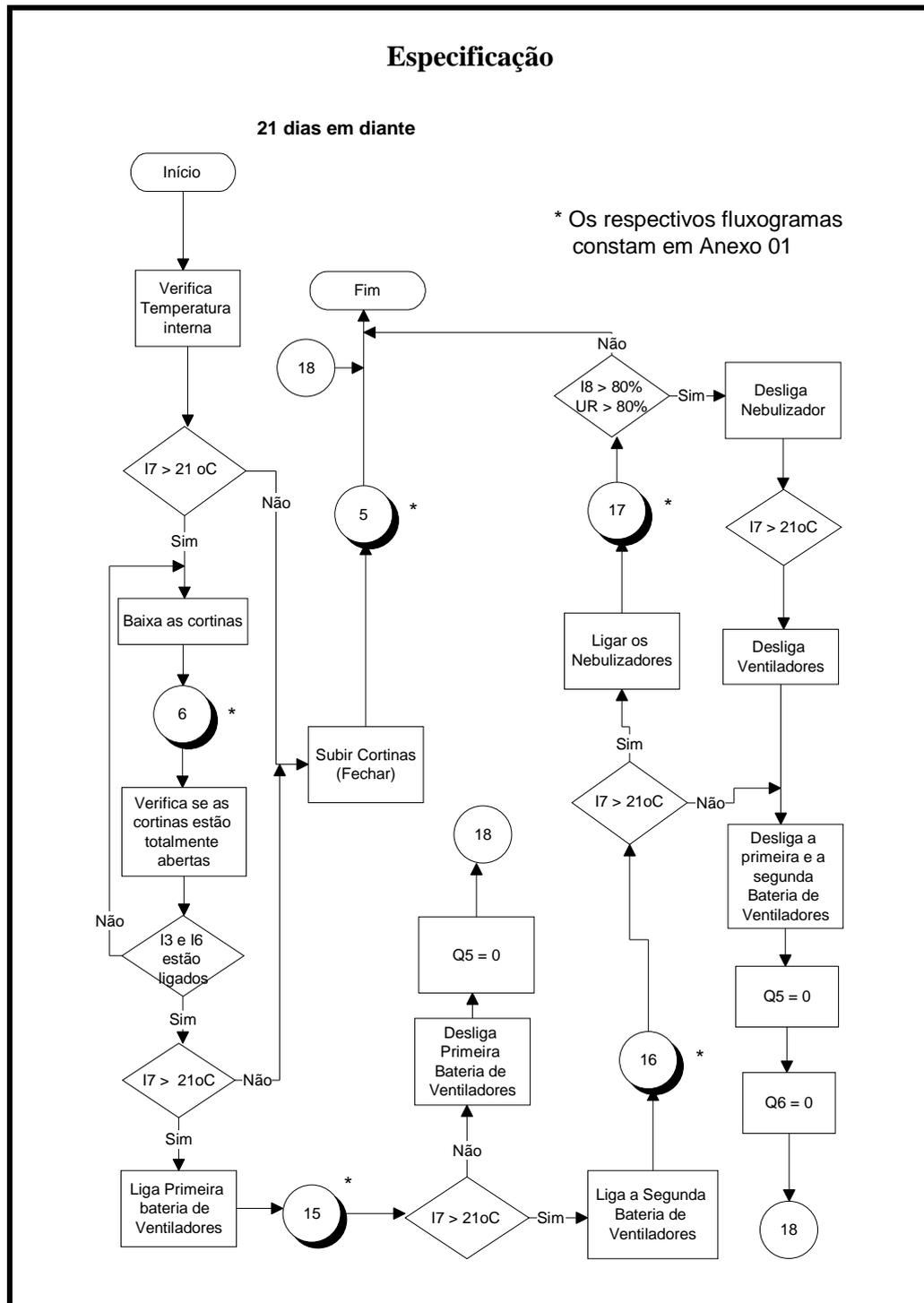
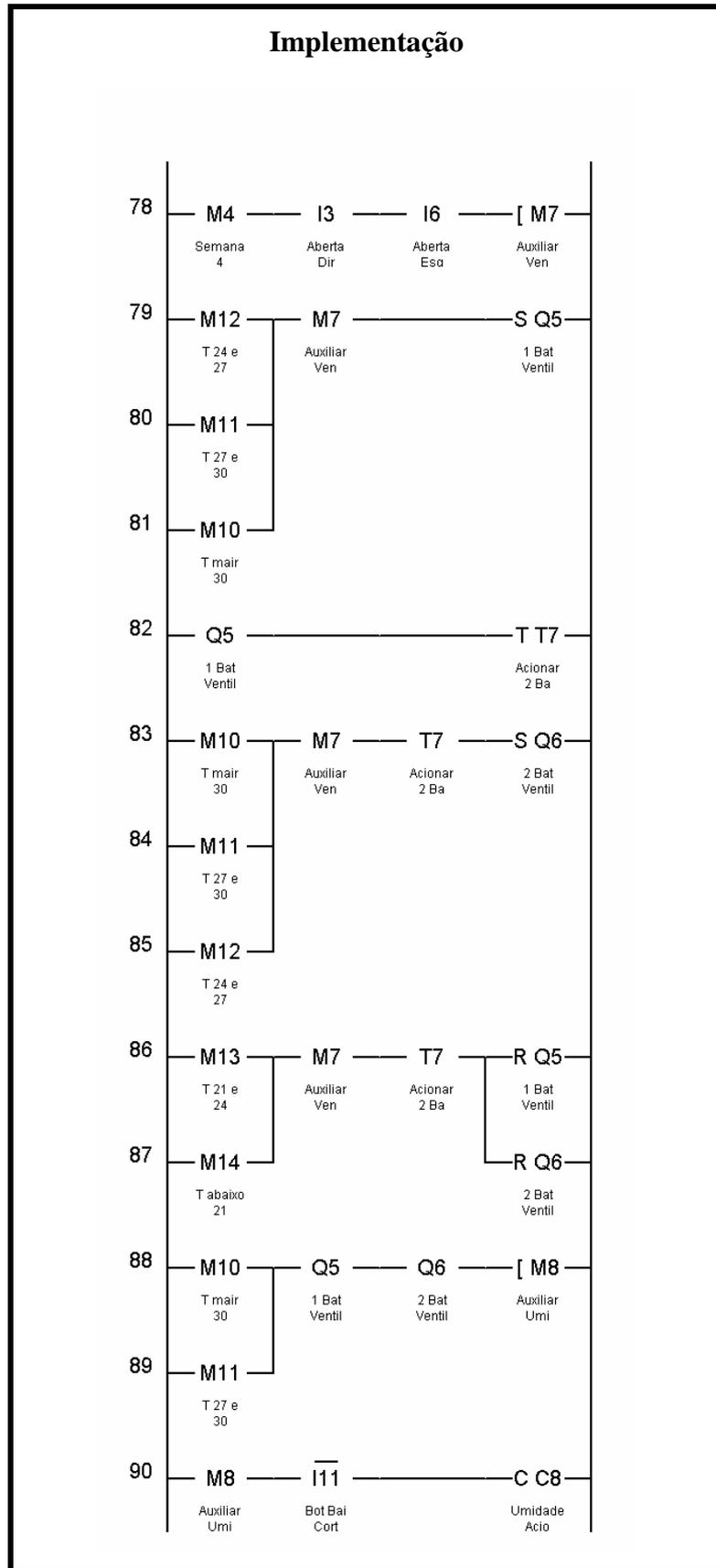


FIGURA 44 – LADDER DO CONTROLE DE VENTILADORES E NEBULIZADORES

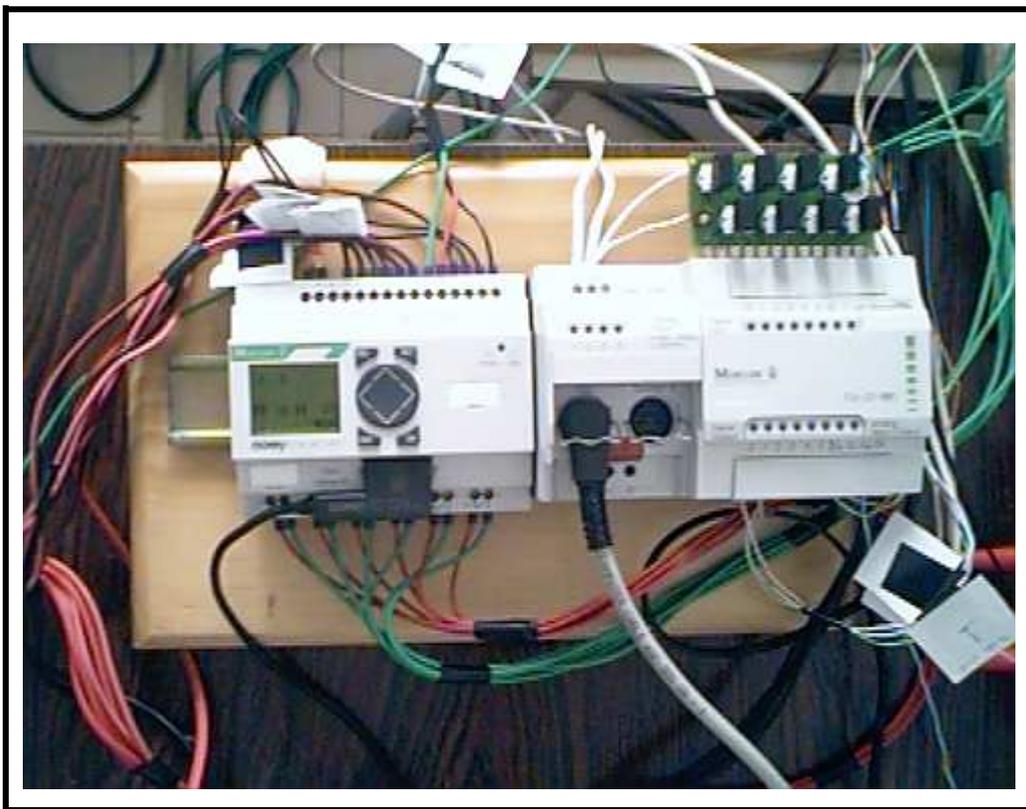


4.5 APRESENTAÇÃO DO PROTÓTIPO

Junto a Coordenação do Curso de Ciências da Computação estão disponíveis arquivos no formato padrão AVI que mostra o funcionamento do protótipo.

Na figura 45 estão os dois CLP's usados no protótipo. No lado esquerdo o *Easy 618 AC* e a direita o CLP PS4-201 MM1.

FIGURA 45 – CLP *EASY* E CLP PS4-201 MM1



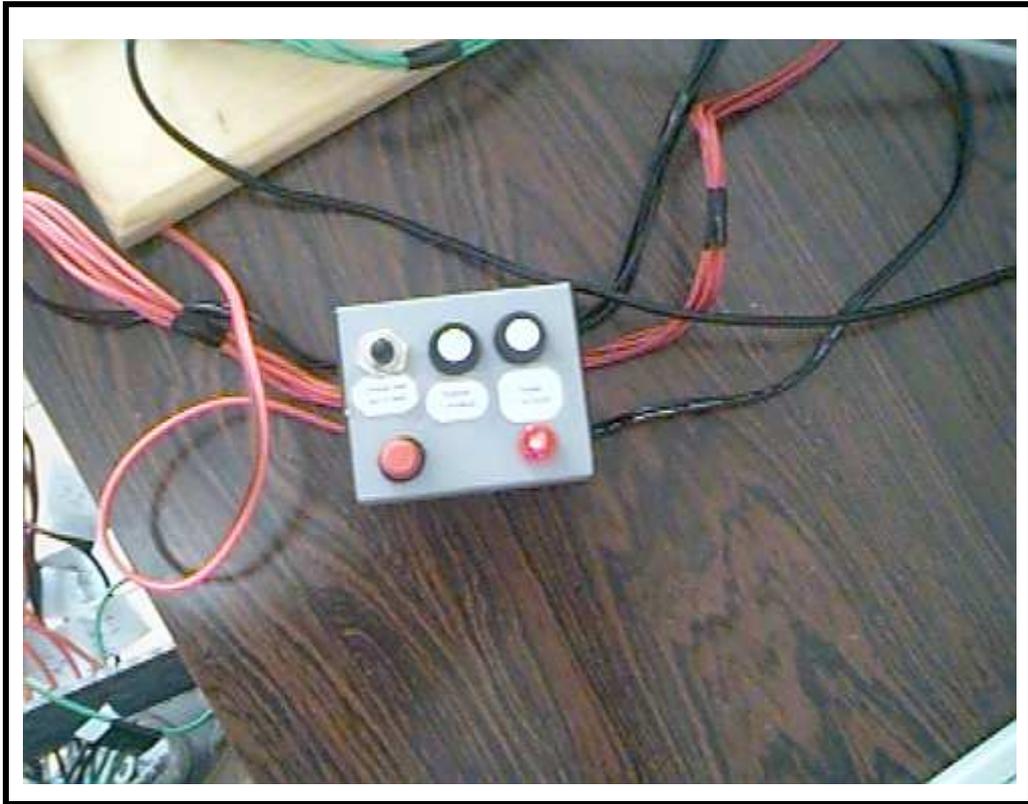
Na figura 46 é possível visualizar o circuito de inter-travamento usado para acionamento dos Moto-Redutores. Este circuito é composto por quatro contactoras que realizam este acionamento e um relê que interrompe a passagem de corrente para as contactoras, caso uma das fases de alimentação de energia não estiver presente. A configuração do circuito utiliza os contatos auxiliares, normalmente fechados, das contactoras para que os motores não sejam acionados ao mesmo tempo (para esquerda e para a direita).

FIGURA 46 – CIRCUITO DE INTERTRAVAMENTO



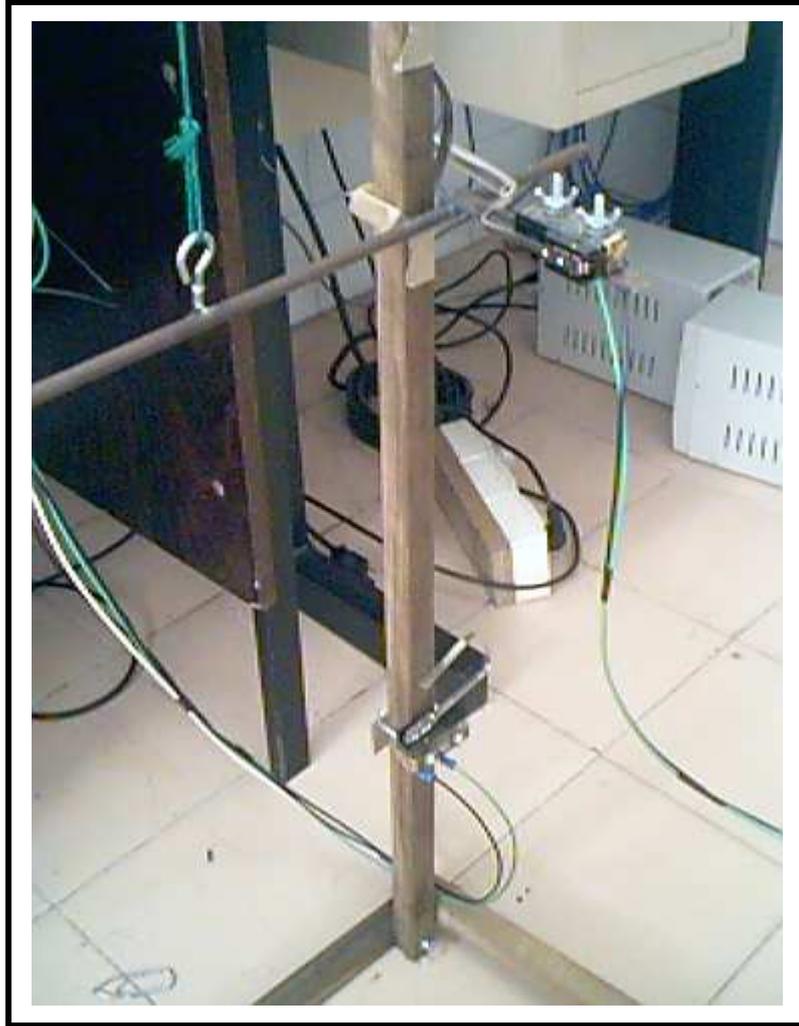
Os botões visualizados na figura 47 servem para o acionamento manual dos processos de subir e baixar as cortinas e inicialização do sistema.

FIGURA 47 – BOTÕES PARA ACIONAMENTO MANUAL

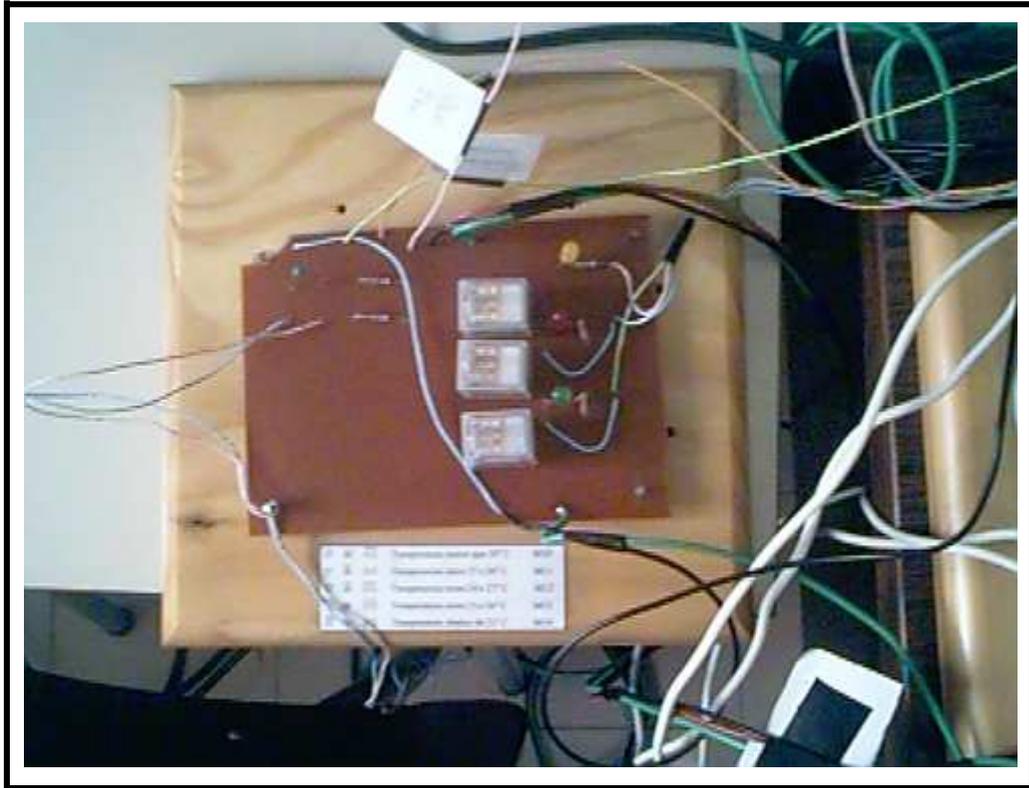


Na figura 48 é possível visualizar as chaves de fim de curso presentes nas extremidades, além daquela móvel que se desloca juntamente com as cortinas, responsáveis por detectar o momento a passagem no referido local.

FIGURA 48 – CHAVES DE FIM DE CURSO E ACIONAMENTO DA CORTINA



Na figura 49 é possível visualizar o sensor de temperatura e os relês. Os relês são acionados com 24V, vindos do CLP PS4-201 MM1, para então fechar os circuitos, deixando passar a corrente de 220V que indicarão ao *Easy* que a entrada está em alta.

FIGURA 49 – CIRCUITO DE ACIONAMENTO DO *EASY* E SENSOR DE EMPERATURA

Na figura 50 é possível visualizar um dos Moto-Redutores usados para o acionamento das cortinas.

FIGURA 50 – MOTO-REDUTOR



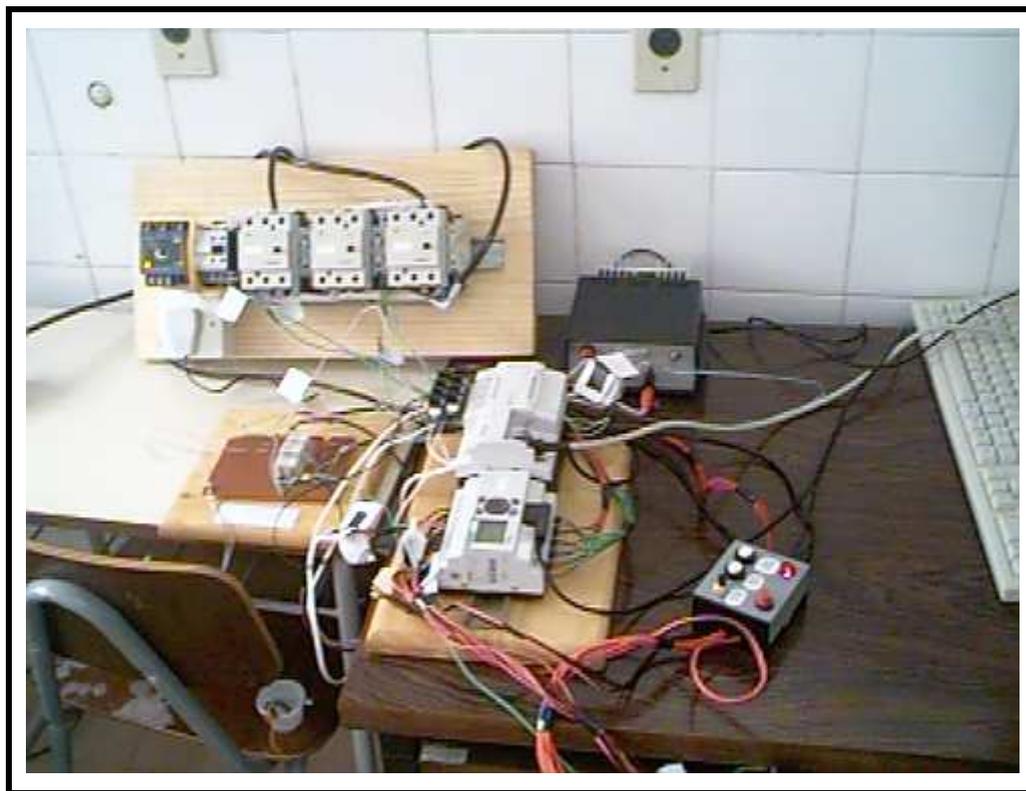
Na figura 51 é possível a visualização de toda estrutura da maquete. Ao fundo estão os circuladores de ar e também os Moto-Redutores, à frente percebe-se os obstáculos de metal, colocados para que as cortinas sejam desligadas quando chegarem até eles.

FIGURA 51 – VISÃO GERAL DA MAQUETE



Na figura 52 é possível visualizar todos os equipamentos de controle utilizados no protótipo.

FIGURA 52 – VISÃO GERAL DO PROTÓTIPO



4.6 RESULTADOS

Com base no principal objetivo traçado de desenvolver um protótipo de integração de dispositivos que controlem a climatização de galpões, para engorda de aves, através do acionamento automático de cortinas, ventiladores e nebulizadores através do uso de CLP, foi atingido com algumas restrições, no que tange o controle de umidade.

Os testes foram realizados utilizando-se uma maquete com as seguintes dimensões: 1,15m de largura, 1,65m de comprimento e a mesma medida de altura, de madeira, onde os Moto-Redutores fizeram movimento de acionamento das barras de ferro, onde estariam fixadas as cortinas, além de acionar os circuladores de ar que substituíram os ventiladores.

Para avaliação mais precisa da influência do controle: das cortinas, ventiladores e nebulizadores em função da temperatura e umidade, na redução da mortalidade das aves e aceitação pelo avicultor, seria necessária a implantação e testes em condições físicas apropriadas. Este protótipo restringiu-se a um modelo reduzido (maquete) pela falta de tempo hábil e um aviário de fato, não prejudicando a validade do trabalho realizado.

Os conhecimentos adquiridos na área de hardware e software mais a linguagem de programação *Ladder*, tornou possível a utilização, com sucesso, dos CLP's envolvidos no projeto.

5 CONCLUSÃO

Através da formulação e execução do projeto intitulado “Protótipo de um sistema de controle parcial de ambiência, em aviários de criação de frangos de corte, usando CLP”, pode-se obter consideráveis conclusões sobre os fatores imprescindíveis para o mesmo.

Existe no mercado vários modelos de sistemas que se comprometem a resolver o problema, no todo, isto é, aclimatando o aviário, desde o alojamento até o abate das aves. Contudo, a tecnologia proposta neste projeto tem o objetivo de aclimatar parcialmente o aviário, no início controlando cortinas, com base na temperatura interna, isto até os 21 dias de idade das aves, após controla-se, ainda, ventiladores e nebulizadores, considerando temperatura e umidade.

Na especificação do projeto utilizou-se o *Easy 620 DC*, pelo fato dele possuir entradas analógicas, que viriam atender os objetivos traçados desde o início. Entretanto, por motivos indesejáveis, fez-se necessário adaptar o projeto ao *Easy 618 AC*, que é uma versão que não possui entradas analógicas e assim comprometeu, em parte, o resultado final do projeto. Pois foi necessário dividir as tarefas entre o CLP PS4 201 e o *Easy 618 AC*, onde o primeiro se encarrega de fazer as leituras de sensores de temperatura (analógicas) e envia para o segundo apenas impulsos digitais com faixas de temperaturas e umidade definida. Isto não se torna viável porque encarece o projeto, fugindo assim dos objetivos, inicialmente traçados. Na análise do *Easy 618 AC* pode-se perceber que ele atende o que lhe foi proposto, de acordo com a sua capacidade.

Com relação a linguagem de programação utilizada, teve-se a necessidade de buscar por uma linguagem específica, sendo que a mesma não foi contemplada no currículo do curso de Bacharel em Ciências da Computação. A linguagem de programação *Ladder* apropriada ao *Easy 618 AC* possibilitou uma assimilação fácil para a sua utilização. Porém, pode-se constatar que houve limitações com relação a comandos se comparada com outros tipos de *Ladder*, utilizadas em CLPs de maior capacidade.

Em se tratando da operação, no que diz respeito a suas variáveis (temperatura, umidade e posicionamento de cortinas), verificou-se certa complexidade na interação destas

variáveis. Vale ressaltar que ao se trabalhar com comandos elétricos há sempre o imprevisto de uma chave não trabalhar a contento, causando prejuízos ao sistema em operação.

Quanto a equipamentos que realizassem a aquisição de dados deparou-se com a problemática de encontrar equipamentos de qualidade e baixo custo. Na busca de sensores de temperatura e umidade com os requisitos citados, verificou-se a inviabilidade da utilização dos mesmos no projeto em questão, devido ao alto custo. Optou-se então pela adaptação de sensores de temperatura de menor custo e de qualidade questionável ao projeto, utilizando-os ainda para determinação da umidade de forma imprecisa, isto pela falta de sensor de umidade coerente a proposta.

No que se refere ao Trabalho de Conclusão de Curso como processo de aprendizagem, a fim de conceder o título de Bacharel em Ciências da Computação, considerou-se uma experiência válida apesar de várias dificuldades e imprevistos na formulação e execução do mesmo. A escolha do tema já era pensada há vários semestres, conduzindo as pesquisas e contatos para a elaboração do estudo. Com a escassa bibliografia, sobre o tema, disponível na Universidade, houve a necessidade de buscar literaturas atualizadas fora desta, junto a pesquisadores da área.

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A viabilidade de que este projeto saia do papel para se integrar ao cotidiano da avicultura, vai depender muito da aceitação das agroindústrias, as quais conduziram seu integrados/parceiros a implementar o mesmo na sua propriedade, a fim de valorizar a avicultura em todo seu contexto.

Durante o período de estudos pode-se perceber que as grandes agroindústrias preferem buscar tecnologia em outros países, com custo relativamente alto, do que investir em pesquisas e desenvolvimento de produtos que sejam condizentes com a realidade climática e condições financeiras do nosso país.

Pode-se dizer também, que se não fosse pela evolução da avicultura nestes últimos anos, e pelas grandes agroindústrias teríamos um êxodo rural ainda maior e acentuando os cinturões de pobreza nas cidades.

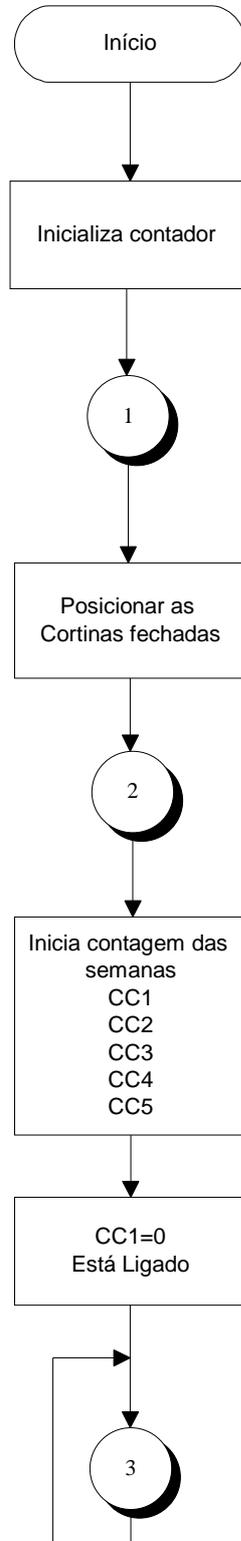
5.2 TRABALHOS FUTUROS

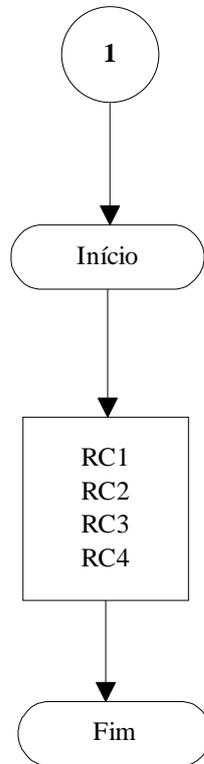
Para trabalhos futuros poderão ser implementados as seguintes condições:

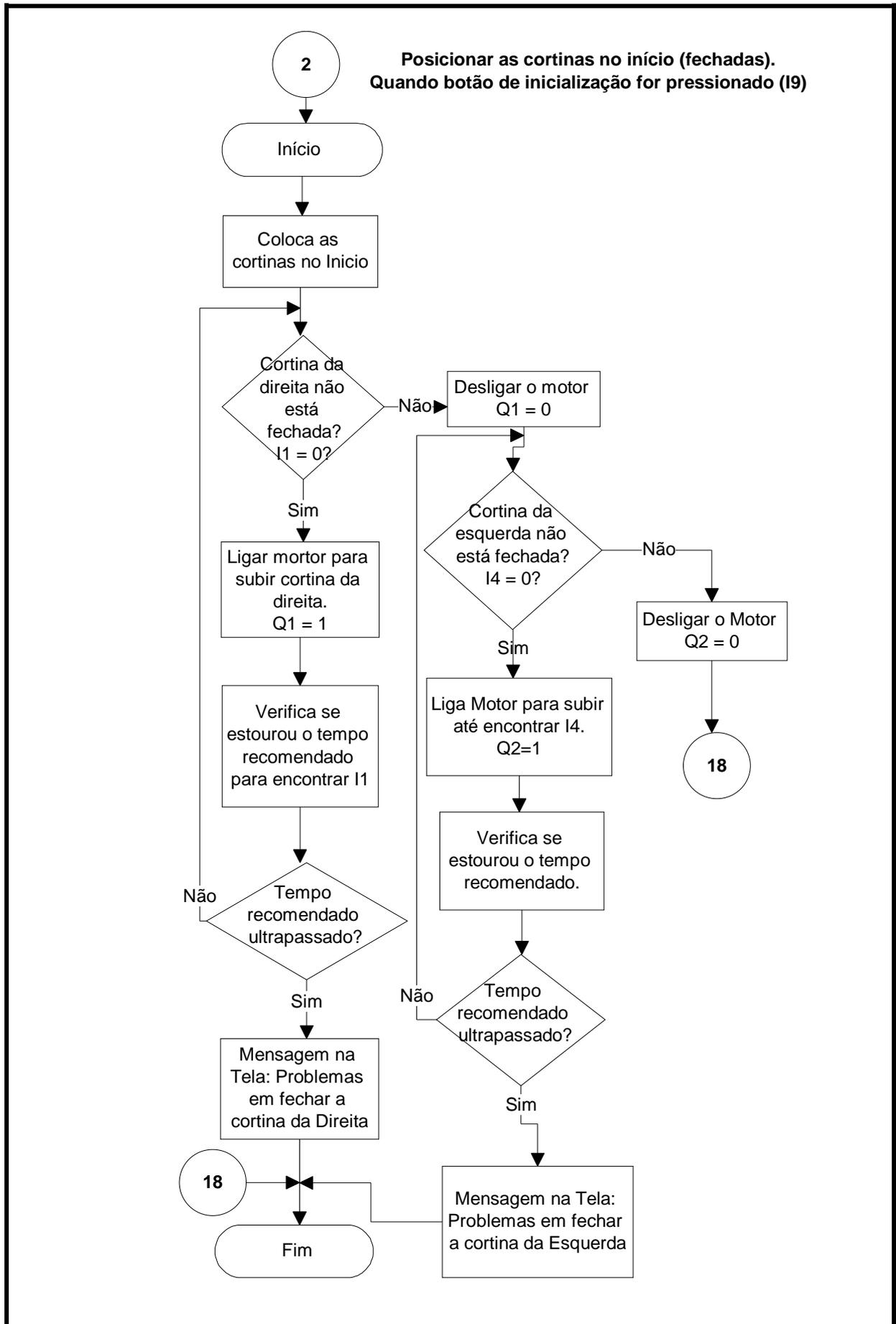
- a) utilizando um CLP maior, com mais entradas analógicas, medir a temperatura e umidade relativa em diversos pontos do aviário. Pelo fato do aviário possuir um tamanho relativamente grande pode variar a temperatura e umidade de um ponto a outro;
- b) neste equipamento mais potente pode ser feito o desenvolvimento de um software (supervisório) que armazene informações em um banco de dados e apresente em forma de gráficos e estatísticas ao avicultor o que está ocorrendo em seu aviário

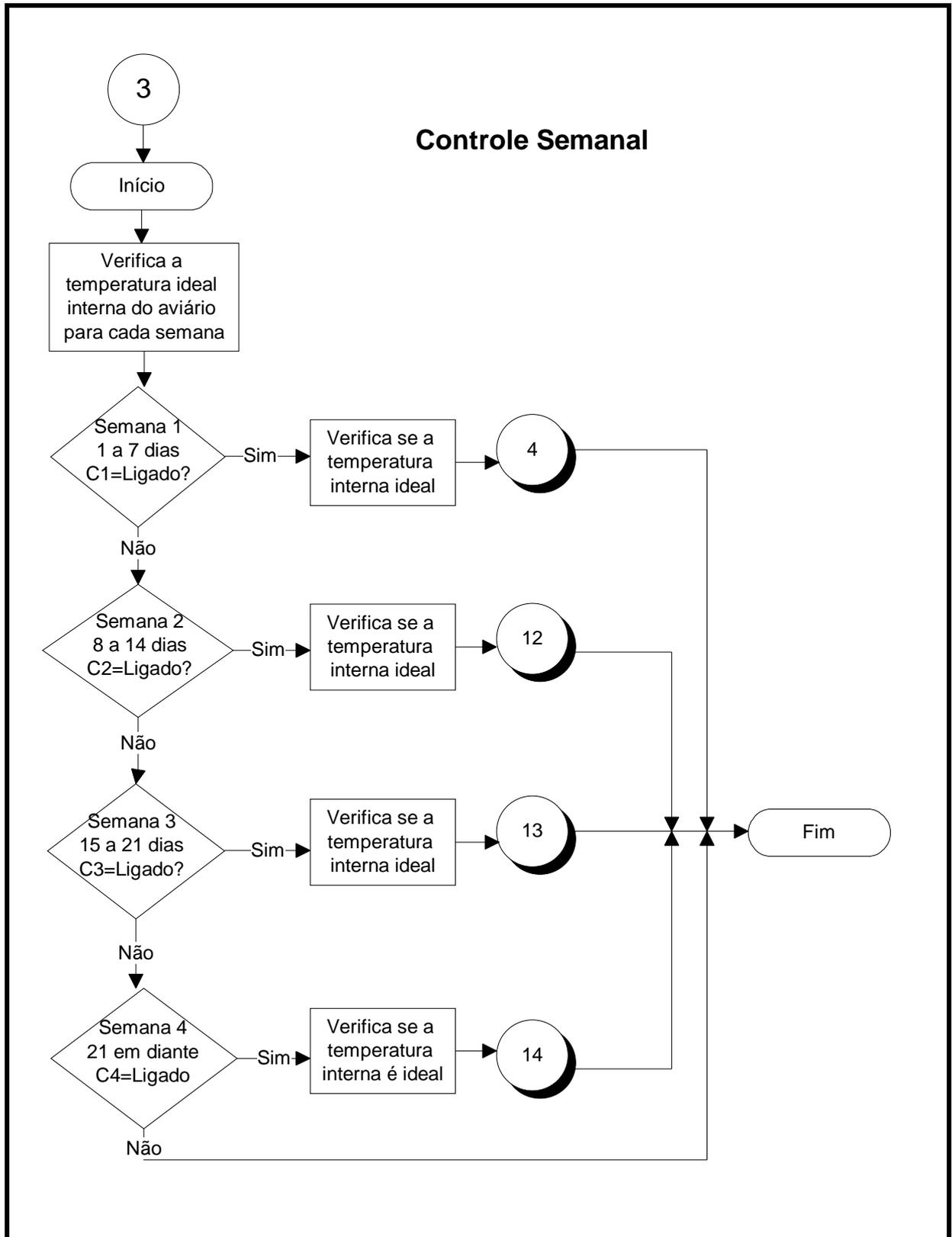
6 ANEXO 1 – MODELAGEM DO SISTEMA

Quando botão de Inicialização for pressionado

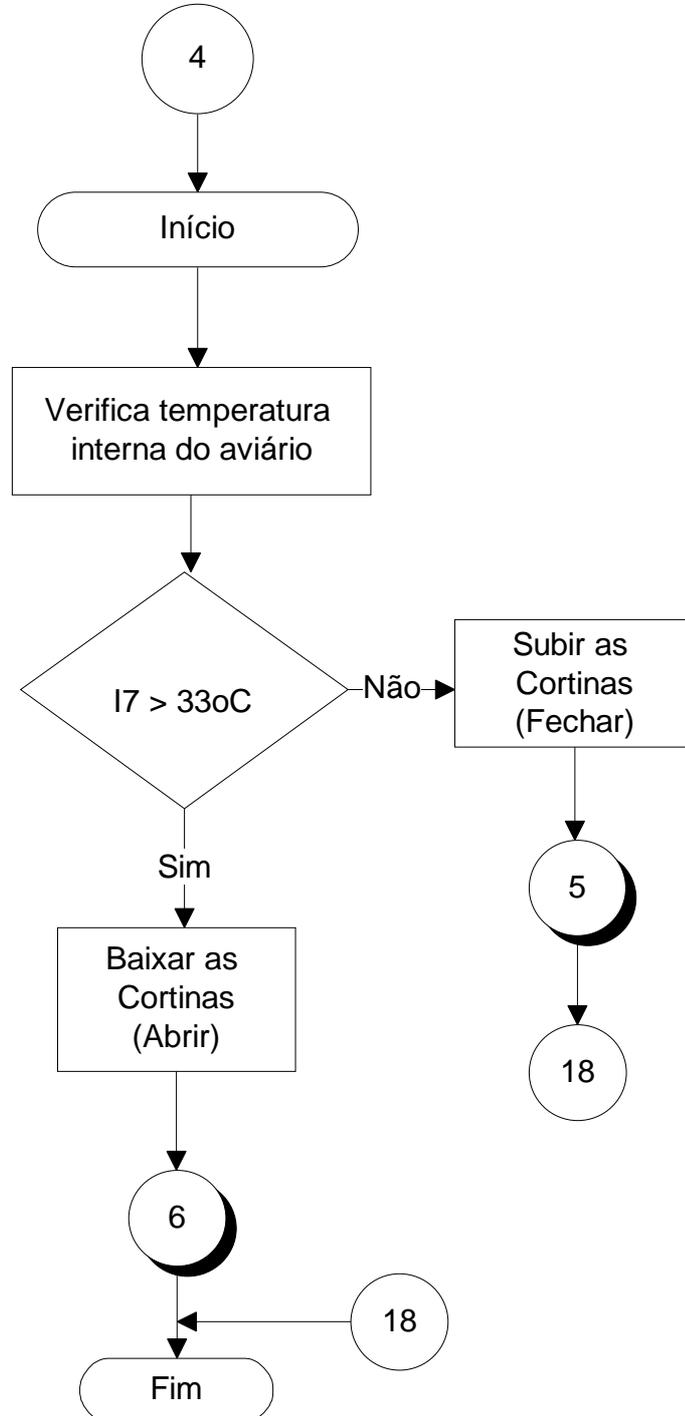


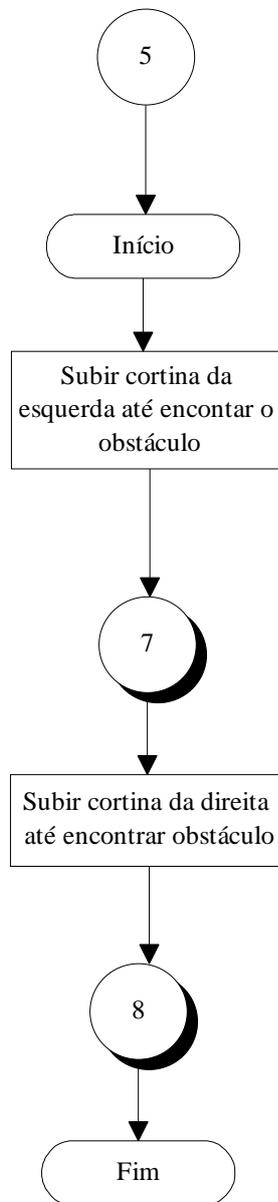
Inicialização do contadores

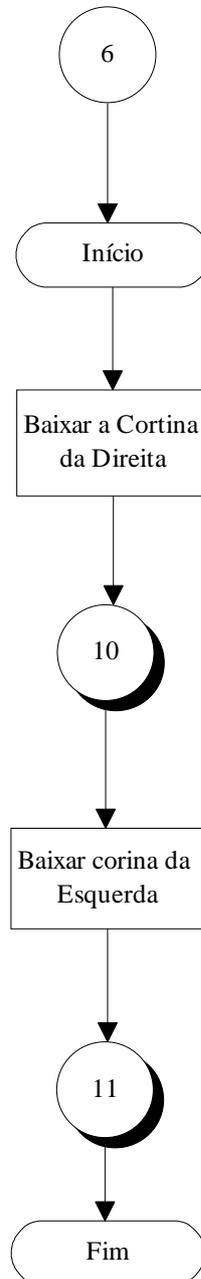




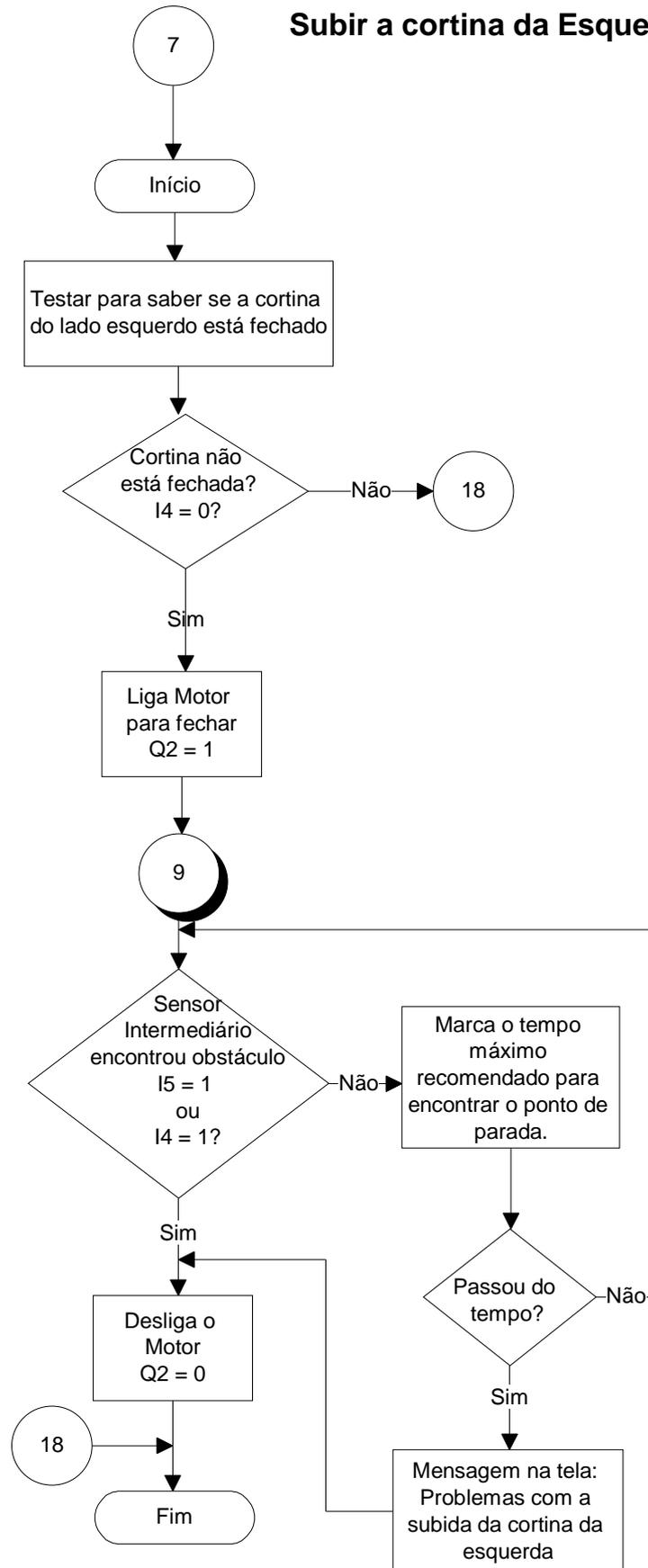
Compara a temperatura estipulada
usando como parâmetro
semana de 1 a 7 dias



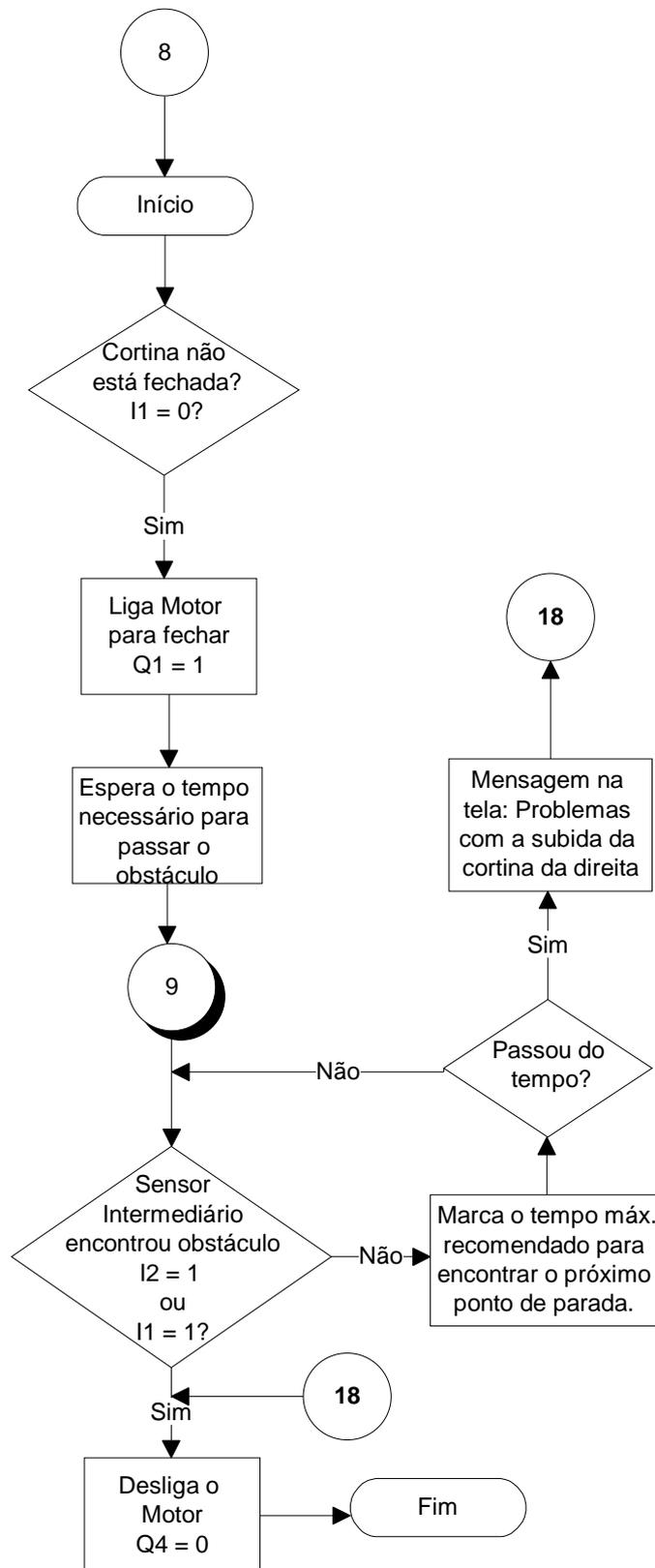
SUBIR AS CORTINAS

BAIXAR AS CORTINAS

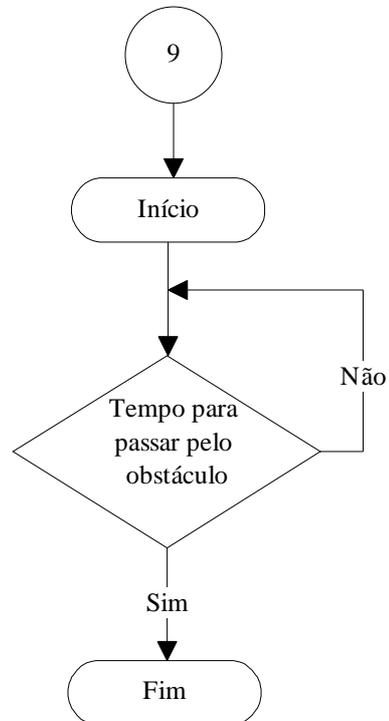
Subir a cortina da Esquerda

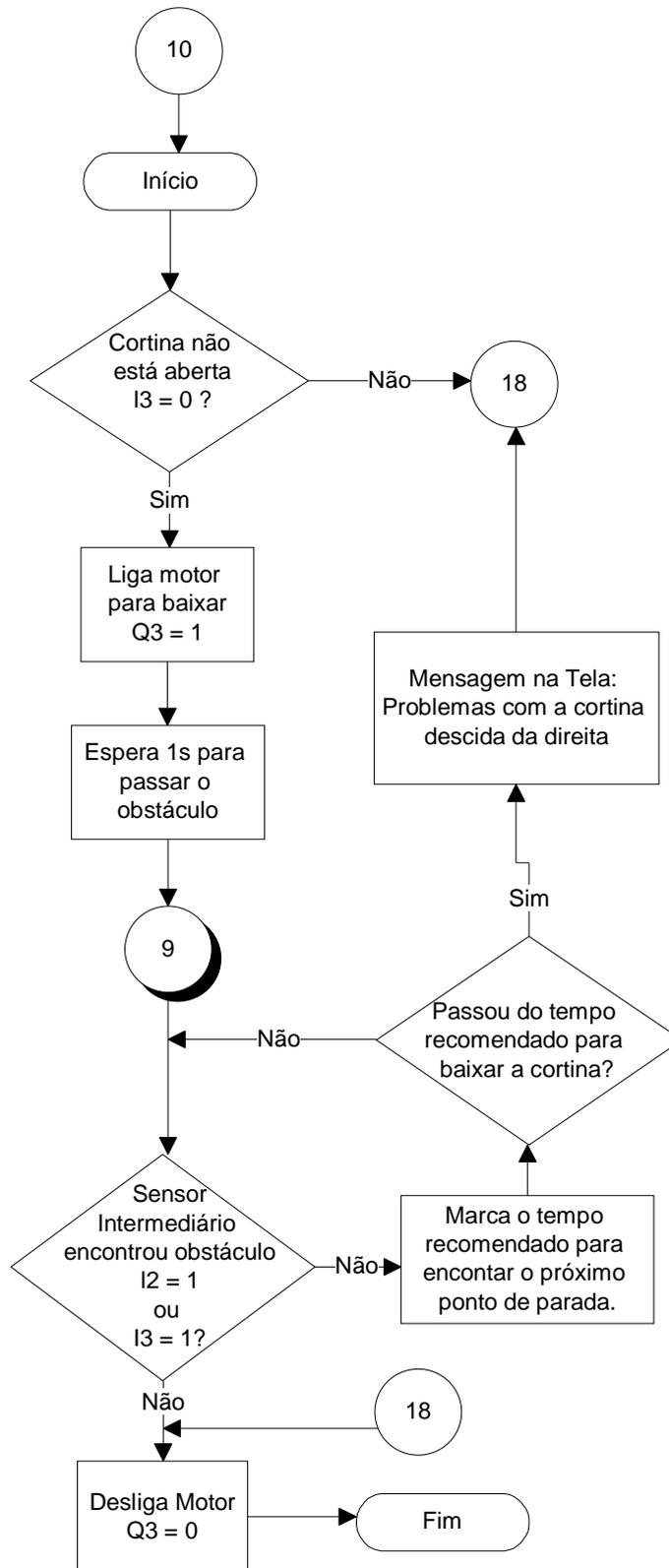


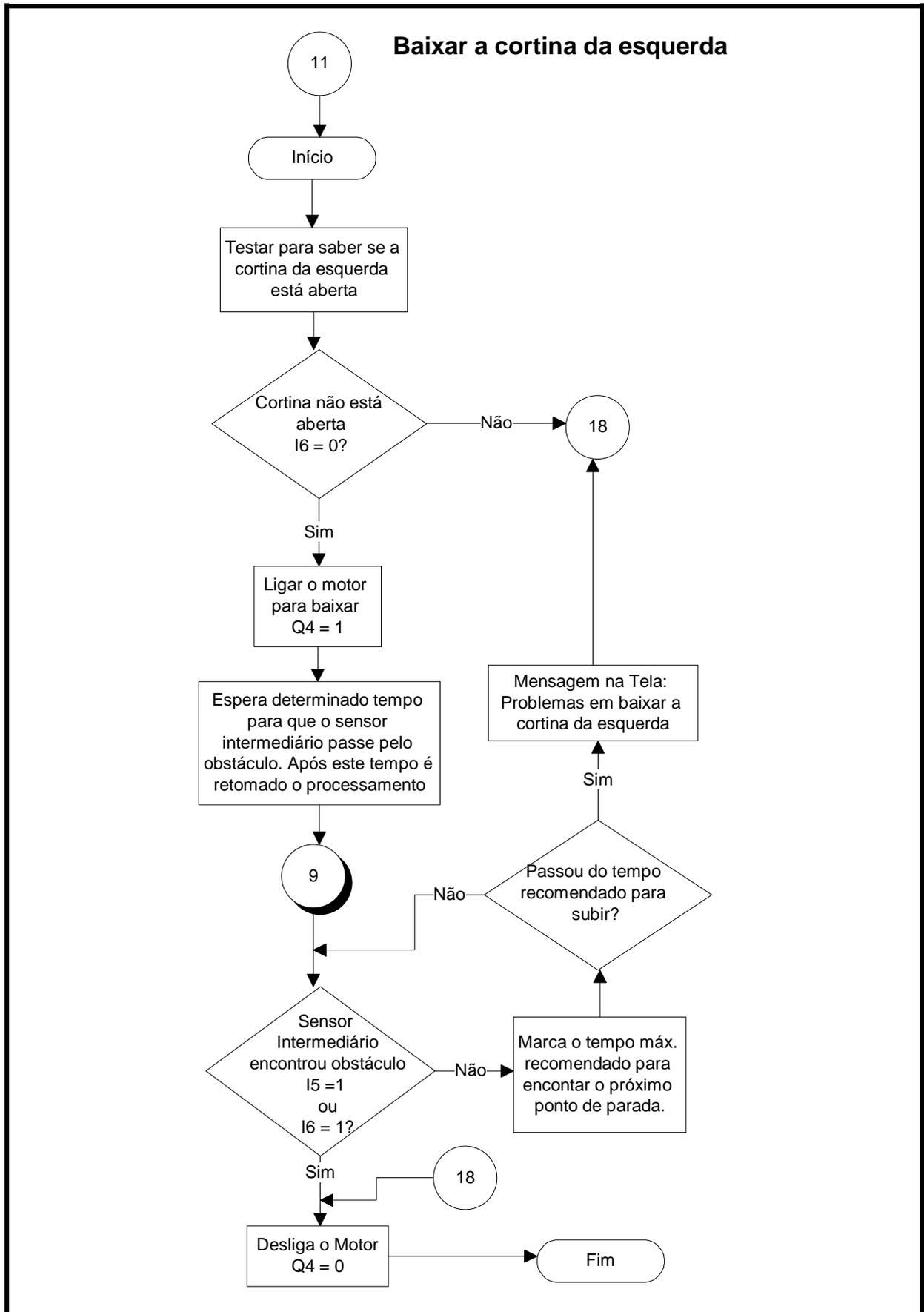
SUBIR CORTINA DA DIREITA



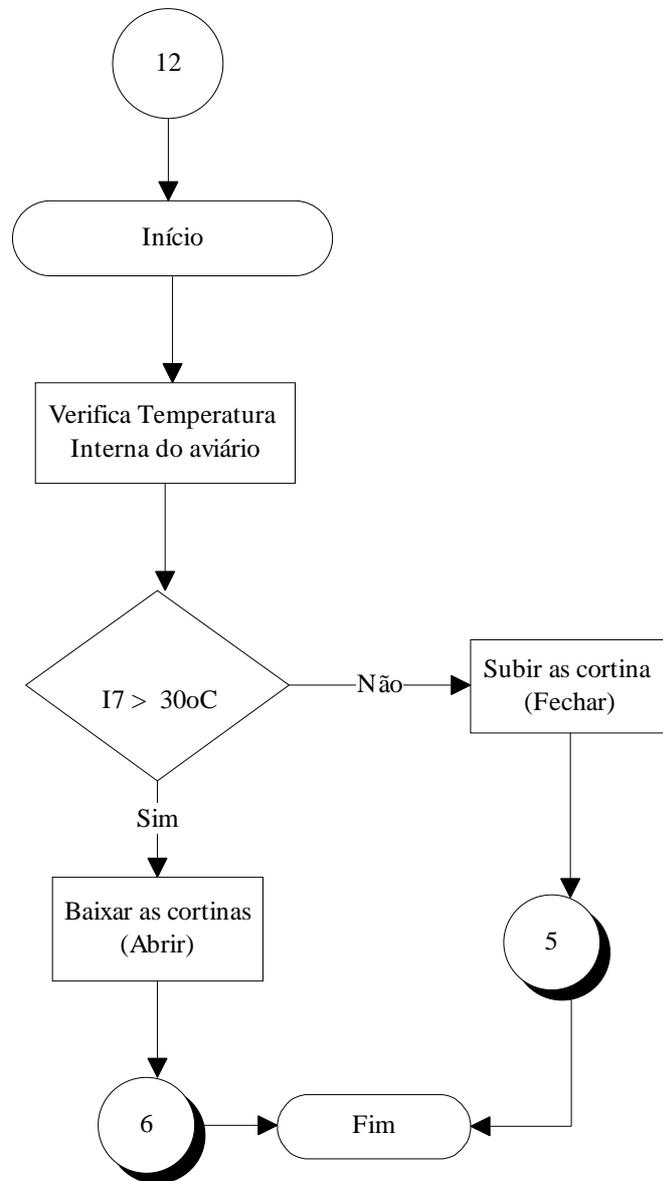
Tempo necessário para que o sensor de fim de curso passe pelo obstáculo pelo qual foi desligado anteriormente



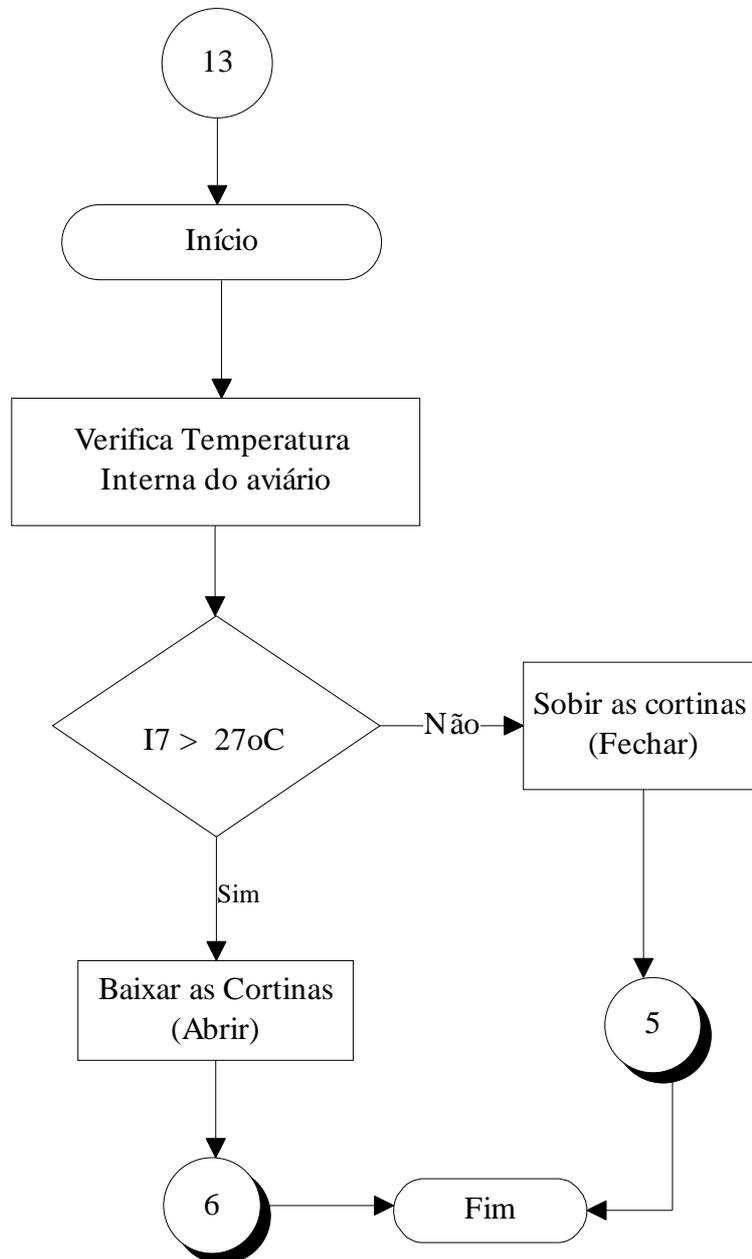
Baixar a cortina da direita

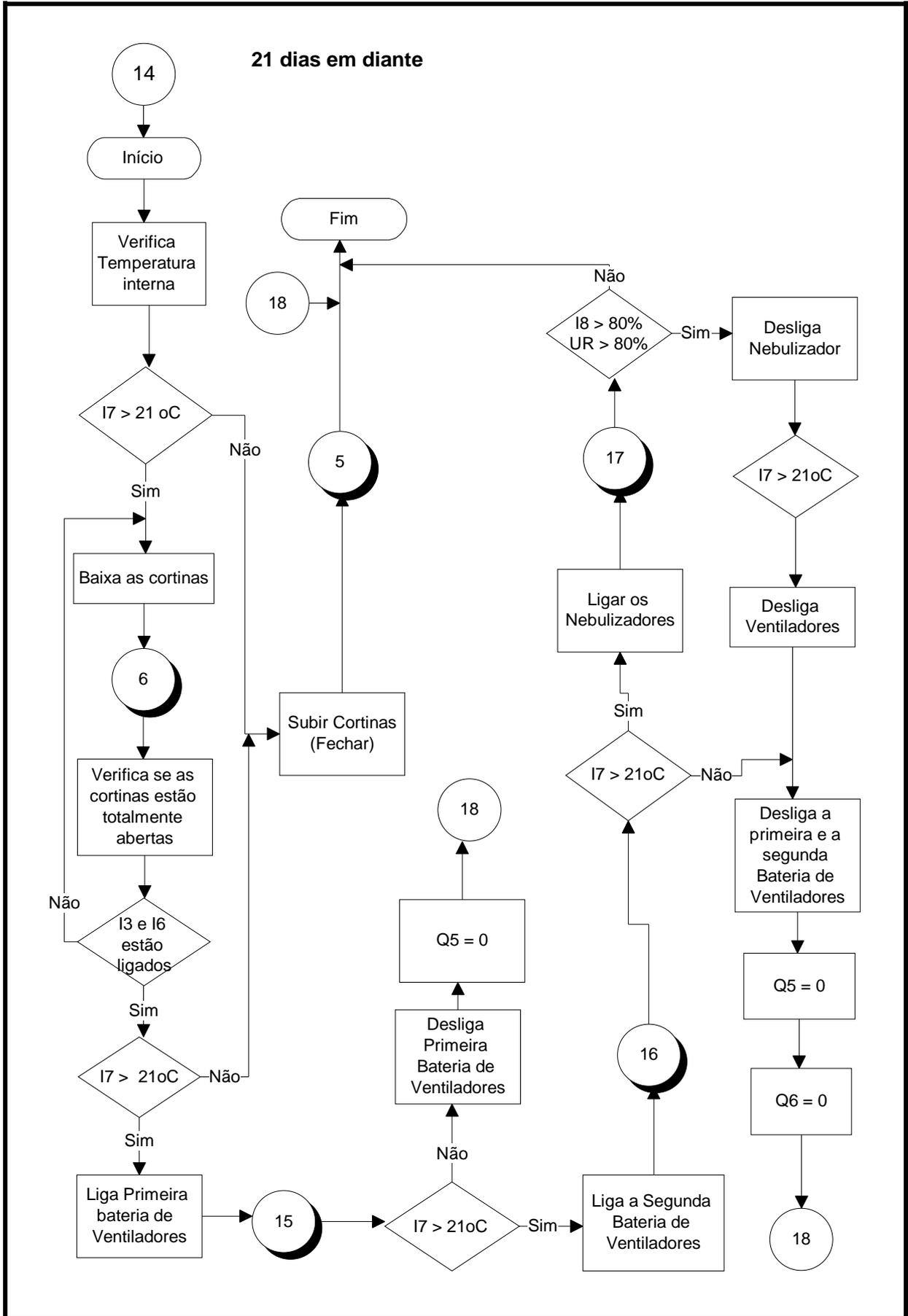


**Compara a temperatura estipulada
usando semana de 7 a 13 dias**

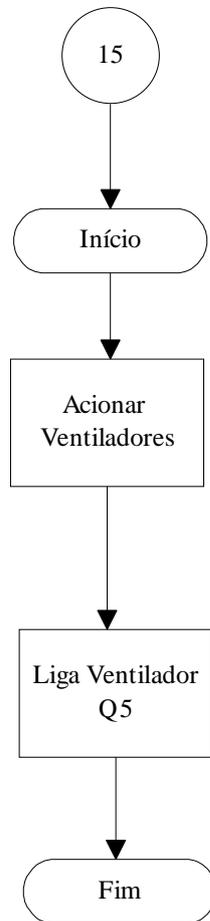


**Verifica a Temperatura Interna do
Aviário para a terceira semana de vida dos animais.
14 a 21 dias**

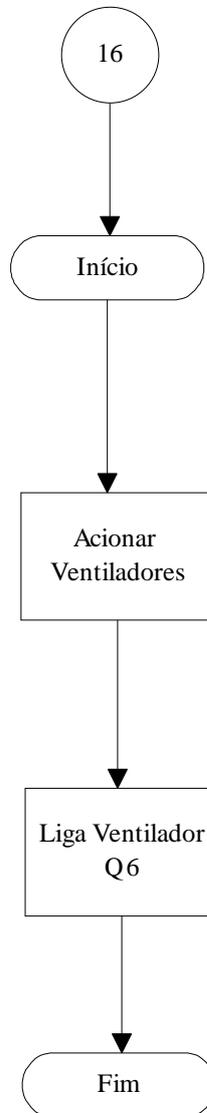




**Temperatura acima do recomendado
é acionado a primeira bateria de ventiladores**



**Acionamento da Segunda
Bateria de Ventiladores**



Acionar o Nebulizador

7 ANEXO 2 – CÓDIGO FONTE

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [ABR1999] ABREU, Paulo Giovanni de; ABREU, Valéria Maria Nascimento; MAZZUCO, Helenice. **Uso do resfriamento evaporativo (adiabático) na criação de frangos de corte.** Concórdia : EMBRAPA-CNPSA, 1999. 51p.
- [ABR2000] ABREU, Paulo Giovanni de; ABREU, Valéria Maria Nascimento. **Ventilação na Avicultura de Corte.** Concórdia : EMBRAPA-CNPSA, 2000. 50p.
- [ARA1989] ARASHIRO, Osny. **A História da avicultura do Brasil.** São Paulo : Gessuli, 1989. 301p.
- [ARA1996] ARAÚJO, Maria da Piedade. **Rentabilidade da Produção de Frangos de Corte sob Contratos de Integração Vertical em Minas Gerais.** Piracicaba, 1996. Dissertação à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, título de mestre em Ciências, Área de Concentração: Economia Aplicada.
- [AVI199-] AVIMEC. **Manual de montagem do painel de climatização Avimec.** Caxias do Sul, [199-], painel de climatização.
- [AVI1999] A AVICULTURA Do Ano 2000. **Serviço rural Perdigão,** Videira, dez. 1999. n. 57, p. 3.
- [BAE1998] BAÊTA, Fernando da Costa. Sistema de Ventilação natural e artificial na criação de aves. **Simpósio internacional sobre ambiência e sistemas de produção avícola.** Concórdia, p. 96-117, 1998.
- [BAU1998] BAUKE, Cláudio. Aspéctos Econômicos da Criação de Aves em Ambientes Climatizados. **Simpósio internacional sobre ambiência e sistemas de produção avícola.** Concórdia, p.1-6, 1998.
- [BAR1997a] BARRO, Diomar Roberto. Fundamentos de Ventilação em Galpões Avícolas. **Simpósio sobre Ambiência, Sanidade e Qualidade de Carcaça de Frangos de Corte,** Concórdia – SC, p.19-27, 1997.
- [BAR1997b] NOVA Enciclopédia Barsa. São Paulo: Encyclopaedia Britannica do Brasil, 1997. v. 6, p. 500 - 501.
- [BAR1999] NOVA Enciclopédia Barsa. São Paulo : Encyclopaedia Britannica do Brasil, 1999. v. 2, p. 253.

- [CAM1996] CAMARGO, Alessandro Mancio de. Avicultura de verão. **Avicultura Industrial**, São Paulo, V. 86, n. 1037, p. 14-18, set. 1996.
- [CAN1996] CANEVER, Mario Duarte. **Competividade relativa entre as cadeias de carne de frango Brasileira e Argentina**. Viçosa : Universidade Federal de Viçosa, 1996. 128 p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural).
- [COR1999] CORDEIRO, René. **Versatilidade tem papel fundamental nos aviários**. 1999. Endereço eletrônico: <http://www.elogica.com.br/users/rjr/alime6.htm>.
- [COS1999] COSTA, Armando Dalla. **Onde tudo começou**. 1999. Endereço eletrônico: <http://www.elogica.com.br/users/rjr/onde.html>.
- [DEL1980] **ENCICLOPÉDIA** Delta Universal. Rio de Janeiro : Editora Delta, 1980. v2, p.1022.
- [DEL1995] **ENCICLOPÉDIA** Delta Universal. Rio de Janeiro : Editora Delta, 1995. v7, p.3606 -3611.
- [DID1998] DIDJURGEIT, Marcos. **Controladores lógicos programáveis**. Blumenau : SENAI CET – Blumenau, 1998. 43p.
- [EMB1998] EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Apresentação. **Simpósio internacional sobre ambiência e sistemas de produção Avícola**. Concórdia, 1998.
- [ENG1998] ENGLERT, Sérgio. **Avicultura tudo sobre raças, manejo e alimentação**. 7. ed. Guaíba : Agropecuária, 1998.
- [EST1978] ESTEBAN, José Maria Lasheras. **Manual de avicultura**. Lisboa : Litexa – Portugal. 1978.
- [FER1986] FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Novo dicionário Aurélio da língua portuguesa**. 2.ed. Rio de Janeiro : Editora Nova Fronteira, 1986.
- [FIL1998] FILHO, Jonas I. dos Santos; CANEVER, Mario D; CHIUCHETA, Odemir; TALAMINI, Dirceu J. D. Aspéctos Econômicos e Viabilidade da Criação de Frangos nos Sistemas Convencional e Automatizado. **Simpósio internacional sobre ambiência e sistemas de produção**. Concórdia, p.7-18, 1998.
- [HEN1994] HENN, Gilberto José. **Protótipo de um sistema de supervisão e controle através de CLP para estação de tratamento de efluentes**. Blumenau :

1994. 67f. TCC (Graduação em Bacharel em Ciências da Computação) – FURB, 1994.
- [JAE1999] JAENISCH, Fátima R. F. **Tecnologias – avicultura**. 1999. Endereço eletrônico: <http://www.negociospecuarios.com.br/html/artigos/artigo3F.htm>
- [LUC1997] LUCHESE FILHO, Anselmo. Criação de frangos de corte em alta densidade: pré-requisitos, vantagens e desvantagens do sistema. **Manejo de frangos de corte**, Campinas, p. 13-21, 1997.
- [MAL1982] MALAVAZZI, Gilberto. **Avicultura manual prático**. São Paulo : Nobel, 1982. p.156.
- [MAR1994] MARQUES, Donald. Desempenho de Diferentes Equipamentos. **Manejo de Frangos**, Campinas : Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia, p.59-70, 1994.
- [MAY1998] MAY, James D. Temperatura e umidade do ar em galpões avícolas com ventilação de túnel: impacto no desempenho de frangos de corte. **Conferência Apinco'98 de Ciência e Tecnologia Avícola. Simpósio Internacional sobre Instalações e Ambiência**, Campinas, p. 221-228, 1998.
- [MIC1998] **MICHAELIS**: Moderno Dicionário da Língua Portuguesa. São Paulo : Companhia Melhoramentos, 1998. p.272.
- [MIR1989] **ENCICLOPÉDIA** Mirador Internacional. São Paulo : Encyclopaedia Britannica do Brasil, 1989. v3, p. 1092 – 1097.
- [MOE1999] MOELLER. **User Manual Easy 412 Easy 600 Control Relay**. Alemanha, 1999. p.211.
- [MOR1998] MORO, Donato. Sistema de Aquecimento para aves. **Simpósio internacional sobre ambiência e sistemas de produção avícola**. Concórdia, p. 76-83, 1998.
- [NAA1997] NÄAS, Irenilza de Alencar. Ventilação e Climatização para Frangos de Corte. **Conferência APINCO/97 de ciência e tecnologia avícolas**. São Paulo, 1997.
- [NAA1999] NÄAS, Irenilza de Alencar. Climatização: Aspectos Básicos para Garantir sua Eficiência. **Simpósio internacional sobre produção de frangos de corte na fase final**. Campinas, v.2, p. 9-19, 1999.

- [OLI1993] OLIVEIRA, Julio César P. **Controlador programável**. São Paulo : Makrom Books, 1993.
- [PEC2000] **PECUÁRIA** Criação de Galinhas. 2000. Endereço eletrônico: www.agridata.mg.gov.br/rectecn1.htm
- [PER1997] PERDOMO, Carlos. Isolamento Térmico de Aviários. **Avicultura industrial**, Porto Feliz – SP, v.87, n. 1042, p. 18-20, set. 1997.
- [PEL1999] PELE de Frango Pode Virar Tecido. **Serviço Rural Perdigão**. Videira, dez. 1999. n. 57, p. 3.
- [PRE1995] PRESSMAN, Roger S.. **Engenharia de software**. São Paulo : Makron Books, 1995.
- [PRO1998] PRODUÇÃO dos Principais Produtos animais. **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina – 1997**. Florianópolis, p. 107-108, 1998.
- [REV1999] REVISTA Vem Retratando a Evolução da Avicultura. **Avicultura industrial**, Porto Feliz (SP), n. 1071, p. 28-52, nov. 1999. “Edição Especial”.
- [ROS1998] ROSSI, Paulo Roberto. Sistemas de Climatização de Instalações Avícolas. **Simpósio Internacional sobre Ambiente e Sistemas de Produção Avícola**, Concórdia – SC, p.42-56, 1998.
- [SAD1994] SADIA 50 Anos: Construindo Uma História. São Paulo : Prêmio. 1994. 143p.
- [SCH1998] SCHMID, Aloisio Leoni. Refletindo sobre o calor. **Avicultura Industrial**, Porto Feliz, v. 88, n. 1057, jul. 1998, p. 18-23.
- [SIL1998] SILVA, Iran Jose Oliveira da; SILVA, Marco Aurélio Nunes da. Dicas de sucesso. **Avicultura Industrial**, São Paulo, v. 88, n. 1059, p. 46-47, set. 1998.
- [TES1996] TESSARA, Helena. **Perdigão – uma trajetória para o tuturo**. Empresa das Artes : São Paulo. 1996. 143 p.
- [THI1996] THIEL, Afrâni Austregésilo. **A modelagem matemática na avicultura: uma Proposta de Ensino-Aprendizagem de Matemática no Curso Técnico em Agropecuária**. Blumenau, 1996. Monografia para obtenção do grau de especialista no Cursos de Pós-Graduação em Educação Matemática, Setor de Ciências Exatas, Fundação Universidade Regional de Blumenau.

- [TIM1998] TINÔCO, Ilda de Fátima Ferreira. Critério para o Planejamento de Instalações Avícolas para Aves de Postura. **Simpósio internacional sobre ambiência e sistemas de produção avícola**. Concórdia, p. 57-72, 1998.
- [TOL2000] TOLEDO, Alex (dri@perdigão.com.br). **Informações sobre a avicultura**. 18 jan. 2000. Mensagem para: Airton Zancanaro (airton@furb.rct-sc.br)
- [VEN1999] VENTURA, Alberto. **Manual do CLP. O que é um CLP?** 1999. Endereço eletrônico: <http://www.lcc.furb.rct-sc.br/pessoais/ventura/manual/oque.htm>
- [VER1998] VERANI, Luiz Henrique Westphal. **Amônia, um contaminante ocupacional**. Set 1998. Endereço eletrônico: <http://www.crq.org.br/solucao/numero27/artigo3.htm>
- [VER1999] VERSATILIDADE tem Papel Fundamental no Aviários. 1999. Endereço eletrônico: <http://www.elogica.com.br/users/rjr/alime6.htm>.